

21380

# Z ŘÍŠE HVĚZD.

ASTRONOMIE PRO ŠIRŠÍ KRUHY.

NAPSAL

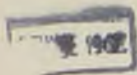
**Dr. GUSTAV GRUSS,**  
professor astronomie při c. k. české universitě.

S ČETNÝMI ILLUSTRACEMI A TABULKAMI.



V PRAZE.

NAKLADATELÉ: BURSÍK & KOHOUT  
knihkupecí c. k. české university.



21380



*Dar ing Santuicka*

## Předmluva.

Podávaje širším kruhům spis o hvězdářství, snažil jsem se učiniti tak podle díla: „Newcomb-Engelmann's Populäre Astronomie. Zweite vermehrte Auflage. Herausgegeben von Dr. H. C. Vogel“, jež téměř všeobecně za nejlepší populární astronomii jest pokládáno, přece však předpokládá určitý stupeň odborného vzdělání, má-li s dosažitelným prospěchem býti čteno. Ani tento spis nemohl vymýtiti některých požadavků aspoň poněkud odborné znalosti, měl-li býti účelným a dosti úplným v nejnovější době vědy tak pokročilé, takže výtce ve příčině této snad se naskytující vyhnouti se nebylo možno. Většinu vyobrazení zjednali si páni nakladatelé ze spisu: „Le Ciel. Par Amédée Guillemin. Cinquième édition. Paris“. Práce pomocné ochotně obstaral pan František Müller, začož mu tuto vyslovuji svůj dík. Seznam elementů asteroid, komet a dvojhvězd úmyslně vynechány; vyžadovaly by snad bezúčelně značného místa a při zájmu hlubším poskytne jich odborná literatura, jejíž přehled jest zvlášť sestaven, pokud z ní pro tento spis bylo čerpáno. Nabodilé chyby a omyly nechť laskavě čtenář opravi podle seznamu připojeného.

*Gustav Gruss.*

## Hlava I.

### 1. Body a kruhy na nebeské kouli.

(Zenit, nadir — obzor, výška hvězd — zdánlivý denní pohyb koule nebeské, póly světové, rovník nebeský, polární výška místa — poledník, deklinace hvězd — azimuth, uhel hodinový — zeměpisná délka místa — den hvězdný, míra oblouková a časová — oblouk denní, noční, hvězdy circumpolární — vzhled nebe na rovníku, pólu a u nás.)

Pohlížíme-li odkudkoliv na nebeskou kouli, jeví se nám tato jako dutá koule, v již středu se nalézá pozorovatel, a na níž tělesa nebeská promítáme. Nazýváme pak tuto zdánlivou kouli nebeskou. Místa těles nebeských na zdánlivé kouli nebeské určujeme směry, ve kterých se nám jeví. Veškerá tělesa, jež vidí pozorovatel na téže přímce, v témž směru, jeví se v témž bodu nebeské sféry.

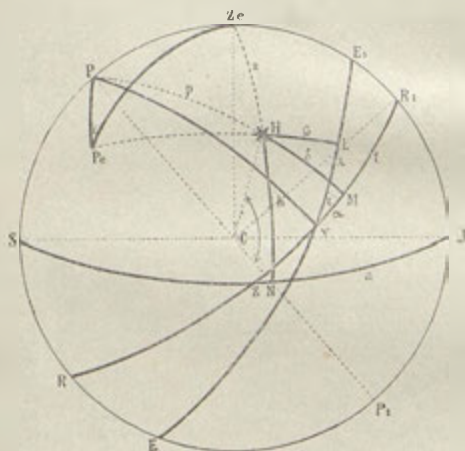
Pro každý bod na povrchu země jest směr tížnice určitý, neměnitelný. Směr ten stanoví volně visící nit závažím zatížená — olovnice — směr ten slove svislý, vertikální. Směr tížnice na obě strany až ke zdánlivé kouli nebeské prodloužený protíná tuto ve dvou bodech: hoření (nejvyšší bod koule nebeské) slove nadhlavník — zenit;<sup>1)</sup> dolení (neviditelný) protiležící bod podnožník — nadir.

Rovina kolmo na vertikální směr místa určitého proložená protíná kouli nebeskou v největším kruhu, jenž slove obzor — horizont (zdánlivý) Obzor dotýká se zeměkoule v místě pozorovacím. Poloměr nebeské zdánlivé koule jest u porovnání s poloměrem zeměkoule nekonečně veliký; bude tudíž rovina proložená středem zeměkoule rovnoběžně

<sup>1)</sup> Slovo zenit jest arabského původu — zkomoleno ze „sem-tarrâs“ (krajina hlavy). Nadir z arabského „en nadir“ (krajina pod nohama).



k rovině kolmé na vertikální směr místa kouli nebeskou profinati v témž největším kruhu, jenž se nazývá p r a v ý m o b z o r e m oproti obzoru zdánlivému, jež určuje na určitém místě každá klidná hladina tekutiny (vody, rtuti a j.). Zenit a nadir jsou póly obzoru, t. j. jsou ode všech bodů obzoru vzdáleny 90 stupňů; veškerý největší kruhy proložené zenitem a nadirem stojí tudíž kolmo na obzoru a slovu kruhy výškové neb vertikální. Kruhy rovno-



Obr. 1.

běžné k obzoru slovu kruhy azimutální neb Almucantharaty.<sup>1)</sup> V obr. 1. jest  $CZe$  svislý směr místa  $C$ ,  $SJ$  jest obzor místa toho a největší kruh  $ZeHN$  jest kruh výškový proložený hvězdou  $H$ . Oblouk  $HN$  výškového kruhu mezi hvězdou  $H$  a obzorem slove výška ( $h$ ) hvězdy a měří úhel  $\angle HCN$  utvořený směrem  $CH$  s rovinou obzoru. Oblouk  $HZe$  výškového kruhu mezi hvězdou a zenitem slove distance (vzdálenost) zenitová ( $z$ ) a měří úhel  $\angle ZeCH$  sklonu mezi směrem  $CH$  a směrem svislým  $CZe$ . Po-

<sup>1)</sup> Slovo Almucantharat jest původu arabského.

něvadž zenit jest ode všech bodů obzoru 90 stupňů vzdálen, jest vždy:  $h + z = 90^\circ$ . Výška a zenitová vzdálenost doplňují se na 90 stupňů.

Několikahodinné pozorování hvězd poučí nás, že hvězdy, neméně na nebeské kouli vzájemné polohy, mění nestále svá místa vzhledem k obzoru, hvězdy vystupují na východě a sklánějí se k obzoru na západě. Veškerý tyto pohyby vzhledem k obzoru dají se úplně vysvětliti, předpokládáme-li, že nebeská koule, na níž hvězdy takřka připevněny se jeví, během jednoho dne ve směru od východu na západ kolem země se otáčí kolem osy  $PP_1$  nakloněné k obzoru o určitý úhel. Nazýváme pak tento pohyb denním pohybem nebeské koule; nyní víme, že pohyb ten jest zdánlivý, následkem denního otáčení se země kolem své osy ve směru opačném: od západu na východ. Body  $P$  a  $P_1$ , v nichž nebeská koule jest profata prodlouženou osou zemskou, slovu póly světové, nebeské, a to pól na straně severního pólu zemského severní, druhý jižní pól světový. Největší kruh  $RR_1$  nebeské koule, jenž jest všude vzdálen 90 stupňů od pólů světových, slove rovník nebeský (aequator), rovina rovníku stojí tudíž kolmo na ose zemské a splývá s rovinou zemského rovníku. Rovník dělí nebeskou kouli ve dvě stejné polovice, polovici severní obsahující severní pól světový  $P$  a polovici jižní s pólem jižním  $P_1$ . Výška pólu nad obzorem místa  $C$ , t. j. úhel  $\sphericalangle PCS$ , jež tvoří přímka rovnoběžně proložená místem  $C$  ku ose zemské s rovinou obzoru aneb oblouk  $PS$  slove polární výška místa  $C$  (výška pólu místa  $C$ ). Tato jest pro každé místo veličina stálá, neboť poloha osy zemské vzhledem k zemskému tělesu jest neměnitelná.<sup>1)</sup> Výška pólu rovná se též oblouku  $R_1Ze$  vzdálenosti zenitu od rovníku aneb úhlu  $\sphericalangle R_1CZe$ , jež tvoří směr svislý místa  $C$  s rovinou rovníku, úhel ten nazývá se zeměpisná šířka místa  $C$ . Rovná se tudíž polární výška každého místa zeměpisné šířce téhož místa. Výška rovníku (Aequatorhöhe)  $R_1J$  jest výška nejvyššího bodu rovníku nad obzorem místa a rovná se oblouku  $PZe$ , jenž jest 90 stupňů méně polární výšky místa.

<sup>1)</sup> V novější době byly pozorováním dokázány malé (do  $\frac{1}{2}$  sekundy) změny polární výšky míst v periodě asi 429 dnů, souvisící se změnami otáčecí osy zemské v zemi samé.

Rovina proložená světovými póly a zenitem slove rovina poledníková, meridianni (Meridian- Mittagsebene); tato protíná nebeskou kouli v největším kruhu  $SPZeR_1JP_1$ , jenž slove kruh poledníkový neb krátce poledník místa  $C$ . Kruh poledníkový místa stojí tudíž kolmo jak na obzoru tak i na rovníku, neboť obsahuje póly obou největších kruhů. Poledník protíná obzor ve dvou bodech, bod bližší severnímu pólu  $S$  slove bod severní (krátce sever); protilehlý bod  $J$  bod jižní (krátce jib). Přímka  $JS$  v obzoru spojující sever s jihem slove čára poledníková (Mittagslinie). Body průsečné  $Z$  a  $V$  obzoru a rovníku vzdáleny po obou stranách poledníku o 90 stupňů od bodu severního a jižního slovou body východní ( $V$ ) a západní ( $Z$ ), východní leží na straně poledníku, kde hvězdy vycházejí, západní na straně protilehlé, kde zapadají. (Bod  $V$  není naznačen v obraze, leží na druhé straně koule.) Poledník jest kruh výškový procházející body jižním a severním. Výškový kruh kolmý na poledník procházející body východním a západním slove první vertikál.

Největší kruhy proložené póly světovými slovou kruhy deklinace (odchylkové) neb též kruhy hodinové (Stundenkreise), tyto stojí kolmo na rovníku. Proložíme-li hvězdou  $H$  kruh deklinační  $PH$ , nazýváme oblouk  $HM$  kruhu deklinačního mezi hvězdou a rovníkem deklinací —  $\delta$  — (odchylkou) hvězdy  $H$ . Deklinace se měří od rovníku ku pólům od 0 do 90 stupňů a slove severní, je-li předmět (hvězda) na severní polokouli nebeské, a označuje se  $+$  (kladně, pozitivně) a jižní, je-li hvězda na jižní polokouli nebeské, a označuje se pak  $-$  (záporně, negativně). Oblouk  $PH$  kruhu deklinačního ležící mezi pólem  $P$  a hvězdou  $H$  slove distance (vzdálenost) polární (Poldistanz) —  $p$  — a čítá se od  $0^\circ$  do  $180^\circ$ . Deklinace a polární distance hvězdy doplňují se vždy na 90 stupňů.

Úhel mezi kruhem odchylkovým hvězdy  $H$  a poledníkem  $\angle ZePH$  při pólu  $P$  slove úhel hodinový hvězdy  $H$  a čítá se na rovníku obloukem  $R_1M(t)$ . Úhel  $\angle JZeH$  mezi kruhem výškovým hvězdy  $H$  a poledníkem (místa) při zenitu  $Ze$  slove azimuth<sup>1)</sup> ( $\alpha$ ) hvězdy v měří se na obzoru obloukem  $JN$ .

Azimuth a úhel hodinový měří se obvyklejše od jižní

<sup>1)</sup> Azimuth z arabského „as-samī“.

strany poledníku ve směru od jihu na západ, t. j. ve směru denního otočení nebe od  $0^0$  do  $360^0$ ; někdy zavádí se však čtení od jižní strany poledníku na východ a západ od  $0^0$  do  $180^0$  aneb od severní strany poledníku na obě strany, musí se pak rozeznávatí východní a západní azimuth neb východní a západní úhel hodinový.

Rovina proložená osou zemskou a místem  $C$  na povrchu země protíná tento v čáře křivé — poledníku místa  $C$ ; tato rovina prodloužená až na kouli nebeskou, prochází světovými póly a zenitem místa  $C$  a protíná tudíž nebeskou kouli v poledníkovém kruhu nebeském (krátce poledníku) místa  $C$ .

Zeměpisná délka místa  $C$  na zeměkouli jest úhel, jež svírá rovina poledníková místa  $C$  s rovinou jiného poledníku za základní — první poledník — pokládaného, a měří se obloukem mezi oběma poledníky na rovníku ležícím. Zeměpisná délka měří se od prvního poledníku od západu na východ od  $0^0$  do  $360^0$  aneb také na východ a západ od  $0^0$  do  $180^0$ , při čemž dlužno lišiti délku východní a západní. První poledník jest libovolný a bere se za základ poledník větší hvězdárny vydávající roční astronomické efemeridy (hlavně Greenwich, Paříž neb Berlín). V zeměpisu pro mapy, globy atd. bral se dříve za první poledník poledník ležící přesně 20 stupňů západně od Paříže — poledník Ferrský, ač prochází něco západně od ostrova Kanárského, Ferro.<sup>1)</sup>

Rozdíl zeměpisné délky dvou míst na zemi jest úhel sklonu poledníků těchto míst roveň oblouku na rovníku ležícímu mezi oběma poledníky.

<sup>1)</sup> Ve středověku vycházelo se při čítání délek od různých poledníků, ba v tomto čase měla každá země svůj zvláštní poledník: při srovnávání map nastaly následkem množství poledníků různé zmatky, omyly a nesnáze, jež měly za následek, že pomalu mizely z užívání různé poledníky a že za základ čítání délek vlastně dva zbyly: poledník jdoucí hvězdárnou greenwickskou a poledník proložený hvězdárnou pařížskou. R. 1879 podal přednosta dopravy v Canadě, Sanford Fleming, akademii v Torontu pamětní spis: „Cosmopolitan Time and a prime Meridian common to all nations“, v němž navrhuje nabrzení nynějších dvou poledníků jediným poledníkem neutrálným, který Fleming položil do krajiny moře Behringova, 180 stupňů vzdálený od Greenwiche. Konference evropského měření zasedající 1883 v Římě a mezinárodní kongres washingtonský z r. 1884 rozhodl se však pro vyhlášení poledníku greenwickského jako prvního všeobecného poledníku, za východisko čítání délek zeměpisných.

Pozorování ukazují, že denní pohyb koule nebeské, neb lépe řečeno otáčení se země kolem osy, se děje úplně rovnoměrnou rychlostí úhlovou; doba celého otočení o 360 stupňů slove den hvězdný, tento se dělí na 24 hodin hvězdných po 60 minutách (hvězdných), tyto po 60 sekundách (hvězdných). Během jednoho hvězdného dne (tento jest přibližně o 4 minuty kratší než občanský den), tedy za 24 hodin (hvězdných), projde 360 stupňů rovníku poledníkem, tedy za jednu hodinu projde poledníkem  $\frac{360}{24} = 15$  stupňů rovníku; rovněž tak proběhne každá hvězda za 24 hodin 360° rovnoběžného kruhu, na jednu hodinu připadá tudíž 15°, na jeden stupeň 4 minuty časové, na 1 minutu časovou 15 minut obloukových, na jednu minutu obloukovou 4 sekundy časové atd. Je-li  $x$  počet hodin,  $\alpha$  počet stupňů, plyne ze srovnalosti

$$24 : 360 = x : \alpha$$

$$\text{bude } \alpha = 15x \text{ anebo } x = \frac{\alpha}{15}.$$

Převádění oblouků v čas a naopak přichází velmi často a děje se dle hořeniho dělení resp. násobením patnácti, jest totiž

$$1^h = 15^0, 1^m = 15', 1^s = 15''$$

(Minuty časové označují se  $m$ , sekundy časové  $s$  na rozdíl od minut obloukových ( $'$ ) a sekund obloukových ( $''$ ). Hodiny se označují  $h$ ) a opačně

$$1^0 = 4^m, 1' = 4^s,$$

jichž užitím se počet zjednoduší. Jest příkladně:

$$5^h 18^m 30.25^s = (5 \times 15 + 4)^0 + (2 \times 15 + 7)' + (2.25 \times 15)'' = 79^0 37' 33.75''$$

a naopak

$$79^0 37' 33.75'' = 5^h + (4 \times 4 + 2)^m + (7 \times 4 + \frac{33.75}{15})^s = 5^h 18^m 30.25^s$$

K snadnému převádění vypočtena tabulka, z níž pro dané  $\alpha$  (míru obloukovou) se vypisují příslušné  $x$  (míra časová) a naopak druhá tabulka, z níž pro dané  $x$  se vypisují hodnoty  $\alpha$ .



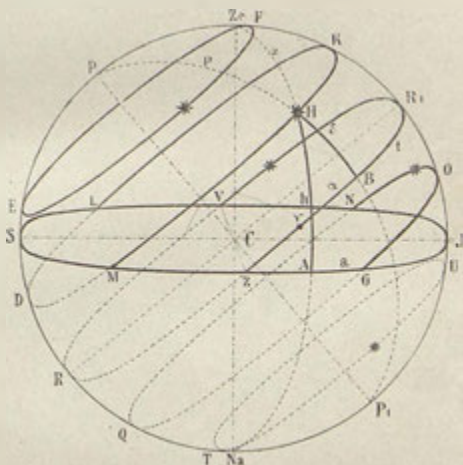
Převod míry obloukové v časovou.

Stupně			Minuty obl.						Sekundy obloukové					
0	k	m	°	m	s	°	m	s	''	s	''	s	''	s
1	0	4	1	0	4	31	2	4	1	0·07	31	2·07	0·1	0·01
2	0	8	2	0	8	32	2	8	2	0·13	32	2·13	0·2	0·01
3	0	12	3	0	12	33	2	12	3	0·20	33	2·20	0·3	0·02
4	0	16	4	0	16	34	2	16	4	0·27	34	2·27	0·4	0·03
5	0	20	5	0	20	35	2	20	5	0·33	35	2·33	0·5	0·03
6	0	24	6	0	24	36	2	24	6	0·40	36	2·40	0·6	0·04
7	0	28	7	0	28	37	2	28	7	0·47	37	2·47	0·7	0·05
8	0	32	8	0	32	38	2	32	8	0·53	38	2·53	0·8	0·05
9	0	36	9	0	36	39	2	36	9	0·60	39	2·60	0·9	0·06
10	0	40	10	0	40	40	2	40	10	0·67	40	2·67		
20	1	20	11	0	44	41	2	44	11	0·73	41	2·73		
30	2	0	12	0	48	42	2	48	12	0·80	42	2·80		
40	2	40	13	0	52	43	2	52	13	0·87	43	2·87		
50	3	20	14	0	56	44	2	56	14	0·93	44	2·93		
60	4	0	15	1	0	45	3	0	15	1·00	45	3·00		
70	4	40	16	1	4	46	3	4	16	1·07	46	3·07		
80	5	20	17	1	8	47	3	8	17	1·13	47	3·13		
90	6	0	18	1	12	48	3	12	18	1·20	48	3·20		
100	6	40	19	1	16	49	3	16	19	1·27	49	3·27		
200	13	20	20	1	20	50	3	20	20	1·33	50	3·33		
300	20	0	21	1	24	51	3	24	21	1·40	51	3·40		
			22	1	28	52	3	28	22	1·47	52	3·47		
			23	1	32	53	3	32	23	1·53	53	3·53		
			24	1	36	54	3	36	24	1·60	54	3·60		
			25	1	40	55	3	40	25	1·67	55	3·67		
			26	1	44	56	3	44	26	1·73	56	3·73		
			27	1	48	57	3	48	27	1·80	57	3·80		
			28	1	52	58	3	52	28	1·87	58	3·87		
			29	1	56	59	3	56	29	1·93	59	3·93		
			30	2	0	60	4	0	30	2·00	60	4·00		

## Převod míry časové v obloukovou.

Hodiny		Minuty časové						Sekundy časové					
<i>h</i>	0	<i>m</i>	0	'	<i>m</i>	0	'	<i>s</i>	'	''	<i>s</i>	'	''
1	15	1	0	15	31	7	45	1	0	15	31	7	45
2	30	2	0	30	32	8	0	2	0	30	32	8	0
3	45	3	0	45	33	8	15	3	0	45	33	8	15
4	60	4	1	0	34	8	30	4	1	0	34	8	30
5	75	5	1	15	35	8	45	5	1	15	35	8	45
6	90	6	1	30	36	9	0	6	1	30	36	9	0
7	105	7	1	45	37	9	15	7	1	45	37	9	15
8	120	8	2	0	38	9	30	8	2	0	38	9	30
9	135	9	2	15	39	9	45	9	2	15	39	9	45
10	150	10	2	30	40	10	0	10	2	30	40	10	0
11	165	11	2	45	41	10	15	11	2	45	41	10	15
12	180	12	3	0	42	10	30	12	3	0	42	10	30
13	195	13	3	15	43	10	45	13	3	15	43	10	45
14	210	14	3	30	44	11	0	14	3	30	44	11	0
15	225	15	3	45	45	11	15	15	3	45	45	11	15
16	240	16	4	0	46	11	30	16	4	0	46	11	30
17	255	17	4	15	47	11	45	17	4	15	47	11	45
18	270	18	4	30	48	12	0	18	4	30	48	12	0
19	285	19	4	45	49	12	15	19	4	45	49	12	15
20	300	20	5	0	50	12	30	20	5	0	50	12	30
21	315	21	5	15	51	12	45	21	5	15	51	12	45
22	330	22	5	30	52	13	0	22	5	30	52	13	0
23	345	23	5	45	53	13	15	23	5	45	53	13	15
24	360	24	6	0	54	13	30	24	6	0	54	13	30
		25	6	15	55	13	45	25	6	15	55	13	45
		26	6	30	56	14	0	26	6	30	56	14	0
		27	6	45	57	14	15	27	6	45	57	14	15
		28	7	0	58	14	30	28	7	0	58	14	30
		29	7	15	59	14	45	29	7	15	59	14	45
		30	7	30	60	15	0	30	7	30	60	15	0

Následkem denního pohybu popisuje každá hvězda  $H$  (obr. 2.) během dne na nebi kruh  $DK$  rovnoběžný k rovníku  $RR_1$ , poloměr kruhu toho, jenž se zove kruh rovnoběžný (Parallelkreis), jest tím menší, čím více hvězda se blíží pólu. Část kruhu rovnoběžného ležící nad obzorem, popsaná hvězdou od východu  $L$  až do západu  $M$ , sluje denním obloukem (Tagbogen), pro hvězdu  $H$  jest to  $LKH.M$ ; část kruhu rovnoběžného ležící pod obzorem sluje oblouk

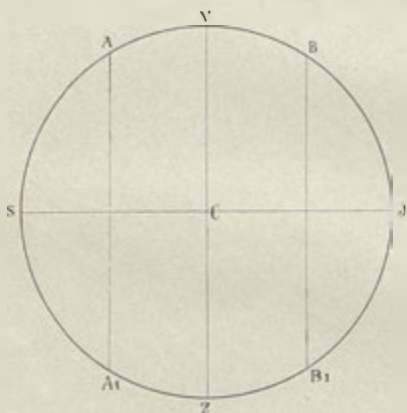


Obr. 2. Denní a noční oblouk hvězd.

noční (Nachtbogen). —  $MDL$ . Z obrazu plyne, že všechny hvězdy severní deklinace, nad rovníkem  $RR_1$ , mají pro severní polokouli zemskou denní oblouk větší než noční, ze tedy prodlí déle nad obzorem než pod ním, kdežto hvězdy jižní deklinace, pod rovníkem, mají noční oblouk delší než denní, tyto prodlí tudíž déle pod obzorem než nad ním. (Noční oblouk jest tečkován.) Rovník, jenž jest obzorem půlen, má oba oblouky sobě rovny, hvězda v rovníku (s deklinací rovnou 0) prodlí stejně dlouho nad obzorem jako pod obzorem. Z výkresu plyne dále, že hvězdy dostupují největší a nejmenší výšky v poledniku,



říkáme pak, že hvězdy vrcholí neb kulminují. Při průchodu hvězdy bodem  $K$ , nejvyšším bodem kruhu rovnoběžného říkáme, že se hvězda nalézá v hoření kulminaci, při průchodu nejnižším bodem kruhu rovnoběžného, bodem  $D$ , říkáme, že hvězda se nalézá v dolení (spodní) kulminaci. Dolení kulminace jest neviditelná pro všechny hvězdy, jichž polární vzdálenost jest větší než polární výška ( $PD > PS$ ); obě kulminace jsou viditelné pro hvězdy, jichž polární vzdálenost jest menší než výška polární ( $EP < PS$ ), hvězdy takové jsou neustále nad obzorem



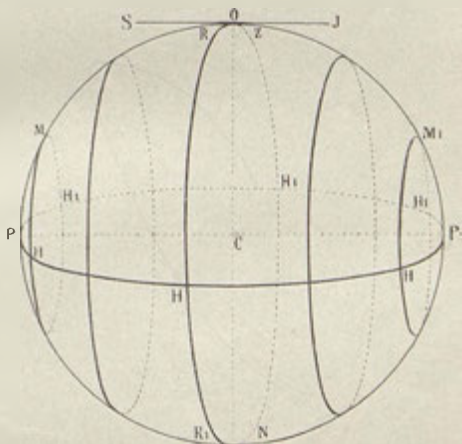
Obr. 3.

a slovou hvězdy cirkumpolární, obtočnové neb točnobližké. Pro Prahu ( $\varphi = 50^\circ$ ) jsou veškeré hvězdy cirkumpolární, jichž polární vzdálenost jest menší než  $50^\circ$  neb jichž severní deklinace jest větší než  $-(90^\circ - 50^\circ) = 40^\circ$ . Veškeré hvězdy, jichž jižní deklinace jest větší než výška rovníku  $R_1J$ , nikdy nevstoupí nad obzor místa. Pro Prahu nikdy nevystoupí nad obzor hvězdy jižní deklinace  $>$  než  $40^\circ$ . Veškeré pro Prahu vycházející a též zapadající hvězdy leží v pásmu šířky  $80^\circ$ , pásmo to dělí rovník ve dvě stejné části.

Slunce, jehož deklinace se mění od  $-23\frac{1}{2}^\circ$  do  $+23\frac{1}{2}^\circ$ , rovněž měsíce a větší planety se nacházejí v pásmu

zmiňném a tudíž vycházejí a zapadají u nás. — Hvězdy, jejichž deklinace se rovná polární výšce místa, procházejí při hoření kulminaci zenitem místa.

Snadno jest též pochopiti, že hvězdy v rovníku vycházejí v bodu východním  $V$  a zapadají v bodu západním  $Z$ , doba od východu do západu obnáší 12 hodin. Hvězdy s deklinací severní vycházejí severně od bodu východního při  $L$  a zapadají severně od bodu západního při  $M$ ;



Obr. 4. Sféra kolmá.

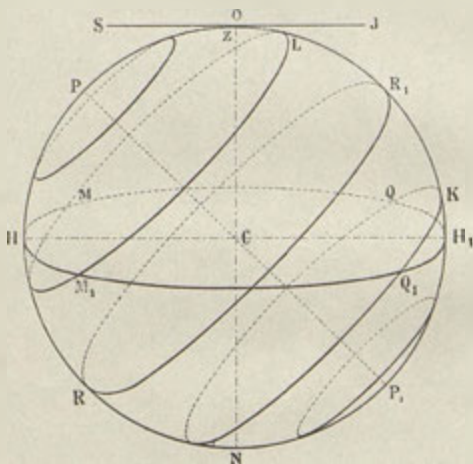
hvězdy s deklinací jižní vycházejí jižně od bodu východního při  $N$  a zapadají jižně od bodu západního při  $G$ . Vzdálenost bodu, kde hvězda vychází, od bodu východního rovná se vzdálenosti bodu, kde zapadá, od bodu západního př.  $LV = MZ$  pro hvězdu  $H$ .

Vzdálenost bodu obzoru, kde hvězda vychází, od bodu východního slove vzdálenost ranní (Morgenweite), vzdálenost bodu, kde hvězda zapadá, od bodu západního, slove vzdálenost večerní. Promítneme-li (viz obr. 3.) nebeskou kouli na rovinu obzoru, promítnou se denní oblouky jako těčivky kolmé na čaru poledníkovou, zenit padne do bodu  $C$ , bod severní do bodu  $S$ , bod jižní do bodu  $J$ , přímka  $SJ$

představuje čaru polední, přímka  $VZ$  spojuje bod východní a západní.

Je-li  $AA_1$  průmět oblouku denního hvězdy, jest  $AV$  vzdálenost ranní a  $ZA_1$  vzdálenost večerní a poněvadž  $AV = ZA_1$ , jest vzdálenost ranní hvězdy vždy rovna vzdálenosti večerní.

Pro průmět  $AA_1$  oblouku denního bližšího severu čítá se vzdálenost ranní a večerní na levo a označuje se záporně;



Obr. 5. Sféra šikmá.

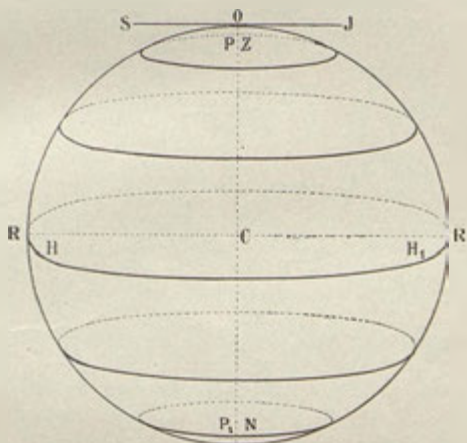
pro oblouky  $BB_1$  bližší bodu jižnímu čítají se vzdálenosti ranní i večerní na pravo a označují se kladně. Bodům  $V$  a  $Z$  (východnímu a západnímu) přísluší vzdálenosti ranní a večerní rovny nulle.

Ubírá-li se pozorovatel na jih, shledá, že viditelný pól vždy se víc a více k obzoru blíží, výšky polární ubývá; některé hvězdy dříve circumpolární počínají vycházeti a zapadati, a nové jižní hvězdy, dříve neviditelné, popisují malé oblouky denní. Přejde-li na rovník shledá, že severní pól padne do severního bodu obzoru, jižní pól do jižního bodu obzoru, veškerý oblouky hvězd stojí kolmo na obzoru,

a tudíž pro všechny hvězdy jest oblouk noční roven dennímu, rovník nebeský prochází nadhlavníkem  $Z$  a nadírem  $N$ . Vzhled nebe toho druhu nazvali staří *Sphaera recta* (kolmá sféra).

Pohled na sféru kolmou podává obrazec 4.  $RR_1$  jest rovník procházející nadhlavníkem kolmo k obzoru.  $HMH'$ ,  $HOH'$  jsou denní oblouky hvězd.

Vzhled nebe pro severní šířku slove *sphaera obliqua* (sféra šikmá) severní (viz obrazec 5.).  $RR_1$  jest



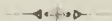
Obr. 6. Sféra rovnoběžná.

poloha rovníku,  $P$  pól severní,  $P_1$  jižní,  $HH'$  obzor,  $MLM_1$  denní oblouky hvězd.

Kráčeli-li pozorovatel z rovníku na jih, promění se *sphaera recta* opět ve *sphaera obliqua*, ale tak, že pól dříve viditelný jest pod obzorem, druhý pól vystupuje nad obzor, některé hvězdy dříve ještě viditelné nevystoupí více nad obzor, jiné stávají se circumpolární kolem jižního pólu.

<sup>1)</sup> Učení o různých sférách zavedl Autolycus (v. Wolf. Gesch. d. Astr. str. 43.)

Kráčí-li pozorovatel ze svého původního východiska na severní polokouli **na sever**, vidí, že výšky polární přibývá, nové hvězdy se stávají circumpolární, oblouky denní tvoří menší a menší úhly s obzorem a na severním pólu samém byl by vzhled nebe (obr. 6.) zvaný sphaera parallela (sféra rovnoběžná). Nadhlavník a pól severní splývají, rovník splývá s obzorem, pojem bodu severního a jižního mizí, rovněž i pojem bodu východního a západního; veškeré hvězdy severní jsou circumpolární, slunce jest půl roku nad obzorem, půl pod obzorem. Veškeré denní kruhy jsou rovnoběžny s obzorem. Podobně platí pro jižní pól sphaera parallela, pro níž splyne jižní pól s nadhlavníkem (jižní polokoule).



## II. Běh slunce.

(Eklíptika — zvířetník — body rovnodennosti a slunovratné — doby roční — obratníky — šířka hvězd — délka dne, nejdelší dny na zemi).

Jak nyní víme, pohybuje se země během roku kolem slunce od západu na východ. Se země bude se nám zdát, že slunce se v témž směru na nebi mezi hvězdami pohybuje. Dráha, již slunce zdánlivě během roku na nebi mezi hvězdami opisuje, slove eklíptika.<sup>1)</sup> — Určení pohybu slunce podél eklíptiky tvořilo začátek vědy astronomické. Starí astronomové dělili eklíptiku a úzký sousední pás, v němž měsíce a větší planety se mohou jevit, zvaný zvířetník — zodiakus ve 12 souhvězdí, z nichž každé mělo zvláštní znamení, znamení zvířetníkové. O rozdělení zodiaku v souhvězdí a znamení nemáme zaručených zpráv dějinných. Letronne a Ideler kladou původ rozdělení do Chaldejce.

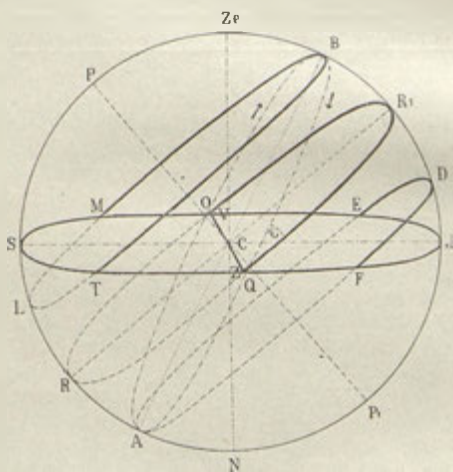
Souhvězdí zodiaku nezaujímají stejné prostory na mapách hvězdných. Teprve Hipparch rozděлил zodiakus ve 12 stejných částí po 30°, znamení zvířetníková

<sup>1)</sup> Jméno to od *ἐκλειψις* vypadnutí, upomínající, že zatmění jen při vstoupení měsíce do dráhy sluneční nastati může, zavedl dle Idelera Makrobius.





dlouhý den a značná výše slunce v poledniku jsou příčinou tepla našeho léta. Následující 3 měsíce od konce června do září klesá slunce poněkud k rovníku a vstupuje kolem 22. září do bodu podzimního, bodu rovnodennosti podzimní, do bodu  $Q$ , tu stojí slunce opět v rovníku, den i noc jsou stejně dlouhé. Pak slunce stojí jižně od rovníku, nejjižněji dne 21. prosince v bodu zimním, bodu slunovratu zimního, solstitia zimního v bodu  $A$ , deklinace slunce jest

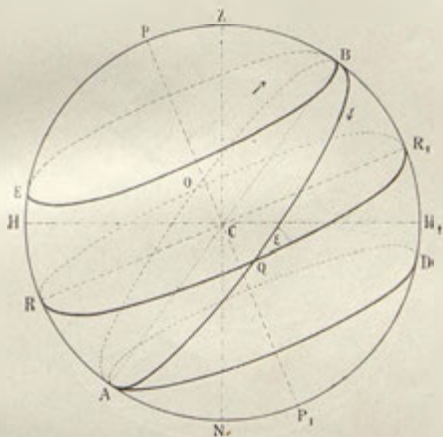


Obr. 7.

pak  $-23\frac{1}{2}^{\circ}$ . Oblouk noční  $FAE$  jest daleko větší než denní  $FDF$ , noci jsou tedy delší než dni, krátké dni a nízká poloha slunce podmiňují zimu. (Denní oblouky jsou silně vytaženy, noční čárkovány. Výkres platí pro zeměpisnou šířku  $\varphi = 50^{\circ}$ ).

Pro jižní polokouli jsou obrácené poměry. Co my máme při vysoké poloze slunce léto, panuje na jižní polokouli při nízké poloze slunce zima a za doby zimní u nás jest na jižní polokouli léto. Dělí se tudíž rok od bodu rovnodennosti jarní začínaje na 4 doby roční, omezené hlavními body ekliptiky (body slunovratů a rovnodenní), jež

nyní připadají pro nás na 20. březen, 21. červen, 22. září a 21. prosinec, totiž jaro, léto, podzim a zimu; tyto astronomické doby nesplývají s dobami meteorologickými volenými tak, aby připadly do prostřed léta průměrně nejteplejší a do prostřed zimy průměrně nejstudenější dni. Meteorologické doby začínají 1. březnem (jaro), 1. červnem (léto), 1. zářím (podzim) a 1. prosincem (zima).

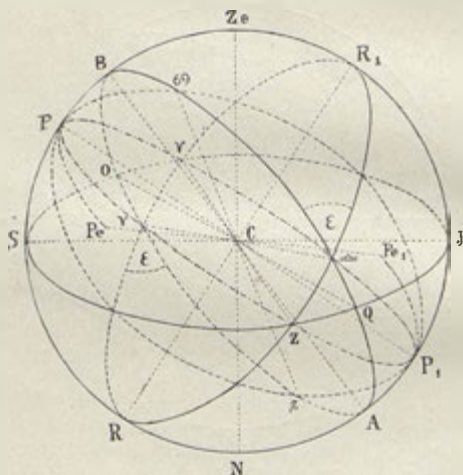


Obr. 8.

Obraz 8. podává přehled denního pohybu slunce během roku pro krajiny, kde slunce se může státi po některý čas circumpolární. Circumpolární jsou hvězdy, jak již bylo řečeno, pro něž polární výška jest větší než distance pólů hvězdy. Má-li se pro některé krajiny státi slunce circumpolární, musí polární výška místa  $\varphi > 90^\circ - \delta$  ( $90$  stupňů méně deklinace slunce). V bodu  $B$  příkladně jest deklinace  $\delta$  slunce  $23\frac{1}{2}^\circ$ , v bodě tom slunce se stane circumpolární, t. j. nevychází a nezapadá, jest celý den nad obzorem pro místa  $\varphi > 90^\circ - 23\frac{1}{2}^\circ > 66\frac{1}{2}^\circ$ . V bodu  $A$  pro touž krajinu jest celý oblouk slunce na denní dráze pod obzorem, slunce pro ten čas v šířce  $66\frac{1}{2}$  nevychází.



Kruhy rovnoběžné k rovníku vedené body slunovratu (letního a zimního) slovou obratníky, a to obratník raka (poněvadž slunce v ten čas vstupuje ve znamení raka) rovnoběžný kruh slunovratu letního (v severní polokouli dělené rovníkem), a obratník kozorožce (poněvadž slunce v ten čas vstupuje ve znamení kozorožce) rovnoběžný kruh slunovratu zimního (v jižní polokouli dělené rovníkem). Pól ekliptiky  $Pe$  ležící v severní polokouli slove severním pólem ekli-



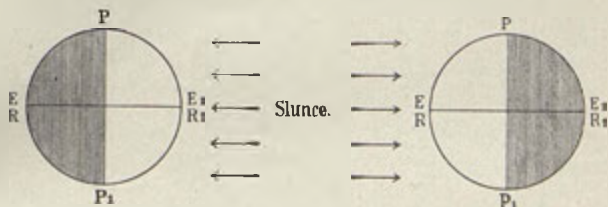
Obr. 2.

ptiky, druhý pól v jižní polokouli jižním pólem ekliptiky (viz obr. 1.). Největší kruhy procházející póly ekliptiky a stojící tudíž kolmo na ekliptice ( $EE_1$ ) slovou kruhy šířkové, oblouk kruhu šířkového hvězdy  $H$  ležící mezi ekliptikou a hvězdou  $HL$ , slove šířka hvězdy  $-\beta$ , tato se čítá od ekliptiky na obě strany, a to severní šířka kladně, jižní šířka záporně, stojí-li hvězda na severní neb na jižní polokouli dělené ekliptikou.

Ekliptika se dělí ve 360 stupňů, jež se čítají od bodu jarního začínaje ve směru pohybu slunce od  $0^0$  do  $360^0$ . Až do začátku tohoto století čítaly se posice hvězd vzhledem

k ekliptice dle znamení, způsob ten nyní úplně vymizel. Oblouk ekliptiky  $\Upsilon L$  mezi bodem jarním  $\Upsilon$  a patnicí  $L$  kruhu šířkového nějaké hvězdy slove délkou hvězdy  $\lambda$  a čítá se, jak praveno, od 0 do 360 stupňů od západu na východ.

Kruh  $SJ$  značí obzorník místa  $C$ ,  $ZeN$  jsou póly obzorníku (viz obr. 9.). Kruh  $RR_1$  značí rovník a  $P, P_1$  jsou póly rovníku,  $PP_1$  jest světová osa. Rovník a obzorník protínají se v bodech  $V$  a  $Z$ , bodu východním a západním. Kruh  $BA$  značí ekliptiku,  $Pe, P_1$  jsou póly ekliptiky a spojnice jejich  $PeP_1$  osou ekliptiky. Průsek ekliptiky s rovníkem jest v bodech  $\Upsilon$  a  $\varpi$ , bodu jarním a podzimním (znamení skopce a váh). Spojnice  $\Upsilon\varpi$  jest přímka rovnodennosti (aequi-



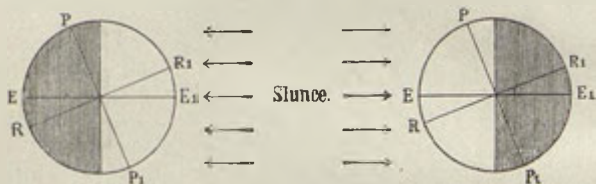
Obr. 10.

noctální). Průsek ekliptiky s horizontem jest v bodech  $O$  a  $Q$ . — Slunce postupuje v ekliptice směrem od znamení skopce  $\Upsilon$  přes  $B$  ku znamení raka  $\varpi$ , odtud přes znamení váh  $\varpi$  a přes bod  $A$  ku znamení kozorožce  $\varpi$ . Spojnice bodů  $\varpi$  a  $\varpi$  zove se přímka slunovratná (obratníková, solstitiální). Největší kruh položený světovými póly  $P, P_1$  a body rovnodennými  $\Upsilon, \varpi$  zove se kolur<sup>1)</sup> rovnodennosti, a největší kruh proložený světovými póly  $P, P_1$  a body slunovratnými zove se kolur slunovratný (obratníkový, solstitiální). Sklon ekliptiky k rovníku, ve výkresu  $\angle B\varpi R_1 = \varepsilon = R\Upsilon A$ , neodpovídá skutečnosti; jest volen poněkud větší, aby některé části výkresu nesplynuly v jedno.

<sup>1)</sup> Slovo  $\kappa\omicron\lambda\upsilon\upsilon\omicron\varsigma$  přichází dle Idelera nejprve u Endoxa. Dle Heise jest původ slova tento. Nakreslí-li se na nebeské kouli kolury a podoby souhvězdí, odtíná, zmrazčuje, ( $\kappa\omicron\lambda\upsilon\upsilon\omega$ ) kolur slunovratný ohon ( $\sigma\upsilon\gamma\acute{\alpha}$ ) velkého a kolur rovnodenní ohon malého medvěda.

Rozdíl dob denních a ročních na zemi vysvětlí se nejspíše, necháme-li zemi samu kolem své osy se otáčet a současně obíhat kolem slunce. Kdyby osa zemská byla kolmou na dráze země, kdyby rovník a ekliptika splývaly, pak by nebylo žádných rozdílů ani v ročních dobách ani v denních dobách (viz obr. 10.). Mez osvětlení země by vždy procházela póly a veškeré kruhy paralelní by byly půleny touto. Při rovnoměrném otáčení se země by každý kruh rovnoběžný měl neustále noci a dny stejně dlouhé 12 hodin.

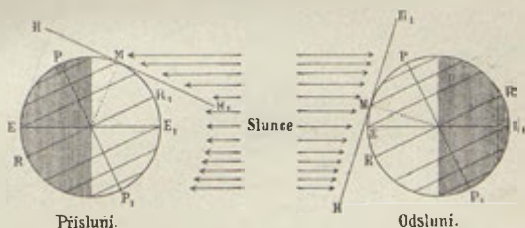
Je-li však osa otáčení  $PP_1$  nakloněna (viz obr. 11.), bude mez osvětlení (slunce osvětluje zemi od  $S$ ) svíratí s osou  $PP_1$  uhel  $23\frac{1}{2}^\circ$ . V poloze I. na pravo leží pól  $P$  a část



Obr. 11.

pásu kolem  $P$  v části osvětlené, pól  $P_1$  a stejná část pásu kolem  $P_1$  leží v části tmavé. V poloze II. na levo leží naopak pól severní  $P$  a sousední část pásu v části tmavé a pól jižní a sousední jeho část pásma v části osvětlené. V obou polohách má zemská osa stejný sklon. I. představuje polohu země dne 22. června, kdy na severní polokouli začíná léto a dny jsou nejdelší. Za příčinou větší jasnosti jest pořízen obr. 12.  $RR_1$  jest rovník, ostatních 6 nakloněných přímek představuje průměty kruhů polárních (jež jsou vzdáleny od točen  $23\frac{1}{2}^\circ$ , od rovníku tedy  $66\frac{1}{2}^\circ$ ), kruhů obratníkových  $E$  a pak kruhu rovnoběžného k rovníku (kruhu šířkového) pro Čechy ( $50^\circ$  šířky) bodem  $M$ . Veškeré kruhy rovnoběžné mezi  $P$  a  $R$  dělí se mezi osvětlení ve 2 nestejně části, v delší denní a kratší noční dobu (obraz na pravo). Rovnoběžný kruh polární a ostatní k pólu  $P$  se blížíci neprotíná mez osvětlení, místa ta mají pro tu dobu jen den. Bod  $E$  má pak slunce v poledne v nadhlavníku. —

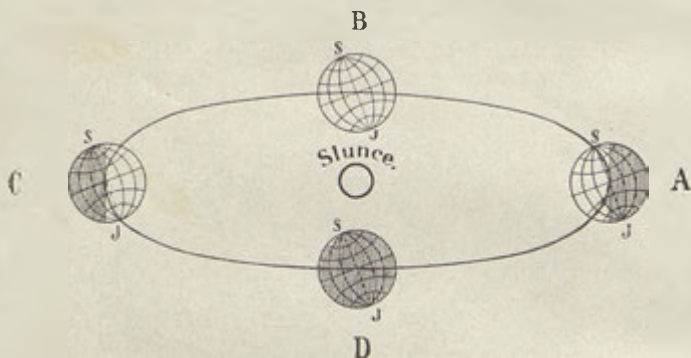
Na jižní polokouli jsou poměry obráceny; zde kruhy rovnoběžné se dělí v nestejně části mezi osvětlením, a to v delší tmavou (noční) a kratší denní, za polárním kruhem k pólu  $P_1$  jest noc. II. (obr. na levo) představuje polohu země dne 22. prosince. Pro severní polokouli zima, pro jižní léto. Poměry obrácené jako v poloze I. Kolmo dopadá slunce zde na bod  $E_1$  (kruh obratníkový) na jižní polokouli. Obratníky označují tedy mez pásma, kde slunce při vrcholení může procházeti nadhlavníkem. Kruhy polární omezují studená pásma na zemi směrem k pólům, kde slunce nějaký čas v roce buď docela nevychází neb docela nezapadá.



Obr. 12.

Obr. 13. ukazuje zemi ve 4 různých polohách na její dráze kolem slunce s kruhy polárními, obratníkovými a rovníkem.  $SJ$  jest osa zemská,  $S$  točna severní,  $J$  točna jižní. V poloze  $A$  jest země kolem 12. června, léto na severní, zima na jižní polokouli; v poloze  $B$  jest země o tři měsíce později (kolem 22. září); prodloužíme-li zde rovinu rovníku, pak prochází přímo sluncem; slunce se jeví v rovníku; veškerý kruhy rovnoběžné (šířkové pro zemi) leží z polovic ve tmavé části polokoule (na obraze není tato tmavá část viděti, leží za zemí). Dni i noci jsou tedy na celé zeměkouli stejně dlouhé. V poloze  $C$  jest země o tři měsíce později (koncem prosince), léto na jižní, zima na severní polokouli: mezi jižním kruhem polárním a jižním pólům slunce v tento čas vůbec nezapadá. V poloze  $D$  jest země opět o tři měsíce později, koncem března; slunce se jeví v rovníku, dni i noci jsou na celé zeměkouli opět stejně dlouhé.

Polární pásma objímají celkem 0·082 celého povrchu zemského. Mezi kruhy polárními a obratníky leží pásma mírná objímající 0·520 povrchu zemského a pásma uvnitř obratníků jest pásma teplejší objímající 0·398 povrchu zemského.



Obr. 13.

Dobu nejdelších dnů a nejdelších noci ukazuje tato tabulka:

zeměpisná šířka		délka nejdelšího dne (noci)	
0°	0'	12	hodin
16	44	13	"
30	48	14	"
41	24	15	"
49	2	16	"
54	31	17	"
58	27	18	"
61	19	19	"
63	23	20	"
64	50	21	"
65	48	22	"
66	21	23	"
66	32	24	"
67	23	1	měsíc
69	51	2	měsíce



zeměpisná šířka	delka nejdelšího dne (noci)
73 40 . . . . .	3 měsíce
78 11 . . . . .	4 "
84 5 . . . . .	5 "
90 0 . . . . .	6 "

Pro veškerá místa téhož rovnoběžníku na zemi jest pro týž den vždy stejná doba dne, stejná výška slunce při vrcholení, slunce vychází na týchž místech vzhledem k bodu východnímu a západnímu.



### III. Podoby a běh měsíce.

Pozorování běhu měsíce vyžaduje větší pozornosti než vyšetřování běhu slunce. Nejprve se jeví, že měsíc neukazuje stále stejnoměrně osvětlený terč, nýbrž různé tvary osvětlené — podoby, fáse — zvané. Kolem 21. března viděli bychom u nás příkladně měsíc s celým osvětleným terčem — v úplňku — vycházeti v bodu východním právě v době, kdy slunce v bodu západním zachází. Úplněk svítí pak celou noc, vrcholí ve výši asi 40 stupňů a zapadá v bodě západním, právě, když slunce v bodě východním vystupuje nad obzor. Druhý den vychází měsíc asi o hodinu později a jižněji od bodu východního, vrcholí níže a zapadá dříve. Pozornější pozorovatel vidí, že na pravé straně není měsíc úplný. V příštích dnech se body východu a západu více posouvají na jih, východy se opožďují a západy se urychlují asi o 50 minut, oblouk denní se stále menší a rovněž i výšky v poledníku při vrcholení ubývá. Sedm dnů po 21. březnu schází pravá polovina terče (jest tmavá), říká se tu, že jest měsíc v poslední čtvrti. V tu dobu vychází měsíc o půl noci, vrcholí o 6. hodině ranní a zapadá v poledne. Na to se východy a západy měsíce opět blíží bodu východnímu a západnímu (východy se stále opožďují a západy urychlují), osvětlené části měsíce stále ubývá, měsíc nabývá tvaru srp. 12 neb 13 dnů po úplňku vychází měsíc co úzký srp blízko bodu východního krátce před východem slunce a mizí pak ve světle denním. Měsíc pak zmizí nám úplně, vycházejí a zapadají současně se

sluncem; říkáme pak, že jest nový měsíc. Dva dny později spatříme měsíc opět na západě po západu slunce ve tvaru úzkého osvětleného srp, ale opačně položeného (vyduté a vypouklé strany vyměnily svá místa u porovnání s poslední čtvrtí). Další dny přibývá výšky měsíce, osvětlený srp se zvětšuje a 7 dnů po novém měsíci se jeví měsíc v první čtvrti, svítě od 6 hodin večer do západu o půl noci. Na to měsíc se stále plní, body východu a západu se blíží bodům východním a západním. Po uplynulých 28 dnech jest opět úplněk, který však nevychází přesně v bodu východním, nýbrž něco jižněji.

Průběh v jednotlivých periodách 28denních — lunacích — jest podobný, liší se ovšem různými denními oblouky. Stojí-li slunce nejvýše, stojí úplněk nejnižše a opačně. Celkem lze označiti hlavní fáse takto:

pro 21. březen: nový měsíc a úplněk nastanou, když stojí měsíc v rovníku, první čtvrt, když jest měsíc v obratníku raka, poslední čtvrt, stojí-li měsíc v obratníku kozorožce;

pro 21. červen: první a poslední čtvrt jsou v rovníku; nový měsíc jest v obratníku raka, úplněk v obratníku kozorožce;

pro 23. září: nový měsíc a úplněk jest v rovníku, poslední čtvrt v obratníku raka, první čtvrt v obratníku kozorožce;

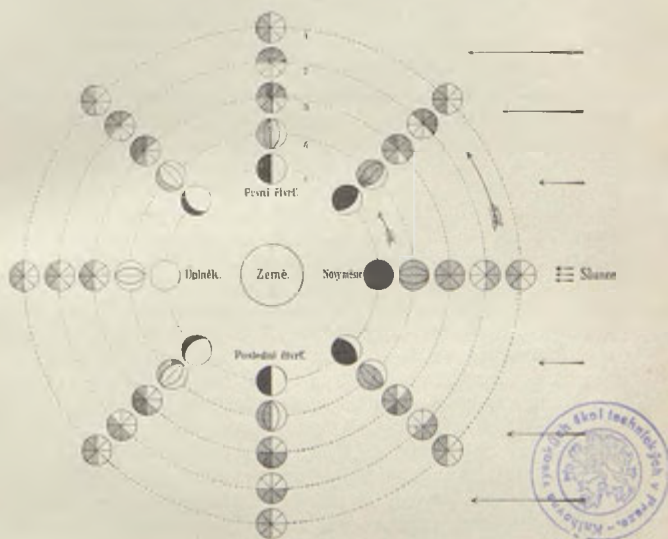
pro 21. prosinec: první a poslední čtvrt jest v rovníku, nový měsíc v obratníku kozorožce, úplněk v obratníku raka.

Zaneseme-li si dráhu měsíce mezi hvězdami do mapy hvězdné, snadno se přesvědčíme o pravdě:

Dráha měsíce jest největší kruh na zdánlivé nebeské kouli svírající s dráhou slunce (ekliptikou) úhel asi 5 stupňů. Protilehlé průseky obou drah (slunce a měsíce) slovou uzly měsíce; dráha měsíce, ležící severně nad ekliptikou, sahá od uzlu výstupného (označení  $\Omega$ ), dračí hlava též zvaný (Drachenkopf), až k uzlu sestupnému ( $\varphi$ ), dračí ohon (Drachenschwanz) zvaný; dráha pod ekliptikou, jižní, sahá od uzlu  $\varphi$  k uzlu  $\Omega$ .

Při novém měsíci — neomanie — mají slunce a měsíc stejnou délku, říkáme, že jest měsíc se sluncem v konjunkci (označení  $\odot$ ); při úplňku mají slunce a měsíc délky o 180 stupně rozdílne, říkáme, že jest měsíc

v opozici (označení  $\infty$ ) se sluncem; při první a poslední čtvrti — dichotomie — liší se délky měsíce a slunce o 90 stupňů, říkáme, že jest měsíc se sluncem v kvadratuře (označení  $\square$ ). Poněvadž jest dráha měsíce jen asi 5 stupňů nakloněna ku dráze slunce, snadno se pozná, že při úplňku jest měsíc skoro v protilehlém ke slunci místě





Obr. 14. Podoby měsíce.

ekliptiky, a tudíž se najde podle toho, v které části ekliptiky se slunce nalézají, místo, kde bude přibližně úplněk. Je-li slunce nejvýše (21. června) v obratníku raka, musí být úplněk v protilehlém bodu v obratníku kozorožce. Obdobně si každý ihned vysvětlí přibližně místo čtvrtí a nového měsíce, jakmile jest dáno místo slunce.

O podobách měsíce podal ve starověku správný výklad již Pythagoras: Měsíc jest koule, svítící světlem slunečním; různé fáse vysvětlují se měnami trojúhelníku tvořeného sluncem, zemí a měsícem.



Slunce jest tak vzdáleno od země a měsíce, že paprsky slunečné lze za rovnoběžné pokládati. Vyobrazení 14. představuje dráhu a 8 poloh měsíce: úplňku a nového měsíce — tyto polohy slovou syzygie — v polohách prvé a poslední čtvrti — polohy ty slovou kvadratury — a v polohách mezi syzygií a kvadraturou v oktantech. Obrazy měsíce na prvních třech kruzích (1., 2., 3.) představují měsíc jakožto kouli, na kterou se díváme shora dolů, majíce slunce, zemi i měsíc jakoby pod sebou, tedy průmět koule na rovinu vodorovnou. Obrazy na kruzích ostatních (4., 5.) jeví měsíc jakožto kouli, na kterou se díváme se strany, jakoby byla před námi, tedy průmět na rovinu kolmou, jak skutečně se země pozorujeme.

Obrazy na kruhu prvé (1.) zobrazují měsíc, jak se jeví vzhledem k slunci, je-li toto na pravé straně, a díváme-li se shora, tudíž jest pravá polovice osvětlena a levá temna. Na druhém kruhu (2.) jsou obrazy měsíce vzhledem k zemi, díváme-li se shora; ta část, která jest obrácena k zemi, jest pro zemi viditelná, a část za kruhem, to jest odvrácená od země, jest pro zemi neviditelná. Na třetím kruhu (3.) jsou spojeny úkazy, jak se jeví měsíc, je-li osvětlen od slunce, a zároveň, která část měsíce jest pro zemi viditelná. Tímto spojením stínů, jež naznačují temnost na kruhu prvé (1.), čárkováno , a neviditelnost na kruhu druhém (2.) čárkováno , zjednána jest podoba měsíce, to jest ta část osvětlená, již se země lze viděti; obrazy ty jsou stále takové, jakobychom se dívali shora.

Jestliže na tytéž obrazy měsíce na třetím kruhu (3.) hledíme se strany, to jest se země, obdržíme podobu měsíce, jak právě ji se země vidíme. Toto jest zobrazeno na kruhu čtvrtém (4.). Patrně nic jiného tu nečiníme, než doplňujeme polokouli měsíce pro zemi vůbec viditelnou. Obrazy na kruhu pátém (5.) pak představují totéž, co na kruhu čtvrtém (4.), ale beze všech pomocných čar zobrazování průmětu, to jest tedy podobu měsíce, jak se nám na nebi skutečně jeví.

Ve 27 dnech a 8 hodinách proběhne měsíc vzhledem ku hvězdám nebe; mezi tou dobou polybuje se však slunce na východ, takže měsíc potřebuje o dva dny více, než opět dohoní slunce. Oběh měsíce kolem země vzhledem k stálícím slove pravý neb siderický oběh a obnáší  $27\frac{1}{3}$  dne ( $27.32166^d$ ); oběh měsíce vzhledem ku slunci, t. j. doba uplynulá (průměrná) mezi novým měsícem a

novým měsícem, aneb kdy měsíc přijde do téže polohy ku slunci, slove synodický oběh a obnáší 29 dnů, 12 hodin, 44 min.  $2^{\circ}5' = 29^{\circ}53'059''$  neb přibližně  $29\frac{1}{2}$  dne. Nový měsíc, maje při vzrůstání osvětlené části podobu ☾ začáteční písmeny *D* od Decresco (ubývání) a při ubývání maje podobu ☾ začáteční písmeny *C* od Cresco (rostu) zván jest nejstarším lbářem.

Poloha dráhy měsíce se neustále mění následkem pohybu uzlů měsíce na západ, pohyb ten obnáší pro každý oběh měsíce více než 1 stupeň. Dráha měsíce se tedy podél dráhy slunce (ekliptiky) asi o 20 stupňů pošnuje během jednoho roku (dráha měsíce protíná ekliptiku při tom pod týmž úhlem [skoro]). V srpnu 1877 křížoval měsíc ekliptiku v sestupném uzlu ♄ něco vpravo pod hvězdou  $\alpha$  Leonis (Regulus) a sestupoval pak na jižní stranu ekliptiky. Následkem pošinování uzlů podél ekliptiky na západ přišel sestupný uzel během 9—10 roků již do vodníka, úhel výstupný dospěl souhvězdí lva. Během 18 roků a 7 měsíců vykonají uzly celý oběh. R. 1896 bude tedy ležeti sestupný úhel měsíce opět v souhvězdí lva. Tato doba oběhu uzlů slove dračí oběh měsíce (drakonický oběh).



#### IV. Souřadnice hvězd.

(Soustava obzorníková, rovníková, ekliptikální — čas hvězdný, rektascense, délka a šířka hvězd).

Místo hvězdy na zdánlivé kouli nebeské určuje směr přímky spojující místo pozorovatele s hvězdou, přímka prodloužená na kouli protíná tuto pak v bodě, v průmětu to hvězdy na sféru. Směr ten určíme nejsnáze, volíme-li nějaký největší kruh za kruh základní a v tomto pevný bod jako počátek a proložíme-li hvězdou druhý největší kruh kolmý na kruh základní. Oblouk druhého největšího kruhu ležící mezi hvězdou a základním kruhem jest jednou souřadnicí; oblouk pak mezi patnicí druhého největšího kruhu a počátkem kruhu základního ležící jest druhou souřadnicí.

Podle toho, volíme-li obzorník, rovník neb ekliptiku za kruh základní, obdržíme tři soustavy souřadnic sférických.

A) Soustava obzorníková. V této jest obzorník  $SJ$  kruhem základním. (Viz obr. 1.) Za počátek volme bod jižní  $J$ ; druhý největší kruh jest kruh výškový  $Z_0HN$ , proložený hvězdou. Výška hvězdy ( $h$ ) a azimut hvězdy  $\alpha = NCJ$  jsou pak souřadnice v této soustavě. Souřadnice ty pro hvězdy se neustále mění následkem denního otáčení se nebe a jsou i pro týž okamžik na různých místech na zemi různé. Abychom určili místo hvězdy v těchto souřadnicích, musíme připojiti místo a čas, pro které platí.

B) Soustava rovníková. (Viz obr. 1.) V této jest rovník  $RR_1$  kruhem základním. Za počátek volíme — 1. průsek  $R_1$  rovníku s poledníkem místa. Druhý největší kruh kolmý na kruh základní jest pak kruh odchylkový  $PHM$ , proložený hvězdou (kruh deklinační). Deklinace ( $\delta$ )  $HM$  a úhel hodinový  $MHPR_1$  jsou pak souřadnice v této soustavě. Deklinace hvězdy stálá jest neodvislá na denním pohybu a tudíž vzhledem k tomu stálá; úhel hodinový následkem otáčení se nebe se neustále mění; proto se musí k úhlu hodinovému připojiti čas, pro který platí — 2. za počátek volíme bod jarní  $T$ . Oblouk  $TM$  rovníku od bodu jarního k patnici kruhu deklinačního slove přímý výstup — rektascense — ( $\alpha$ ) ascensio recta hvězdy. Rectascense se čítá od bodu jarního od západu na východ, tedy ve směru opačném dennímu pohybu. Deklinace a rektascense tvoří souřadnice v této druhé soustavě rovníkové. Rectascense hvězdy se rovná též úhlu při póle mezi kruhem deklinačním hvězdy a kruhem deklinačním bodu jarního. Abychom těmito souřadnicemi určili místo hvězdy na nebi pro nějaký daný okamžik, musíme pro týž okamžik znáti tedy místo bodu jarního. Místo to se však určí hodinovým úhlem bodu jarního, zvaným časem hvězdným.

Čas hvězdný se začíná čítati v tom okamžiku, když bod jarní prochází poledníkem místa, když kulminuje — vrecholí. Pak jest 0 hodin, 0 minut, 0 sekund času hvězdného. Jest pak 1, 2, 3... hodin hvězdného času, když úhel hodinový bodu jarního obnáší 1, 2, 3 hodiny neb 15, 30, 45 stupňů. Úhel  $TPR_1$  při pólu rovnající se oblouku  $TR_1$ , na rovníku vyznačuje tedy čas hvězdný  $\Theta$ . Poněvadž  $TM = \alpha$  rektascensi,  $MR_1 = t$  úhlu hodinovému hvězdy, máme  $TM + MR_1 = TR_1$  neb  $\alpha + t = \Theta$  neb  $t = \Theta - \alpha$ .

Úhel hodinový rovná se času hvězdnému méně rektascensi hvězdy.

Příklad. 1. Hledá se úhel hodinový  $t$  hvězdy rektascence  $\alpha = 8^h 15^m 32.5^s$  pro čas hvězdný  $\Theta = 14^h 0^m 0^s$ .  $t = +5^h 44^m 27.5^s$  (na západě od poledníku).

2. Vypočti úhel hodinový  $t$  hvězdy rektascence  $18^h 15^m 18.5^s$  pro čas hvězdný  $2^h 17^m 50.3^s$ .  $t = -15^h 57^m 28.2^s$  (— značí, že se úhel hodinový čítá od jižního poledníku na východ). Abych zavedl obyčejný způsob čítání úhlů hodinových od jihu na západ, přidám  $24^h$ , tedy  $24^h - 15^h 57^m 28.2^s = 8^h 2^m 31.8^s$ . Tuto hodnotu obdržím bezprostředně, přidám-li pro případ, že  $\Theta < \alpha$ ,  $24^h$  ku  $\Theta$  a pak utvořím rozdíl  $\Theta - \alpha$ .

Pro  $t = 0$ , t. j. jest-li jest hvězda v poledniku, vrholi-li, bude  $\Theta = \alpha$ . V poledniku jest hvězdný čas roven rektascensi hvězdy. Pozoruje-li se okamžik, když hvězda známé rektascence vrholí, poledníkem prochází, pomoci příslušného stroje na hodinách, a srovná-li se tento pozorovaný čas hodin s rektascensí hvězdy, ihned se obdrží, o mnoholy hodiny proti času hvězdnému ve zmíněném okamžiku se odchylují.

C) Soustava ekliptikální. V této volí se za základní kruh ekliptika a za počátek soustavy bod jarní. Druhý hlavní kruh jest kruh proložený hvězdou kolmo na ekliptiku. Souřadnice této soustavy pro hvězdu jsou pak: šířka hvězdy  $\beta$  (oblouk mezi hvězdou a ekliptikou na kruhu šířkovém) a délka hvězdy  $\lambda$  oblouk mezi bodem jarním a patnicí kruhu šířkového ve směru od západu na východ.



## V. Časomíra.

(Čas slunečný (pravý) — občanský (střední) — hvězdný — začátek dne u různých národů — rovnice časová — rok tropický — převádění času středního ve hvězdný a naopak — hodiny přelévací, přesypací, hodiny se závažím, s pérem, staročeský orloj pražský, hodiny kývadlové, kapesní, sluneční, gnomonika.)

Denní pohyb nebe vzniklý denním otáčením se země kolem osy jakožto úplně rovnoměrný jest význačně způsobilý sloužití za míru časovou a užívá se jako taková téměř výhradně od astronomů.

Pro potřeby života občanského, jenž se řídí a spravuje změnou dne a noci, bylo by čítání času dle času hvězdného nejvýše nepohodlné; zde musí samo slunce se státi regulátorem času. Doba uplynulá mezi dvěma sledujícími kulminacemi slunce slove pravý den sluneční; tento počíná, t. j. je 0 hodin pravého slunečního času, neb jest právě poledne v tom okamžiku, když slunce prochází poledníkem. V každém okamžiku jest pak pravý sluneční čas roven úhlu hodinovému slunce. Slunce se pohybuje, jak jsme slyšeli, mezi hvězdami na východ; doba uplynulá mezi dvěma sledujícími průchody slunce poledníkem bude větší než doba mezi dvěma kulminacemi hvězd; během roku proběhne slunce mezi hvězdami celý oběh; vzhledem ku hvězdám kulminuje tedy slunce během roku o jedenkrát méně než hvězdy. Dne 21. března prochází slunce bodem jarním; v tento den budou přibližně v též čas procházeti poledníkem jak slunce, tak bod jarní, začátek hvězdného dne bude splývati (téměř) se začátkem pravého slunečního dne. Druhý den bude vřeholiti bod jarní asi o 4 minuty dříve než slunce, poněvadž slunce během dne se v ekliptice skoro o jeden stupeň pohybovalo od západu na východ; třetí den bude vřeholiti bod jarní asi o 8 minut dříve než slunce atd.; toto urychlování začátku hvězdného dne vzhledem ke pravému dni slunečnímu téměř o 4 minuty denně se bude každý den opakovati. Začátek hvězdného dne případně tedy během roku na všechny hodiny dne slunečního; proto se čas hvězdný nehodí jako časomíra pro potřeby občanské.

Avšak i pravý čas sluneční se nehodí jako časomíra pro obecné potřeby; délka pravého dne slunečního jest totiž proměnlivá; hodiny, jichž mechanismus jest založen na rovnoměrném pohybu, nemohly by ukazovati proměnlivý pravý čas sluneční. Slunce se nepohybuje se stejnou rychlostí na východ, a to ze dvou příčin: předně jest dráha země, jak později uslyšíme, excentrická (výstřední); úhlová rychlost země kolem slunce, neb, což je totéž, zdánlivá rychlost slunce jest různá; nejrychlejší v prosinci, kdy jest země slunci nejbližší; nejpomalejší v červnu, kdy země jest nejvíce od slunce vzdálena. Průměrná hodnota dvou sledujících kulminací slunce obnáší  $24^h\ 3^m\ 57^s$  času hvězdného; následkem výstřednosti dráhy zemské kolísá hodnota ta mezi  $24^h\ 3^m\ 49^s$  (v červnu)



a  $24^h 4^m 5^s$  (v prosinci). Za druhé nepohybuje se slunce v rovníku neb v kruhu tomuto rovnoběžném, nýbrž v ekliptice. Kolem rovníku jest směr dráhy (zdánlivé) sluneční nakloněn o  $23\frac{1}{2}$  stupně k rovníku a tudíž také ke směru denního pohybu. Následkem toho jsou dni sluneční v tu dobu (březen, říjen) v průměru o  $20^s$  kratší. Pohyb promítnutý na rovník jest v ten čas menší než průměrný pohyb. V době slunovratu (červen, prosinec) jest slunce severnímu pólu o  $23\frac{1}{2}$  stupně blíže a tím se denní pohyb o  $20^s$  zvětší; zde jest pohyb promítnutý na rovník větší než průměrný pohyb. Hodiny, jež by se řídily skutečným pohybem slunce, musily by se urychlovati v červnu a prosinci, pomaleji jíti v březnu a říjnu atd. Dokud v starých dobách hodiny vykazovaly chyby denní kolem 20 sekund, neuchýlilo se lidstvo od pravého pohybu slunečního. Po zdokonalení hodin a zlepšení časomíry se ihned pocítoval rušivý dojem nepravidelného pohybu slunečního.

K docilení rovnoměrné avšak na denním pohybu slunce závislé časomíry pokládá se za základ střední myšlené (fingované) slunce, jež se pohybuje se stejnoměrnou rychlostí v ekliptice tak, že současně prochází s pravým sluncem nejbližším (perigeem) a nejvzdálenějším bodem (apogeem) dráhy zemské. Toto první střední slunce vyrovnává nepravidelnosti pohybu pravého slunce. K odstranění nerovnosti vznikajících ze sklonu dráhy sluneční k rovníku myslí se pak druhé střední slunce pohybující se se stejnoměrnou rychlostí v rovníku tak, že současně s prvním středním sluncem prochází body jarním a podzimním. Doba mezi dvěma sledujícími kulminacemi tohoto druhého středního slunce slove střední den sluneční; jest střední poledne,<sup>1)</sup> když druhé střední slunce vrcholí; střední čas pro určitý okamžik jest vůbec roven úhlu hodinovému druhého středního slunce; tak jest 12 hodin, je-li střední slunce v dolní kulminaci. Astronomové čítají po 12. hodině dále 13, 14, 15 . . . hodin, kdežto v životě občanském se liší doby denní; odpoledne jest datum totožné s datem astronomickým; po

<sup>1)</sup> Střední poledne oznamuje se ve větších městech buď výstřelem z děla (v Praze), neb elektricky na zvonce (ve Vídni, 12. úder na zvonce značí poledne), neb se okamžik středního poledne označuje spuštěním daleko viditelného většího míče časového (Zeitball), jenž krátce před polednem se vytáhne na vysokou žerď.

půlnoci a dopoledne jest datum občanské o den napřed proti datu astronomickému.<sup>1)</sup>

Pravý čas (někdy se nazývá též zdánlivý čas) udávají přímo hodiny sluneční. Rozdíl mezi časem pravým a středním slove časová rovnice. Tato jest čtyřikrát v roce nullou, t. j. střední a pravý čas splývají dne 15. dubna, 14. června, 31. srpna a 24. prosince. Největší hodnoty časové rovnice jsou  $+14^m 31^s$  dne 12. února,  $-3^m 53^s$  dne 14. května,  $+6^m 12^s$  dne 26. července,  $-16^m 18^s$  dne 3. listopadu. Roste-li časová rovnice, roste též délka pravého dne; pravý den bude nejdelší, když dostoupí den ní změna časové rovnice největší kladné hodnoty; to se stává 23. prosince, kde změna ta obnáší  $+30^s$ ; nejdelší pravý den se rovná 24 hodinám  $0^m 30^s$  středního času. Denní změna časové rovnice má největší zápornou hodnotu  $-21^s$  dne 17. září, nejkratší pravý den se rovná pak 23 hod. 59 min. 39 sek.

Připojená tabulka obsahuje rovnici časovou pro 1. a 15. každého měsíce v min.

leden	1.	. . .	$+ 4^m$	duben	1.	. . .	$+ 4$
"	15.	. . .	$+ 10$	"	15.	. . .	$0$
únor	1.	. . .	$+ 14$	květen	1.	. . .	$- 3$
"	15.	. . .	$+ 14$	"	15.	. . .	$- 4$
březen	1.	. . .	$+ 12$	červen	1.	. . .	$- 2$
"	15.	. . .	$+ 9$	"	15.	. . .	$0$

<sup>1)</sup> Den začínají nyní v životě občanském téměř veškerí národové dle způsobu staroegyptského půlnoci a dělí jej ve 12 hodin dopoledních a 12 odpoledních, Arabové a Muhamedáni začínali začátek dne čítati západem slunce; Babyloňané začínali den východem slunce — Řekové a Židé počínali den západem slunce a později v 6 hodin večer a dělili den v den a noc, nestejné části dle připadajícího oblouku denního slunce, a tyto zase v 12 hodin, čímž vznikly tak zvané nestejné hodiny (židovské hodiny). Starí Indové dělili den v 60 hodin po 60 minutách po 60 sekundách. Japonci a Číňané rozkládali pak den ve 12 dvoj-hodin po 8 kerbách; na návrh jezuitů Jana Adama Schalla (naroz. 1591 v Kolině n. R., † 1666 v Pekingu) učinili Číňané kerbu = 15 minut, takže od polovice 17. století minuta čínská se shoduje s minutou naší. Roku 1792 Laplace-em učiněný návrh: den dělití decimálně v 10 hodin po 100 minutách po 100 sekundách se neudržel. (Způsob ten zaveden od Laplace v jeho „Mécanique céleste“.) Vide R. Wolf. Handbuch der Astronomie, ihrer Geschichte und Literatur p. 425 etc.

červenec	1.	.	.	+	4 <sup>m</sup>	říjen	1.	.	.	—	10
"	15.	.	.	+	6	"	15.	.	.	—	14
srpen	1.	.	.	+	6	listopad	1.	.	.	—	16
"	15.	.	.	+	4	"	15.	.	.	—	15
září	1.	.	.	—	0	prosinec	1.	.	.	—	11
"	15.	.	.	—	5	"	15.	.	.	—	5

Je-li časová rovnice kladná, vrcholí pravé slunce po středním poledni, naše hodiny (kyvadlové, kapesní) jsou napřed oproti hodinám slunečním; je-li naproti tomu časová rovnice zápornou, vrcholí pravé slunce před středním polednem, hodiny naše ukazují oproti hodinám slunečním méně. Následek časové rovnice jest také, že doba od východu slunce do poledne se nerovná době od poledne do západu slunce, t. j. že jsou dopoledne delší neb kratší než odpoledne. Doba východu a západu se čítá totiž dle pravého slunce, poledne však dle středního myšleného slunce. Pro hodiny sluneční, které se řídí pravým časem, jsou dopoledne i odpoledne vždy stejně dlouhé (při tom opomíjíme malé změny následkem denní změny deklinace slunce).

Dle středního času jsou v únoru odpoledne asi o půl hodiny delší než dopoledne, v listopadu jsou proti tomu dopoledne o půl hodiny delší než odpoledne.<sup>1)</sup>

Doba uplynulá mezi dvěma průchody slunce bodem jarním, rok tropický, obnáší 365·2422 středního dne slunečního. Během této doby slunce, proběhnuvši celý oblouk rovníku mezi dvěma polohami bodu jarního ve směru od západu na východ, ztratilo pod kterýmkoliv poledníkem vzhledem k bodu jarnímu jeden průchod poledníkem (jednu kulminaci). Tropický rok má tedy o jeden den hvězdný více hvězdných dnů než středních dnů slunečních. Rovná se tudíž 366·2422 hvězdného dne 365·2422 středního dne.

Z čehož plyne, že 1 hvězdný den =  $\frac{365 \cdot 2422}{366 \cdot 2422}$  dne středního = (24 hodinám méně 3<sup>m</sup> 55·909\*) středním a 1 střední den =  $\frac{366 \cdot 2422}{365 \cdot 2422}$  dne hvězdného = (24 hodinám více 3<sup>m</sup> 56·555\*) hvězdným. Doba v čase hvězdném se vyjádří

<sup>1)</sup> Pravé poledne označuje v Paříži, svítí-li slunce, výstřel děla, umístěného před královským palácem. Čočka, mající zapáliti v ohniisku svém střelný prach děla, jest přesně v poledníku nařizena.



## Hvězdný čas ve střední poledne.

Den v měsíci	Leden		Únor		Březen		Duben		Květen		Červen		Červenec		Srpen		Září		Říjen		Listopad		Prosinec		Den v měsíci
	<i>h</i>	<i>m</i>	<i>h</i>	<i>m</i>	<i>h</i>	<i>m</i>	<i>h</i>	<i>m</i>	<i>h</i>	<i>m</i>	<i>h</i>	<i>m</i>	<i>h</i>	<i>m</i>	<i>h</i>	<i>m</i>	<i>h</i>	<i>m</i>	<i>h</i>	<i>m</i>	<i>h</i>	<i>m</i>	<i>h</i>	<i>m</i>	
1	18	45	20	47	22	38	0	40	2	38	4	41	6	39	8	41	10	43	12	42	14	44	16	42	1
2	18	49	20	51	22	42	0	44	2	42	4	44	6	43	8	45	10	47	12	45	14	48	16	46	2
3	18	53	20	55	22	46	0	48	2	46	4	48	6	47	8	49	10	51	12	49	14	52	16	50	3
4	18	57	20	59	22	50	0	52	2	50	4	52	6	51	8	53	10	55	12	53	14	56	16	54	4
5	19	1	21	3	22	54	0	56	2	54	4	56	6	55	8	57	10	59	12	57	15	0	16	58	5
6	19	5	21	7	22	58	1	0	2	58	5	0	6	59	9	1	11	3	13	1	15	3	17	2	6
7	19	9	21	11	23	1	1	4	3	2	5	4	7	2	9	5	11	7	13	5	15	7	17	6	7
8	19	13	21	15	23	5	1	8	3	6	5	8	7	6	9	9	11	11	13	9	15	11	17	10	8
9	19	17	21	19	23	9	1	12	3	10	5	12	7	10	9	13	11	15	13	13	15	15	17	14	9
10	19	21	21	23	23	13	1	16	3	14	5	16	7	14	9	17	11	19	13	17	15	19	17	18	10
11	19	25	21	27	23	17	1	19	3	18	5	20	7	18	9	20	11	23	13	21	15	23	17	21	11
12	19	29	21	31	23	21	1	23	3	22	5	24	7	22	9	24	11	27	13	25	15	27	17	25	12
13	19	33	21	35	23	25	1	27	3	26	5	28	7	26	9	28	11	31	13	29	15	31	17	29	13
14	19	36	21	39	23	29	1	31	3	30	5	32	7	30	9	32	11	35	13	33	15	35	17	33	14
15	19	40	21	43	23	33	1	35	3	34	5	36	7	34	9	36	11	38	13	37	15	39	17	37	15
16	19	44	21	47	23	37	1	39	3	37	5	40	7	38	9	40	11	42	13	41	15	43	17	41	16
17	19	48	21	51	23	41	1	43	3	41	5	44	7	42	9	44	11	46	13	45	15	47	17	45	17
18	19	52	21	54	23	45	1	47	3	45	5	48	7	46	9	48	11	50	13	49	15	51	17	49	18
19	19	56	21	58	23	49	1	51	3	49	5	52	7	50	9	52	11	54	13	52	15	55	17	53	19
20	20	0	22	2	23	53	1	55	3	53	5	55	7	54	9	56	11	58	13	56	15	59	17	57	20
21	20	4	22	6	23	57	1	59	3	57	5	59	7	58	10	0	12	2	14	0	16	3	18	12	21
22	20	8	22	10	0	1	2	3	4	1	6	3	8	2	10	4	12	6	14	4	16	7	18	5	22
23	20	12	22	14	0	5	2	7	4	5	6	7	8	6	10	8	12	10	14	8	16	10	18	9	23
24	20	16	22	18	0	8	2	11	4	9	6	11	8	9	10	12	12	14	14	12	16	14	18	13	24
25	20	20	22	22	0	12	2	15	4	13	6	15	8	13	10	16	12	18	14	16	16	18	18	17	25
26	20	24	22	26	0	16	2	19	4	17	6	19	8	17	10	20	12	22	14	20	16	22	18	21	26
27	20	28	22	30	0	20	2	23	4	21	6	23	8	21	10	24	12	26	14	24	16	26	18	25	27
28	20	32	22	34	0	24	2	26	4	25	6	27	8	25	10	27	12	30	14	28	16	30	18	28	28
29	20	36			0	28	2	30	4	29	6	31	8	29	10	31	12	34	14	32	16	34	18	32	29
30	20	40			0	32	2	34	4	33	6	35	8	33	10	35	12	38	14	36	16	38	18	36	30
31	20	44			0	36			4	37			8	37	10	39			14	40			18	40	31

v čase středním, odečte-li se pro každou hodinu  $9^{\text{h}}83^{\text{s}}$ . Naopak se vyjádří doba času středního v čase hvězdném, připočte-li se pro každou hodinu  $9^{\text{h}}856^{\text{s}}$ . Počet ten se valně zjednoduší použitím pomocných tabulek, které se uveřejňují v astronomických ročnících (efemeridách). Máme-li tabulku hvězdného času pro střední poledne každého dne roku, snadno přeměníme čas hvězdný v střední a naopak. Je-li  $\Theta$  čas hvězdný pro nějaký okamžik nějakého dne,  $\Theta_0$  čas hvězdný pro střední poledne téhož dne z tabulky na str. 34, bude rozdíl  $\Theta - \Theta_0$  uplynulý čas hvězdný od středního poledne, ten proměníme v čas střední, odečteme-li dle hořeního pro každou hodinu rozdílu  $9^{\text{h}}83^{\text{s}}$ , pak obdržíme pro daný okamžik příslušný čas střední  $M$ .<sup>1)</sup> Opačně hledáme-li pro nějaký daný čas střední  $M$  příslušný čas hvězdný  $\Theta$ , víme, že  $M$  jest čas střední uplynulý od středního poledne, ten se vyjádří v čase hvězdném dle hořeního, když pro každou hodinu přičtem  $9^{\text{h}}856^{\text{s}}$  ku  $M$ , součet dá uplynulý čas hvězdný od středního poledne, přidáme-li pak k tomu čas hvězdný pro toto střední poledne  $\Theta_0$  z tabulky, obdržíme příslušný čas hvězdný  $\Theta$ .<sup>2)</sup>

Příklad. Hledá se, v kterou dobu střední hvězda Castor, jejíž rektascense ( $\alpha$ ) = 7 hod. 27 m., dne 15. dubna vřeholí. Víme, že pro dobu vřeholení, rektascense hvězdy se rovná času hvězdnému; hledáme tedy příslušný čas střední pro hvězdnou dobu 7 hodin 27 min. dne 15. dubna. Dne 15. dubna jest hvězdný čas ve

střední poledne . . . . .	= 1 hod. 35 minut
hvězdný čas kulminace . . . . .	= 7 " 27 "

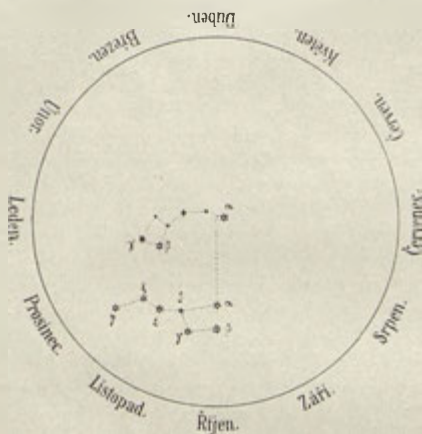
Rozdíl = 5 hod. 52 minut  
 hvězdného času = 5 hod. 52 min. méně  $5^{\text{h}}856^{\text{s}}$  krát  $9^{\text{h}}83^{\text{s}}$  =  
 5 hod. 52 min. méně 57 sekund = 5 hodin 51 min.  
 V ten čas bude Castor vřeholiti.

Hvězdy proběhnou celý oblouk v jednom dnu hvězdném, jich poloha vzhledem k pólu bude se tudíž pro tutéž denní dobu měniti v jednotlivých dnech i měsících. Obr. 15. ukazuje souhvězdí velkého a malého medvěda v jednotlivých měsících pro 9. hodinu večerní vzhledem k pólu. Pól nalézá se na blízku hvězdy 2. velikosti  $\alpha$  Ursae

<sup>1)</sup> Všeobecně  $M = \Theta - \Theta_0 - 9^{\text{h}}83^{\text{s}}$  ( $\Theta - \Theta_0$ ), kdež druhý člen ( $\Theta - \Theta_0$ ) se musí vyjádřiti v hodinách

<sup>2)</sup> Všeobecně  $\Theta = M + 9^{\text{h}}856^{\text{s}}$  ( $M$  v hodinách) +  $\Theta_0$ .

min., polárky, jejíž polohu obdržíme, prodloužíme-li spojnicí zadních hvězd velikého medvěda  $2\frac{1}{2}$  krát ve směru od hvězdy  $\beta$  k  $\alpha$ . Abychom dostali polohu souhvězdí medvěda v některém měsíci, třeba otočiti obrazec tak, aby příslušný měsíc byl čtenáři nejbližší. Obrazec ukazuje, že jest veliký medved



Obr. 15. Poloha souhvězdí malého a velikého medvěda v jednotlivých měsících roku v 9 hodin večer.

v říjnu v 9 hodin večer nejnižce, v dubnu v tutéž hodinu nejvýše.

Prvními prostředky k měření času byly hodiny přelévací (Wasseruhren), založené na principu, že určité množství vody potřebuje vždy stejného času, aby z hořejší nádoby oteklo jedním a týmž otvorem do nádoby dolní (to platí

jen přibližně). Hodiny přelévací byly již kolem 600 let před Kristem v užívání u Assyřů, později pak u Řeků a Římanů, kdež nádoba byla spojována pomocí plováka na niti se strojem s ručičkami, později přidával se i ukazovatel dne, stroj bicí a celá konstrukce se ozdobovala zlatem a drahokamy. Staří Indové pokládali dutou polokouli měděnou s jemným otvorem ve spod na vodu, nádoba ta se pomalu naplňovala a okamžik, kdy se měla potopiti, omezoval vždy určité doby časové. Vedle hodin přelévacích byly již záhy v užívání hodiny přesypací (Sanduhren), při nichž jemný písek nahrazoval vodu. Dle Wolfa vynalezl tyto hodiny přesypací v 8. století mnich Liutprand. Hodiny ty předěli hodiny přelévací tím, že písečná hmota, vytékající malými otvory, jest neodvislá na výši plnění v nádobě (dle Huberta Burnanda). Hodiny ty byly prý již Chaldeům známy a roz-

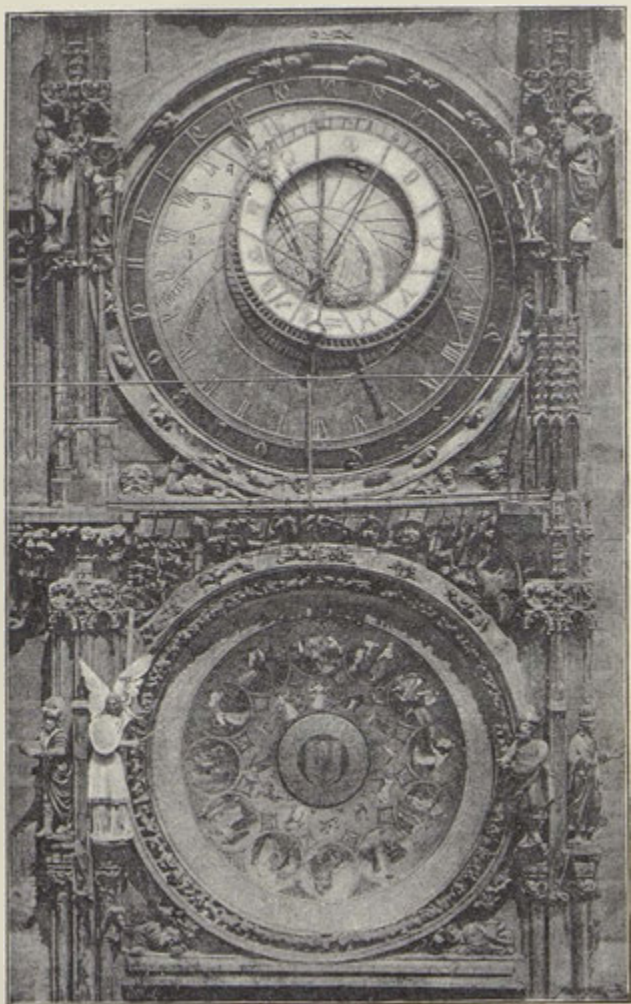
šířily se hlavně ve středověku a udržely se až do nové doby při službě kostelní a při hlídkách. Ve století 15. zavedeny byly hodiny se závažím na válci ve spojení s kolečky, přenášejícími otáčení válce na stroj ukazovací, při čemž sem a tam kolisající perpendikl, závěs (balanceier), jakž takž pohyb pomocí tak zvaného echappement-u (stroj napravovací) reguloval; při hodinách těch se zavádělo již také kolo zastavovací — hřeben — (Sperrrad), aby při natahování závaží hodin se nerušil jich chod. Vynalezení hodin těch připisuje se Pacificus-ovi z Verony († 846), matematiku Gerbertovi (pozdějšímu papeži Sylvestru II.) a j. Hodin těch ku astronomickému pozorování užil teprve Bernhard Walther (nar. 1430 v Norimberce, † 1540 tamže). První exempláře hodin těch vyskytují se jako hodiny věžné, teprve později se zdokonaľovalo sestavení hodin těch jako hodin domácích a hodin umělých. V 16. století vyskytují se hodiny s pérem, kde péro napnuté na bubínek zastupuje závaží, a tak zvaná balance (setrvačnik) zastupuje perpendikl hodin se závažím. Vynálezcem hodin těch (kapesních) jest Petr Henlein v Norimberce (kolem začátku 16. stol.).

Doklad mistrovství umění hodinářského v naší vlasti podává *staroměstský orloj pražský*. Viz obr. 16.

„Kým a kdy zhotoveno bylo dílo o pokroku v naší milé vlasti i co do vědomostí hvězdářských i co do strojnictví nad jiné svědčící, o tom bys marně . . . i nejmenší poznámky hledal . . .“ napsal doktor Jakub Dobřenský (citováno dle: J. Smolík, *Mathematikové v Čechách*). Potomstvu zůstal orloj a jeho mistrovství, avšak tvůrce jeho, zemřev brzy, byl zapomenut. Již Jan Táborský,<sup>1)</sup> správce orloje, nevěděl r. 1552. a nikde se nemohl dovědět více, než-li že orloj ten zhotovil okolo r. 1490. jakýsi mistr Hanuš a že pomocníkem a později nástupcem jeho ve správě orloje byl mistr Jakub, kteří ročně za spravování dostávali od Staroměstské rady po 1 kopě grošů.“<sup>2)</sup> — „Orloj pražský, praví Táborský, není jako jiný orloj, ale jest všem učeným lidem, a zvlášť astronomům, divný a vzácný a neučeným nesrozumitelný, tak že kdo v umění hvězdářském nic nezná, žádný ten bez

<sup>1)</sup> Rukopis Táborského „Orloj pražský“ z r. 1570. jest v archivu na staroměstské radnici.

<sup>2)</sup> Viz: J. Smolík, *Mathematikové v Čechách*.



Obr. 16. Staroslavný orloj pražský.



ukázání jemu vyrozuměti nemůže . . . ; anobř astronomům, ač toho napřed mají, ne všudy srozumitelný jest, leč by jim tajnosti jeho ukázány byly . . . Orloj ten jest rozprávky a chvály hoden, neb nevím a nedržím, aby mohli nad něj mistrnější a divnější orlojové kde v kterých končinách světa nalezení býti . . . Také vědomo buď, že orloj olomúcký v svém mistrovství tak daleký jest od mistrovství orloje pražského, jako Olomouc od Prahy.“

Orloj opraven byl Táborským r. 1552. R. 1629. byl znova opraven, zastavil se však záhy. R. 1760 nabízel se jesuita Klein, že jej zdarma spraví, pak-li rada pražská zapraví útraty a výlohy (800 zl.) za některé nové části. Orloj byl spraven teprve r. 1787. od astronoma Antonína Strnada a hodináře Landespergra; zastavil se však opět brzy. Konečně po roce 1865 byl uveden v nynější stav péčí zvláštní kommisce skládající se z astronoma, několika českých učenců a hodináře.

Orloj bije každou hodinu po celý den o tolik minut později, v kolik minut po poslední uplynulé hodině ten den slunce zapadá. Dne 25. března zapadá slunce v 6 hodin 19 minut; bijí tedy hodiny dne 25. března 19 minut po každé celé hodině, tedy: v 1 hodinu 19 minut, 2 hodiny 19 minut, 3 hodiny 19 minut . . . 12 hodin 19 minut. Dne 18. dubna zapadá slunce v 7 hodin 2 min.; v ten den bijí hodiny vždy 2 minuty po každé hodině. V pravo od hodinového terče stojí smrt, jež převrátí před bitím hodin levici hodiny přesypací, pravici zvoní pak memento mori, kývající při tom hlavou. Vedle smrti stojí záviš; na levo od hodinového terče stojí lakomec a vedle něho pýcha. Figury tyto hýbají sem a tam hlavou, odmítajíce takto napomenutí smrti. V týž čas otevrou se nad hodinovým terčem 2 okénka, okolo kterých kráčeji sv. apoštolové,<sup>1)</sup> obracejíce se u okének k divákovi; sv. Petr pozvedá ruku k přísaze, sv. Jan žehná, sv. Pavel přisvědčuje, sv. Tomáš popírá. Když poslední — sv. Pavel — přešel, zavrou se okénka, a v hořejším okénku zakokrhá kohout,<sup>2)</sup> rozpinaje při tom několikráte křídla. — Při západu slunce bije orloj 24 hodiny, konec to skutečného, přirozeného dne a začátek dne nového. Den končí a začíná tedy západem slunce, hodiny se čítají od 1 do 24.

<sup>1)</sup> Misto Tadeáše jest zde sv. Pavel.

<sup>2)</sup> Kohouta postavil r. 1883 zvěčnělý hodinář Hainz.



Takto čítané hodiny (t. j. od západu slunce) slovou hodiny staročeské.<sup>1)</sup> Tyto hodiny ukazuje pak orloj na nejzazším okraji terče hodinového, na českém kruhu hodinovém (böhmischer Stundenring). Ukazovatelem těchto hodin jest pozlacená ruka. Čísla 1—24 jsou naznačena gotickými číslicemi pozlacenými. — Pro Prahu kolísá západ slunce mezi 3 hodinami 56 minutami a 8 hodinami 13 minutami; v těchto mezích (13 až 56) se má tudíž také posunovati český kruh hodinový; ve skutečnosti se však posunuje teprve, když změna doby západu slunce asi 8 minut obnáší. V prosinci a červnu stojí tedy kruh hodinový klidně; a proto nebíjí hodiny přesně v minutu západu slunce, nýbrž často několik minut dříve nebo později.<sup>2)</sup> Vedle českých hodin ukazuje orloj i hodiny občanské — německé — malé dvakrát I—XII (dopolední a odpolední hodiny, den začíná při tom o půl noci, jež jsou naznačeny zlatým písmem na vnitřní straně kruhu hodinového a ukazovatelem jejich jest také pozlacená ruka. Tyto hodiny nebyly na původním orloji, nýbrž byly přidány teprve od Tábořského ke konci 16. století.

Přihodí-li se, že hodiny občanské zakrývá zvířetník (viz níže), pak ukazuje správnou hodinu na protilehlé straně nazpět prodloužený ukazovatel českých hodin. Vedle českých a německých hodin ukazuje orloj i hodiny přirozené — babylonské — planetní.<sup>3)</sup> Doba od východu do západu slunce dělila se ve 12 stejných částí, jež sluly hodiny přirozené nebo babylonské, poněvadž jich Babyloňané užívali, a od těchto přešly k Řekům. Hodiny tyto mají nestejnou délku, v Praze nejkratší 40 min. (našich) pro nejkratší den (7 hodin 59 min.) a nejdelší 82 minuty (naše) pro nejdelší den 16 hodin 23 min. Čísla pro přirozené hodiny (1, 2, 3 . . . 12) jsou černě napsána uvnitř německého kruhu na koncích 12 pozlacených čar zakřivených, vycházejících z jed-

<sup>1)</sup> Způsob čítání hodin od západu slunce od 1 do 24 hodin přešel k nám z Itálie, hodiny takové slovou proto také hodiny vlášské (italienische Stunden).

<sup>2)</sup> Doba, kdy hodiny bíjí, jest pro obecenstvo naznačena naproti orloji vedle obchodu hodináře (Hainze) na tabulce v čísle zaokrouhleném.

<sup>3)</sup> Podle hodin babylonských určoval se v době astrologie vlnař planet, odtud jméno hodiny planetní.

nobo kruhu vnitřního a sahajících až k hodinovému kruhu českému. Ukazovatelem pro tyto hodiny jest malé pozlacené slunce, umístěné na ukazovateli českých hodin před zlatou rukou.

Dále ukazuje orloj hodiny hvězdné (1--24), ukazovatelem pro tyto jest pozlacená hvězda směřující ke znamení berana; čas hvězdný se čítá na německém kruhu hodinovém.

Orloj ukazuje také délku noci. Česká hodina připadající na XII. hodinu německou určuje poloviční délku noci. Případne-li  $5\frac{3}{4}$  hodin českých na XII. německou hodinu odpolední, pak má noc délku  $2 \times 5\frac{3}{4} = 11\frac{1}{2}$  hodin. Z délky noci vypočte si každý snadno i délku dne.

Rovněž se snadno vypočte i doba východu slunce. 24. hodina na českém kruhu hodinovém značí západ slunce. Pod 24. hodinou na českém kruhu čtu příslušný čas občanský pro západ slunce na německém kruhu hodinovém: odečtu-li od tohoto čtení délku dne dle hořeniho vypočtenou, obdržím čas východu slunce pro žádaný den. Orloj ukazuje dále polohu slunce, zda slunce jest nad nebo pod obzorem a jak vysoko jest nad obzorem. Pražský obzor označuje čára, pod níž stojí v levo Aurora (ranní svítání) a v pravo Crepusculum (večerní šerání). Východ — ortus — označen jest mezi první a druhou čarou v levo. Noc jest označena temnou, soumrak jasnější, den pak světlou barvou na terči hodinovém. Orloj ukazuje na první pohled znamení, ve kterém slunce stojí, na zvířetníku. Zvířetník jest připevněn excentricky (mimo střed) na hodinovém terči. Na zvířetníku pohybuje se slunce v opačném směru ukazovatelů od berana k býku (v dubnu), blížencům (v květnu), raku (v červnu), lvu (v červenci), panně (v srpnu), vahám (v září), štíru (v říjnu), střelci (v listopadu), kozorožci (v prosinci), vodníku (v lednu), rybám (v únoru), beranu (v březnu). Na zvířetníku jest umístěna vedle zlatého obrazu slunečního také koule měsíce z polovice pozlacená. Je-li úplňk, jest celá pozlacená polovice viditelná, je-li však nový měsíc, objeví se temná polovice. Tyto tvary měsíce působí velmi důmyslný, jednoduchý mechanismus v kouli měsíce skrytý. Zrovna jako při slunci, tak se i při měsíci pozná v každou dobu na první pohled, zda měsíc už vyšel, jak je vysoko, kdy zapadá, kdy a která část jest viditelná.

Tři soustředné kruhy značí: 1. vnitřní kruh (od něhož vycházejí pozlacené křivky) zobrazuje obratník kozorožce, v němž stojí slunce v době slunovratu zimního (v prosinci); 2. zevnější kruh mezi hodinovým kruhem českým a německým jest obratníkem raka, v němž stojí slunce v době slunovratu letního (v červnu); 3. kruh mezi oběma ležící představuje rovník, v němž stojí slunce v době jarního a podzimního rovnodenní.

Pod orlojem jest veliký terč, v jehož středu jest znak města Prahy; na obvodu terče „jest netoliko napsáno, ale i figury namalovány jsou dvanácti měsíci, s dvanácti znameními a jejich zvláštnostmi a povahami, jaká se dila každého měsíce dělají a kterého měsíce slunce na jednokaždé znamení i kterého dne schází...“ Obrazy ty popisuje král. astronom Strnad („Beschreibung der berühmten Uhr — und Kunstwerke am Altstädter Rathhause etc.“) takto: v březnu rolník oře; v dubnu seje; v květnu podávají si muž a žena ruce; v červnu hrabe sekáč seno; v červenci žnec žne; v srpnu seče dívka pšenici srpem; v září trhá zahradník ovoce; v říjnu stojí vinař u lisu naplněného broznu; v listopadu dělá dřevoštěp dříví; v prosinci poráží řezník vola; v lednu sedí rolník u prostřeného stolu s plnou sklenkou v ruce a v únoru mrví rolník pole. (Citováno dle J. Smolik. Mathematikové v Čechách.) Pozdější památné obrazy vynikajícího umělce českého Josefa Manesa známé pod jménem „Manesův Orloj“, jsou v originálu uloženy v Městském museum pražském. Na nejzazším okraji jsou stále svátky, datum a přepočítky v české řeči. Ukazovatel pro datum a svátky jest připevněn nahoře. Svátky napsány jsou ve směru poloměru od vnitř na venek.

Po obou stranách arkýře hodinového ukazují transparentní ciferníky střední čas pražský; hodiny ty řídí též regulator, jenž řídí starý orloj. Ukazovatel minutový postupuje u transparentních hodin od minuty k minutě.<sup>1)</sup>

Zásluha o povznesení hodin na skutečné stroje měřící přísluší Christianu Huygensovi, jenž zavedl kyvadlo jakožto regulator hodin se závažím a nejspíše i péro spirálové jakožto regulator hodin s pérem a podal theoretické základy svého vynálezu v klassickém díle „Horologium

<sup>1)</sup> Nejdůkladnější popis orloje podal astronom Dr. J. Böhm v Pojednáních král. učené společnosti, V. řada, sv. 14.

oscillatorium“ Haag 1658. Před tím vynalezli kyvadlové hodiny současně též Galilei a dvorní hodinář Rudolfa II. J. Bürgi. Dějinný rozvoj umění měření času líčí důkladně R. Wolf ve své „Geschichte der Astronomie“ p. 134.

Hodiny sluneční udávají čas pravý. Hodiny sluneční představuje každá plocha, na níž jsou zobrazeny čáry hodinové: stín tyčinky, ukazováku (stylus), připadající na  $n$  tou čáru hodinovou, ukazuje, že jest  $n$  hodin pravého času. Pro určitou polární výšku jsou hodiny sluneční zařízeny, má-li ukazovák (tyčinka, stylus) směr rovnoběžný k ose světové. Čáry hodinové lze buď počtem anebo konstrukcí obdržeti. Je-li plocha hodinová *rovinná* a splývá-li s rovinou rovníkovou, obdržíme hodinové čáry snadno tím, že kolem patnice ukazováku na plochu *kolmého* a *s osou světovou rovnoběžného* jakožto středu opišeme kruh a rozdělíme obvod jeho na 24 stejné části; určíme-li si pak čáru poledníkovou, nanese se souměrně na obě strany od této takovéto stejné úhly.<sup>1)</sup> Úhly mezi dvěma čarami hodinovými rovnají se rozdílu příslušných úhlů hodinových. Sluneční hodiny na jiné ploše obdržíme, určíme-li si průseky rovin, jež jsou stanoveny při hodinách rovníkových ukazovákem a čarami stínovými (hodinovými), s volenou novou plochou.<sup>2)</sup>

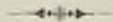
Nauka o sestrojování slunečních hodin — gnomonika — tvořila za dřívějších dob důležitou disciplínu upotřebenou matematiky. Původ její sluší hledati již v dobách předkřesťanských. Vývoj dějin gnomoniky v ohledu matematicko-historickém obsahuje důkladně spis: „Wopcke, Disquisitiones archaeologico mathematicae circa solarium veterum, Berlin 1842.“ Theorie a konstrukce hodin na různých plochách má v novější době spis „Sonnendorfer, Sonnenuhren auf Ebenen, Kegel & Cylinderflächen, Vídeň 1864.“

<sup>1)</sup> Čáru poledníkovou (Mittagslinie) obdržíme jednoduše a dosti přesně na rovině horizontální, zaznamenejme-li si na této v okamžik pravého poledne stín nitě olovnice kolmo nad rovinou zavěšené. Pozorněji-li dle dobře nařízených hodin středních (kapesních), obdržíme okamžik pravého poledne, přidáme-li k 12. hodinám příslušnou rovníci časovou, při čemž dlužno dbáti na znamení této.

<sup>2)</sup> Je-li rovina hodin vodorovná, obdržíme výpočtem pro jednotlivé čáry hodinové rovnici  $\lg x = \lg s \sin \varphi$ , kdež  $x$  jest úhel čar hodinových od čáry polední,  $s$  jest hodinový oblouk slunce,  $\varphi$  polární výška místa. Pro hodiny na rovině vertikální platí vzorec  $\lg x = \lg s \cos \varphi$ .

Nejstarší tvar antických hodin slunečních (Hemicyklium) přikládá Vitruvius (ve spise De architectura) Chaldeoovi jménem Berossus. O další vývoj techniky gnomonické se zasloužili Anaximander, Pherekydes, Eudoxus, Apollonius. Za doby římské podal Vitruvius potřebné konstrukce k nakreslení hodin slunečních na zakřivené ploše konkavní a uvažoval též o křivkách opsaných koncem stínu. Veliké oblibě těšila se technika gnomonická u Arabů; nejlepší dílo o gnomonice arabské napsal kolem r. 1250. Abul Hassan z Maroka.

Arabské hodiny sluneční měly kolmý ukazovák, na vodorovné ploše zanašela se pak vedle čar hodinových také čára „Quibla“ zvaná, ukazující směr k svatému městu Mekce. Zvláštní úředník vyvolával dle hodin takých okamžiků a označoval směr, kdy stín těla lidského splýval se směrem k sv. městu, aby věřící, na kolena padající a se modlice, měli zrak obrácený k Mekce. Seznámení se s arabskou gnomonikou děkujeme pánům Sédillot (otec a syn) [Traité des instruments astronomiques des Arabes]. Z východu rozšířila se nauka o hodinách slunečních teprve pozdě na západ; na začátku 16. století přispěl Sebastian Münster k rozšíření gnomoniky v Německu, načež byly s velkým ostrovtipem vymyšleny a sestrojovány nové a složité tvary hodin slunečních. V 17. století ukázal De la Hire nové cesty deskriptivní geometrii k sestrojení čar hodinových, a koncem 18. století řešil všeobecně Kastner ve své Gnomonica analytica úlohu zaříditi na libovolné ploše sluneční hodiny. V století 19. ustoupila gnomonika do pozadí, postrádajíc interessu praktického i vědeckého. Literaturu o gnomonice má R. Wolf (Geschichte der Astronomie) a S. Günther (Math. Geographie), z nichž tuto bylo čerpáno.



## VI. Praecesses bodů rovnodenních.

Hipparch snaže se určití přesněji délku roku tropického, doby mezi dvěma průchody slunce týmiž body rovnodenními, shledal záhy, že délka roku toho není stálá. Srovnávaje vlastní pozorování míst ekliptikálních několika stálie s pozorováními míst těch, jež dříve Eudoxus, Aristyll



a Timoecharis vykonali, sledal Hipparch pro všechny hvězdy toto: Šířky hvězd se nemění časem, délky hvězd však stále rostou, přírůstek ten obnáší během století celý stupeň. Pohyb délky hvězd jest však jen zdánlivý a vzniká tím, že bod jarní, začátek, od kterého se délky čítají, každý rok určitý oblouk ve směru denního pohybu na západ nazpět postupuje. Úkaz ten slove praecesse (ku předu postupování) bodů rovnodenních.<sup>1)</sup> Velikost praecesse určili přesněji nástupci Hipparchovi. Hipparch a Ptolemaeus určili roční praecessi na 36'', Albategnius<sup>2)</sup> (Arab) obdržel již správnější hodnotu 55''. Persán Nasr-Eddin kolem r. 1260 po Kr. sledal téměř správnou hodnotu 51''.<sup>3)</sup> V novější době sledal Bessel, srovnáv místa as 2000 hvězd určená r. 1755. Bradley-em a r. 1800. Piazzim, za hodnotu roční praecesse pro epochu 1750: 50.3757''. Změna ta jest následek<sup>4)</sup> pohybu rovníku, pohyb rovníku opět výsledek změny směru osy zemské (osy nebeské). Ekliptika mění sice též svou polohu mezi hvězdami, malá změna ta se odvodila však teprve ze zjemněných pozorování doby novější. Můžeme tedy říci, že praecesse spočívá v pomalém kruhovitém (průměru 47 stupňů) pohybu pólu rovníku kolem pólu ekliptiky v době oběhu as 26.000 let (rok Platonický). Malé, velmi pomalé měny ekliptiky a pólu jejího dělají pohyb pólu rovníku trochu složitější.

Za doby Hipparchovy byla polárka ( $\alpha$  Ursae minoris) 12 stupňů od severní točny vzdálena, od té doby se blížila polárka točně a přiblíží se nejvíce kolem roku 2100 na méně než  $\frac{1}{2}$  stupně (28'), načež se začne opět od točny vzdalo-

<sup>1)</sup> Vlastně by se měl úkaz ten jmenovati recessse, couvání (na zpět kráčení) bodů rovnodenních, udržel se však význam praecesse (ku předu postupování) totiž délek.

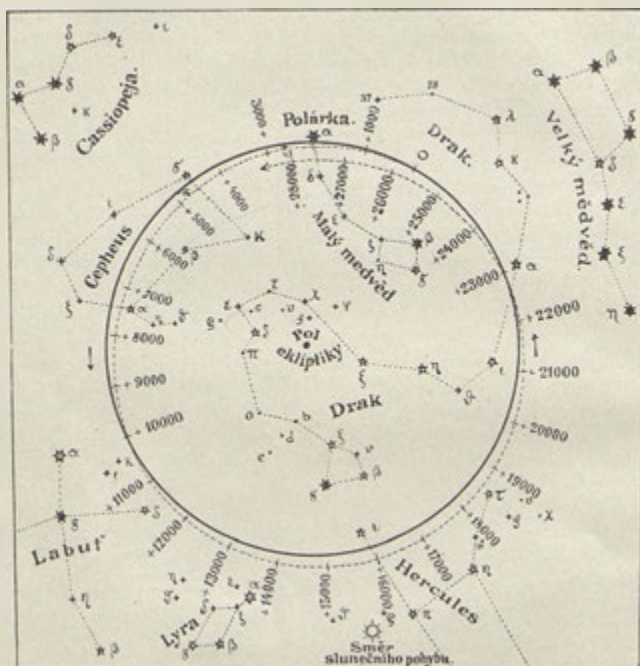
<sup>2)</sup> Albategnius srovnával kolem r. 879. svá místa hvězd s udáním almagestu (v. později)

<sup>3)</sup> Jan Werner (nar. r. 1468. v Norimberce, † r. 1528 tamže) sledal, srovnávaje délku Spicy ( $\alpha$  Virginis) za doby Ptolomaeovy (r. 130.) s délkou určenou Alfons-em (1281) a s délkou z vlastního pozorování, že obnášela praecesse roční od doby Ptolemaeus-Alfonsi: 53.6'', od doby Alfons-Werner však: 47.6'' a hleděl na základě toho ve svém: „Tractatus de motu octavae sphaerae 1522“ zbudovati nauku o „trepidaci“. Proti nauce té vystoupil r. 1524. ostře Koperník v listě „Bernardovi Wapovskému“ dokázav Wernerovi chyby početní.

<sup>4)</sup> O příčinách praecesse s bližším rozbořem viz později.



vati. Kolem r. 3500. bude  $\gamma$  Cephei na blízku točny (severní) rovníku. Po 12.000 letech bude pól severní na blízku souhvězdí lvy a hvězda  $\alpha$  Lyrae (Wega) stane se polárkou. V dobách předhistorických byl pól rovníku při  $\delta$  a  $\alpha$  Dra-



Obr. 17. Pohyb pólu rovníku kolem pólu ekliptiky.

conis, pak při  $\beta$  Ursae minoris (malý medvěd). Celou věc ilustruje dobře připojený obraz č. 17.

Doba jara (na severní polokouli) určuje se dobou vstupu slunce do bodu jarního; nebude tedy doba oběhu slunce mezi hvězdami se rovnati době od začátku jara do začátku druhého jara, neboť slunce se vrátí k bodu jarnímu, který následkem praecesse na západ postoupil, asi o 20

minut dříve než ku hvězdě, která stála před rokem v bodu jarním. Rozdil o 20 minut se množí každý rok a obnáší v tisíciletí již 14 dnů. Proto se činí rozdil mezi siderickým (hvězdným) rokem, dobou oběhu slunce mezi hvězdami *vzhledem k hvězdám*, obnášejícím 365 dnů 6 hodin 9 min. a 9 sek. (365·25636 dne) a rokem tropickým, doby oběhu slunce od bodu jarního do bodu jarního — (rok acquinoktiální) — obnášejícím 365 dnů 5 hodin 48 min. 46·4342 sek. (365·2422 dne) =  $365\frac{1}{4}$  dne méně 11 min. 14 sek.<sup>1)</sup>



## VII. Astrologie.

(Astrologia judiciaria, astrologické schéma, aspekty, nativita, horoskop.)

Astrologie (hvězdopravectví) bylo umění předpovídati budoucnost z běhu a polohy hvězd. Z bujné fantazie východních národů vznikla astrologie velmi záhy jakožto následek pochybených náhledů náboženských a filosofických. V nejdávnějším věku byly v Egyptě hvězdy považovány za bohy, jimž se přičítalo řízení všech věcí pozemských a vláda nad nimi. Astrologie byla tlumočnicí hvězd (hlavně oběžnic); záhy vznikla astrologia judiciaria, umění určovati události budoucí, určovati osud lidský (nativitu), umění sestavovati horoskop z polohy hvězd. Nejříve zabývali se astrologií národové chaldejští a egyptští. Z Egypta rozšířila se astrologie k Řekům a Římanům; v Římě nalezla brzy tolik stoupenců, že někteří císařové (Diokletian, Konstantin) přísně zapovídali toto umění pěstovati. Největší astrologové byli Vettius Valens (*Ἀστρολογικὰ ἀνθολογία*), Paulus Alexandrinus (*Εἰσαγωγή εἰς τὴν ἀποτελεσματικὴν*), Firmicus (Firmicii libri VIII matheseos) a Marcus Manilius (Manilii Astronomicum ad Caesarem Augustum). Záhy vystoupili protivníci astrologie (Sextus Empiricus — adversus astrologos). Od Řeků přenesla se

<sup>1)</sup> Délka tropického roku jest pro léta *t* tohoto století =  $365^d 5^h 48^m 46\cdot4342^s$  —  $0\cdot0059484672^s$  *t* během století ubývá délky roku tropického o 0 6<sup>s</sup>).

astrologie hlavně k Arabům. Z arabských astrologů psali nejvíce Albumasar, Albobazen, Alcabitius veliké codexy, jež se ve středověku často tiskem vydávaly a komentovaly.

Ve 13. a 14. ano i na začátku století 15. dosáhla pak astrologie největšího rozkvětu; knížata, země a města měla své velmi dobře placené astrology, proti nimž marně brojili jednotliví protivníci (Paolo Toscanelli 1397 — 1482, Theophrastus Paracelsus 1493 — 1541 a t. d.). Teprve na počátku 17. století začala tato pavěda zanikati. Nadarmo snažil se Jean-Baptiste Morin ve své „astrologia gallica“ absurdní nauku (?) tu zachrániti. Jakkoliv umění předpovídati z *běhu hvězd* věci budoucí bylo vysoce ctěno, přece přičítati *lidem* působení na věci budoucí (magie, čarodějnictví) bylo spojeno s velkým nebezpečím. Z Čechů byli téměř všichni hvězdáři středověcí více méně zastanci nebo stoupenci astrologie (Mistr Havel, Křišťan z Prachatic, Martin z Lenčice atd.); „poněvadž někteří méně svědomití a obeznali hvězdoporce planými svými pranostikami klidné oběany hrozným vyličováním budoucích neštěstí klamali, ustanovila se už záhy universita Pražská, aby se podobné pranostiky psaly některým mistrem (astronomus publicus)“ (J. Smolík *Mathematikové v Čechách* p. 18. atd.) Obsah minucí a kalendářů středověkých byl rázu astrologického — (znamení a charaktery planet, aspekty, povaha roku pokud se týče úrody, povětří, nemocí a válek; budoucí štěstí různých stavů, zemí, národů atd. Viz Palacký *O pranostikách a kalendářích českých*, *Musejník* 1829). — Slavný astronom český Tadeáš Hájek z Hájku, ač rázně vystoupil proti klamným předsudkům a domněnkám hvězdopraceckým, byl přece okolnostmi přinucen v minucích svých aspekty, jež r. 1558 vynechal, opět zavést. „Astrologie, ovládnuvši veškerou vědu, opanovala ve středověku záhy i stát, církev a universitu (v Krakově zřízena byla zvláštní professura pro astrologii) — a, opíraje se o viru téměř všech stavů, stala se utkvělou ideou času tehdejšího; zdobce se vznešenosti dvorů a oslepující svobodou slova i písma, udržovala se pouze umělými kombinacemi.“ Astrologie jsouc pro pravou astronomii ceny nepatrné, při spělu přece ku zdokonalení této, ač nevědomky. Mnohá pozorování astronomická byla vykonána pro astrologii, mnohé astronomické tabulky a výpočty byly provedeny, mnohé technické výrazy a požadavky byly pořízeny k vůli astrologii, jež

vlastně astronomii prospěly. Astrologie byla též živitelkou mnohých znamenitých astronomů, již bez ní by se sotva byli užívali (Tycho, Kepler). Poněvadž astrologie má nyní cenu pouze pro studium psychologie národů, obmezíme se v pokračování pouze na základy astrologie, jež Sextus Empiricus takto uvádí: Některé oběžnice jsou dobročinné, jiné nepříznivé; vždy dobročinný jest Jupiter a Venuše, vždy nepřízniv jest Saturn a Mars. Merkur jest kolísavý. Slunce a měsíc působí na různých místech nebe různě. — Všechna souhvězdí zvířetníková jsou dobročinná, vládnou-li jimi

oběžnice dobročinné, jinak jsou zkázonosna. Takto působí vždy beran a vodník (poněvadž jimi vládne Saturn). —



Obr. 18. Astrologické schéma.

Pořad a označení oběžnic v astrologii jest toto: Saturn ♄, Jupiter ♃, Mars ♂, slunce ☉, Venuše ♀, Merkur ☿ a měsíc ☾.<sup>1)</sup> Oběžnice byly přidělovány jakožto vladaři jednotlivým hodinám dne: Saturn hodině první a osmé, Jupiter druhé a deváté, Mars třetí a desáté atd.; druhého pak dne vládlo

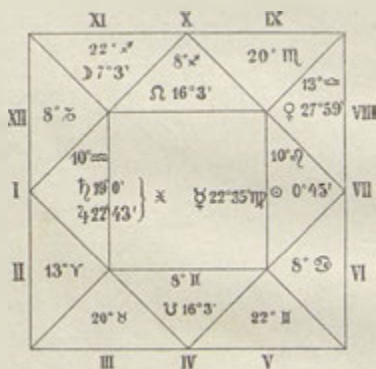
hodinou první a osmou slunce, druhou a devátou Venuše atd. Oběžnice, jež ovládala první hodinu dne, slula vládařem dne. Podobným způsobem byly ovládány týdny (viz obr. 18.) v pořadí ♄, ☉, ☿, ♂, ♀, ♃, ☾.<sup>2)</sup> Zavedení vladařů denních, týdenních a ročních<sup>3)</sup> jest nejspíše původu egyptského. — Zvířetník byl v nejdávnějších dobách, jak

<sup>1)</sup> Táž znamení měly ve středověku kovy: olovo, cín, železo, zlato, měď, rtuť a stříbro. Dle Humboldta přišla znamení ta v užívání teprve kolem 10. století.

<sup>2)</sup> Dle těchto planet pojmenovovaly se jednotlivé dny téhodne: dies Saturni (sobota), Solis (neděle), Lunae (pondělí), Martis (úterý), Merkurii (středa), Jovis (čtvrtek), Veneris (pátek); obdobná jména udržela se až podnes v němčině, frančině, angličtině atd.

<sup>3)</sup> K naznačení vladařů pro jednotlivé dny a hodiny byly též sestrojovány hodiny planetní (Planetenhren).

jsme četli, rozdělen ve 12 znamení (domů); začínáme-li beranem jakožto prvním znamením a čítáme-li dále, obdržíme pro lichá znamení domy pohlaví mužského, pro znamení sudá domy pohlaví ženského. Jednotlivým znamením vládly oběžnice; slunce a měsíc měly pouze jedno znamení za dům, ostatní oběžnice dvě znamení (jedno mužské a jedno ženské). Každé znamení dělilo se ve 3 díly o 10 stupních (dekany); každému dekanu ano i stupni příslušela obdobným způsobem jako jednotlivým dnům, týdnům a rokům určitá oběžnice jako vladařka. — Nestojí-li oběžnice ve svém domě, nýbrž v domě jiného vladaře, pak působí obě planety výsledkem současného působení. — Nejúčinněji působí měsíc a oběžnice, čím blíže stojí u slunce a u svých domů. — Účinně působí též oběžnice, když jsou nejvýše

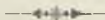


Obr. 19. Horoskop Valdsjónur od Keplera.

vzájemné polohy planet — aspektů — užívalo se ku předpovídání věcí budoucích. K tomu sloužily konjunkce, kvadratury a oposice dvou nebo více planet, dále i Trigonus ( $\Delta$ ), v němž měly obě planety délky o 120° rozdílné, a Sextilis ( $\ast$ ), když rozdíl ten obnášel 60 stupňů. Z aspektů příznivý jsou konjunkce, trigonus a sextilis; nepříznivý oposice a kvadratura. — Vedle těchto všeobecných vlastností přičítán oběžnicím též zvláštní vliv na přírodu a lidský život. Z postavení hvězd při narození člověka určovala se nativita jeho, čili postavil se horoskop, t. j. rozdělil se rovník od bodu východu při narození světloobčana začínaje v opačném směru dennímu zdánlivému pohybu na 12 stejných dílů. Roviny proložené čarou poledníkovou a dělicími body rovníku protínají pak nebeskou kouli ve 12 sférických dvojúhelnících různé velikosti, domech,



jež se pak zobrazovaly v obrazei nebes (Himmelfigur) — horoskop — zvaném. Přiložený horoskop (obr. 19.) byl sestaven J. Keplerem pro Waldštýna (Vide „*Calendaria et opuscula astrologica*“). Kepleri Opera I. edidit Ch. Frisch). Do každého domu zanašela se délka tam vstupujícího bodu ekliptiky a planety, pak oba uzly měsíce ( $\Omega$ ,  $\Upsilon$ ) a tak zvané kolo štěstěny (Glücksrad)  $\oplus$ , bod tak vzdálený od měsíce, jako byl vrchol prvního domu vzdálen od slunce. Potom sestavila se tabulka astrologická — speculum astrologicum —, do níž zanašely se k jednotlivým znamením oběžnice dle délek a jich aspekty. Z této tabulky a z horoskopu soudilo se pak dle určitých pravidel na osudy nového světoobčana. *Příklady.* Stálo-li slunce při narození chlapce v domu I., soudilo se, že se z chlapce stane zdravý a učený muž.  $\text{♄}$  (Saturn) v domě VI. věštil časté bolení zubů a brnění těla;  $\text{♂}$  (Mars) v domu VII. věštil Xantippu za choť. — Jednotlivé domy měly význam: I. dům života, II. dům bohatství, III. dům bratrů, IV. dům rodičů, V. dům dětí, VI. dům zdraví, VII. dům manželství, VIII. dům smrti, IX. dům piety, X. dům povinnosti, XI. dům přátel a XII. dům nepřátel. — Dějiny astrologie ve starověku vydal A. Häbler (*Astrologie im Alterthum*, 1879). Nejúplnější literaturu astrologickou má Houzeau a Lancaster ve II. díle *Bibliographie astronomique*.



## VIII. Letopočet a kalendář.

(Den, měsíc, rok — cyclus Metonův, Kalippův a Hipparchův — kalendář mohamedánský, židovský, egyptský — letopočet římský, kalendář julianský, letopočet národu křesťanských — oprava kalendáře julianského, kalendář gregoriánský, kalendář říšský — kalendář republikánský francouzský, letopočet řecký, kalendář mexikánský, čínský a japonský — kruh sluneční, indikce, číslo nedělní, epakty — různé periody, velikonoce, éry — kalendariografie a chronologie.)

Na pohybech slunce a měsíce zakládá se rozdělení času. V astronomii dělí se čas ve dny, měsíce a roky. Pro obyvatele země mimo točny jest den nejnapádnějším oddílem času; pro točnu byl by naproti tomu rok nejvýhodnější časomírou. Pravidelně a rovnoměrně se opakující



střídání dne a noci na místech obývaných lidmi civilisovanými nabízí takřka za nejvhodnější jednotku času — den —, který také vždy a všude za takovou jednotku volen byl. Nepřetržitě čítání času dle dnů od nějaké doby začínající mělo by značné výhody; každé události příslušelo by určité číslo, počet dnů od voleného začátku. V životě občanském se však nepřetržitého počítání dnů nikdy neužívalo, poněvadž by takový způsob určování času vedl během další doby k velikým číslům; v životě obecném počítá se dle dnů jen po dobu měsíce. Po dnu tvoří rok nápadnější a určitější oddíl časový, rok přirozený, určený dobou, v níž se vystřídají všechny roční časy. Na časech ročních závisí totiž veškerý výkony orby a celého hospodářství člověka. Poněvadž počet dnů v roce jest ještě dosti značný ku přímému počítání, zavedla se záhy míra ležící mezi dnem a rokem, jež se řídila pohybem a měnami tvaru měsíce.<sup>1)</sup> Doba od jednoho novolunní do druhého asi 30 dnů — měsíc — tvořila pak blavně novou míru časovou, kdy různé náboženské výkony souvisely s během a podobami luny. Zavedení ještě menší časomíry než jest měsíc, totiž týden, spadá sice do dávné doby, nesouvisí však ani s časomírou roční ani měsíční.

Nejstarší národové zařídili svůj letopočet dle běhu luny, začínajíce čítati měsíc dnem, kdy poprvé večer uzzřeli srp luny. Měsíc se původně dělil ve 30 dnů, 12 měsíců tvořilo rok, rok měl tudíž 360 dnů. Začátek roku položili různí národové na různé doby. Číňané začínali rok prvním měsícem po slunovratu zimním, Řekové prvním měsícem po slunovratu letním, Římané pak měsícem jarního rovnodenní.

Staří národové, shledavše záhy, že mění luna svou podobu ne ve 30, nýbrž ve  $29\frac{1}{2}$  dnech, pozměnili dřívější letopočet tak, že se střídaly úplné (voll) měsíce o 30 dnech s neúplnými (leer) měsíci o 29 dnech.<sup>2)</sup> Tím obdržel měsíc

<sup>1)</sup> Slova měsíc užívá se v češtině i pro oběžnici (trabant) země (Mond) i pro dobu, v níž tato vymění všechny své podoby (Monat): abychem se tedy vyhnuli stálému opakování slova měsíc, při čemž by snad nejasnost mohla povstati, budeme užívat v této stati pro oběžnici (trabant) země latinského slova luna a pro dobu, v níž tato vymění své podoby, slova měsíc.

<sup>2)</sup> U Řeků se zavedly úplné a neúplné měsíce v době Hesiodově (850) až Solonově (600 př. Kr.).

v průměru skoro svou správnou délku; rok však čítal jen 354 dny. Vystřídání ročních dob vyžaduje 365 dnů; tím se stalo, že se po několika letech roční doby značně lišily od skutečných; aby se tato odchylka napravila, vkládaly se občas tak zvané měsíce vkladné (Schaltmonate).<sup>1)</sup> Roku 433. př. Kr. zavedl Meton<sup>2)</sup> cyklus 235 měsíců na 19 roků, jenž uvedl v jakousi shodu letopočet dle slunce (roční doby) a letopočet dle luny. Na 19 roků připadlo 7 roků přestupných po 13 měsících; ze 235 měsíců bylo 125 úplných a 110 neúplných; délka roku byla v průměru 365·263 dne, délka měsíce 29·532 dne. Tento cyklus Metonský byl o  $\frac{1}{4}$  dne delší, a proto navrhl asi r. 330. př. Kr. Kalippus periodu 4 cyklů Metonských = 76 roků, v níž se měl vždy jeden den vynechat; délka roku v Kalippově periodě obnáší 365·25 dne v průměru, délka měsíce 29·531 dne; tyto poměry se už více blíží skutečnosti. Hipparch navrhl periodu 4násobnou Kallipovu (s opětým vynecháním jednoho dne), při níž délka roku = 365·24671 (místo 365·2422) a délka měsíce 29·53058 dne (místo 29·53059).

Za východisko cyklu Metonova volíme nyní rok 1. před Kristem nebo rok 0tý našeho letopočtu, kdy uvolunní připadlo na začátek roku. Číslo určující, kolikátý rok v 19letém cyklu měsíčním (Metonově) přísluší určitému roku našeho letopočtu, slove číslo zlaté.

Původ jména číslo zlaté odvozují někteří spisovatelé z toho, že cyklus Metonský byl v chrámu Minervině v Athénách zaznamenán zlatými písmeny na černém mramoru, jinak pak ze zvyku mnichů zanáseti číslo to v kalendář zlatým písmem.

Mohamedáni a židé řídí se ještě podnes rokem měsíčním o 12 měsících, v němž úplné a neúplné měsíce se střídají. Mohamedáni čítají pak podle takového roku o 354 dnech bez ohledu na běh slunce, začátek roku se tedy mění; jednotlivé dni se vkládají jen za tím účelem,

<sup>1)</sup> Nejprve se přidával každému druhému roku celý měsíc (způsob ten slul trieteris — průměrná délka roku byla pak 369 dnů a průměrná délka měsíce se rovnala 29·52 dne), později se přidával každému 3., 5. a 8. roku celý měsíc (Octaeteris, průměrná délka roku 365·25 dne, měsíce 29·515 dne).

<sup>2)</sup> Astronom a matematik žijící v Athénách. Zdaž Meton svůj cyklus sám vynalezl nebo napodobil cyklus, jež Hoangti již kolem r. 2620. př. Kr. v Číně pod jménem Tschong zavedl, nelze zjistiti.

aby určité dni měsíce souhlasily s podobami luny. Židé, omezující začátek roku na určitou dobu roční, vkládají celé měsíce a dny, některé dny pak vylučují.

Rok mohamedánský má tyto měsíce:

1. Moharrem . . . . .	o dnech 30,
2. Safar . . . . .	" 29,
3. Rebî-el-awwel . . . . .	" 30,
4. Rebî-el-accher . . . . .	" 29,
5. Dschemâdi-el-awwel . . . . .	" 30,
6. Dschemâdi-el-accher . . . . .	" 29,
7. Redscheb . . . . .	" 30,
8. Schabân . . . . .	" 29,
9. Ramadân . . . . .	" 30,
10. Schewwâl . . . . .	" 29,
11. Dsûl-kade . . . . .	" 30,
12. Dsûl-hedsche . . . . .	" 29.

První noc Moharremu má začínati západem slunce dne, kdy jest poprvé opět viděti srp luny. Začátek letopočtu mohamedánského jest 1. Moharrem roku, kdy Muhamed z Mekky přechal do Mediny, éra ta slove Hedschra. Dle křesťanského letopočtu byl začátek éry té 15. července 622.

Synodický měsíc (od úplňku do úplňku) obnáší 29·5306 dne, měsíc Mohamedánův čítal však jen 29·5 dne; rok byl tedy o 0·367 dne kratší, což ve 30 letech činí 11·01 dne. Aby letopočet mohamedánský zůstal ve shodě s podobami luny, zavedli Mohamedáni 30letou periodu vkladní tak, že v těchto 11 letech: v 2., 5., 7., 10., 13., 16., 18., 21., 24., 26. a 29.<sup>1)</sup> byl poslední měsíc úplný (o 30 dnech).

Kalendář židovský. Letopočet dle roku měsíčního zavedl pro Židy kolem r. 1500. př. Kr. Mojžíš. Rok začínal tehdy kolem doby jarního rovnodenní měsícem klasů (Nissanem) a posunoval se o měsíc později, když se očekávalo, že bude ječmen později zrátí. Po návratu ze zajetí babylonského (r. 538. př. Kr.) se urovnal kalendář židovský tak, že začátek roku občanského ustanoven byl na 1. Tischri, kterýžto den splýval s dobou, kdy srp luny bylo opět viděti (po novoluní).

<sup>1)</sup> Toto čítání jest obyčejný národní letopočet Turků. Jinak se čítají za přestupná léta ve 30letém cyklu roky: 2., 5., 7., 10 13., 15., 18., 21., 24., 26. a 29.

Měsíce židovské jsou tyto:

dni roku	1.— 30.: Nissan,
	31.— 59.: Ijar,
	60.— 89.: Sivan,
	90.—118.: Thamus,
	119.—148.: Ab,
	149.—177.: Elul,
	178.—207.: Thishri,
	208.—236.: Marcheschwan,
	237.—266.: Kislew,
	267.—295.: Thebeth,
	296.—325.: Schebat,
	326.—354.: Adar.

Aby uvedli měsíční rok svůj o 354 dnech v soulad s dobami ročními, vkládali Židé od 4. století začínaje pravidelně v letech 19letého cyklu, totiž v roce 3., 6., 8., 11., 14., 17. a 19., před měsíc Adar celý měsíc, tím obdrželi přestupný rok o 384 dnech. Měsíc Adar obdržel jméno Veadar, měsíc vložený slul Adar rischou. Tyto roky, obyčejný a přestupný, střídali dále Židé s roky nadbytečnými o 355 a 385 dnech, kdy měsíc Marcheschwan čítal o den více, a s roky neúplnými (mangelhaft) o 353 a 383 dnech, kdy odpadl v měsíci Kislew poslední den. Týden jest sedmidenní, pondělí . . . sobota a neděle. *Začátek* roku stanoví novolunni — Moled. V některých případech stane se začátkem roku jiný den a sice: 1. Případne-li Moled měsíce Tischri po 18. hodině, začne nový rok o den později; začátek roku zove se Jach (Sabath). 2. Případne-li Moled měsíce Tischri na neděli, středu nebo pátek, začíná nový rok opět o den později; začátek roku nazývá se Adu. 3. Případne-li Moled měsíce Tischri na sobotu, úterý nebo čtvrtek po 18. hodině, počne nový rok o dva dny později: Jach Adu. 4. Případne-li Moled měsíce Tischri v roce obyčejném na úterý po 9. až do 18. hodiny, přeloží se začátek roku na příští čtvrtek: Ga tr ad. 5. Případne-li v roce obyčejném, jenž následuje po roce přestupném, Moled měsíce Tischri na pondělek po 15. až do 18. hodiny, pak začíná nový rok v příští úterek: Betut hak pat. Den začíná západem slunce a dělí se ve 24 hodiny po 1080 Chelakim po 76 Regaim.

Kalendář egyptský. Nejstarší rok egyptský byl rok měsíční o 12 měsících po 30 dnech; rok ten byl však záhy zaměněn za rok sluneční o 365 dnech,<sup>1)</sup> jehož začátek nebyl stálý. Kolem r. 1322. př. Kr. zavedla se perioda Sothická (perioda největší hvězdy v souhvězdí psa t. j. Sirius, Hundsternperiode) o 1460 letech po  $365\frac{1}{4}$  dnech = 1461 rokům egyptským; tak se stalo, že připadl začátek roku po uplynutí periody opět na dobu ranního (helického, se sluncem) východu hvězdy Sirius.<sup>2)</sup> — Kolem r. 238. př. Kr. přidávalo se každému 4. roku ještě 5 (později 6) dnů (Epagomenai); tím se stalo, že se začátek roku ustálil. Rok začínal 29. srpnem (našim). Měsíce egyptské začínaly pak:

1. Thot . . .	29. srpna,	7. Phamenoth	25. února,
2. Phaophi . .	28. září,	8. Pharmuthi	27. března,
3. Athyr . . .	28. října,	9. Pachon . .	26. dubna,
4. Choiak . . .	27. listopadu,	10. Payni . .	26. května,
5. Tybi . . .	27. prosince,	11. Epiphi . .	25. června,
6. Mechir . .	26. ledna,	12. Messori . .	25. července.

Letopočet římský. O nejstarším letopočtu Římanů nemáme zpráv spolehlivých. Zdá se, že užívali Římané z počátku po dlouhou dobu roku měsíčního o 354 dnech, v němž čítaly měsíce: Martius (březen) (1.), Maius (květen) (3.), Quintilis (červenec) (5.) a October (říjen) (8.) — tak zvané měsíce velké — 31 dnů; Aprilis (duben) (2.), Junius (červen) (4.), Sextilis (srpen) (6.), September (září) (7.), November (listopad) (9.), December (prosinec) (10.) a Januarius (leden) (11.) — 29 dnů a měsíc Februarius (únor) jen 27 dnů. Tím vznikl v kalendáři římském veliký nepořádek; každý měsíc měl počínati dobou, kdy bylo zřítí srp luny (Calendae),<sup>3)</sup> shoda ta vyskytla se však teprve po uplynutí celého roku. Doby roční se čítáním dle roku měsíčního pošínovaly; aby se uvedl letopočet ve shodu s dobami ročními přidávaly se kolem r. 153. př. Kr. začínaje ve 4 letých

<sup>1)</sup> Egypťany přiměly k zavedení roku slunečního hlavně povodně Nilu, jež mají pro kulturu země neobyčejný význam.

<sup>2)</sup> Dle Idelera připadl r. 1322. př. Kr. ranní východ Siria na náš 22. července.

<sup>3)</sup> Calendae anebo kalendae od starobylého slova calare = vyvolávat, oblašovat = καλεῖν, první den každého měsíce, jenž byl označován. Odtud slovo kalendář (Kalender).



cyklech každému druhému roku 22, každému čtvrtému roku 23 dni, začátek roku byl ustanoven místo dne úplňku března (Idus Martiae) na den, kdy bylo viděti srp luny v měsíci lednu (Calendae Januariae).

Vkládání 22 až 23 dnů dělo se tak, že měsíc únor se přerušil svátkem Terminalia na 23. únor připadajícím, zbylé 4 dny měsíce února s vloženými 22 až 23 dny tvořily vkladný měsíc Mercedonius.

Později ponechalo se úplně na vůli pontifiků, kdy se má vkládati a mnoholi. Tím nastal však v kalendáři římském takový nepořádek, že se pošinula léta o mnoho měsíců vzhledem k dobám ročním. Proto jest těžko převáděti nějaké římské datum na jiný letopočet.

Léta počítala se od založení města Říma (ab urbe condita) od r. 46. př. Kr. dle našeho letopočtu; v římských udáních času však zřídka přicházejí léta ab urbe condita, každý rok jest označen skoro vždy jen jmény obou v tom roku úřadujících konsulů. Konsulové úřadující v několika letech za sebou obdrželi označení číslem naznačujícím, kolikátý konsulat se myslí, na př. „Commodo V. et Glabrione II. consulibus“.

Kalendář julianský. Julius Caesar poradiv se se Sosigenem, astronomem alexandrinským, učinil konec zmatkům dřívějšího letopočtu římského, nařídív, aby r. 708. od založení Říma (46 r. př. Kr.), když chyba letopočtu již dostoupila 85 dnů, mimo obyčejný vkladný-měsíc se připojily ještě dva jiné měsíce<sup>1)</sup>, a zavedl, nehledě na běh luny, cyklus, v němž po třech obyčejných letech o 365 dnech přidáním dne následoval rok přestupný (bissextilis) o 366 dnech.<sup>2)</sup> Rok začínal 1. lednem a 11 dnů, jež dříve se každému roku připojovaly, byly dle nařízení rozděleny na ostatní měsíce a to po dvou dnech měsícům: Januarius (leden), Februarius (únor), December (prosinec), po jednom dnu měsícům: Aprilis (duben), Junius (červen),

<sup>1)</sup> Rok ten čítal tedy 445 dnů a slul rok zmatku — annus confusionis.

<sup>2)</sup> Po zavraždění Caesarově (r. 44. př. Kr.) byl po 36 let z neporozumění předpisu vkládán den přestupný každý třetí rok; nařízením císaře Augusta byl pravý stav zaveden tím, že se potom po 12 roků nekládal žádný den. Teprve r. 757. ab urbe condita se chyba vyrovnala.



Sextilis (srpen),<sup>1)</sup> September (září), a November (listopad). Místo vkladného měsíce v přestupném roce přidal se měsíci únoru jeden den, jenž byl vřaděn *před* 24. únor (dies sextus ante Calendas Martias), a tento se stal 25. (bis sextus) v roce přestupném (annus bissextilis). Římané měli týden osmidenní — nundinum — každý den roku označoval se jedním písmenem z prvních 8 písmen abecedy; písmeno to slulo písmeno nundinalní. Dále přichází v kalendáři římském označení, zda den jest dies fastus, kdy se smělo k právu zasedati a rozsudek pronášeti anebo dies nefastus, kdy bylo zapovězeno tak činiti, a dni částečně fasti a částečně nefasti (fastus parte, nefastus parte), dni endotercisus (den částečně fastus, částečně nefastus). Seznam těchto dnů činil prvý počátek římského kalendáře fasti. První den každého měsíce slul jako dříve Calendae, sedmý den ve starých měsících velkých anebo 5. den ostatních měsíců slul Nonae, 15. anebo 13. Idus; dni po těchto obdržely dle vzdálenosti od příštích Nonae, Idus, Calendae čísla; dni předecházející sluly pridie. —

Příklad: Aprilis sub tutela Veneris.

Písmeno nundinalní. Římské datování.

1.	C	Calendae April.
2.	D	a. d. IV.
3.	E	a. d. III.
4.	F	Pridie
5.	G	Nonis Apr.
6.	H	a. d. VIII.
7.	A	a. d. VII.
8.	B	a. d. VI.

Idus  
Aprilis  
Nonas  
Aprilis

Písmeno nundinalní. Římské datování.

9.	C	a. d. V.
10.	D	a. d. IV.
11.	E	a. d. III.
12.	F	Pridie
13.	G	Idibus Apr.
14.	H	a. d. XVIII.
15.	A	a. d. XVII.
16.	B	a. d. XVI.

Calendas  
Idus  
Aprilis  
Cerealia  
(8 dnů).  
Idus  
Martias

Písmeno nundinalní. Římské datování.

17.	C	a. d. XV.
18.	D	a. d. XIV.
19.	E	a. d. XIII.
20.	F	a. d. XII.
21.	G	a. d. XI.
22.	H	a. d. X.
23.	A	a. d. IX.
24.	B	a. d. VIII.

Calendas  
Martias  
Palilia,  
založení  
Říma

Písmeno nundinalní. Římské datování.

25.	C	a. d. VII.
26.	D	a. d. VI.
27.	E	a. d. V.
28.	F	a. d. IV.
29.	G	a. d. III.
30.	H	Pridie

Calendas  
Martias  
Pridie

<sup>1)</sup> Měsíc Quintilis změnil císař Augustus v Julius (červenec); senát pak změnil na počesť císaře Augusta měsíc Sextilis v Augustus, a aby jej vyrovnal s měsícem Julius, vzal měsíci únoru jeden den a přidal jej měsíci Augustus (srpen).

Kalendář julianský přešel záhy také v majetek jiných národů a udržel se skoro 16 století všeobecně; u vyznavačů církve řecké se ho užívá podnes.

Letopočet národů křesťanských. První křesťané čítali léta dle obyčeje římského od založení města Říma „ab urbe condita“; vedle toho vešel v užívání i jiný letopočet; Španělé čítali léta od dobytí země Římany; ve východní římské říši udrželo se zase čítání roků dle olympiád, anebo se počítala léta od doby pronásledování křesťanů Diokletianem. Tyto nesrovnalosti snažil se odstraniti Dionysius exiguus<sup>1)</sup> r. 527. po Kr. návrhem, aby se zavedl letopočet křesťanský podle roku julianského, dle něhož se měla léta počítati od narození Krista (ab incarnatione Domini), první rok letopočtu toho začal 25. března roku 753. po založení města Říma. Návrh Dionysiův přijal r. 607. papež Bonifacius IV., načež se letopočet Dionysiův v Itálii a Francii a později i v ostatních zemích zavedl. Náhled Dionysiův o narození Páně byl však na čtených místech za chybný prohlášen, tak že se přijalo číslo roku, ne však začátek roku, dle Dionysia. Vedle 25. března volen byl za začátek roku také 25. prosinec a jiné dni.<sup>2)</sup> Posléze přikročilo se k tomu, aby se počítal opět dle římského způsobu za začátek roku 1. leden. Zákonem ustanoven začátek roku na 1. leden ve Francii r. 1566., v Nizozemsku 1575., ve Skotsku 1599. atd., nejpozději r. 1752. v Anglii; ponenáhlu zaveden týž začátek úmluvou v 15. a 16. století v Německu, v Čechách atd.

Kalendář Gregoriánský, *Řehořský*. (Oprava kalendáře julianského.) Koncil Nicejský ustanovil dorozuměv se s císařem Konstantinem r. 325. po Kr., aby jarní rovnodenní stále připadalo na 21. březen. Podmínce takové nemůže vyhověti rok julianský (365·25 dne), neboť jest proti tropickému roku slunečnímu (365·2422 dne) skoro o  $\frac{1}{129}$  dne delší. Jarní rovnodenní připadalo tedy později v julianském roce na dny jiné, čímž se musily posunovati na jarním rovnodenní závislé svátky pohyblivé. Proto záhy byly činěny návrhy na reformu kalendáře julianského. Již v 8. století činil reformní návrhy B e d a, ve 13. Roger B a c o, r. 1414. před

<sup>1)</sup> Dionysius ze Seythie byl opatem římského kláštera; pro svou malou postavu nazván exiguus (maličký), zemřel r. 556. po Kr.

<sup>2)</sup> Francie a Anglie měli nejdříve 25. prosinec a později 25. březen za začátek roku, Německo naopak.

koncilem Kostnickým kancelář university Pařížské Pierre d'Ailly a r. 1436. na koncilu Basilejském kardinál Cusanus. Papež Sixtus IV. chtěl zjednatí opravu kalendáře, pročež povolal r. 1475. ku předběžné poradě Regiomontana, jenž po svém příjezdu do Říma zemřel, čímž oprava opět byla odložena. Lateranský koncil r. 1516 zvolil k opravě zvláštní kommissi, jež obrátila se o radu ke Kopernikovi a Stöfflerovi.<sup>1)</sup> Kommissie nevyřídila však pro krátké trvání koncilu ji svěřený úkol. Po různých opravných návrzích nařídil konečně papež Řehoř XIII.<sup>2)</sup> bullou ze dne 1. března 1582., aby se vyškrtly k vůli odstranění dosavadní chyby na 10 dní vzrostlé z kalendáře dni od 5. do 14. října r. 1582., dále aby každému sekulárnímu (stému) roku, jenž není 4 dělitelný, tedy rokům 1700., 1800., 1900., 2100. atd., se ubral přidávaný den, aby nová chyba se na delší dobu vymýtila.<sup>3)</sup> Tím byl zaveden průměrný rok gregorianský o 365·24250 dnech (lišící se od roku tropického nyní jen o  $\frac{3}{10000}$  dne), chyba roku toho obnáší teprve za  $3\frac{1}{3}$  tisíci-letí jeden den. Reforma netýkala se změny dnů v týdnu, t. j. r. 1582. následoval po 4. listopadu sice 15. listopad, ale neděle jako v kalendáři julianském (vynecháním 10 dnů měla následovati po 4. listopadu středa 15. listopadu).

Nový kalendář Gregorianský zaveden byl záhy r. 1582. ve Francii, Lotrinsku, Nizozemi, Španělsku, Portugalsku, v části Italie, r. 1583 v části Švýcarska, r. 1584. dle přání císaře Rudolfa II. v katolických částech Německa, r. 1585. pro katolíky v části Švýcarska, r. 1586. v Polsku r. 1587. v Uhrách, r. 1622. ve Wallisu a teprve r. 1682,

<sup>1)</sup> Stöffler navrhoval zbývajcí chybu poněmhu napravovati vynecháním přidávaného dne v příštích 10 přestupných rocích a, aby se odstranila nová chyba, každý 132. rok vynechati přidávaný den.

<sup>2)</sup> Nastoupil stolec papežský r. 1572., narodil se r. 1502. v Bologni, zemřel r. 1585. v Římě. Původní jeho jméno bylo Hugo Buoncompagni.

<sup>3)</sup> Návrh na vynechání přidávaného dne v přestupném roce v označených letech pochází od Luigi Lilio z Verony. Papež předložil návrh ten různým universitám a vládařům a zvláštní kommissi sestávající ze členů: kardinála Sirtelli, Petra Ciaconia, Křištofa Clavia a Ignacia Dantiho, aby jej posoudili. — Viz Ferdinand Kaltenbrunner: Die Vorgeschichte des gregorianischen Kalenders. Wien 1876. — V. Matzka podal ve spisech kr. učené společnosti v Praze r. 1880. návrh, aby se ve 33 letech vkládalo 8, v následujících letech pak 7 přestupných dní. Jiné návrhy k upravení kalendáře pro budoucí věky pomijíme pro nedostatek místa mlčením.

ve Strassburku.<sup>1)</sup> V Čechách, jak se zdá, byl Václav Zlotýn z Krásné Hory první, který r. 1583. podal srovnání dnův obojího kalendáře (julianského a rehořského). Nový kalendář byl v Čechách r. 1584. usnešením se na sněmě všech tří stavů českých dekretem císaře Rudolfa za platný prohlášen. V novém kalendáři bylo vypuštěno 10 dní v měsíci lednu, tak že se na místě 17. ledna r. 1584. psalo a počítalo 7. ledna. Po uzavření sněmovním užívalo se však ještě dlouho v Čechách kalendáře starého. (J. Smolik. *Mathematikové v Čechách* p. 77. a 78.). Většina protestantů a řecká církev přidržely se však starého kalendáře julianského, neuznávajice vhodnosti opravy a nechtějice se podrobiti nařízení, jež vyšlo z Říma. V zemích společně obývaných katolíky i protestanty povstaly z užívání obou kalendářů různé neshody a stav ten se nechal na dlouho udržeti. Od konce 17. století shodli se i protestanté na užívání částečně kalendáře Rehořova nebo zlepšeného kalendáře říšského (*Reichskalender*), lišícího se od prvního tím, že výpočet svátků se opíral o Rudolfské tabulky Keplerovy (v. později), kdežto u kalendáře Gregoriánského se svátky počítaly dle Reinholdových tabulek pruských (*Tabulae prutenicae*, v. později). Evangelici Němecti a Nizozemští vynechali již r. 1700. 11 dnů od 19. do 29. února; potom (r. 1701.) připojila se i některá města Švýcarská, začínajice rok 1701. hned 12. lednem; r. 1710. učinilo tak Dánsko na přimlavu Římerovu, r. 1724. město Sv. Havel (*St. Gallen*), r. 1752. Anglie a r. 1753. i Švédsko. Rozdíl výpočtu svátků dle kalendáře Gregoriánského a kalendáře říšského působil také různé zmatky, velikonoce lišily se dle výpočtu podle jednoho nebo druhého o celý týden. Bedřich Veliký získal si zásluh tím, že způsobil, aby se upustilo konečně také od kalendáře říšského, takže koncem 18. století kalendář Gregoriánský nabyl obecné platnosti v celém křesťanském světě vyjímaje církev řeckou. Rozdíl mezi kalendářem Gregoriánským a Julianským obnáší nyní 12 dnů, t. j. vyznavači církve řecké jsou o 12 dnů pozadu proti našemu počtu. Ve

<sup>1)</sup> Zavedení nového kalendáře potkalo se na mnohých místech s velikým odporem. Lid soudil instinktivně rozumějí než učenci. Jeť lhostejno, na který měsíc a den po tisíciletích připadne jarní rovnodenní; při tom jest jen důležité, aby připadaly doby setí, žní atd., tedy jaro, léto, podzim a zima po dlouhé časy skoro na tytéž časové body roční.

Francii na krátkou dobu místo kalendáře Gregorianského zaveden byl kalendář republikánský. Různé stránky křesťanské chronologie vykládá velmi důkladně J. Emler ve své rukověti chronologie křesťanské (1876.).

Kalendář republikánský. Po vypuknutí první revoluce ve Francii zaveden byl nový kalendář. Éra a začátek roku byly položeny na dobu *podzimního rovnodenní* r. 1792. Léta letopočtu republikánského jsou pevné roky sluneční o 365 aneb 366 dnech. Den počínal o půl noci a dělil se v 10 hodin po 100 minutách a 100 sekundách. Rok čítal 12 měsíců:

Podzim	1. Vendémiaire	7. Germinal	Jaro
	2. Brumaire	8. Floréal	
	3. Frimaire	9. Prairial	
Zima	4. Nivôse	10. Messidor	Léto
	5. Pluviôse	11. Thermidor	
	6. Ventôse	12. Fructidor	

po 30 dnech na 3 dekady dělených. Dni dekady sluly: Primi, Duodi, Tridi, Quartidi, Quintidi, Sextidi, Septidi, Octidi, Nonidi, Decadi. Každý Decadi, nový rok a dni dodatečné byly svátky.<sup>1)</sup> Každý jednotlivý Quintidi obdržel jméno zvířete, poslední Quintidi jméno hospodářského stroje; ostatní dni měly názvy rostlin a nerostů, na př. 15. Vendémiaire . . . Áne (osel), 28. Nivôse . . . Zinc (zinek), 14. Vendémiaire . . . Réséda (reseda). Po 12 měsících následovalo (Sansculotides) 5 dnů dodatečných, každý 4. rok přidával se k těmto ještě

<sup>1)</sup> Svátky sluly v měsíci Vendémiaire: 1. La Proclamation de la République, 10. La Nature, 20. Le Genre Humain, 30. Le Peuple Français; Brumaire: 10. Les Bienfaiteurs de l'Humanité, 20. Les Martyrs de la Liberté, 30. La Liberté et l'Egalité; Frumaire: 10. La République, 20. La Liberté du Monde, 30. L'Amour de la Patrie; Nivôse: 10. La Haine des Tyrans et des Traîtres, 20. La Vérité, 30. La Justice; Pluviôse: 10. La Pudeur, 20. L'Immortalité, 30. L'Amitié; Ventôse: 10. La Frugalité, 20. Le Courage, 30. La Bonne Foi; Germinal: 10. L'Héroïsme, 20. Le Désintéressement, 30. Le Stoïcisme; Floréal: 10. L'Amour, 20. La Foi Conjugale, 30. L'Amour Paternel; Prairial: 10. La Tendresse Maternelle, 20. La Piété Filiale, 30. L'Enfance; Messidor: 10. La Jeunesse, 20. La Virilité, 30. La Vieillesse; Thermidor: 10. Le Malheur, 20. L'Agriculture, 30. L'Industrie; Fructidor: 10. Nos Aïeux, 20. La Postérité, 30. Le Bonheur. *Jours complémentaires*: 1. La Vertu, 2. Le Génie, 3. Le Travail, 4. L'Opinion, 5. La Récompense, 6. La Révolution.



6. den — Franciade — kterým končil cyklus a oslavoval se hrami republikánskými. Po nastoupení Napoleona na trůn bylo císařským dekretem nařízeno,<sup>1)</sup> že od r. 1806. ledna 1. má nastoupiti v zákonnou platnost opět kalendář gregoriánský.

Letopočet řecký. Olympiady zavedl teprve ve 3. století př. Kr. Timäus a začátek určil<sup>2)</sup> na rok 776. př. Kr. Léta letopočtu byly roky lunisolární o 354 neb 355 a v přestupných letech o 383 neb 384 dnech. Vkládání bylo nejisté až do zavedení 19 letého cyklu Metonova Olympiady 87. roku I. Při 112. olympiadě roku III. byl místo cyklu Metonova zaveden 76 letý cyklus Kalippův. Rok dělil se ve 12 měsíců, v roce přestupném přidal se ještě jednou měsíc Poseidon. Měsíce jsou:

- |                 |                   |
|-----------------|-------------------|
| 1. Hekatomäion  | 7. Gamelion       |
| 2. Metageitnion | 8. Anthesterion   |
| 3. Boëdromion   | 9. Elaphebolion   |
| 4. Pyanepsion   | 10. Munychion     |
| 5. Mämakterion  | 11. Thargelion    |
| 6. Poseidon     | 12. Skirophorion. |

Měsíc dělil se ve 3 dekady. Den počínal západem slunce.

Počtu dle olympiád neužívalo se již více po zaniknutí olympických her ke konci 4. století po Kr. za císaře Theodosia.

Kalendář Mexikánský. Roky letopočtu toho jsou pevné roky sluneční o 365 dnech s vkládáním 13 dnů v 52 letech. Rok se dělil v 18 měsíců po 20 dnech, pak následovalo 5 dnů doplňovacích a po 52 letech přidávalo se ještě dalších 13 dnů doplňovacích. Jména měsíců jsou:

- |                       |                   |
|-----------------------|-------------------|
| 1. Tititl             | 5. Toroztontli    |
| 2. Xochilhuitl        | 6. Huey Tozoztli  |
| 3. Xilomanaliztli     | 7. Toxcatl        |
| 4. Tlacaxipehualiztli | 8. Etzalqualiztli |

<sup>1)</sup> Letopočet republikánský byl zrušen usnesením senátu ze dne 21. Fructidor léta 13. — ode dne 10. Nivôse roku 14. republiky. Letopočtu toho se opět užívalo za doby pařížské komuny v měsících Germinal a Floréal roku 79. republiky.

<sup>2)</sup> Léta se nečítala jako obyčejně běžné od začátku epochy, nýbrž ve 4 letých cyklech, zvaných Olympiady; pro jednotlivé olympiady udává se, kolikátý rok běžné olympiady jest rok příslušný. Jméno Olympiady upomíná na národní slavnost řeckou slavenou každý 4. rok v Olympii.

9. Tecuilhuitzintli
10. Hueytecuithuitl
11. Miccailhuitzintli
12. Hueymiccailhuitl
13. Ochpaniztli
14. Pachtli

15. Hueypachtli
16. Quecholli
17. Panquetzaliztli
18. Atemoztli
- Nemontemi . . 5 dnů.

Perioda 52 let slula Xiuhmolpilli a dělila se ve 4 periody po 13 letech — Tlalpilli. Dvě 52 leté periody tvořily 104 letou periodu — Cehuehuutiliztli.

Roky 52 letého cyklu obdržely jména (ne čísla) tvořená spojováním 13 dílného cyklu s cyklem 4 dílným. Rovněž i dni roku byly pojmenovány spojováním jistého 13 dílného cyklu s 20 a 9 dílným.<sup>1)</sup>

Kalendář čínský a japonský. Roky letopočtu toho jsou roky lunisolární, jež se vyrovnávají astronomickým výpočtem. První den každého měsíce jest den, kdy jest novolunní, první měsíc každého roku jest měsíc, v kterém slunce vstupuje do znamení ryb, druhý měsíc roku jest měsíc, v kterém slunce vstupuje do znamení berana atd. Nevstoupí-li slunce během měsíce v žádné nové znamení, pak se čítá takovýto měsíc za vkladný, obdrží totéž číslo pořadí jako předešlý měsíc a liší se od tohoto znamením slun. Měsíce<sup>2)</sup> jsou tedy:

1.	slunce vstupuje ve znamení	☾,
2.	" " " "	☿,
3.	" " " "	♊,
4.	" " " "	♈,
5.	" " " "	♉,
6.	" " " "	♊,
7.	" " " "	♋,
8.	" " " "	♌,
9.	" " " "	♍,
10.	" " " "	♎,
11.	" " " "	♏,
12.	" " " "	♐,

Měsíce malé — shao — mají 29 dní, velké měsíce — ta — mají 30 dní.

<sup>1)</sup> Blíže detaily najde čtenář v „Robert Schram-Hilfstafeln für Chronologie.“

<sup>2)</sup> Toto pořadí měsíců se za různých dynastií měnilo.

Číňané čítají léta v cyklech po 60 rocích, každý rok cyklu má své jméno tvořené (také u Japonců) spojováním 12dílného cyklu s 10dílným cyklem. Japonci čítají taktéž dle 60letých cyklů a mimo to dle roků éry Nino od nastoupení Sin-mu-ten-oe-a na trůn. Číňané mají *týden* 60denní, také měsíce se řídí 60dílným cyklem (60 měsíců). Vedle toho mají Číňané 28denní týden, jehož jednotlivé dny označeny jsou jmény jejich 28 stanic luny.

Den začíná o půlnoci a dělí se ve 12 schí po 8 ko po 15 fen.<sup>1)</sup> Léta se čítají také dle 12 dílného cyklu zvířecího:<sup>2)</sup> 1. schu — myš; 2. niu — vůl; 3. hu — tygr; 4. tu — zajíc; 5. lung — drak; 6. sche — had; 7. ma — koň; 8. jang — ovce; 9. heu — opice; 10. ki — slepice; 11. kjuen — pes; 12. tschu — prase.<sup>3)</sup> — Co se týče kalendáře Indů, Peršanů a Arménů, musíme odkázati na příslušné odborné knihy hlavně na výborný spis již citovaný: R. Schram, *Hilfstafeln für Chronologie*.

Nedělní písmeno. (Litera nedělní.) Dříve se označovaly dny roku od 1. ledna začínaje sedmi písmeny A, B, C, D, E, F, G; den 8., 15., 22., 29. leden atd. obdržel opět písmeno A, den 9., 16., 23., 30. leden atd. písmeno B; podobně platí o ostatních písmenech. Písmeno připadající na neděli slove písmeno nedělní daného roku. Obvyčejný rok se končí týmž dnem téhodne, kterým začal; případně tudíž pro příští rok nedělní písmeno o jedno místo v pořadí abecedy nazpět. Příklad. Budiž nedělní písmeno určitého roku G, pak rok ten začíná pondělkem — A a končí pondělkem — A; příští rok začíná úterkem označeným zase — A a proto obdrží neděle toho roku písmeno F. Nedělní písmeno pro příští rok jest tedy F, pro následující rok E atd. — V rocích přestupných označuje se 23. únor a po něm následující den přestupný týmž písmenem. Tím se ale stane, že má rok přestupný dvě písmena nedělní, jedno až do 24. února a druhé v pořadí abecedy předcházející po 24. únoru. V roce příštím po roce přestupném postoupí nedělní písmeno o dvě místa nazpět. Pro kalendář juliánský, ve kterém jest každý čtvrtý rok

<sup>1)</sup> Ko =  $\frac{1}{4}$  hodiny, fen = minuta.

<sup>2)</sup> Tento zvířecí cyklus (Thiercyclus) vyskytuje se téměř u všech národů východoasijských.

<sup>3)</sup> Blíže rozbor, svátky, převádění roků čínských na naše atd. v. R. Schram: *Hilfstafeln für Chronologie*. Vídeň 1883.

přestupný, opakují se písmena nedělní v periodě  $4 \times 7 = 28$  let. Číslo udávající, kolikátým rokem této periody jest určitý rok letopočtu křesťanského, slove kruh sluneční. Začátek této periody se stanovil na 9. rok před narozením Páně, poslednímu roku periody se přidělilo písmeno *A*. Z toho tedy plyne, že se pro daný rok obdrží kruh sluneční, přičte-li se k danému roku 9, dělí-li se dále součet číslem 28, zbytek dělení dává hledané číslo; s tímto obdrží se pak snadno písmeno nedělní v julianském kalendáři (julianské písmeno nedělní). Připojená tabulka podává ihned pro daný kruh sluneční příslušné písmeno nedělní:

Kruh sluneční.	Písmeno nedělní.	Kruh sluneční.	Písmeno nedělní.	Kruh sluneční.	Písmeno nedělní.
1	<i>G, F</i>	11	<i>A</i>	20	<i>D</i>
2	<i>E</i>	12	<i>G</i>	21	<i>C, B</i>
3	<i>D</i>	13	<i>F, E</i>	22	<i>A</i>
4	<i>C</i>	14	<i>D</i>	23	<i>G</i>
5	<i>B, A</i>	15	<i>C</i>	24	<i>F</i>
6	<i>G</i>	16	<i>B</i>	25	<i>E, D</i>
7	<i>F</i>	17	<i>A, G</i>	26	<i>C</i>
8	<i>E</i>	18	<i>F</i>	27	<i>B</i>
9	<i>D, C</i>	19	<i>E</i>	28	<i>A</i>
10	<i>B</i>				

Příklad. Pro rok 1894. jest kruh sluneční

$$\left( \frac{1894 + 9}{28} = 67 + \frac{27}{28} \right)$$

roven 27, a tudíž nedělní písmeno *B* (julianské).

Pro kalendář Gregoriánský jest kruh sluneční týž jako pro kalendář julianský. Písmeno nedělní se najde pak takto: V roce 1582. vypadlo 10 dnů, gregoriánské nedělní písmeno postoupilo tedy o  $10 = 7 + 3$ , t. j. o 3 místa ku předu; rok 1600. byl pak pro oba kalendáře přestupným rokem, od r. 1582. až do 1700. jsou tedy nedělní čísla v kalendáři gregoriánském o tři místa napřed vzhledem ke kalendáři julianskému. R. 1700. nebyl rokem přestupným v kalendáři novém, v starém julianském však jím byl, postoupilo tedy písmeno nedělní v novém kalendáři o 4 místa proti kalendáři starému od r. 1700. až do r. 1800.; rovněž tak postou-

pilo nedělní písmeno od r. 1800. do r. 1900. o 5 míst atd. V kalendáři Gregoriánském se nedělní písmena v témž pořádku opakuji teprve v periodě  $7 \times 3600 = 25.200$  let. Připojená tabulka podává pro jednotlivá staletí příslušná písmena nedělní obou kalendářů:

1582—1700		1700—1800		1800—1900		1900—2100	
Jul.	Gregor.	Jul.	Gregor.	Jul.	Gregor.	Jul.	Gregor.
<i>A</i>	<i>D</i>	<i>A</i>	<i>E</i>	<i>A</i>	<i>F</i>	<i>A</i>	<i>G</i>
<i>B</i>	<i>E</i>	<i>B</i>	<i>F</i>	<i>B</i>	<i>G</i>	<i>B</i>	<i>A</i>
<i>C</i>	<i>F</i>	<i>C</i>	<i>G</i>	<i>C</i>	<i>A</i>	<i>C</i>	<i>B</i>
<i>D</i>	<i>G</i>	<i>D</i>	<i>A</i>	<i>D</i>	<i>B</i>	<i>D</i>	<i>C</i>
<i>E</i>	<i>A</i>	<i>E</i>	<i>B</i>	<i>E</i>	<i>C</i>	<i>E</i>	<i>D</i>
<i>F</i>	<i>B</i>	<i>F</i>	<i>C</i>	<i>F</i>	<i>D</i>	<i>F</i>	<i>E</i>
<i>G</i>	<i>C</i>	<i>G</i>	<i>D</i>	<i>G</i>	<i>E</i>	<i>G</i>	<i>F</i>

Příklad. R. 1894. jest nedělní písmeno v kalendáři juliánském *B*; v novém kalendáři bude tedy nedělní písmeno *G* (z třetího oddílu [1800—1900]).

Známe-li pro určitý rok písmeno nedělní, obdržíme ihned, na který den tého dne připadá daný den nějakého měsíce z této tabulky:

## I.

duben, červenec	září, prosinec	červen	únor, březen, listopad	srpen	květen	leden, říjen
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				

## II.

<i>A</i> Sobota,	<i>E</i> úterý,
<i>B</i> pátek,	<i>F</i> pondělí,
<i>C</i> čtvrtek,	<i>G</i> neděle.
<i>D</i> středa,	



Je-li pro určitý rok písmeno nedělní v kalendáři julian-kém *A*, pak veškerá data tabulky I. jsou soboty, tedy

1. duben, červenec,	2. září, prosinec,
8.       "       "	9.       "       "
15.       "       "	16.       "       "       atd.

Rok 1894. má nedělní písmeno v kalendáři starém *B* (při *B* v II. stojí pátek), budou veškerá data tabulky I. pro starý kalendář *pátkem*, tedy 1. duben, 2. září, 3. červen atd. V novém kalendáři odpovídá nedělnímu písmenu *B* písmeno *G* (při *G* v II. stojí neděle), budou tedy veškerá data tabulky I. příslušet neděli; v roce 1894. jest tedy neděle v našem kalendáři dne 1. dubna a července, 4. února, března a listopadu atd. Jiný příklad. Jaký den byl 12. srpna 1842.? Kruh sluneční jest 3, tomu odpovídá v julianském kalendáři *D* jako písmeno nedělní, tomuto písmenu přísluší v kalendáři našem písmeno *B*; v starém kalendáři budou veškerá data tabulky I. středou, v našem novém kalendáři však pátkem. V tabulce I. jest 12. srpen, byl tedy 12. srpen v starém kalendáři středou, v novém pátkem.

**E p a k t y.** Doba mezi dvěma novými měsíci neb úplňky, synodický oběh měsíce, obnáší 29·530587 dne; 12 takovýchto měsíců dělá 354·367 dne, tedy o 10·883 dne méně než obnáší rok julianský, o 365 $\frac{1}{4}$  dne.

Začínal-li některý julianský rok novým měsícem, pak pro začátek příštího julianského roku uplynulo již od posledního nového měsíce 10·883 dne. Říkáme pak, že na začátku roku druhého jest měsíc stár 10·883 dne, anebo že stáří měsíce neb epakty toho roku obnáší 10·883 dnů. V počtech církevních se zaokrouhluje číslo (na 11 dnů), měsíc synodický má tu 30 dnů. Epakty církevní ohnávají tedy na začátku 1. roku 11 dnů, na začátku roku 2. již 22 dnů, na začátku roku 3. dále 33 neb 3 dny, na začátku roku 4. . . . 44 neb 14 dnů, všeobecně se rovná epakta na začátku *N* tého roku zbytku dělení čísla 11 *N* číslem 30.

19 roků julianských obnáší 6939·75 dne, 235 měsíců synodických se rovná 6939·6878 dne; 235 měsíců synodických jest tedy jen o 0·0621 dne kratší než 19 julianských roků. Po 19 letech julianských případnou tedy skoro nové měsíce a tedy i epakty na tytéž dny měsíce. Rozdíl 0·0621

dne činí v 300 letech 1 den. Známe-li pro některý rok této 19leté periody epaktu, vypočtem si snadno i epaktu pro jiný rok periody. Perioda ta slove kruh měsíční a číslo udávající, kolikátým rokem periody jest určitý rok, slove číslo zlaté. Číslo zlaté jest pro oba kalendáře (julianský i Gregoriánský) stejné a opakuje se periodicky v 1900 let.

Za začátek 19letého kruhu měsíčního běreme rok předcházející narození Páně; rok uvedený začínal tedy novým měsícem. Pro daný rok  $n$  obdržíme zlaté číslo  $N$  rovno zbytku dělení čísla  $n + 1$  číslem 19. Příklad. Rok 1894 dává pro oba kalendáře zlaté číslo 14. a epaktu julianskou obdržíme dle dřívějšího:

$$\left[ \frac{11 \times 14}{30} = 5 + \frac{4}{30} \right] - IV,$$

t. j. 1. ledna 1894. uplynou od posledního nového měsíce 4 dny.<sup>1)</sup>

Za 300 let připadne v kalendáři julianském epakta o celý den později. R. 1582. vypadlo v kalendáři Gregoriánském 10 dnů; jest tedy Gregoriánská epakta o 10 dnů menší než Julianská; tento rozdíl trval do roku 1700. V ten rok se zvětšil rozdíl o jeden den; od r. 1700. až do r. 1800. byla Gregoriánská epakta o 11 dnů menší než Julianská. Od r. 1800. do 1900. by rozdíl ten obnášel již 12 dnů, k tomu však přistupuje ještě oprava Julianské epakty o jeden den, neboť od Gregoriánské reformy kalendáře uplyne pak již 300 let, bude tedy Gregoriánská epakta také od r. 1800. až do 1900. o 11 dnů menší než Julianská. Z téže příčiny bude gregoriánská epakta od 1900. do 2200. o 12 dnů, od r. 2200. do r. 2300. o 13 dnů menší než julianská atd. Připojená tabulka podává pohodlný přehled našich úvah.

<sup>1)</sup> Ve skutečnosti neuplynou 4 dny od posledního nového měsíce; celý náš počet se opírá totiž o předpoklady, že difference mezi 12 měsíci synodickými a rokem julianským obnáší 11 dnů a že délka synodického měsíce obnáší 30 dnů, což jest jen přibližné. Bude se tedy pravý měsíc (astronomický) lišiti od měsíce *cyklického* neb *církevního*, jenž se zakládá na uvedených předpokladech; nový měsíc může se lišiti o několik dnů s hořejším udáním platícím pro měsíc církevní.

Číslo zlaté	Epakta Julianská	Epakta Gregorianská			
		od 1582 do 1700	od 1700 do 1800	od 1800 do 2200	od 2200 do 2300
1	11	1	0	29	28
2	22	12	11	10	9
3	3	23	22	21	20
4	14	4	3	2	1
5	25	15	14	13	12
6	6	26	25	24	23
7	17	7	6	5	4
8	28	18	17	16	15
9	9	29	28	27	26
10	20	10	9	8	7
11	1	21	20	19	18
12	12	2	1	0	29
13	23	13	12	11	10
14	4	24	23	22	21
15	15	5	4	3	2
16	26	16	15	14	13
17	7	27	26	25	24
18	18	8	7	6	5
19	29	19	18	17	16

V kalendářích uvádí se také perioda 15 let začínající 3. rokem před narozením Páně. Abychom si určili pro některý rok příslušný rok periody té, připočteme k danému roku 3 a dělíme součet 15, zbytek dělení slove indikce neb číslo římské (*Römerzinszahl*) a jest pro oba kalendáře (starý i nový) totéž číslo. Rok 1894. má tedy indikci 7.

Význam tohoto 15letého cyklu nebyl dlouho znám, teprve r. 1822—23. dokázal Karel ze Savigny,<sup>1)</sup> že 15letý cyklus indikční se shoduje s periodou dani zavedenou ve 4. století císařem Konstantinem; Houzeau pak dokázal, že stávala u Římanů pro legionáře 15letá perioda služební, po již uplynutí nastoupilo osvobození od služby.

Jiné cykly a periody. Victorius<sup>2)</sup> spojil cyklus sluneční (28letý) a měsíční (19letý) a zavedl takto již

<sup>1)</sup> V pojednání „Über die Steuerverfassungen unter den Kaisern“ (Berlín).

<sup>2)</sup> Z jižní Francie rodem.

v 5. století periodu  $19 \times 28 = 532$  let (Victoriova perioda), jejíž začátek položil na rok 76, kdy současně počínal cyklus měsíční i sluneční. Josef Justus Scaliger<sup>1)</sup> pak spojil cyklus sluneční a měsíční ještě s 15letým cyklem indikčním a zavedl takto periodu  $19 \times 28 \times 15 = 532 \times 15 = 7980$  let, jejíž začátek položil na rok 4714. před Kr.; v této Scaligerově periodě začínají současně všechny 3 cykly se začátkem periody samé. Periodu tu pojmenoval Scaliger dle svého otce Julia<sup>2)</sup> periodou Julianskou. Perioda ta zdomácněla záhy v ebronologii, majíc velký význam v mnohých výzkumech historických.

U starých národů, Chaldeův a Egyptanů, užívalo se periody 600 let o 7421 měsících Néros zvané; u Babyloňanů a Číňanů přicházela perioda 60 let Sossos zvaná.

**Velikonoce.** Poněvadž se pohyblivé svátky křesťanské řídí dle velikonoce, jest určení těchto v obou kalendářích pro výpočet svátků velmi důležité. Předpis, dle kterého se vypočítávají velikonoce, zní: „Velikonoce se slaví vždy nejbližší neděli po jarním úplňku; případně-li úplněk jarní na neděli, přeloží se velikonoce na příští neděli. Jarní úplněk připadá buď na 21. březen (začátek to jara církevního), nebo po 21. březnu.<sup>3)</sup> Předpis ten byl vydán, aby křesťanské velikonoce nikdy nepřipadly na týž den roku jako židovský velikonoční svátek. K snadnějšímu určení velikonočního hodů dle hořeního předpisu bylo také vymyšleno nedělní písmeno, epakty atd. Za nynější doby již nepotřebujeme těchto pomůcek, neboť Gauss<sup>4)</sup> ukázal, jak lze vypočísti několika jednoduchými operacemi arithmetickými velikonoční hod. Pravidlo Gaussovo zní: „Děl daný rok křesťanský čísly 19, 4 a 7, nazvi zbytky dělení těch  $a$ ,  $b$ ,  $c$ . Číslo  $(m + 19a)$  děl 30, zbytek nazvi  $d$ . Posléze číslo  $(n + 2b + 4c + 6d)$  děl 7 a zbytek nazvi  $e$ . Pak jest velikonoční hod vždy  $(22 + d + e)$  tý březen neb což jest totéž  $(d + e - 9)$  tý duben. V kalendáři Julianském

<sup>1)</sup> Nar. r. 1540., † r. 1609. v Leydenu. Dílo: „Opus de emendatione temporum.“ 1583.

<sup>2)</sup> Julius Caesar Scaliger (de la Scala), lékař, nar. r. 1484. v Padui, † r. 1558.

<sup>3)</sup> Úplněkem rozumí se zde úplněk cyklický, církevní, určený epakton, nikoli však pravý úplněk; za takovýto cyklický úplněk se čítá 14. den od nového měsíce, při čemž se den nového měsíce za první čítá.

<sup>4)</sup> V „Monatliche Correspondenz r. 1800. srpen.“

jest vždy  $m = 15$  a  $n = 6$ . Pro kalendář Gregoriánský platí toto: Dá-li výpočet 26. duben, vezmi místo toho 19. duben; dá-li výpočet 25. duben a je-li současně  $d = 18$  a  $a$  větší než 10, vezmi 18. duben. Jinak počítej dle hořeního a polož v kalendáři Gregoriánském:

			za $m$	za $n$
od r.	1582	do	1699	22 2
"	1700	"	1799	23 3
"	1800	"	1899	23 4
"	1900	"	2099	24 5
"	2100	"	2199	24 6
"	2200	"	2299	25 0
"	2300	"	2399	26 1
"	2400	"	2499	25 1

Příklad. Vypočti, na který den připadne velikonoční hod dle kalendáře juliánského a na který den dle kalendáře Gregoriánského v r. 1894.

$$\frac{1894}{19} = 99 + \frac{13}{19}, \frac{1894}{4} = 473 + \frac{2}{4}, \frac{1894}{7} = 270 + \frac{4}{7};$$

$$a = 13, b = 2, c = 4.$$

Pro kalendář Juliánský jest  $m = 15$ ,  $n = 6$ , tedy  $m + 19a = 15 + 19 \times 13 = 262$ ,  $262 : 30 = 8 + \frac{22}{30}$ ,  $d = 22$ ,  $n + 2b + 4c + 6d = 6 + 4 + 16 + 132 = 158$ ,  $\frac{158}{7} = 22 + \frac{4}{7}$ ,  $e = 4$ . Velikonoční hod bude dle kalendáře Juliánského  $(22 + 22 + 4)$  tý březen  $= (22 + 4 - 9)$  tý duben  $= 17$ . dubna.

Pro kalendář Gregoriánský jest:  $a = 13$ ,  $b = 2$ ,  $c = 4$ ,  $m = 23$ ,  $n = 4$ ,  $m + 19a = 23 + 19 \times 13 = 270$ ,  $\frac{270}{30} = 9$ ,  $d = 0$ ,  $n + 2b + 4c + 6d = 4 + 2 \times 2 + 4 \times 4 + 6 \times 0 = 4 + 4 + 16 = 24$ ,  $\frac{24}{7} = 3 + \frac{3}{7}$ ,  $e = 3$ .

Velikonoční neděle bude tedy: březen  $(22 + 0 + 3) = 25$ . březen.

Připojená tabulka udává ihned den března, kdy připadne v kalendáři Juliánském velikonoční neděle určitého roku, pro který jest již vypočteno: zlaté číslo  $N$  a nedělní písmeno ( $A, B, C, D, E, F, G$ ):



N	A	B	C	D	E	F	G
1	40	41	42	43	37	38	39
2	26	27	28	29	30	31	32
3	47	48	49	50	51	45	46
4	40	34	35	36	37	38	39
5	26	27	28	29	23	24	25
6	47	48	42	43	44	45	46
7	33	34	35	36	37	31	32
8	54	55	56	50	51	52	53
9	40	41	42	43	44	45	39
10	33	34	28	29	30	31	32
11	47	48	49	50	51	52	53
12	40	41	42	36	37	38	39
13	26	27	28	29	30	31	25
14	47	48	49	50	44	45	46
15	33	34	35	36	37	38	39
16	26	27	28	22	23	24	25
17	47	41	42	43	44	45	46
18	33	34	35	36	30	31	32
19	54	55	49	50	51	52	53

Příklad. Kdy připadne velikonoční neděle v starém kalendáři pro r. 1894. ? R. 1894. má zlaté číslo 14, nedělní písmeno v starém kalendáři jest *B*. Vyhledáme číslo stojící v sloupci pod *B* a v řádce 14 a dostaneme březen 48. čili duben 17. Kdy připadne velikonoční neděle v starém kalendáři r. 1900. ? V roce 1900. jest zlaté číslo

$$\left( \frac{1901}{19} = 100 + \frac{1}{19} \right) \dots 1$$

a nedělní písmeno v kalendáři juliánském *B* a *A*. Poněvadž případnou velikonoce vždy po 21. březnu, musíme vzítí písmeno nedělní *A*. V řádce 1 a v sloupci pod *A* najdeme pro velikonoce Juliánské r. 1900. březen 40. čili 9. duben.

Hlavní svátky pohyblivé v katolickém kalendáři Gregoriánském jsou tyto:

Septuagesima, 9. neděle před velikonoce (9. neděle před nedělí velikonoční).

Sexagesima, 8. neděle před velikonoce.

*Quinquagesima*, 7. neděle před velikonocemi, neděle masopustní.

Po této neděli následující úterek jest masopustní úterý, středa jest popeleční středa, začátek to postu, jenž trvá do velikonoc.

6. neděle před velikonocemi (1. neděle postní) slove *Quadragesima* (*Invocavit*), následující středa jest suchý den (*Quatember +*); 5. *Reminiscere* 4. *Oculi*, 3. *Laet re*, 2. *Judica* (neděle černá), 1. neděle květná, příští čtvrtek, pátek, sobota jest zelený čtvrtek, veliký pátek, bílá sobota. Po velikonoční neděli následuje 6 neděl po velikonočních, 7. jest neděle svatodušní, středa po této neděli jest opět *Quatember*. Další neděle se běžně označují, jako 1., 2., 3. . . neděle po neděli svatodušní až k první neděli adventní, jež připadá vždy mezi 27. listopad a 3. prosinec anebo také na 27. listopad, je-li den tento neděli. Tak máme 23 až 28 neděl po neděli svatodušní. První neděle po svatodušní jest neděle sv. Trojice, příští čtvrtek jest boží tělo. Případne-li narození Páně (25. prosince) na neděli, připadne první neděle adventní nejdříve, t. j. na 27. listopad; připadne-li narození Páně na pondělí, připadne 1. adventní neděle nejpozději, t. j. na 3. prosinec. První neděli adventní počíná rok církevní. Neděle adventní jsou čtyry. 25. prosince jsou vánoce. 6. leden jest *Epiphania* (tři krále), začátek masopustu, jenž trvá až do středy popelečné. Příští neděle jsou neděle po *Epiphania*, jež se čítají až do 9. neděle (*Septuagesima*) před velikonocemi.

Kalendář Rusův a Řeků se celkem srovnává s kalendářem Julianským. Velikonoční neděle se určuje týmným způsobem jako při kalendáři Julianském.

Rozdíly od kalendáře Julianského jsou tyto:

Kruh sluneční v kalendáři Rusův a Řeků se obdrží, přidá-li se ke kruhu slunečnímu dle kalendáře julianského (nebo Gregorianského) číslo 11; je-li součet větší než 28, odečte se od něho 28. Zlaté číslo ruské se obdrží, odečte-li se od zlatého čísla Julianského (Gregorianského), je-li větší než 3, číslo 3, anebo přičte-li se ke zlatému číslu Julianskému, je-li menší než 3, číslo 16. Indikce jest táž jako v ostatních dvou kalendářích.

Nedělní písmena (vruceleto) Rusů jsou prvních 7 písmen abecedy ruské: 1 . . . *A* (*As*), 2 . . . *B* (*vědi*) 3 . . . *G* (*glagol*), 4 . . . *D* (*dobro*), 5 . . . *E* (*jest*), 6 . . . *Sz* (*selo*),

7...S (semľa). Ruské písmeno nedělní ukazuje však, který den téhož ne v daném roce připadne na 1. září.<sup>1)</sup> Nedělní písmeno ruské se najde takto: ruský sluneční kruh dělme 4, připočteme k podílu ruský sluneční kruh, součet dělme 7, pak zbytek dá nedělní písmeno ruské. R. 1894. jest sluneční kruh ruský 10,  $\frac{10}{4} = 2 + \frac{2}{4}$ , podíl jest 2,  $\frac{2 + 10}{7} = \frac{12}{7} = 1 + \frac{5}{7}$ . Nedělní číslo ruské pro r. 1894. jest tedy E, t. j. 1. září 1894. jest čtvrtek.

Osnovaně — základ (basis) ruského kalendáře jest totožné s epaktou Julianskou.

Epakta ruského kalendáře jest oproti tomu číslo, jež se přidati musí k osnavani, aby součet obou dělal 21 nebo 51. Osnovaně 14 má epaktu 7, osnovaně 25 však epaktu 26.

Klíč granie (Kalenderschlüssel) v ruském kalendáři jest číslo, udávající, o kolik dnů později od 21. března začínaje nastane velikonoční neděle. Případne-li neděle velikonoční na 31. března, jest klíč roven 10; případne-li na 25. dubna, jest klíč roven 35.

Pohyblivé svátky ruského a řeckého kalendáře řídí se také neděli velikonoční.<sup>2)</sup>

Ery.<sup>3)</sup> Důležité příběhy tvořily u jednotlivých národů zvláštní východiska, začátky, éry letopočtů. Počet dnů připadajících mezi začátek periody Julianské a začátek některé éry slove absolutní číslo éry.<sup>4)</sup>

Mnozí národové čítali svá léta od epochy (začátku) stvoření světa, začátek ten jest větším dílem velmi libovolně stanoven. Hlavní éry světové (stvoření světa) jsou tyto: byzantská éra světová (řeckých křesťanů), již užívali i římscí císařové v Cařihradě, odkudž pochází také jméno Konstantinopolská éra; začátek této éry,

<sup>1)</sup> 1. zářím začínal občanský rok u Rusů před 18. stoletím.

<sup>2)</sup> Bližší detaily viz v odborných knihách, na př. v „Calendarographie“ od J. J. Littrowa Vídeň 1828<sup>a</sup>.

<sup>3)</sup> O původu slova není rozhodnuto, buď z arabského „arrach“ (datum) neb z gotického „jera“ (Jahr), aneb ze zkratky „A ER A.“ — annus erat Augusti, když ve Španělsku na počest císaře Augusta zaveden nový letopočet

<sup>4)</sup> Význam ten zavedl Ideler.

t. j. 1. září roku prvního, připadá pro astronomy<sup>1)</sup> na 1. květen r. 5507. před Kr.;<sup>2)</sup> éra židovská (novější), pro níž začátek stvoření světa jest položen na 26. březen r. 3761. př. Kr.;<sup>3)</sup> stará éra alexandriinská klade počátek (1. Thot roku prvního) na 4. květen r. 5502. př. Kr.; dle této tak zvané historické<sup>4)</sup> éry světové, čítali v prvních stoletích křesťanství také Židé, hlavně však křesťané církve alexandriinské, a koptové čítají až podnes dle této éry; — éra alexandriinská byla egyptským mnichem - Pannodorem pozměněna tím, že se za začátek nové éry alexandriinské zvolil r. 5492.; éra tato nazývá se též éra antiochiická, poněvadž ji zavedla nejprve církev v Antiochii. — Eusebius zavedl éru světovou začínající 2. květnem r. 5201. př. Kr.

Vystavění Říma klade Varro na r. 752. př. Kr.<sup>5)</sup> — rok opravy kalendáře (anni Juliani) připadá na rok 44. př. Kr., éra římských císařů (anni Augustorum) začíná r. 26. př. Kr., éra vítězství actického počíná 1. květnem r. 30. př. Kr.; éra španělská přísluší r. 37. př. Kr.; éra Seleucidů začíná slavným vjezdem vojevůdce Seleuca do Babylona 1. dubna r. 311. př. Kr. Nabonassarská éra začíná založením Babylona za Nabonassara 5. listopadu r. 746. př. Kr.; v této má rok 365 dnů.

Důležitější éry, jichž začátek připadá po narození Páně, jsou tyto: éra turecká začíná 16. červencem r. 622. po Kr., rok čítá  $354\frac{11}{30}$  dnů; — éra Diocletianova na počest nastoupení císaře Diocletiana na trůn začíná 29. srpna r. 284. po Kr.; — éra jezdegerdická počíná 16. června r. 630. po Kr., dobou úmrtí perského krále Jezdegerda, v této éře čítá rok 365 dnů; — éra Dželaludinova, dříve v Indii a Persii běžná, začíná 12. březnem r. 1077. po Kr.; rok v éře této má  $365\frac{8}{33}$  dnů. Ve všech jmenovaných letopočtech, vyjímaje ty, při nichž jest délka roku letopočtu toho výslovně udána, čítá rok  $365\frac{1}{4}$  dnů.

<sup>1)</sup> Chronologický rok ( $a + 1$ ) ní před Kristem jest pro astronomy  $a$ -tým rokem před Kristem

<sup>2)</sup> Řmsové čítali dle této éry až do doby Petra Velikého.

<sup>3)</sup> Židé, jako samostatný národ, čítali dobu stvoření světa od 10. dubna r. 4178. př. Kr.

<sup>4)</sup> Zavedené historikem Juliem Afrikanem.

<sup>5)</sup> Veškera udání roků dle čítání astronomů.

Umění, jež opírá se o základy letopočtu a námi předestlané pojmy, sestavovati a vypočítati na jednotlivý rok anebo na celou řadu let ano i na sto let vzájemnost dnů týdních, měsíčních, polohy slunce a měsíce, východ i západ a příslušná zatmění slunce a měsíce — krátce kalendář — slove kalendariografie. První začátky umění tohoto sahají do dávné doby; již staří Egypťané a Číňané sestavovali prý takové kalendáře; na západě vyskytly se také záhy první stopy umění tohoto, tak chová dle R. Wolfa knihovna berlínská manuskript kalendáře z roku 1200., pařížská knihovna rukopis kalendáře z roku 1284. Vzor pro naše *nynější kalendáře* podal však teprve Jan Nyder vulgo Joannes da Gamundia (prof. astron., zemřel r. 1442. ve Vidni) a hlavně Regiomontanus (Johann von Königsberg). Po vynalezení knihtiskařství rozšířily se záhy všeobecně kalendáře roční. Bližší poučení o sestavování kalendářů podává již citovaný spis: J. J. Littrow, *Kalendariographie*. Vídeň 1828. Odkazující čtenáře na odbornou literaturu toho druhu, jmenujeme jen lepší díla: Jakob Philipp Kulik: *Der tausendjährige Kalender*, Praha 1831. — Wilhelm Matzka: *Die Chronologie*. Vídeň 1844. — F.J. Brockmann: *System der Chronologie*. Stuttgart 1883. a O. Fleischhauer, *Kalendercompendium* 1884.

Co se týče kalendářů českých, o tom nás poučuje Palacký v *Musejniku* na rok 1829. ve článku: O prastarostikách a kalendářích českých takto: „Rozdílný jest způsob starých minucí a kalendářů českých, nejen co do formátu, ale i co do obsahu jejich. Minuce vycházely obyčejně v 16erce od 6 až do 12 archů každoročně; kalendářové pak vesměs v 4ce ode 3 do 9 archů. Obsah minucí mnohem bojnější a památnější jest nežli kalendářů. Způsob minucí jest ten, že po titulích a vysvětlení počtů léta i znamení a charakterů planet, aspektů atd. klade se kalendář vlastně řečený, každý měsíc obyčejně se zvláštní vignetou, někdy i s verší o 2 řádcích, jak se totiž každého měsíce chovati sluší. Potom následují článkové tito: 1. pod kterým aspektem . . . co dobře nebo zle začítí; 2. o krve pouštění podle čtyř čtvrtí každého měsíce a sice lidem „vodokrevným, kalostudným, pěnohorkým a krevním“; 3. . . . chceš-li také vědět, kdy máš co dobrého začítí nebo nebezpečného nechatí, pod jedním každým znamením, zření máje k měsíci, tohoto výpisu máš pozorovati. Pak následuje druhý díl minucí



a sice pranostika, obyčejně s předmluvou čili dedikací obšírnou často obsahem svým velmi zajímavou; potom se pojednává o vladaření planet, čili o zprávách toho roku, o zatmění slunce anebo měsíce, o povaze roku ohledné povětrí, o úrodách, o nemocech a moru, o válkách a nepokojích, o rozličných stavech a jich budoucím štěstí, a sice nejprve o křesťanech, potom o Turcích a Židech, o královstvích a zemích, zvláště České a Moravské, co se v nich léta nastávajícího diti bude. Pak následuje druhá strana pranostiky o povaze povětrí v každém měsíci podle čtvrti měsíce, čímž se minuce končí. Ale již r. 1565. počal doktor Hájek z Hájku přidávati na půl archu poznamenání „jarmarků (výročních trhů), které se v městech a městečkách v království Českém držívají“, což po něm i jiní pranostikáři činivali. Kalendářové staří jsou mnohem chudší. Kromě počtu let, vysvětlení aspektů, naučení o pouštění krve, zpráv o budoucím počasí neobsahují než obyčejné položení dnů v roce, zřídka kdy předmluvu anebo krátký přípis.“ (Citováno dle J. Smolik. *Mathematikové v Čechách* p. 35.).

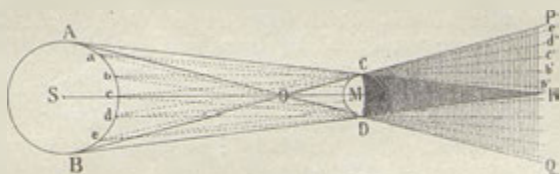
*Chronologie* v širším slova smyslu jest nauka o časopočtu (*Zeitrechnung*, letopočtu), jež učí nás znáti časomíru a letopočty různých národů, podstatu a základy různých kalendářů, výpočet různých epoch a éř; v užším slova smyslu rozumí se *chronologií* historický časopočet (letopočet), návod ku kritickému zkoumání a opravování historických dat pomocí současných astronomických zjevů a ukazů; pro tuto historickou *chronologii* jsou důležité známosti ke snadnému určování doby rovnodenní, slunovratů, syzygií a různých zatmění. Z literatury jmenujeme výtečné dílo: *Ideler: Handbuch der mathematischen und technischen Chronologie*, Berlin, a téhož: *Lehrbuch der Chronologie*, Berlin. —



## IX. Zatmění měsíce a slunce.

Pojem. Dvě koule  $S$  a  $M$  určují (obr. 20.) 2 kužely dotekové; vrchol ( $O$ ) jednoho kužele, tvořeného společnými tečnami na opačných stranách obou koulí, leží mezi  $S$  a  $M$ ; vrchol ( $K$ ) druhého kužele, tvořeného společnými

tečnami na stejných stranách koulí, leží pak, jestli  $S > M$ , za koulí  $M$ . Část kuželů za tělesem  $M$  ležících bude ve stínu pro případ, že jest  $S$  těleso svítící a  $M$  těleso temné, neprůhledné. Země i měsíc, jsouce tělesa temnými, neprůhlednými ( $M$ ), vrhají tedy stín způsobený sluncem ( $S$ ); stín ten se skládá ze dvou částí, ze stínu úplného, hlavního (Kernschatten), vnitřního, tmavého, kam docela žádný paprsek sluneční nemůže vniknouti, a ze stínu vedlejšího (polostínu, Halbschatten), stínu to vnějšího a bledšího, kam jen z části slunce může světelné paprsky vysílati. Nákresem zjednáme si stín úplný, vedeme-li na slunce a temné těleso (země, měsíc) po obou stranách společné tečny; tečny  $ACK$  a  $BDK$  omezuji za temným tělesem kužel



Obr. 20. Hlavní stín a polostín.

úplného stínu. Polostín obdržíme pak, vedeme-li na opačných stranách slunce a temného tělesa společné tečny ( $ADQ$  a  $BCP$ ); polostín jest v části  $KCP$  a  $KDQ$ . Stín úplný má útvar kužele, jehož základnou jest průřez temného tělesa, a vrchol jeho ( $K$ ) jest od slunce odvrácen. Polostín tvoří skomolený kužel, jehož vrchol ( $O$ ) leží mezi sluncem a tělesem temným a jehož základna ztrácí se ve všemíru; polostín jest od vnitřní strany na vnější stále světlejší a přechází na okraji poněkud v úplnou světlost, a proto jest na vnějším okraji nedobře znatelný. Tento výklad o polostínu znázorňuje se na obraze 20. pomocnými přímkami čárkovanými - - - -. Ta část tělesa svítícího, jež obrácena jest k tělesu temnému, vysílá paprsky světelné na toto těleso a osvětluje je; tedy jen ta část tělesa temného, jež jest obrácena k tělesu svítícímu, jest úplně osvětlena, ostatní jest tmava. V nákresném znázornění jest to část kotouče svítícího, jež osvětluje přímo část kotouče temného.

Abychom snadněji mohli blíže sledovati chod paprsků, jež vysílá svítící těleso na temné, volme si v nákresem znázornění jen několik bodů části svítícího kotouče obrácené k temnému. Nejvyšší bod kotouče svítícího, jehož paprsky ještě stihnou kotouč temný, jest ten, v němž vedená tečná přímka, poněvadž se světlo pohybuje v přímých čarách, dotkne se v nejvyšším bodě kotouče temného, to jest bod  $A$ , jenž zastihne kotouč temný nejvýše v bodě  $C$ ; ostatní jeho paprsky nad touto přímkou jdou mimo kotouč, a paprsky pod ní osvětlují kotouč až k paprsku, t. j. ku přímce, jež, vedena jsouc z bodu  $A$ , dotýká se ještě kotouče temného; to jest nejnižší bod kotouče temného, jenž jest ještě osvětlen, bod  $D$ . Podobně nalezneme nejnižší bod  $B$  svítícího kotouče, jenž zase osvětluje nejvýše bod  $C$  a nejníže bod  $D$ , vedouce tečné přímky z bodu  $B$  tak, aby se dotýkaly v bodě nejvyšším a nejnižším. Prodloužíme-li tečné přímky  $AC$  a  $BD$ , protnou se v bodě  $K$ . I pozorujeme, že do části  $CKD$  za temným kotoučem nemůže vniknouti žádný paprsek kotouče svítícího, neboť nejvyšší bod  $A$  vysílá paprsky za temný kotouč až po přímku  $ACK$ , a nejnižší bod  $B$  vniká světlem svým až po přímku  $BCK$ ; tedy ta část  $CKD$  jest úplně tmavá, bez všelikého světla. Zároveň pozorujeme, že bod  $A$  vysílá paprsky do té části nad přímkou  $CK$ , kdežto nejnižší bod  $B$  posílá své světlo jen po přímkou  $BCP$ , pod přímkou  $CP$  však nikoliv. Podobně se děje v dolejší části; bod  $B$  vniká světlem svým za temný kotouč až po přímkou  $DK$ , ale nejvyšší bod  $A$  pouze po přímkou  $DQ$ . Není tedy v těch částech  $PCK$  a  $QDK$  úplně světlo, nýbrž jen částečné a sice tak, že od přímky  $CK$  a  $DK$  ku přímce  $CP$  a  $DQ$  světla přibývá. Neboť bod  $A$  osvětluje celou tu část  $PCK$ , poněvadž nad přímkou  $CK$  světlo vysílá může; nižší bod  $a$  vysílá světlo své až po přímkou (dotýkající se temného kotouče)  $aC'$ , doleji pod  $C'$  nemůže, tedy tam vnikne nejméně světla a sice jen od bodu  $A$  a té části, jež leží mezi  $A$  i  $a$ ; proto jest tato část částečně osvětleného místa nejtemnější. Bod  $b$  vnikne svým světlem až po přímkou  $bCb'$ , pod přímkou  $Cb'$  nevysílá svých paprsků; tedy do té části  $a'Cb'$  vniká již více paprsků, totiž z bodu  $A$  i všech mezi  $A$  i  $b$  ležících. Tato část jest pak již světlejší. Z bodu  $c$  mohou do části  $PCK$  vniknouti paprsky až po přímkou  $cC'$ ; tu vniká do části  $b'C'$  více paprsků než do předcházející, neboť tam přicházejí paprsky z části od bodu  $A$  až po

bod  $c$ . Jest tedy ještě světlejší než dolejší část. Postupujeme-li takto dále, uvažujíce ještě o bodech  $d$  a  $e$ , poznáme snadno, proč v části  $PCK$  vzniká polostín a proč jest nejtemnější v místech nejbližších stínu úplnému a jak světla přibývá na stranu vnější ku přímce  $CP$ , nad níž mohou již všechny svítící body své světlo vysílati, takže ten polostín poněmáhle mizí, až přejde v úplné světlo. Podobně se můžeme přesvědčiti o dolním polostínu  $KDQ$ . Ta část kotouče temného mezi  $C$  a  $D$ , jež obrácena jest ke kotouči svítícímu, jest patrně úplně osvětlena, poněvadž všechny body části od  $A$  až do  $B$ , vysílajíce světlo v přímkách, stihnouti ji mohou, což naznačeno přímkami spojujícími proti sobě vzájemně body obou kotoučů. Zaměníme-li rovinu nákresnou za prostor, t. j. kotouče za koule, snadno pochopíme, že stíny ty jsou kuželovité. poněvadž z koule svítící nevychází pak pruh paprsků, nýbrž celý válec, což podmiňuje kulatý tvar tělesa.

Vstoupí-li jiné temné těleso do polostínu tělesa  $M$ , obdrží od svítícího tělesa jen část světla, jest částečně zatemněno; vstoupí-li však ve stín hlavní, nepřijme od svítícího tělesa žádného světla, pro těleso to nastane zatmění úplné. Toto zatmění tělesa jest ze všech míst prostoru světového, odkudž lze vůbec těleso viděti, v celém průběhu viditelné v témž okamžiku a všude v stejném způsobu. Jsou tedy úkazy při vstoupení měsíce do hlavního stínu země — při zatměních měsíce — na všech místech země, kde jest vůbec měsíc nad obzorem, úplně stejné a v témž absolutním okamžiku. Rovněž tak jsou pro veškerý pozorovatele mimo zemi úkazy při vstupu země do stínu měsíce v témž okamžiku úplně stejny; ti pozorovatelé vidí v témž okamžiku touž část země zatemněnou — vidí zatmění země. Pozorovatel na zemi má však dojem, že jest slunce buď částečně neb úplně zakryto temným (neprůhledným) měsícem; pro něho nastane zakrytí slunce, jež jest závislé na čase pozorování i na postavení pozorovatele. Úkaz ten však nieméně místo správného názvu zatmění země nebo zakrytí slunce se nazývá zatměním slunce.<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Pozorovatel na měsíci viděl by při zatmění slunce zatmění země; ale *ve skutečnosti* není tento úkaz měsíce tak znatelný, poněvadž polostín nezpůsobuje takového zatemnění země, aby bylo viditelné z měsíce, a úplný stín, jenž se při totálních zatměních slunce na zemi,

Z výkresu obr. 21. jest patrné, že délka úplného stínu jest tím větší, čím větší jest poloměr  $r$  osvětleného tělesa a čím větší jest vzdálenost ( $SO$ ) slunce od osvětleného tělesa. Je-li  $O$  měsíc (nový), obdrží se pro přísluní země (nejmenší vzdálenost slunce od země) nejmenší délka hlavního stínu 49340 zeměp. mil a pro odsluní země (největší vzdálenost slunce od země) 51050 zeměp. mil; stín jest tedy dle výpočtu pro nejmenší jeho délku od nejbližšího bodu země ještě asi 4500 mil vzdálen; největší délka



Obr. 21.

stínu přesahuje nejvzdálenější bod země asi o 2100 mil a v průměrné vzdálenosti země od měsíce (51800 mil) dosahuje ještě asi k povrchu zemskému. Ve většině případů nedosahuje tedy hlavní stín k povrchu zemskému.<sup>1)</sup>

Co se týče největšího průměru stínu, který měsíc na zemi vrhnouti může, rozeznávejme: 1. největší průměr hlavního stínu. Hlavní stín bude tím větší, čím vzdálenější jest slunce od měsíce a čím bližší jest země měsíci. Maximum hlavního stínu bude tudíž v odsluní (aphelium) a v přízemí (perigeum) měsíce. Průměr hlavního stínu obnáší pak 35 mil. 2. polostín bude tím větší, čím bližší jest slunce měsíci a čím vzdálenější jest země od měsíce. Maximum vedlejšího stínu nastane tudíž, když se přísluní přidruží k odzemi měsíce. Pro tento případ

promítá, jest příliš malého obvodu, aby mohl býti dobře z měsíce uzřen: jest to nepatrná, bledá, rozmazaná skvrna mizící proti vzhledu celé zeměkoule z měsíce.

<sup>1)</sup> Velikosti a vzdálenosti těles světových (pokud je nyní známo) jsou v soustavě sluneční tak zařizeny, že úplně (hlavní) stíny nějaké hlavní planety nemohou nikdy padnouti na jinou planetu, nýbrž jen na měsíc planety hlavní, a opačně úplný stín měsíce může dosahovati jen na planetu, jejíž spolupoutníkem jest příslušný měsíc.



a směřuje-li ještě osa kužele stínového ku středu země, snadno se vypočte, že polostín na zemi padající jest kruh, jehož obvod jest od okraje země ještě daleko vzdálen.

Nejstarší národové, již se zabývali pozorováním a částečně též určováním zatmění, jsou Egypťané, Chaldejci, Indové a také i Číňané. Po Egypťanech máme jen málo starších astronomických památek, na základě jichž bychom souditi mohli o pozorováních a způsobu výpočtu zatmění. Diogenes Laërtius sděluje, že Egypťané zaznamenali ve svých annalech 373 zatmění slunce a 832 zatmění měsíce, jež se udála před Alexandrem Velikým, tedy asi před rokem 300. př. Kr. Čísla ta vskutku odpovídají přibližně počtu zatmění slunce a měsíce, jež v určitém období časovém na určitém místě se pozorovati mohou. Tolik zatmění vyskytne se asi během 1200—1300 roků; můžeme tudíž míti za to, že nejstarší pozorování zatmění se konala od Egypťanů již v 16. nebo 17. století př. Kr. anebo ještě dříve. Egypťané sami udávají místo 1200—1300 roků... 48853 let (číslo příliš veliké). Conon, vrstevník a přítel Archimeda v, sestavil pozorování zatmění slunce od Egypťanů vykonaná; práce ta však se ztratila. O Indech a Číňanech máme zprávy, že se zabývali pozorováním a zobrazováním zatmění. V Číně se považovalo zatmění slunce vždy za úkaz neobyčejné důležitosti, zatmění slunce bylo záležitostí státní. Soulad pohybů těles nebeských souvisel dle mínění Číňanů se souladem čínské říše: změny nebo neobyčejné úkazy na nebi předpovídaly nepříznivé změny pro vladaře a národ čínský. Dvěma čínským astronomům sfaty na rozkaz císaře hlavy pro chybu při vypočtení zatmění slunce. Bailly sděluje ve své „Histoire de l'astronomie“ o obřadech při zatmění slunce: „Tribunal obřadní oznámí lidu několik dnů napřed návěstini zprávu o nastávajícím nebeském úkazu. Mandariní všech stupňů obdrží rozkaz, aby se dostavili v lesku na dvůr astronomického tribunálu, kdež očekávají počátek úkazu. Mandariní rozestavi se kolem několika tabul, na nichž zatmění jest zobrazeno, a pozorují zatmění, radíce se vespolek o povaze úkazu a vlivu jeho na čínskou říši. V okamžiku, kdy se slunce začíná zatmívati, padnou na kolena a dotýkají se čelem země. V týž čas ozve se v městě děsivý rachot bubnů, což jest nutno, aby užitečné těleso

nebeské přispělo ku pomoci a osvobodilo město od zlého draka, jenž chce toto pohltnouti. Část mandarinů zůstane na zemi ležeti, ostatní odeberou se na observatoř, kdež pozorují začátek, konec a dobu zatmění, a srovnávají jeho průběh s obrazem nakresleným. Pozorování svá přinášejí zaznamenaná a zapečetěná k císaři, jenž zatmění rovněž tak bedlivě ze svého paláce pozoroval<sup>1)</sup> — Starším čínským pozorovatelům, rovněž i Egypťanům, nebyla pravá příčina zatmění známa. Jich výpočty nezakládaly se na teorii pohybu těles nebeských, nýbrž byly výsledky dlouholetých pozorování. Egypťané, Indové, Číňané i řečtí učenci starší doby nevěděli ani, že při zatměních slunce jest měsíc před sluncem, a také nevěděli, že při zatměních měsíce země má důležitý úkol. Zdá se, že Chaldejci byli první, již seznačili pravou příčinu mén (podob) a zatmění měsíce. Dle Plutarcha seznali Athéňané teprve za doby Niciase (r. 413. př. Kr.) pravou příčinu zatmění slunce.<sup>2)</sup>

Vstoupí-li nový měsíc mezi zemi a slunce, zastoupí slunečním paprskům částečně neb úplně cestu k zemi. Kdyby obě tělesa (slunce a měsíc) se pohybovala v téže dráze v ekliptice, musilo by nastati při každém novém měsíci zatmění slunce; sklon obou drah však způsobuje, že přechází měsíc (nový) obyčejně severně nebo jižně přes slunce. Je-li však měsíc (v době nového měsíce) současně na blízku průseku obou drah (průseky ty slovou uzly), pak nastane zatmění slunce. Vždy, kdy slunce v době nového měsíce jest vzdáleno od uzlů v určitých mezích, nastane pro nějaké místo na zemi aspoň částečné zakrytí slunce měsícem, tedy částečné zatmění slunce. Určité meze závisí pro střed země na zdánlivé velikosti slunce a měsíce.

Zatmění slunce. Padne-li stín nového měsíce na zemi, zatemňuje se země. Úkaz takový nenazýváme však

1) Zajímavé jest, že ještě v druhé polovici století 17. dle vypravování Aragova ohlášení zatmění slunce v Paříži a okolí způsobilo takový postrach, že duchovní nepostačili zpovídati hrnoucí se davu, jež chtěly honem odlehčiti svědomí, a že jeden venkovský farář vyprostil se z oblečení, chtěje zmírniti strašný nával kajících, ohlásiv z kazatelny, že se zatmění odložilo o 14 dní později.

2) Jonský filosof Anaxagoras (nar. r. 500. př. Kr. v Klazomenae a zemř. r. 428. př. Kr. v Lampsakos) byl prý v nebezpečí smrti pro spis o příčinách zatmění měsíce. Jest aspoň pravděpodobno, že právě příčinu zatmění znal astronom Posidonius (nar. r. 135. př. Kr. v Apamea v Syrii, zemř. r. 50. př. Kr. v Římě).

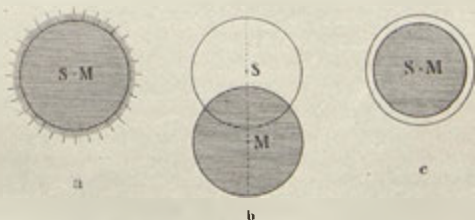
zatmění země, nýbrž zatmění slunce, poněvadž se pozorovateli se země pohled na slunce více nebo méně zakrývá novým měsícem mezi zemí a sluncem vstupujícím. Hlavní stín měsíce sahá buď až k zemi, způsobuje na této malou, kulatou, tmavou skvrnu obroubenou kolkolem větším polo-



Obr. 22. Úplné a částečné zatmění slunce.

stinem viz obr. 22. anebo nesahá až k zemi, konče již před zemí ve vrcholu; na zemi jeví se pak jen veliký polostín. Rozeznáváme tyto tři případy:

1. K pozorovateli v hlavním stínu měsíce nového nevnikne žádný paprsek sluneční; pro něho se slunce zúplna zakrývá měsícem; pozorovatel uvidí na nebi na



Obr. 23. Zatmění slunce.

místě slunce tmavé místo obroubené světlou aureolou (září, obr. 23 a.). V tomto případě nastane úplné, totalní zatmění slunce.

2. Pozorovatel nalézající se ve vedlejším stínu měsíce přijme světlo jen z části slunce, druhá část slunce jest zakryta měsícem; slunce se jeví jako užší neb širší srp, majíc kruhovitý výkrojek se dvěma ostrými konci (obr. 23 b.). Pozorovatel vidí částečné, partiální zatmění slunce.

3. Nalézá-li se konečně pozorovatel ve středu vedlejšího stínu, v ose kužele stínového, uvidí světlo ze všech

bodů slunečního okraje, avšak vnitřek terče slunečního vidí měsícem zakrytý. Slunce se jeví pozorovateli jako úzký světlý prsten se světlým okolím a tmavým vnitřem (obr. 23 c.). Pozorovatel ten vidí kruhovitě zatmění slunce.

Velikost zatmění slunce (t. j. jak velká část slunce jest zakryta měsícem) se udává buď v desetinných průměru<sup>1)</sup> slunce anebo v palcích, při čemž průměr slunce při zatmění se dělí ve 12 dílů — palců. — Částečná zatmění jsou v různých krajinách dle vzdálenosti od středu stínu měsíce různé velikosti. Snadno se nahlédne, že úplné zatmění slunce provází v dalším okolí také částečné zatmění slunce. Poněvadž stín měsíce se pohybuje přes zemi od západu na východ, nezjeví se dále všude pro též čas též úkaz zatmění; pro pozorovatele stojícího mimo polostín nebude vůbec žádného zatmění slunečního.

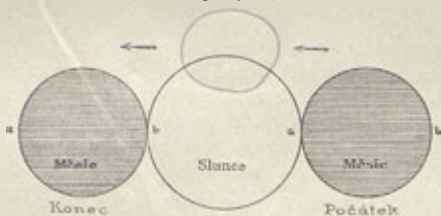
Průměr slunce kolísá (v. později) mezi  $31' 31''$  (na začátku července, v odzemi, apogeum) a mezi  $32' 35''$  (na začátku ledna, v přizemi, perigeum). Průměr měsíce v odzemi rovná se až  $29' 26''$ , jest tedy menší než nejmenší průměr slunce, a v přizemi může dosáhnouti hodnoty až  $33' 33''$ , průměr ten jest tedy větší než největší průměr slunce. Z toho plyne: stojí-li měsíc v odzemi úplně centralně před sluncem (střed slunce se kryje středem měsíce), pak nemůže slunce úplně zakrývati, okraj slunce zůstává nezakrytý: jest tu kruhovitě zatmění slunce; stojí-li však měsíc v přizemi centralně před sluncem, pak zakrývá úplně slunce; nastává úplné zatmění slunce; nestojí-li posléze měsíc centralně před sluncem, zakrývá buď hoření nebo dolní část slunce, nastává částečné zatmění slunce. Doba zatmění slunce závisí na velikosti zatmění: doba ta jest tím větší, čím menší jest vzájemná vzdálenost slunce a měsíce při zatmění. I centralní zatmění (úplné i kruhovitě) mají různou dobu, jež závisí jak na zdánlivém průměru slunce, tak i zvláště na relativní rychlosti, s kterou se měsíc před sluncem pohybuje. Průměrný relativní pohyb měsíce vzhledem ke slunci obnáší v 1 minutě  $30' 48''$ . Měsíc se pohybuje od západu na východ přes slunce (slunce si myslíme v klidu a měsíc

<sup>1)</sup> Průměrem tělesa nebeského v míře obloukové vyrozumíváme úhel, pod kterým bychom viděli skutečný, lineární průměr tělesa ze středu země.

v pohybu s relativní rychlostí), zatmění začíná (viz obr. 24.), když měsíc se dotýká z venku západního okraje slunce a končí, když měsíc se opět z venku dotýká východního okraje slunce. Každý bod měsíce urazí tedy při centralním zatmění dráhu rovnou součtu průměrů slunce a měsíce. Střední průměr slunce obnáší  $1923.6''$ , střední průměr měsíce pak  $1868.0''$ ; součet obou průměrů jest tedy  $3791.6$ . V 1 minutě urazí měsíc  $30.48''$ , tedy urazí  $3791.6''$  ve

$$\frac{3791.6}{30.48} = 124.4 \text{ minut. Průměrná délka centralního}$$

zatmění slunce trvá tedy přes 2 hodiny, neboť doba  $124.4^m$  se zvětší ještě tím, že se pozorovatel současně se zemí rovněž na východ pohybuje.



Obr. 24. Počátek a konec centralního zatmění slunce.

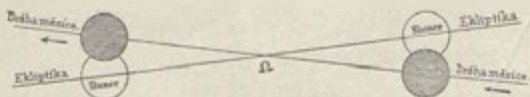
Doba zatmění totalních a kruhovitých obnáší naproti tomu jen několik minut: měsíc urazí totiž brzo při své značné rychlosti malý rozdíl průměrů slunce a měsíce. Nejdéle (až 8 minut) trvá úplné zatmění slunce, nalézají-li se měsíc v přízemí současně, kdy slunce jest v odzemí, neboť pak rozdíl průměrů měsíce a slunce jest největší, obnášíc až i  $2'$ . Nejdéle (až 12 minut) trvá kruhové zatmění slunce, nalézají-li se měsíc v odzemí současně, kdy jest slunce v přízemí; tu může rozdíl poloměrů měsíce a slunce dosíci hodnoty až  $3'1)$

*Meze zatmění.* Kdyby dráha měsíce splývala s ekliptikou, pak by každý nový měsíc přecházel centralně přes slunce; dle zdánlivé velikosti měsíce by při každém novém měsíci nastalo úplné nebo kruhové za-

<sup>1)</sup> Mimo to pohybuje se měsíc při kruhovitém zatmění, nalézaje se v odzemí, pomaleji než při úplném zatmění, kdy jest měsíc v přízemí.

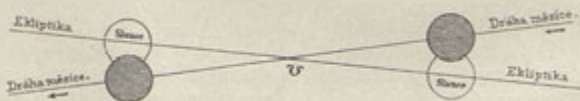


t m ě n í s l u n c e. Dráha měsíce jest však, jak víme, asi o  $5^0$  nakloněna k ekliptice; poloměr měsíce i slunce obnáší také jen asi  $\frac{1}{4}$  stupně; proto přechází nový měsíc nejvíce buď nad nebo pod sluncem a zakrytí slunce měsícem nastane jen tehdy, když měsíc a slunce se stýkají v prů-



Obr. 25. Zatmění slunce kolem uzlu výstupného.

secích svých drah (uzlech) anebo na blízku těchto. Setkají-li se měsíc a slunce v uzlu samém, pak jest centralní zakrytí slunce, tu nastává buď úplné nebo kruhovitě zatmění slunce; setkají-li se tělesa ta v blízkosti uzlů, pak zakrývá měsíc při svém přechodu jen část slunce, a to před uzlem výstupným ( $\Omega$ ) dolní a po uzlu výstupném hoření část slunce (viz obr. 25.); před uzlem sestupným ( $\varphi$ ) ho-



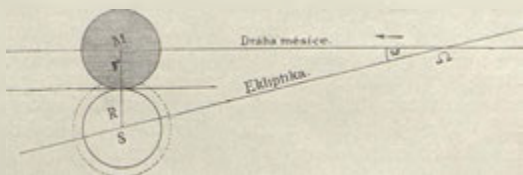
Obr. 26. Zatmění slunce kolem uzlu sestupného.

ření a po něm dolní část slunce (viz obr. 26.). Vzdálenost od uzlů, až po kterou mohou nastatí zatmění slunce, nazýváme meze zatmění.

Meze částečných zatmění slunce zjednáme si touto úvahou:

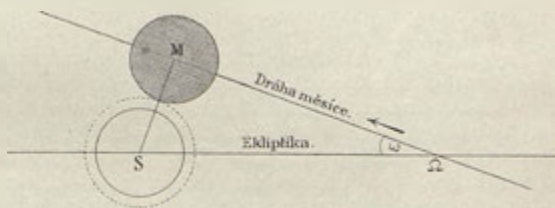
Ze středu země bychom viděli částečné zatmění slunce již tehdy, jestliže by se sluneční a měsíční kotouč aspoň dotýkaly (viz obr. 27.). Vzdálenost středů měsíce a slunce  $SM$  rovná se pak součtu poloměrů obou těles:  $R$  (poloměr slunce)  $+ r$  (poloměr měsíce). Kdybychom pak rovnoběžně se spojnicí středů  $SM$  ze středu země na její

povrch stoupali, viděli bychom klesati měsíc a slunce ve směru  $MS$  dolů, a to slunce o úhel  $\pi$ , pod kterým se jeví poloměr zemský na slunci, a měsíc o úhel  $p$ , pod kterým se jeví poloměr zemský na měsíci. Úhel takový nazývá se horizontální parallaxa slunce ( $\pi$ )



Obr. 27.

anebo měsíce ( $p$ ). (Viz později.) Měsíc se tedy pošine dolů přes slunce o rozdíl obou úhlů  $p - \pi$ . Abychom tedy z povrchu země viděli oba kotouče opět, když se právě dotýkají, musili bychom měsíc vyvýšiti o úhel  $p - \pi$ ; pak obnáší tedy vzdálenost středů měsíce a slunce pro střed země  $R + r + p - \pi = (R + r) + (p - \pi)$ . Aby tedy



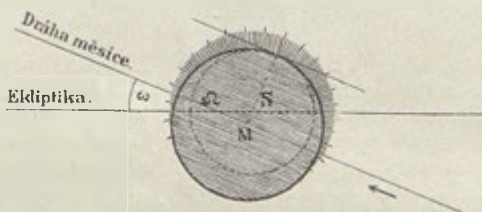
Obr. 28.

nastalo částečné zatmění slunce, musí šířka měsíce  $SM$  býti menší než toto číslo  $(R + r + p - \pi)$ . Veškerý hodnoty zde uvedené kolísají a to:

$R$ v mezích	15' 45''	až	16' 17''
$r$	14 43	"	16 46
$p$	53 53	"	61 27
$\pi$	8.7	"	9

Bude se tudíž nejmenší vzdálenost středů slunce a měsíce  $SM$  — šířka měsíce — ze středu země viditelná rovnati hodnotě  $84' 12''$  a největší vzdálenost středů hodnotě  $94' 22''$ .

Z výkresu (obr. 28<sup>1)</sup>) plyne: čím menší jest spojnice středů  $SM$  a čím větší úhel  $\omega$ , tím blíže musí býti  $S$  (slunce) uzlu  $\Omega$ , a opačně: tím více musí býti  $S$  od uzlu vzdáleno, čím větší jest  $SM$  a čím menší jest  $\omega$ . Spojíme-li nejmenší hodnotu  $SM$  ( $84' 12''$ ) s největší hodnotou úhlu  $\omega$  ( $5^0 18''$ ), obdržíme pro vzdálenost slunce od uzlu mez, v které zatmění slunce nastati musí; spojením pak největší hodnoty  $SM$  ( $94' 22''$ ) s nejmenší hodnotou  $\omega$  ( $5^0 0'$ ) obdržíme pro vzdálenost od uzlu mez, za níž zatmění slunce vůbec



Obr. 29.

nastati nemůže. Mezi oběma takto ustanovenými mezemi jest pak prostor, kde částečné zatmění slunce nastati může.

Pro částečná zatmění slunce ustanovíme si takto mez nutnosti úkazu ve vzdálenosti  $S\Omega = 15^0 23'$  a mez možnosti ve vzdálenosti  $= 18^0 21'$ , t. j. zatmění slunce musí nastati, je-li nový měsíc (anebo slunce, poněvadž slunce i nový měsíc mají stejnou délku) vzdálen v délce od nejbližšího uzlu méně než  $15^0 23'$ : zatmění slunce jest nemožno, je-li nový měsíc od nejbližšího uzlu vzdálen v délce více než  $18^0 21'$ .<sup>2)</sup> Obdobným způsobem odvodíme si pro

<sup>1)</sup> V obrazech 27. a 28. značí čárkovaný kruh kolem kotouče slunečního ( $S$ ) aureolu sluneční, o níž pojednáno bude později při fyzické povaze slunce.

<sup>2)</sup> Zavedeme-li si průměrné hodnoty za  $R = 9615''$ ,  $r = 934''$ ,  $p = 3402''$ ,  $\pi = 8'8''$ , obdržíme pro meze částečných zatmění slunce poněkud jiné hodnoty a to pro mez nutnosti  $13^0 33'$ , pro mez možnosti  $19^0 44'$ . Tyto hodnoty se obyčejně uvádějí v astron. učebnicích.

kruhovitá a úplná zatmění slunce pro vzdálenost středů měsíce a slunce (ze středu země viděnou) hodnotu:  $p - \pi + r - R$ , kdež jednotlivé veličiny mají též význam jako dříve; z toho pak se snadno vypočte pro úplná a kruhovitá zatmění mez nutnosti úkazu při novém měsíci ve vzdálenosti slunce  $SQ$  od nejbližšího uzlu rovné  $90^{\circ} 33'$  a mez možnosti ve vzdálenosti  $110^{\circ} 54'$ .<sup>1)</sup> V obraze 29. se jeví měsíc větší než slunce, v tom případě jest úplné zatmění slunce možné; v obr. 30. se jeví oproti tomu měsíc



Obr. 30.

menší než slunce, čímž dána možnost kruhovitěho zatmění slunce. Shrňme-li veškerý tyto úvahy, zjednáme si přehled tento:

obnáší-li při novém měsíci vzdálenost slunce od nejbližšího uzlu méně než  $90^{\circ} 33'$ , pak *musí* nastati úplné nebo kruhovitě zatmění slunce;

má-li vzdálenost slunce hodnotu mezi  $90^{\circ} 33'$  a  $110^{\circ} 54'$ , pak *musí* nastati zatmění slunce buď úplné nebo kruhovitě nebo částečné;

leží-li hodnota vzdálenosti slunce mezi  $110^{\circ} 54'$  a  $150^{\circ} 23'$ , pak *musí* nastati částečné zatmění slunce;

leží-li hodnota vzdálenosti slunce mezi  $150^{\circ} 23'$  a  $180^{\circ} 21'$ , pak *může* nastati částečné zatmění slunce;

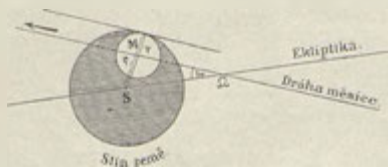
konečně je-li vzdálenost větší než  $180^{\circ} 21'$ , pak *ne-může* nastati vůbec žádné zatmění slunce.

Zatmění slunce viditelná v Evropě až do konce tohoto století:

1896	srpen	9	(7—9	palců	pro střední Evropu)
1899	červen	8.	(1—2	"	" " "
1900	květen	28	(6—7	"	" " ")

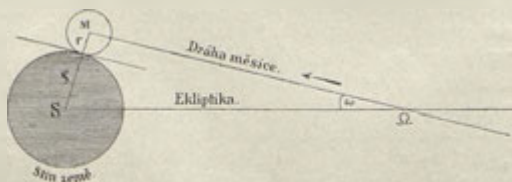
<sup>1)</sup> Pro dříve uvedené průměrné hodnoty plyne pro úplná zatmění: mez nutnosti  $70^{\circ} 46'$  a možnosti  $130^{\circ} 19'$ .

Zatmění měsíce nastane, vstoupí-li úplněk (měsíc v opozici se sluncem) ve hlavní stín země.<sup>1)</sup> Zdánlivý poloměr  $\varrho$  stínového kruhu země ve vzdálenosti měsíce jest  $\varrho = p + \pi - R$ . Hodnota  $\varrho$  se mění podle hodnot  $p$  a  $R$ ; nejmenší hodnota  $\varrho$  obnáší  $37\frac{3}{4}'$ , největší  $45\frac{3}{4}'$ , průměrná  $41'$ . Průřez úplného stínu země ve vzdálenosti



Obr. 31. Mez úplného zatmění měsíce.

měsíce začíná asi o 1 minutu a 40 sekund dříve a o tolikéž později končí a že může nastati částečné zatmění měsíce i tentokráte, když geometrický úplný stín země měsíce ani neprotíná. Tuto veličinu zvětšení určil již Tobiáš Mayer na  $\frac{1}{60}$ . Velmi důkladným rozbořením mnoha zatmění měsíce do r. 1889 od J. Hartmanna (Die Vergrößerung des Erdschattens bei Mondfinsternissen. Leipzig. 1891.) nalezena byla přesnější hodnota  $\frac{1}{49}$ .



Obr. 32. Mez částečného zatmění měsíce.

Průměr stínového kruhu země jest tedy vždy větší než zdánlivý průměr měsíce, a to asi 2·7krát tak veliký. Měsíc může tudíž býti buď úplně stínem země zakryt, nastává úplné zatmění měsíce, obr. 31. anebo může jen

<sup>1)</sup> Polostín země jest tak slabý, že nezatemňuje měsíc dost zřetelně; proto není vstup měsíce v polostín země tak patrný.



částečně býti zastíněn, nastává pak částečné zatmění měsíce<sup>1)</sup> obr. 32. Velikost zatmění měsíce udává se buď v desetinách průměru měsíce nebo v palcích, jako při zatměních slunce.<sup>2)</sup>

Meze zatmění měsíce. Poněvadž dráha měsíce jest asi o 5 stupňů nakloněna k ekliptice, může zatmění měsíce nastati jen v uzlech anebo na blízku těchto. Meze vzdálenosti od uzlů pro zatmění měsíce závisí na sklonu dráhy měsíční, na poloměru stínového kruhu země a na poloměru měsíce. Spojíme-li maximum poloměru stínového kruhu země s nejmenším sklonem ( $5^{\circ} 0'$ ), obdržíme mez možnosti zatmění, spojíme-li však minimum poloměru s největším sklonem ( $5^{\circ} 18'$ ) dráhy měsíční, obdržíme mez nutnosti zatmění měsíce.

Pro částečná zatmění měsíce obdržíme mez nutnosti rovnou  $90^{\circ} 30' 5''$ , t. j. je-li při úplňku slunce (vlastně stín zemský, jehož střed se rovněž tak jako slunce nalézá vždy v ekliptice, v níž během roku od západu na východ obíhá) od *nejbližšího* uzlu vzdáleno méně než  $90^{\circ} 30' 5''$ , pak musí nastati zatmění měsíce; mez možnosti obnáší pak  $120^{\circ} 3' 7''$ , t. j. je-li při úplňku slunce od uzlu *nejbližšího* vzdáleno více než  $120^{\circ} 3' 7''$ , pak vůbec nemůže nastati zatmění měsíce. V mezích  $90^{\circ} 30' 5''$  a  $120^{\circ} 3' 7''$  může nastati částečné zatmění měsíce.

Pro úplná zatmění měsíce jest mez nutnosti pro vzdálenost slunce od *nejbližšího* uzlu  $40^{\circ} 9' 5''$ , mez možnosti  $50^{\circ} 34' 0''$ . Máme tedy tento přehled:

obnáší-li při úplňku vzdálenost slunce od uzlu *nejbližšího*:

- a) méně než  $40^{\circ} 9' 5''$ , pak musí nastati úplné zatmění měsíce;
- b) pro hodnoty vzdálenosti mezi  $40^{\circ} 9' 5''$  a  $50^{\circ} 34' 0''$  musí nastati buď úplné neb částečné zatmění měsíce;
- c) pro hodnoty vzdálenosti mezi  $50^{\circ} 34' 0''$  a  $90^{\circ} 30' 5''$  musí nastati částečné zatmění měsíce;
- d) pro hodnoty vzdálenosti mezi  $90^{\circ} 30' 5''$  a  $120^{\circ} 3' 7''$  může nastati částečné zatmění měsíce;
- e) je-li pak vzdálenost větší než  $120^{\circ} 3' 7''$ , nemůže nastati vůbec žádné zatmění měsíce.

<sup>1)</sup> Kruhovitě zatmění měsíce nemůže nikdy nastati, poněvadž stínový kruh ve vzdálenosti měsíce má průměr větší než měsíc.

<sup>2)</sup> O fyzikálních úkazech zatmění bude jednáno na příslušných místech.

Průměrnou dobu trvání zatmění při úplném zatmění měsíce si vypočteme obdobným způsobem, jak jsme to učinili pro zatmění slunce; doba ta obnáší 226 minut = 3 hodiny 46 minut, při čemž připadá na dobu úplného zatmění 1 hodina a 43 minut.

Zatmění měsíce viditelná v Evropě až do konce tohoto století:

1894	březen	21.	a	září	15.
1895	"	11.	(úplné)	"	14. (úplné)
1896	únor	28.	a	srpen	23.
1897	leden	8.	a	červenec	2.
1898	července	3.	a	prosinec	27. (úplné)
1899	"	23.	a	"	17.
1900	"	13.			

Zatmění slunce jest úkaz subjektivní, jeví se různě dle místa pozorovatele na zemi; zatmění měsíce jest naproti tomu úkaz objektivní, jeví se v průběhu i ve velikosti všude stejně, kde vůbec jest viditelné.

Zatmění slunce (vlastně země) jest omezeno na část země, neboť polostín nemůže nikdy celou k slunci obrácenou část země pokrýti. Zatmění měsíce však jest viditelné na celé noční části země, a po něvadž měsíc průběhem zatmění již na vedlejších částech země vychází, jest zatmění měsíce vždy více než na polovici země viditelné.

Pro určité místo jsou zatmění měsíce hojnější než zatmění slunce. Úplná nebo kruhovitá zatmění slunce jsou pro určité místo velmi řídké úkazy. Paříž měla centralní zatmění slunce r. 1724. a bude mítí takové opět teprve koncem tohoto století. Londýn neviděl úplného zatmění slunce po 575 let od r. 1140. do r. 1715.

Pro celou zemi jsou však zatmění slunce častější než zatmění měsíce; to vyplývá z toho, že meze zatmění slunce jsou širší než meze zatmění měsíce.<sup>1)</sup> Během 18 let bývá 41 zatmění slunce a jen 29 zatmění měsíce.

<sup>1)</sup> Zatmění měsíce nastanou vždy ve tmavé části kužele zahalujícího slunce a zemi, zatmění slunce nastanou však ve světlé daleko širší části téhož kužele.

Otázka, zdaž a kdy nastane zatmění a jak veliké bude, dá se zodpověděti jen na základě výpočtu opírajícího se o tabulky slunce a měsíce; neboť vznik zatmění závisí na poloze slunce a měsíce vzhledem k uzlům dráhy měsíční; doba měsíce synodického jest však proměnlivá, rovněž i pohyb uzlů není rovnoměrný. Spokojíme-li se průměrnými hodnotami pro dobu měsíce synodického (29<sup>d</sup> 530589) a pro pohyb uzlů ve 365 dnech ( $= -19^{\circ} 19' 41.7''$ ) a vztahujeme-li celý pohyb (slunce nebo stínu země) na uzly, t. j. považujeme-li uzly za pevné body, necháme-li však slunce nebo stín země se pohybovati součtem obou pohybů (vlastního a uzlu) anebo krátce řečeno, uvažujeme-li relativní pohyb slunce nebo stínu zemského vzhledem k uzlům, můžeme si odvoditi přibližné hodnoty pro opěťování zatmění a jich velikosti. Dva úplňky nebo dva nové měsíce, čítáme-li jejich pohyb od uzlů, jsou vzdáleny od sebe  $30^{\circ} 40'$ . Spojíme-li si tuto větu se známými mezemi zatmění, obdržíme snadno tyto výsledky o průběhu:

#### A. zatmění slunce:

Každý rok o 12 synodických měsících (rok o 354 dnech) má buď dvě zatmění slunce libovolného druhu, oddělená od sebe 5 nebo 6 synodickými měsíci, anebo tři zatmění slunce, dvě částečná po sobě na jednom uzlu, třetí zatmění úplné nebo částečné o 5 měsíců dříve nebo později na uzlu druhém, anebo čtyři zatmění jen částečná a to na každém uzlu po dvou během jednoho měsíce; tyto páry zatmění jsou od sebe děleny časovou mezerou 5 synodických měsíců:

#### B. zatmění měsíce:

Každý rok o 12 synodických měsících má buď docela žádné nebo jedno částečné nebo dvě zatmění libovolného druhu v mezeře časové 177 dnů (6 měsíců synodických).

Otázku, v jakém vzájemném vztahu jsou zatmění slunce k zatměním měsíce, lze snadno tímto způsobem zodpověděti:

Pohyb slunce vzhledem k uzlům obnáší za půl synodického měsíce 15 stupňů 20 minut. Vyskytne-li se zatmění měsíce (měsíc v úplňku) v uzlu  $\Omega$ , pak stojí slunce v druhém uzlu  $\varphi$ . Po uplynutí polovice synodického měsíce jest nový měsíc při  $\varphi + 15^{\circ} 20'$  a před polovicí synodického měsíce

byl nový měsíc při  $\varnothing$  —  $15^{\circ} 20'$ . Musí tedy po obakráte nastati částečná zatmění slunce. Mysleme si nyní, že se posunulo zatmění měsíce ku předu nebo na zad (t. j. že nebylo přesně v  $\Omega$ , buď něco před nebo za  $\Omega$ ), seznáme pak snadno, že nový měsíc před polovicí nebo po polovici synodického oběhu bude se blížit uzlu sestupnému  $\varnothing$ , t. j. 14 dnů před nebo po zatmění měsíce nastává zatmění slunce. Každé zatmění měsíce nastává 14 dnů před nebo po zatmění slunce.

Stane-li se, že případnou dvě zatmění slunce souměrně k jednomu uzlu, pak případne uprostřed ležící úplněk právě do druhého uzlu, nastane úplné zatmění měsíce. Pošíneme-li obě zatmění slunce až o  $3^{\circ}$  (jak tomu mez možnosti dovoluje), zůstane uprostřed ležící úplněk ještě v mezi nutnosti úplných zatmění ( $4^{\circ} 10'$ ). Mezi dvě částečná zatmění slunce při témž uzlu případne vždy úplné zatmění měsíce na druhém uzlu. Máme pak během jednoho synodického měsíce tři zatmění (tak stalo se na příkl. r. 1866., 1870., 1877., 1880. atd.).

Co se týče zatmění v letech příštích po vyjmenovaných případech, snadno se přesvědčí čtenář, pamatuje si, že relativní pohyb slunce (nebo stínu zemského) vzhledem k uzlům obnáší v 11 synodických měsících  $337^{\circ} 24' 7''$  a ve 12 měsících synodických  $368^{\circ} 5' 1''$ , o těchto výsledcích:

A. pro zatmění slunce: Po každém zatmění slunce před nebo nedaleko po uzlu následuje pravidelně po 12 synodických měsících (tedy příštího roku 10 nebo 11 dnů dříve) opět zatmění slunce; po každém zatmění slunce vzdálenějším od uzlu následuje po 11 synodických měsících (325 dnech), t. j. příští rok 40 až 41 den dříve opět zatmění slunce. Příklady:

1875.	září	29.	1882.	květen	16.	1889.	leden	1.
1876.	"	17.	1883.	"	6.	1890.	prosinec	11.
1877.	"	7.	1884.	duben	25.	1891.	listopad	30.
1878.	červenec	29.	1885.	březen	30.	1892.	říjen	20.
1879.	"	18.	1886.	"	5.	1893.	"	9.
1880.	"	7.	1887.	únor	22.	1894.	září	28.
1881.	květen	27.	1888.	"	11.	1895.	"	18

B. pro zatmění měsíce: Po každém zatmění měsíce před nebo blízko po uzlu následuje pravidelně po 12 synodických měsících (tedy příštího roku 10 nebo 11 dnů dříve) opět zatmění měsíce; po každém zatmění měsíce vzdálenějším od uzlu následuje po 11 synodických měsících (325 dnech), t. j. příští rok 40 až 41 den dříve opět zatmění měsíce. Příklady:



dehně po 12 synodických měsících, t. j. příštího roku 10 nebo 11 dnů dříve opět částečné neb úplné zatmění měsíce. Po zatmění měsíce vzdáleném od uzlu (tedy malém, částečném zatmění) může po 11 synodických měsících, t. j. příštího roku 40—41 den dříve následovati malé zatmění měsíce.

Případnou-li obě zatmění měsíce v určitou vzdálenost po uzlu, pak příští rok nemá vůbec žádného zatmění měsíce (tak nebyl měsíc zatemněn v letech: 1864., 1868., 1875., 1882., 1886., 1893.).

**Periody zatmění.** Kdyby délka synodického měsíce (29·530589 dne) se rovnala drakonickému oběhu měsíce (27·21222 dne [době od uzlu k témuž uzlu]), pak by každý nový měsíc a úplňk se dostal do téže polohy k uzlům; pak by buď pro každý nový měsíc neb úplňk nebylo vůbec žádného zatmění, nebo by bylo vždy stejné zatmění. Poněvadž tomu tak není, nastane jakási periodičnost ukazů jen v takových dobách časových, jež se rovnají celému počtu oběhů i synodického i drakonického. Určíme si poměr obou oběhů celistvými čísly takto:

				Rozdíl ve dnech
11 synod. měs. =	324·8365 dne	12 drakon. měs. =	326·5466 dne	1·7103
12 " " =	354·3671 "	13 " " =	353·7589 "	0·6082
35 " " =	1033·5706 "	38 " " =	1034·0644 "	0·4937
47 " " =	1387·9377 "	51 " " =	1387·8232 "	0·1145
223 " " =	6585·3213 "	242 " " =	6585·3572 "	0·0359
716 " " =	21143·9017 "	777 " " =	21143·8949 "	0·0068

Jest tudíž přibližně 223 synodických měsíců rovno 242 drakonickým měsícům, až na rozdíl 0·036 dne = 51<sup>m</sup> 41·2<sup>s</sup>. Rovná se tudíž velmi přibližně 6585 dnů (18 roků 10 nebo 11 dnů, jsou-li v době té 5 nebo 4 léta přestupná) 223 synodickým a 242 drakonickým oběhům měsíce. V označené době přijde měsíc opět do téže polohy ke slunci i k uzlům; musí se tedy po uplynutí doby té zatmění opakovati v témže pořádku a velikosti.

Tento cyklus, známý již před 24 stoletími Chaldejci, slove Saros, a užívá se ho k předurčování zatmění. Řekli jsme, že 223 synod. měsíců se rovná velmi přibližně 242 drakonickým měsícům (až na chybu 51<sup>m</sup> 41·2<sup>s</sup>). Po uplynutí doby Saros musí měsíc, aby vyšel z uzlu přišel opět do uzlu, uraziti ještě cestu během 51<sup>m</sup> 41·2<sup>s</sup>, rovnou



tedy  $28^{\circ} 22' 6''$ . Po každém cyklu zůstává zatmění příslušné o tento kousek dále před uzlem. Tím se stává, že úplná zatmění v pozdějších cyklech přejdou ve zatmění částečná, nebo že konečně úplně vypadnou, když úplněk nebo nový měsíc mimo meze zatmění připadne: také jest jasno, že částečná zatmění za uzly se v dalších cyklech více uzlům blíží, stávajíce se větší, až přejdou v zatmění úplná, jež v dalších cyklech opět přecházejí v zatmění částečná a konečně mimo meze zatmění padnou.

Zatmění před uzly stávají se každým cyklem Saros menšími, zatmění za uzly naopak většími.

Ještě přesněji rovná se 716 synodických měsíců 777 měsícům drakonickým až na chybu  $0.0068$  dne nebo  $9^m 46.1^s$ . Budou se tudíž po uplynutí 21144 dnů = 58 roků méně 40 neb 41 den (dle toho, je-li v této době 15 nebo 14 roků přestupných) zatmění opakovati v témž pořádku a velikosti se shodou větší než dříve při periodě Saros. Poněvadž 777 drakonických oběhů jest menší o  $9^m 46.1^s$  než 716 synodických oběhů, a v době  $9^m 46.1^s$  urazí měsíc  $5^{\circ} 21' 8''$ , bude příslušné zatmění po uplynutí 58 roků méně 40—41 dne o  $5^{\circ} 21' 8''$  dále napřed. Zatmění před uzly blíží se každým takovýmto cyklem uzlům, stávajíce se většími, zatmění po uzlech vzdalují se od uzla, zmenšujíce se.

Tabulka str. 99. podává postup zatmění ve dvou periodách „Saros“. Po udání roku, měsíce a dne zatmění následuje hodina (*h.*), na to druh zatmění; *S.* značí zatmění slunce, *M.* zatmění měsíce; pak přijde velikost zatmění v palech a udání, zdaž zatmění nastane před aneb po uzlu výstupném ( $\Omega$ ) anebo před či po uzlu sestupném ( $\varnothing$ ). Na základě této tabulky může si každý snadno určití budoucí zatmění, dobu, velikost i místo zatmění vzhledem k uzlům.<sup>1)</sup>

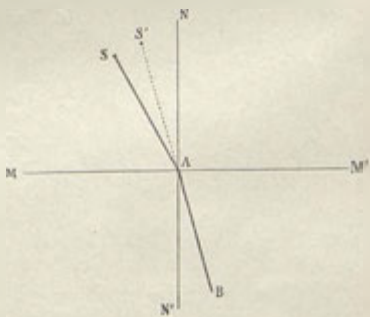
<sup>1)</sup> Klassické dílo: Oppolzerův „Canon der Finsternisse. Viedeň 1887“ podává vypočtení elementů a pomocných veličin pro 8000 zatmění slunce a 5200 zatmění měsíce od r. 1207 před Kristem až skoro do 22. století našeho letopočtu s grafickým znázorněním hlavních křivek pro zatmění slunce. Různé stránky o vzájemném vztahu zatmění slunce a měsíce, o periodách zatmění atd. líčí důkladně spis: „Th. Epstein. Geonomie. Viedeň 1888,“ jehož bylo častěji v této stati použito. Srovnej též důkladné pojednání od S. Newcomba: „On the recurrence of Solar Eclipses, with Tables of Eclipses from B. C. 700 to A. D. 2300. Washington 1879.“

## X. Refrakce a soumrak.

Světlo rozprostírá se v přímých čarách potud, pokud se polybuje prostorem prázdňým aneb ústředím rovnoměrné hustoty. Vstupuje-li však paprsek světelný z prázdného prostoru anebo z jednoho ústředí do ústředí druhého různé hustoty ve směru šikmém, pak se na rozhraní obou ústředí odchýlí od svého směru, lomí se. Paprsek před vstupem do druhého ústředí slove paprsek dopadající, pa-

paprsek v druhém ústředí pak slove paprsek lomený (obr. 33.)

$MM'$  jest rozhraní 2 ústředí různé hustoty,  $SA$  jest paprsek dopadu,  $AB$  paprsek lomený,  $NAN'$  jest směr kolmice (normaly) v bodě  $A$  rozhraní; rovina  $SAN$  proložená paprskem dopadu a nor-

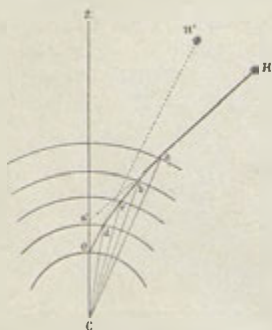


Obr. 33.

malou slove rovina dopadu, úhel  $SAN$  pak úhel dopadu, úhel  $BAN'$  paprsku lomeného  $AB$  a normaly  $AN'$  slove úhel lomu. Je-li úhel lomu menší než úhel dopadu, říkáme, že se paprsek lomí ke kolmici, to se stává, vstupuje-li světlo z ústředí řidšího do ústředí hustšího; je-li však úhel lomu větší než úhel dopadu, říkáme, že se lomí paprsek od kolmice. Oko nalézající se ve směru paprsku lomeného  $AB$  vidí švětlý bod  $S$  ve směru  $BAS'$ , tedy nikoli na místě, odkud bod  $S$  vysílal světlo. Lom světla řídí se těmito zákony: lomený paprsek leží vždy v rovině dopadu; pro dvě daná různá ústředí jest poměr sinusu úhlu dopadu k sinusu úhlu lomu stálý, poměr ten nazýváme exponent aneb index lomu.

Země jest obklopena ovzduším, jehož hustota jest největší při povrchu země. Od povrchu země ubývá nepřetržitě hustoty ovzduší s přibývajícím vzdáleností od země. Ovzduší

můžeme rozložit v řadu soustředných vrstev velmi malé tloušťky; uvnitř jednotlivých vrstev jest hustota vzduchu stálá; hustoty ubývá pak od spodní vrstvy k vrstvě hořejší. Stihne-li paprsek vycházející od hvězdy  $H$  (viz obr. 34.) ve směru  $Ha$  hoření mez ovzduší v bodu  $a$ , lomí se ke



Obr. 34.

kolmici  $Ca$ ; lomený paprsek ale vnikne do nejbližší vrstvy větší hustoty, lomí se zde opět ke kolmici  $Cb$  a podobně dále až po celé řadě lomů (ke kolmici) stihne oko pozorovatele ve směru  $dO$ . Paprsek se lomí takto v každém bodě své dráhy; dráha bude mít tedy tvar křivky, jejíž strana konkavní jest obrácena k zemi  $CO$ . Pozorovatel v  $O$  vidí hvězdu ve směru  $OdH'$ , ve směru tečny posledního elementu (částky) křivky. Je-li  $COZ$  směr svislý v bodu  $A$ , pak leží celá dráha paprsku  $Ha$  ve vertikální rovině

$COH$ , proložené normalou  $COZ$  v bodě  $O$  a přímkou  $Od$  posledním elementem (částkou) křivky. Směr  $OH'$  od pozorovatele  $O$  k místu  $H'$  označuje *zdánlivé místo*  $H'$  hvězdy  $H$ . Rovina  $COH'$  obsahuje jak *pravé místo* hvězdy  $H$ , tak i *zdánlivé místo*  $H'$ . Refrakci (neustálým lomením paprsku v jednotlivých vrstvách ovzduší) se *zenitová vzdálenost hvězdy zmenšuje, výška zvětšuje, kdežto azimut hvězdy se nemění*.

Výška těles nebeských refrakci zvětšená nazývá se *výškou zdánlivou*; *pravá výška* hvězd jest pak ta, již by hvězdy ukazovaly, kdyby nebylo žádné refrakce. Stroje astronomické udávají tedy výšku zdánlivou, pravou výšku obdržíme pak, když od výšky zdánlivé odečteme vliv refrakce. Připojená tabulka (od Bessela)<sup>1)</sup> udává pro zdánlivou výšku  $h$  retrakci  $r$ .

<sup>1)</sup> Tabulka opírá se o matematické pojednání složitého problému refrakce; některé poměry závislosti, hutnosti a teploty vzduchu ve výšce nejsou posud dostatečně známy; proto nemáme tabulek, jež by vyhovovaly v těchž mezích chyb všem výškám; ve značných výších tabulky opírající se o různé matematické výrazy refrakce se celkem shodují, v nižších výších se však rozcházejí. Připojená tabulka jest vypočítána od Bessela podle theorie podané nejprve ve spise *Fundamenta astronomiae*.

Průměrná refrakce ( $r$ ) pro různé výšky ( $h$ ) hvězd.

$h$	$r$	$h$	$r$	$h$	$r$
90 <sup>0</sup>	0''	15 <sup>0</sup> 0'	3' 32.1''	4 <sup>0</sup> 30'	10' 39.6''
85	5.1	14	3 47.4	4 0	11 38.9
80	10.2	13	4 4.9	3 30	12 48.3
75	15.5	12	4 25.0	3 0	14 14.6
70	21.0	11	4 48.5	2 30	16 0.9
65	26.9	10 0	5 16.2	2 0	18 8.6
60	33.3	9 30	5 32.0	1 30	20 50.9
55	40.4	9 0	5 49.3	1 0	24 24.6
50	48.4	8 30	6 8.4	0 50	25 49.8
45	57.7	8 0	6 29.6	0 40	27 22.7
40	68.7	7 30	6 53.3	0 30	29 3.5
35	82.3	7 0	7 19.7	0 20	30 52.3
30	99.7	6 30	7 49.5	0 10	32 49.2
25	123.2	6 0	8 23.3	0 0	34 54.1
20	157.3	5 30	9 1.9		
15	212.1	5 0	9 46.5		

Pro zdánlivou výšku, jež není obsažena v tabulce obdržíme refrakci interpolací: na příklad pro zdánlivou výšku 57<sup>0</sup> se hledá refrakce takto: z tabulky plyne refrakce

$$\begin{array}{rcl} \text{pro výšku zdánlivou } 60^0 & . & . & . & 33.3'' \\ & \text{''} & \text{''} & \text{''} & \underline{55^0 . . . . 40.4''} \end{array}$$

pro 5<sup>0</sup> rozdílu ve výšce jest přírůstek refrakce = 7.1'', tedy pro 1<sup>0</sup> jest přírůstek = 1.42'' a pro 3 stupně (60 — 57) 4.3'', tedy refrakce pro 57<sup>0</sup> zdánlivé výšky = 33.3'' + 4.3'' = 37.6'', a tudíž pravá výška = 57<sup>0</sup> — 37.6'' = 56<sup>0</sup> 59' 22.4''.

Uvedená tabulka ukazuje, že refrakce pomalu přibývá od zenitu, ve výšce 45<sup>0</sup> neobnáší refrakce ještě celou minutu; čím více se blížíme obzoru, tím rychleji roste refrakce; proto posléze ubývá v tabulce argumentu  $h$  ke konci již jen o 10'.

Stoupá-li tlak a klesá-li teplota vzduchu, stává se vzduch hustším, lomící schopnost vzduchu roste. Proto jest nutno při přesných pozorováních astronomických přihlížeti ve výpočtu refrakce též na změny tlaku a teploty

vzduchu. Uvedená tabulka platí pro střední stav ovzduší, totiž pro teplotu vzduchu  $-10^{\circ}\text{C}$ . a pro tlak vzduchu rovný  $752\text{ mm}$ . Refrakce pro tento průměrný stav ovzduší našeho slove refrakce průměrná<sup>1)</sup> (střední, mittlere Refraction).

Vedle refrakce astronomické rozeznáváme refrakci terrestrickou (pozemskou), jejíž působením vzdálené předměty povrchu zemského se zdají býti zvýšeny. Theorii takovéto refrakce podal nejdokonaleji Max. Baurnfeind: Untersuchungen über terrestrische Refraction. Pozemská refrakce jest celkem úměrna vzdálenosti předmětů pozemských a obnáší v průměru asi  $1''$  na vzdálenost  $400$  metrů ( $1$  minutu na vzdálenost  $24\text{ km}$ ).

Působením refrakce se stávají hvězdy již před skutečným východem viditelnými; jakmile dostihnou asi  $35'$  pod obzorem (tolik obnáší refrakce obzoru), již se pozorovateli objevují nad obzor vycházející. Rovněž zůstávají hvězdy ještě viditelnými, když již byly zapadly, až konečně pro pozorovatele zajdou, když sestoupily  $35$  minut obloukových pod obzor. Východ hvězd se urychluje, západ hvězd se opozďuje. Doba, o kterou déle viděti jest hvězdy nad obzorem, než skutečně nad obzorem jsou, závisí na tom, v kterém úhlu při východu a západu protínají obzor. Na rovníku, kde veškerý hvězdy směrem kolmým vycházejí a zapadají, jest doba ta nejkratší; s rostoucí zeměpisnou šířkou (jak severní tak i jižní) přibývá doby té, poněvadž hvězdy popisují pak denní dráhy šikmé. U slunce obnáší průměr skoro tolik, kolik obnáší refrakce obzoru; proto vidíme slunce již úplně, když ve skutečnosti kotouč slunce teprve hořejším krajem se dotýká obzoru. Jest jasno, že se zjevem tím ráno (při východu) a večer (při západu slunce) délka dne prodlužuje, což hlavně ve větších zeměpisných šířkách jest znatelné. Na točnách vychází slunce působením refrakce o  $2$  až  $3$  dny dříve a o tolikéž dnů zapadá později, nežli by bez ovzduší vycházelo a zapadalo.

Refrakce způsobuje též elliptický tvar slunce při jeho východu i západu. Obnáší-li zdánlivá výška hořejního okraje slunce  $27'$ , pak jest hoření okraj slunce ve

<sup>1)</sup> Bessel podává výraz průměrné refrakce ( $r$ ) takto:  $r = \alpha \tan z$ , kdež  $z$  jest zdánlivá vzdálenost zenitová,  $\alpha$  koeficient, jenž se mění velmi poněkud se  $z$ .



skutečnosti již  $3'$  pod obzorem, neboť vliv refrakce se pak rovná  $30'$ , kdežto dolení okraj slunce jest  $35'$  pod obzorem. Refrakce při výši rovné nulle vyvýší dolení okraj právě do obzoru, vliv refrakce zvyšuje tedy dolení okraj o  $5'$  více než hoření. I zdá se tedy vertikální průměr slunce zkrácený na  $27'$ , při čemž vodorovný průměr slunce se rovná  $32'$ . Kruhovitý kotouč slunce se jeví proto elliptický v poměru  $6:5$  (viz obr. 35.) Podobné zjevy ukazuje při východu a západu kotouč měsíce.



Obr. 35.

Slunce osvětluje ovzduší nad obzorem ještě po svém západu i před svým východem; na hořejších vzduchových a parních částicích ovzduší nad obzorem odráží se totiž část světla slunečního tak, že ještě na zemi dopadne a ji aspoň částečně osvětluje. Čím níže slunce pod obzor sestoupí, tím vyšší vrstvy ovzduší nad obzorem přímo osvětluje a tím méně odraženého světla na zemi dopadá. Tím vzniká přechod mezi dnem a nocí, večerní a ranní soumrak.<sup>1)</sup> Rozeznáváme pak soumrak občanský a soumrak astronomický. Od západu slunce až do doby, kdy slunce sestoupí  $6\frac{1}{2}$  stupně pod obzor, trvá večerní soumrak občanský. Zkušenost nás poučila, že zmizí poslední stopa soumraku, když slunce sestoupilo 18 stupňů<sup>2)</sup> pod obzor; do té doby trvá astronomický soumrak, pak jest již viděti i nejmenší, pouhým okem viditelné hvězdy. Astronomický soumrak trvá tedy od západu slunce do doby, kdy střed slunce dostoupil soumrakového kruhu 18 stupňů pod obzorem ležícího; doba astronomického soumraku jest tedy různá pro různé polární výšky míst a pro různé deklinace slunce. Pro vyšší zeměpisné šířky (větší polární výšky) nesestoupí v létě slunce pod obzor ani o půl noci níže 18 stupňů, pro takové krajiny není v tu dobu žádné tmavé noci, nýbrž jen soumrak. Pro Petrohrad jsou takové poměry od 22. dubna do 20. srpna,

<sup>1)</sup> Měsíc způsobuje v nejpříznivějším případě jen velmi slabý, ostatní hvězdy žádný soumrak.

<sup>2)</sup> Dle novějších pozorování 16 stupňů: dle J. Schmidta se hodnota tato mění. Dle G. Hellmanna hodnoty přibývá se šířkou zeměpisnou a s vlhkostí vzduchu.

pro Prahu od 30. května do 13. července.<sup>1)</sup> Připojená tabulka udává dobu trvání soumraku pro různé zeměpisné šířky za doby slunovratu zimního a letního a za doby rovnodennosti.

Zeměpisná šířka (severní nebo jižní)	Doba soumraku		
	Slunovrat zimní	Rovnodenní	Slunovrat letní
00	1 <sup>h</sup> 19 <sup>m</sup>	1 <sup>h</sup> 12 <sup>m</sup>	1 <sup>h</sup> 19 <sup>m</sup>
5	1 19	1 12	1 20
10	1 19	1 13	1 21
15	1 20	1 15	1 24
20	1 23	1 17	1 28
25	1 26	1 20	1 33
30	1 30	1 24	1 41
35	1 35	1 29	1 52
40	1 43	1 35	2 9
45	1 53	1 44	2 39
50	2 6	1 55	Celou noc soumrak.
55	2 23	2 10	
60	2 57	2 33	
65	4 3	3 8	

Na točnách trvá za doby rovnodenní soumrak ještě 52 dny po západu slunce. Na severní točně jest od 23. září, kdy slunce zapadlo, až do 13. listopadu soumrak, pak teprve nastoupí úplná tma, jež trvá do 29. ledna, kdy opět se zjevují první stopy ranního soumraku stále se zjasňujícího, až 21. března opět slunce nad obzor vystoupí. —

Při soumraku působí ovzduší zemské jako zrcadlo; při refrakci jako čočka.

<sup>1)</sup> Pro určité místo (jehož polární výška  $\varphi$  jest dána) začíná a končí doba jasných nocí, když  $(90^\circ - \varphi) - \delta = 18^\circ$ , kdež  $\delta$  jest deklinace slunce; tedy pro Prahu ( $\varphi = 50^\circ$ ) se tak stane, když  $40^\circ - \delta = 18^\circ$ , t. j.: když určitého dne deklinace slunce se rovná  $22^\circ$ , od toho dne počínaje nastanou jasné noci a sice tehda, jestliže dosazení hodnot za  $\delta$  pro příští dny činí levou stranu menší než pravou (tedy když  $\delta$  jest větší než  $22^\circ$ ), potom jasné noci trvají tak dlouho, až opět dosazením hodnoty za  $\delta$  se levá strana vyrovná pravé (t. j. když opět  $\delta = 22^\circ$ ), a v ten den jasné noci přestávají. příští pak hodnoty za  $\delta$  činí levou stranu větší než pravou (t. j.  $\delta$  jest menší než  $22^\circ$ ).



## Hlava II.

### I. Světové systémy starověku.

První pokus vysvětliti veškerý pohyby nebeské se stanoviska jednotného podnikl, jak se zdá,<sup>1)</sup> Pythagoras v 6. a 5. století př. Kr. Pythagoras postavil zemi jako volnou kouli do středu všehomíra. Toto stanovisko geocentrické tvořilo pak základ astronomie řecké.<sup>2)</sup> — Žáci Pythagorovi, hlavně Philolaos<sup>3)</sup> (ve 4. století př. Kr.), zbudovali jiný system světový (obr. 36.). Kolem centralního ohně pohybují se země a protizemě (*ἀντιχθών*), jsouce na koncích téhož průměru své dráhy, takže obyvatel země nespátří nikdy protizemi krytou centralním ohněm; zemi nejbliže pohybuje se kol centralního ohně měsíc, pak slunce, Merkur, Venuše, Mars, Jupiter a Saturn a konečně sféra stálic.<sup>4)</sup>

Endoxos z Knida, žák Platonův, zbudoval nový system světový geocentrický. System ten byl správně vyložen teprve od Schiaparelli-ho (*Le sfere omocentriche di Endosso, di Calippo e di Aristotele*, Milán 1876.). Ve středu všehomíra stojí země; každé planetě přísluší celá řada sfér (ploch kulových) nekonečně blízkých, s nimiž každá planeta jest pevně spojena. Každé sféře přísluší

<sup>1)</sup> Henri Martin, *Hypothèse astronomique de Pythagore*, *Bulletino di bibl. e di storia delle scienze mat. e fis.*, 5 sv. p. 99.; citováno dle S. Günther *Handbuch der mathemat. Geographie* 1890. p. 615.

<sup>2)</sup> Mínení, že Pythagoras považoval slunce a ne zemi za střed pohybu všehomíra, postrádá dostatečného důkazu. Pythagorovi se připisuje rovněž nauka o mnohosti světů.

<sup>3)</sup> Henri Martin, *Hypothèse astronomique de Philolaus*, tamže p. 127.

<sup>4)</sup> Domněnka, že Philolaos měl myšlenku, jejíž jádro se podobá podstatě systému Koperníkova, jest úplně mylna. (Vide R. Wolf 253.)

určitá rychlost pohybu, a všem sférám jest pohyb otáčecí společný, podmiňující jak pro stálice, tak i pro planety během 24 hodin otočení kolem země, čímž vzniká střídání dne a noci. Slunci a měsíci patří mimo to ještě dvě, každé planetě (5 počtem) tři sféry; na každé nebeské těleso působí tři (pro slunce a měsíc) až čtyři impulsy, nutice je opisovati takové křivky sférické, jaké právě se pozorují. Není rozhodnuto, zdaž Eudoxos si představoval sféry jako čistě

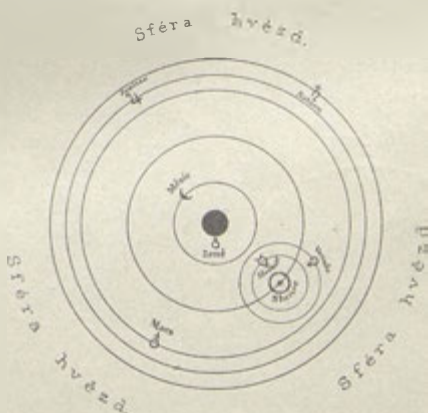


Obr. 36. Philolaův systém světový.

geometrické útvary nebo jako skutečně hmotné kulovité plochy. System Eudoxův byl později celkem zaveden a opravován. Kallippos z Cyzika nejsa spokojen s jednoduchým systemem Eudoxovým zavedl místo 26 sfér Eudoxových 33 sféry (po čtyrech pro slunce a měsíc a po pěti pro ostatních 5 planet) a Arístoteles dokonce vložil mezi Kallippovy sféry ještě reagenční sféry, čímž počet sfér se zvýšil na 50 a tím byla jednoduchost systemu Eudoxova porušena. System Eudoxův vysvětloval nerovnosti drah planet, pohyb retrogradní, stationerui (viz později), tvoření se ostrých konců kliček drah, nemohl však vysvětliti mě-

nivou vzdálenost planet, což bylo příčinou, že system ten byl pomenáhu oponštěn.

Také mezi Reky vyskytli se mužové, kteří se vyslovili pro dvojitý pohyb země: kolem osy a kolem slunce. Veškery náhledy toho druhu spracoval kriticky Schiaparelli ve spise „I precursori di Copernico nell' antiehità“. Není posud rozhodnuto, zda již Plato, opustiv jak se zdá později své původní stanovisko pythagorejské, považoval otáčení se země za možné. Ovšem se jeví stano-



Obr. 37. Světový system Heralidův.

visko opošíční proti uznávanému systemu na př. u Platona, Heraclida Pontica, Ecphanta a j. Heraclides Ponticus dle Schiaparelliho postavil se na zvláštní stanovisko, zbudovav system, jenž myluč slove system egyptský (viz obr. 37.). Kolem země obíhají tělesa v pořadí tomto: měsíc, slunce, Mars, Jupiter a Saturn; slunce provází jako spolupoutníci Merkur a Venuše. — Aristarch ze Sama však již jasně vyslovil, že hvězdy a slunce jsou nehybné, že se země kolem slunce jako středu pohybuje. Seleucus vypracoval dále heliocentrický system Aristarchův. Dle Schiaparelliho vyskytly se také v dalekém východu hlasy o rotaci země. Indové Aryabhata a Prithúdaca-



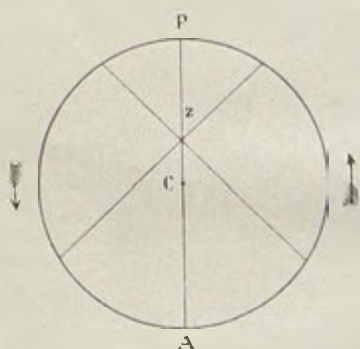
Swami (Chaturveda) mluví již o rotaci země a vyvracejí vyskytující se námitky proti této.

Veškerý tyto náhledy neměly vážného účinku a dosahu v starověku. Teprve system Hipparchem zbudovaný, svědčící o neobyčejném ostrovtipu bádařem a hloubavém, tvořil základní kámen, na kterém celá starověká astronomie spočívala.



## II. Učení Hipparchovo.

Hipparchova theorie slunce. Aby vysvětlil různou zdánlivou velikost slunce (t. j. úhel, pod kterým se zří se země průměr slunce), chtěl zároveň po-



Obr. 38.

nechatí kruhovitou dráhu slunce, položil Hipparch zemi mimo střed kruhu sluneční dráhy, a tím se stal zakladatelem nauky o kruhu excentrickém.

Hipparch<sup>1)</sup> považoval pohyb slunce za kruhový, rovnoměrný, střed kruhu *C* ležel však mimo zemi *Z* (obr. 38.). Pozorovateli na zemi *Z* se pak zdá, že se slunce v nejbližším bodu *P* k zemi *Z*, v přízemí, perigeum, rychleji pohybuje, a naopak zdá se pohyb slunce v bodu *A*,

nejvzdálenějším bodu od země, v odzemí, apogeuu,<sup>2)</sup> býti

<sup>1)</sup> Hipparchus (kolem r. 190.—125. př. Kr.) z Nicaey v Bithynii žil delší dobu na ostrově Rhodu. Další osudy tohoto největšího astronoma starého věku a zakladatele vědecké astronomie, opírající se o pozorování, nejsou známy. Hipparch našel kolem r. 150. před Kr. nestejnou délku dob ročních, určil dráhu slunce, sestavil p vní tabulky sluneční, zkoumal dráhu měsíce a určil hlavní nerovnosti její, vynalezl praxeosy bodů rovnodenních a sestavil z vlastních pozorování první katalog hvězdný. Do sférické astronomie uvedl trigonometrii.

<sup>2)</sup> Apogeuu a perigeu slovou *apsidy*; a spojnice obou slove čára *apsid*.

pomalejším než střední. Mezi těmito dvěma body  $PA$  se rychlost nepřetržitě mění od největší hodnoty k nejmenší a naopak. Vzdálenost země od středu pohybu  $C$  (totiž  $ZC$ ) slove výstřednost, excentricita. Hipparch určil, srovnávaje úhlovou rychlost v různých bodech dráhy, poměr vzdálenosti země od středu kruhu  $ZC$  k poloměru kruhu dráhy  $PC = CA$ . Hipparchem určené číslo jest však dvakrát větší než ve skutečnosti.

Hipparch srovnávaje dále doby vstupu slunce do bodů rovnodenních (aequinoktiálních) a slunovratných (solstitialních), zjistil, že doba jara čítá  $94\frac{1}{2}$ , doba léta  $92\frac{1}{2}$ , podzimu 88 a zimy 90 dnů, že tudíž jednotlivé doby roční nejsou stejně dlouhé. Příčinu úkazu toho sledoval opět Hipparch v tom, že střed kruhové dráhy sluneční nesplyvá se středem sféry nebeské, v němž stojí země, a že střed sluneční dráhy se musí o  $\frac{1}{24}$  poloměru posunouti ve směru 6. stupně znamení blíženců.

Na základě těchto výzkumů zbudoval Hipparch první theorii slunce, t. j. vypočetl tabulku, jež pro libovolný čas udávala velikost úhlu, pod nimž slunce se země jest viděti, počítali se úhel ten od apogea, anebo jak říkáme: jež udávala pravou anomálii ( $v$ ); kdyby se slunce pohybovalo v kruhu rovnoměrně a tudíž úměrně času, opisovalo by v stejných dobách stejné úhly, jež nazýváme střední anomálii ( $m$ ); Hipparch však shledal, že se slunce nepohybuje rovnoměrně a úměrně času, že pro určitou dobu jest jakýsi rozdíl mezi anomálií střední a anomálií pravou; rozdíl ten slove rovnici a největší hodnota její obnáší pro pohyb slunce  $+20\ 13'$ .

Hipparch položiv si dále za úkol zbudovati též theorii pohybu měsíce, nedal se odstrašiti hromadícími se obtížemi úlohy té. Hipparch zjistil jasně, že jest daleko obtížnější theorii pohybu rozřešiti pro měsíc než pro slunce, neboť měsíc vykazuje vedle nerovnoměrného pohybu v délce i nerovnoměrný pohyb v šířce, největší a nejmenší hodnoty nerovnosti těch připadají mimo to na veškeré body zvířetníku, z čehož plyne, že i čára apsid i čára uzlová dráhy měsíční nemají stálý směr, nýbrž že na nebi se pohybují.<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Čára uzlová dráhy měsíční, t. j. přímka spojující uzel vystupující a sestupující vykonává celý oběh v ekliptice ve směru

Hipparch, chtěje vysvětliti tyto pohyby, stanovil pro běh měsíce nejprve kruh excentrický, a přidělil tomuto dále otáčení se kolem středu zvířetníku. Tím způsobem vysvětlil Hipparch jakž takž nerovnost jevící se při úplňku a při nové luně, tak zvanou hlavní rovnici měsíce (srovnej rovnici slunce). Jiné nerovnosti pohybu nedovedl však Hipparch vysvětliti.



### III. System Ptolemaeův.

Kolem polovice druhého století po Kristu složil alexandrijský astronom Claudius Ptolemaeus<sup>1)</sup> opíraje se o starší pozorování astronomická, hlavně Hipparchova, nové učení o zdánlivých pohybech planet na základě soustavy geocentrické, v díle později „Almagest“ zvaném.

Almagest<sup>2)</sup> Ptolemaeův, platil po celých 14 století za základní učebnou knihu astronomie. Téměř vše, co vime

denního pohybu v 6798:33553 dne (asi 18·6 letech); tím že uzlová čára přichází měsíci stále o něco vstříe, přijde měsíc k témuž uzlu v měsíci dračím rovném 27·21222 dne; čára apsid, t. j. příčka spojující apsidy (perigeum a apogeeum) dráhy měsíční vykoná však celý oběh ve směru opačném dennímu pohybu ve 3231·46623 dne (asi 9 letech), následkem toho přijde měsíc teprve ve 27·5546 dne k téže apsidě; doba ta slove měsíc anomalistický.

<sup>1)</sup> Claudius Ptolemaeus, nar. v Egyptě, žil kolem r. 130. po Kr. v Alexandrii.

<sup>2)</sup> Almagest jest arabský název Ptolemaeova díla *Μεγάλη σφαιρική*, jež dokončeno bylo v letech 150.—160. př. Kr. a skládá se ze 13 knih. První kniha vykládá základy sférické astronomie a tak zv. soustavu Ptolemaeovu; druhá kniha řeší problémy na kouli vzhledem k výšce pólu; třetí jedná o pohybech slunce; čtvrtá obsahuje základy theorie měsíce a slunce; pátá jedná o konstrukci a užívání astrolabia a o určení parallaxy měsíce; šestá obsahuje tabulky měsíce a tabulky zatmění; sedmá a osmá jedná o stálících a praecessi, obsahuje 48 souhvězdí s 1022 hvězdami dle jejich polohy v souhvězdích a dle jejich délky, šířky a velikosti, pak jedná o mléčné dráze, o slunečním východu a západu; kniha devátá vykládá pořad sfér planet, o pohybu Merkurově; desátá o pohybu Venuše a Marse; jedenáctá o pohybu Jupitera a Saturna a obsahuje tabulky planet; dvanáctá vysvětluje zpětný pohyb planet hořejších a digressi planet dolejších; třináctá kniha jedná o šířce planet. Ptolemaeova Syntaxis rozšířila se záhy v opisech s důkladnými poznámkami, zejména od Theona a Pappa. V IX. století byl jeden opis k rozkazu Mamúna přeložen pod názvem almagest do arabštiny od Honeina ben

o astronomii starověké, bylo čerpáno z této astronomické bible. V principu během 14ti století se také nic neměnilo na obsahu almagestu. Základní věty soustavy Ptolemaeovy jsou:

Veškerá tělesa nebeská pohybují se na sféře nebeské v kruzích. Ptolemaeus vykládá především o denním pohybu, kterým tělesa nebeská se otáčejí v kruhovitém denním oběhu kolem pólu nebeského. Veškerí astronomové starého i středního věku až do dob Keplerových měli vůbec za to, že veškerý pohyb nebeské se děje v nejdokonalejších obrazech rovinných — v kruzích; poznávše však záhy nerovnoměrnost pohybů některých, položili zemi mimo středy kruhů. Nedostačoval-li jeden kruh znázorňovati pohyb tělesa nebeského, spojilo se několik kruhovitých pohybů dohromady. — První věta Ptolemaeova, pokud se týká zdánlivého denního pohybu, jest správná. Ptolemaeus ovšem nevěděl, že pohyb ten jest zdánlivý, jehož příčina jest otáčení se země kolem osy.

Země jest koule. Že země jest kulovitá od východu na západ, dokázal Ptolemaeus tím, že tělesa nebeská nevycházejí pro veškerý obyvatel země v témž okamžiku. Srovnají-li se totiž doby zatmění měsíce pozorované v různých místech, pozoruje se, že pro pozorovatele na západě nastane totéž zatmění měsíce dříve po západu slunce; poněvadž pak se zatmění měsíce děje pro veškerý krajiny v témž okamžiku, musí slunce pro západní krajiny později zapadat. Že jest země kulovitá ve směru od severu na jih, plyne z toho, že by jinak hvězda procházející poledníkem určitého místa právě v jižním anebo severním bodě obzoru musila procházeti poledníkem míst

---

Isháka a jeho syna, i stal se základem arabské astronomie. Arabský překlad byl v XII. a XIII. století přeložen do latiny. Řecký original *Syntaxis* byl v XV. století od kardinála Jana Bessariona do Italie přenesen a v Římě od Řeka Jiřího z Trapezantu do latiny přeložen, později Purbachovi a Regiomontanovi odevzdán, kteří spracovali „*Epitome in Almagestum Ptolemaei*“, úvod k porozumění původního díla. Po vynalezení knihtiskařství byl almagest buď v překladě latinském anebo v originale častěji buď celý nebo po částech vytištěn. Nejnovější vydání originalu s překladem franc. a historickým úvodem pořídil Halma v Paříži (1813 — 16.; 2 sv. „*Composition mathématique de C. Ptolémée*“). Náhled, že katalog hvězdný sestaven byl od Hipparcha a od Ptolemaea pouze na jeho dobu přepracován byl, jest ale výzkumů C. H. F. Peterse mylný.

severnějších neb jižnějších zase na obzoru. Jde-li pozorovatel na jih, vidí však hvězdy na severu se blížit k severnímu obzoru a nové hvězdy vystupovati nad jižní obzor. Obzor mění podle místa pozorovacího polohu i směr. — Tato věta jest úplně správná, rovněž i důkaz.

Země jest ve středu nebeské koule. Kdyby stála země na příklad východně od středu nebeské koule, byli bychom hvězdám vycházejícím blíže než zapadajícím, a vycházející hvězdy by se proto musily rychleji pohybovati než zapadající. Jelikož denní pohyb jest úplně rovnoměrný, musí býti země ve středu pohybu.

Země nemá pohybu postupného, neboť by se musila pohybovati na některou stranu nebeské koule a denní pohyb těles nebeských by přestal býti rovnoměrným, čemuž odporuje zkušenost.

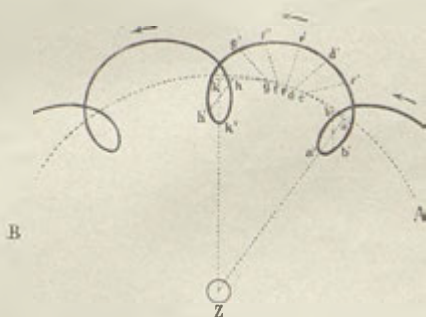
Poslední dvě věty Ptolemaeovy tvoří směs pravdivých i mylných náhledů. Ptolemaeus nepostřehl, že sféra nebeská jest jen myšlená, pozorovatel ji všude s sebou vede, kamkoliv jde. Důkazem, že střed pohybu nebe v zemi leží, dokazuje právě, že se země kolem osy otáčí.

Veškerý nebeské pohyby se dají vysvětliti řadou pohybů kruhových.

Pohyb planet dle Ptolemaea. Slunce se pohybuje během roku od západu na východ, ač ne rovnoměrně, přece vždy v témž smyslu; podobně luna pohybuje se během měsíce od západu na východ. Pozorujeme-li však oběžnice (planety), shledáme, že se pohybují tu na východ, tam na západ, někdy zase že vzhledem k stálícím nemění místa. Ovšem převládá celkem pohyb na východ, a oběžnice kolísají kolem jistého středního bodu, jenž se pohybuje pravidelně na východ. Pohyb planety na západ slove retrogradní, zpětný, zpátečný, poněvadž jest opačný pohybu slunce mezi hvězdami a střednímu pohybu planet, pohyb na východ nazývá se pohyb přímý, direktní; mezi oběma pohyby leží bod, kde oběžnice se nepohybuje, stojí, jest stationerní. Mysleme si na příklad Jupitera, jenž opisuje během 12 roků mezi hvězdami ve směru na východ celý oběh na nebi, pak skutečný Jupiter bude kolísati kolem takto myšleného tělesa a nevzdáli se od tohoto více než  $12^0$ . Doba dvojnásobné oscillace (největšího vzdálení) bude obnášeti 13 měsíců. Již Hipparch pozoroval, že tento oscillující (kolísající) pohyb se dá vysvětliti, předpokládá-li se, že skutečný Jupiter po-



pisuje kolem takového myšleného Jupitera během roku dráhu v křivce podobné kruhu, jež byla nazvána *ἐπικυκλος* — epicykl. Tím stal se Hipparch zakladatelem epicyklické theorie pohybu planet, o čemž vykládá almagest. Znázornění této theorie podává obr. 39. Kolem země *Z* pohybuje se fingovaná (myšlená) planeta — Jupiter příkladně — v dráze kruhové *AB* (*a, b, c ...*). Představme si, že se skutečný Jupiter pohybuje v epicyklu rovnoměrně kol myšleného Jupitera, jehož polohám *a, b, c, d, e, f, g, h, k* odpovídají polohy skutečného Jupitera *a', b', c' ... k'*. (Vzdálenosti  $aa' = bb' = cc' = \dots$ )



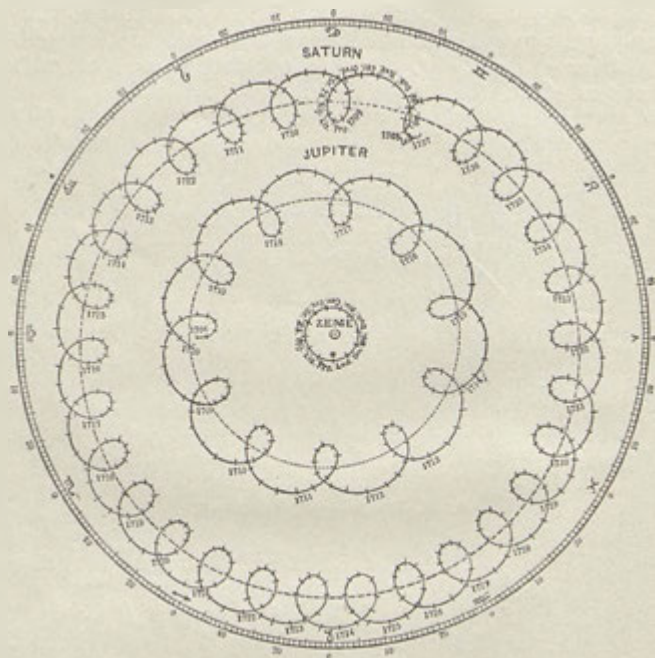
Obr. 39. Epicyklický pohyb planety.

Spojíme-li body *a', b' ... k'*, obdržíme křivku, jež znázorňuje zdánlivý pohyb Jupiterův a jeví se jako kruhová řada kliček (*Schlingen und Schleifen*).

Kruhovitá dráha fingované planety slove deferenční kruh — *deferens*. — Z obrazu jest patrné, že poloměr epicyklu má též rovnoběžný směr v polohách *hh', aa'*, že tedy poloměr ten opsal celý oběh během 1 roku. Aby však byla křivka ukončena, jest třeba, aby poloměr opsal ještě část křivky, pročež opíše poloměr více než celou revoluci a potřebuje tedy k vytvoření úplné křivky asi 13 měsíců (nikoli 1 rok). Výkres ukazuje, že se Jupiter pohybuje přímo (direktně) před polohou *c'* až po *g'*, zpětně (retrogradně) od polohy *a'* až ku *b'* a od *h'* do *k'* (ovšem ještě v nejbližší poloze za *k'*), a že blízko bodů *b'* a *k'* byl stationerní (zdánlivě stojící).

Úplný zdánlivý pohyb Jupitera a Saturna znázorňuje Aragův obrazec (viz obr. 40.).

Poloměr epicyklů Jupitera, Saturna a Marse opisuje celou revoluci během roku. Epicykly měly tolik klíčků, kolik roků čítá oběh planety, na příklad Jupiter má

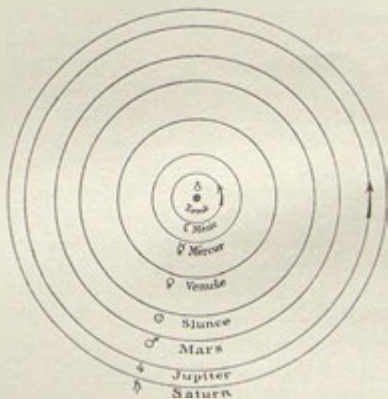


Obr. 40. Epicyklický pohyb Jupiterův a Saturnův dle Aragovy astronomie.

12, Saturn 29 klíčků. V polohách poloměru epicyklu (obr. 39.) směrem k zemi ( $aa'$ ,  $kk'$ ) nachází se země na spojnici planety a slunce, říkáme že planeta jest v *opposici* se sluncem; v poloze poloměru epicyklu směrem od země ( $ee'$ ) stojí slunce na spojnici země a planety, říkáme, že jest planeta v *konjunkci* se sluncem. Kdyby si byli staří astronomové uvědomili, že směr poloměru epicyklu planet Jupitera, Saturna a Marse jest též jako

směr od země ke slunci, byli by seznali, že se stávají epicykly zbytečnými podmínkou, že se země pohybuje kolem slunce a nikoli slunce kolem země.

Pohyb Merkura a Venuše dle soustavy Ptolemaeovy liší se od pohybu dříve jmenovaných planet. Pro Merkura a Venuši leží fingované středy, kolem nichž skutečné planety kolísají, vždy ve směru slunce. Venuši nebo Merkura jest viděti vždy v určité vzdálenosti po obou



Obr. 41. Světový systém Ptolemaeův.

stranách slunce, Venuši nejvzdáleněji 48<sup>0</sup>, Merkura 16 až 29<sup>0</sup>. Ačkoliv staří Egypťané na základě těchto poměrů učinili pro tyto planety slunce středem pohybů těch planet, nicméně Ptolemaeus zavrhl soustavu tu, položiv bez příčiny dráhy jejich mezi dráhu slunce kolem země. Obr. 41. naznačuje pořad planet dle soustavy Ptolemaeovy. Nejbližší těleso zemi jest Měsíc, pak Merkur, Venuše, Slunce, Mars, Jupiter a Saturn. Za Saturnem byla sféra stálic, 9. a 10. sféra měla vysvětliti úkazy praeceesse a 12. sféra — Primum mobile — obstarávala denní pohyb celé soustavy.<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Obvyčejně se uvádí toto schematické znázornění za jádro soustavy Ptolemaeovy. Všim právem odsuzuje R. Wolf tento způsob, jenž jest úplně bezcenný a škodlivý, stavě do popředí věci nepodstatné ano i pochybné a opomíjeje pravou podstatu systému, theorie pohybu planet, a tabulky na základě této theorie sestavené.

K vysvětlení nerovnosti pohybu měsíce stanovil Ptolemaeus dráhu měsíce excentrickou jako u slunce, země nestála ve středu kruhové dráhy měsíční, nýbrž byla asi  $\frac{1}{10}$  vzdálenosti měsíce od země vzdálena od středu. Přes to ukazovala dlouhá řada pozorování, že přizemí i odzemí při měsíci netrvají na témž místě dráhy, nýbrž že se ku předu pohybují, probíhajíce během 9 let celé nebe: pro měsíc střed jeho excentrického kruhu opisuje tedy kolem země během 9 let celý kruh. Ptolemaeus shledal z měření úhlu mezi sluncem a měsícem na různých místech dráhy měsíční, že měsíc kolísá více než  $10^\circ$  kolem polohy podmíněné excentrickým kruhem v periodě rovnající se téměř oběhu měsíce kolem země;<sup>1)</sup> proto zavedl i pro měsíc epicykl tak malého poloměru, takže dráha netvoří kliček. Jest patrné, jak složením více pohybů kruhových lze představití velmi složité zdánlivé pohyby těles nebeských v mezích tehdejších pozorovacích chyb. Moderní astronomie užíváje při výpočtu drah těles nebeských, jichž běh jest rušen vlivem jiných těles, rozvinování souřadnic dle sinusů a kosinusů několikanásobných příslušných úhlů, koná analytickou cestou totéž, co theorie epicyklická cestou konstrukce; moderní astronomie, pokud se mathematické podstaty problému týče, stojí ještě nyní na půdě Ptolomacově, ale filosofická podstata moderní astronomie jest ovšem jiná.

Ze soustavy Ptolemaeovy vysvítalo, že jest měsíc zemi nejbližší těleso, Mars, Jupiter a Saturn nejvzdálenější oběžnice, neboť vzdálenější oběžnice jsou ty, jež se pomaleji pohybují. Pochybné bylo postavení slunce, Merkura a Venuše, neboť všechny tři vykonávají celý oběh na nebeské kouli v 1 roce.

Po celých 14 století nebyl učiněn žádný další vážný krok, jenž by vedl ku poznání pravých zákonů o pohybech nebeských těles. Jedině snad Arabové stále pěstovali astronomii, vynalézajíce nových method ku pozorování těles nebeských, a zdokonalujíce tabulky pohybů, avšak pravou podstatu pohybů těles nebeských poznal a přesvědčivě vysvětlil teprve Mikuláš Koperník, jenž měl již předchůdce svých názorů v Aristarchovi,<sup>2)</sup> Selenkovi a snad i Endoxovi.

<sup>1)</sup> Nerovnost tato v pohybu měsíce slove evekce.

<sup>2)</sup> Archimedes uvádí ve svém *Arenariu* (počet pískový) toto: „Většina astronomů roztuní slovem svět kouli, jejíž střed splývá se

I ve středověku se začínalo vážně uvažovati o Ptolemaeově složité geometrické stavbě nebes, a vyskytly se pokusy stavbu tu zjednodušiti. Pomíjejíce náhledů Tomáše Aquinského, Rogera Bacona, krále Alfonse Kastilského o pochybné správnosti soustavy Ptolemaeovy, od níž i někteří východní astronomové se odebýlili, připomínáme jen, že v 15. století se vyskytly snahy po opravě soustavy Ptolemaeovy. Zejména kardinál Mikuláš Cues (Cusa-Cusanus) vyslovil originalní náhled o rotačním pohybu země. Leonardo da Vinci pokládal (kolem r. 1510.) otáčení se země kolem osy za známou již věc, a Celio Calcagnini zbudoval system velmi příbuzný soustavě Kopernikově.

---

středem země a již poloměr se rovná vzdálenosti slunce od země. Aristarch ze Samu podává zprávu o tom a vyvrací to v proposicích (jež se ztratily, jež uveřejnil proti astronomům. Dle jeho mínění jest svět daleko větší: neboť předpokládá, že jsou hvězdy a slunce nehybné, že se země pohybuje kolem slunce co středu atd.







Obr. 42. Mikuláš Koperník (dle starého obrazu).

#### IV. Soustava Koperníkova.

Mikuláš Koperník (též Koprnik, Koppernigk, Köppernigk, Copperingk, Cupernik, Czeppernick a j.)<sup>1)</sup> narodil se 19. (?) února r. 1473. v Toruňi z Mikuláše Koperníka z Krakova a z matky rozené Watzelrode z Toruně. Od r. 1491. navštěvoval vysoké školy v Krakově, studuje vedle oborů humanistických též matematiku a astronomii; kolem r. 1495. opustil Krakov a odebral se do Boloně, kdež pilně pěstoval astronomii, připravuje se zároveň pro stav duchovní. R. 1498. stal se kanovníkem ve Frauenburgu; odebrav se však záhy do Říma, konal tam různé matematické a astronomické přednášky. Uvázav se pak opět ve svůj úřad, obdržel záhy dovolenou, aby studoval v Itálii lékařství; za tím účelem odebral se tedy do Padue, kdež byl na doktora lékařství povýšen. Od r. 1505. až 1512. dlel u svého ujce na sídle biskupském v Heilsbergu; odtud

<sup>1)</sup> Rodem Slovan, Polák z kořene českého.

nechýlil se opět do Frauenburgu, kdež, přerušiv tam ještě několikráte svůj pobyt, zemřel 24. května r. 1543. Vedle četných jiných památek hlásají světu slávu Koperníkovu velkolepé pomníky: ve Varšavě od r. 1830., mistrovské dílo Thorwaldsenovo, a v Berlíně, modelovaný od Fr. Tiecka. Také Toruň postavila slavnému rodáku svému pomník s nápisem: Nicolaus Copernicus Thorunensis, Terrae motor, Solis Coelique stator. Leopold Prowe oslavil jeho památku v obšírném životopise (ve 2 svazcích) se všemi dokumenty. V celém vzdělaném světě slavila se r. 1873. památka Koperníkova; na oslavu 400leté památky narození Mikuláše Koperníka pořádány byly též v Čechách četné slavnosti, z nichž přední místo zaujala slavnost pořádaná jednotou českých matematiků v Praze. Při té příležitosti podal prof. F. J. Studnička velmi důkladný a velice vzletně psaný životopis oslavence (Mikuláš Koprník, II. ročník časopisu pro pěstování matematiky a fysiky). V této práci se dovidáme, že v Čechách žili v 14. století vladykové jménem z Koprníka; rod ten měl sídlo své v Koprníku, kteréž dosud se zachovalo co vesnička ležící v krajině mezi Kněžmostem, Kosmonosy a Bakovem. Jest velmi pravděpodobno, že koncem 14. století se vladyka Koprník vystěhoval z Čech do Krakova, kdež se trvale usadil.

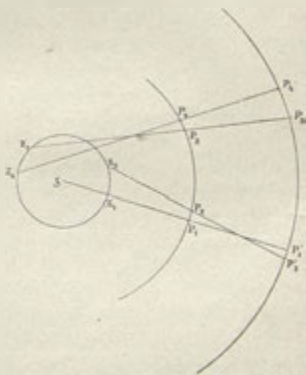
Koperníka neuspokojilo pouhé proslovení a tvrzení nových náhledů, nýbrž po celý život snažil se svou soustavu upevňovati a objasňovati. Koperník pojal nový názor světový, na jehož základě teprve svou theorii zbudoval, překonav za pravý uznávaný předsudek o pevné zemi; nedal siice a nemohl dáti přesný důkaz o správnosti svého učení, mohl pouze ukázati, že jeho nauka vysvětluje pohyby těles nebeských jednodušeji a přirozeněji než nauka Ptolemaeova a že tudíž jest daleko pravděpodobnější než tato. Nauku svou, plod práce celého života, vyložil v díle: „De Revolutionibus Orbium Caelestium“. v díle od času Ptolemaea nejznamenitějším. Klassické dílo Koperníkovo „De Revolutionibus Orbium Caelestium“ rozděleno jest v 6 knih: Prvá kniha vykládá o základních třech pohybech zemi příslušných, o nové soustavě sluneční a základech trigonometrie. Druhá kniha jedná o astronomii sférické, obsahuje katalog hvězdný, v němž se zavádí začátek čítání délek od hvězdy  $\gamma$  Arietis (v souhvězdí berana). Třetí kniha jedná o praecessi a o theorii ročního pohybu

slunce. Čtvrtá kniha obsahuje theorii měsíce. Pátá a šestá kniha jedná o určení vzdálenosti planet a theorii pohybů planet dle soustavy heliocentrické. První náčrtek díla pochází z r. 1530. Návodem přátel vydal Koperník kolem r. 1532. jen „*Commentariolus de hypothesibus motuum coelestium*“, který v různých opisech koloval mezi přáteli. Širší obecnostro obdrželo zprávu o nové soustavě ze psaní Rhätica Schoneroovi (později vytištěného pod názvem „*Narratio prima de Libris Revolutionum Nic. Copernici 1540.*“). Celé dílo vyšlo v roce úmrtí Koperníkova r. 1543. v Norimberku pod názvem „*Nicolai Copernici Thorunensis, De Revolutionibus Orbium Caelestium, Libri VI*“ s věnováním papeži Pavlovi III., při čemž Koperníkova předmluva ku čtenáři vyměněna byla podvrženým přepisem od Osiandra: „*De hypothesibus hujus operis*“. Po smrti Rhäticově stali se majetníky originálního manuskriptu Otho, Christmann, Komenský a j.; nyní jest majetkem knihovny Nostické v Praze. Další vydání pocházejí z r. 1566. v Basileji (Basel) a z r. 1617. v Amsterdamu. Čtvrté vydání s předmluvou a s překladem do polštiny obstaral Jan Baranowski, jež vyšlo r. 1854. ve Varšavě. Jubilejní vydání ku paměti 400letého jubilea narození Koperníkova pořídil podle originálu Maxmilian Curtze v Toruni r. 1873. Německý překlad díla vyšel od spolku Koperníkova r. 1879. v Toruni. První užití díla bylo až chladné, přece dosti příznivé, na vysokých školách, kde tehda nebylo svobody učení, stále se musila přednášeti soustava geocentrická (Ptolemaeova). Rhäticus byl nejúčinnějším zastancem nauky Koperníkovy a první vypočetl ephemeridy dle jeho učení. K Rhäticovi přidružil se theolog Cruciger a matematik Reinhold, jenž na základě soustavy Koperníkovy s přispěním Albrechta Pruského sestavil tabulky: „*Tabulae Prutenicae motuum coelestium*“ předěci veškerý dřívější tabulky astronomické, jež překonány byly teprve Keplerovými tabulkami Rudolfskými.

Koperník, studuje starší spisy astronomické, poznal, že byli jednotlivci, kteří vyřkli, že se země točí, a zkoumaje, zda se pohyby těles nebeských tímto názorem nedají jednodušeji vysvětliti, již r. 1507. se přesvědčil, že skutečně se dějí tyto pohyby: a) denní pohyb země kolem osy od západu na východ, jímž se vysvětluje zdánlivý pohyb nebeské koule od východu na západ; b) roční pohyb země kolem slunce

ve směru od západu na východ, jemuž odpovídá zdánlivý roční pohyb slunce v téměř směru; *c*) roční pohyb konický (vytvorující kužel) osy zemské kolem kolmice k ekliptice ve směru od východu na západ; již Rothmann a Galilei pokládali tento pohyb za zbytečný; *d*) pohyb všech planet kolem slunce podobný pohybu země kolem slunce. Tím dokázal Koperník zbytečnost fingované dráhy planet (deferens) a epicyklů hořeních planet, nahradiv tyto jednoduchou drahou zemskou.

Pohyby zpětné i zdánlivá zastavení planet snadno vysvětluje soustava Koperníkova (obr. 43.). Veškeré planety se pohybují kolem slunce ve směru od západu na východ. Kolem slunce se pohybuje země *Z* a vnější planeta *P*. Stojí-li země a planeta na téže straně slunce *Z*<sub>1</sub> a *P*<sub>1</sub> a pohybují-li se obě na tutéž stranu *Z*<sub>2</sub> a *P*<sub>2</sub>, země rychleji ve své dráze než planeta, promítá pozorovatel na *Z*<sub>2</sub> planetu *P*<sub>2</sub> do *P*<sub>2</sub>' na nebeské kouli, zdá se tudíž, že se planeta pohybuje zpětně, ač skutečný pohyb jest jako u země na východ. Přejde-li země na opačnou stranu planety vnější do



Obr. 43. Přímý a zpětný pohyb planet.

*Z*<sub>3</sub> a *Z*<sub>4</sub> a planeta do *P*<sub>3</sub> a *P*<sub>4</sub>, promítá pozorovatel na zemi planetu do bodů *P*<sub>3</sub>' a *P*<sub>4</sub>', planeta se zdá pohybovat přímo. Mezi polohou *P*<sub>2</sub> a *P*<sub>3</sub> bude místo, kde planeta jakoby se zastavila a vůbec nepohybovala, kde jest stationární. Oběžnice Merkur a Venuše nazýváme planetami vnitřními, doleními, ostatní oběžnice planetami vnějšími, hořeními. Jest patrné, že se vnitřní i vnější planeta pohybuje na západ, retrogradně, zpětně, jest-li spojnice příslušných míst země a planety se protínají za dráhou planety u vnějších planet, anebo za dráhou zemskou u vnitřních planet; že se pohybuje na východ, direktně, přímo, jest-li spojnice se protínají mezi zemí a planetou; že planeta jest stationární, když spojnice jsou rovnoběžny.





Výpočet Koperníkův:	Novější hodnoty:
♂ Merkur: 0·395	0·387
♀ Venuše: 0·719	0·723
♂ Mars: 1·512	1·542
♃ Jupiter: 5·219	5·203
♄ Saturn: 9·174	9·539

Koperník usoudil správně z proměnlivosti poloměru zdánlivého kruhu *ab* na proměnlivost vzdálenosti v různých dobách, avšak nepoložil střed kruhových pohybů planet do slunce, nýbrž mimo ně o určitou veličinu, výstřednost, excentricitu (jako Ptolemaeus). Theorie rovnoměrného pohybu v excentrickém kruhu vysvětluje sice správně nepravidelnosti úhlového pohybu planety, podává však výsledky pro vzdálenosti planety dvakrát tak velké, než skutečně jsou; proto volil Koperník pro excentricitu hodnotu průměrnou mezi excentricitou Ptolemaeovou a tou, jež by dala správné změny vzdálenosti, a přidal epicykl třetiny této excentricity. Planeta měla obíhati dvakrát v takovém epicyklu během oběhu kolem slunce. Tím se vyrovnala nerovnost úhlového pohybu a nerovnost měnivé vzdálenosti planety. Takto byly vysvětleny veškeré pohyby planet kolem slunce s touž přesností, jaké tehdojší pozorování dosáhla. Koperník ukázal, které zdánlivé pohyby na nebi jsou reální (skutečné) a které jsou výsledkem pohybu pozorovatele samého.<sup>1)</sup>

Mnozí nástupci Koperníkovi nechtěli uznati z plna pro tehdejší domnělé obtíže novou soustavu heliocentrickou, starou soustavu geocentrickou pak v n-změněné podobě nechati nemohli; proto zkoumali, zda by nevyhovoval skutečnosti starý system egyptský, kdyby se v něm hoření planety staly družicemi slunce, slunce pak s měsícem aby obíhalo kolem země. Takovým způsobem asi vznikly ony nové soustavy, jimiž se mělo docíliti smíru mezi starými a novými náhledy (Vermittelungssysteme), které lze ze stanoviska tehdejšího omluviti. Miníme tu novou soustavu sluneční Tyge Brahea a Mikuláše Reymara Ursa.

<sup>1)</sup> Velmi dobře ličí pro širší kruhy různé stránky soustavy Ptolemaeovy a Koperníkovy spis: „Newcomb-Engelmanns Populäre Astronomie. 2. Auflage von H. C. Vogel. Leipzig 1892.“ jehož bylo v této stati použito.



## V. Soustava Braheová.

Dle náhledu Tyge Brahe-a stojí země uprostřed všeho-  
míra (viz obr. 45.); kolem země otáčí se měsíc a slunce,



Obr. 45. System Braheův (Tychonický).

kolem něhož pohybuje se ostatních pět planet. Tyge přijal tedy také epicykly a zavrhl soustavu Kopernikovu proto, poněvadž dle ní by se musily stálice nalézati ve vzdálenosti nezměrné. V epicyklickém pohybu planet se zobrazuje totiž roční pohyb země kolem slunce; stálice mimo soustavu sluneční ležící musily by ve svém pohybu též zobrazovati roční pohyb země kolem

slunce, ovšem v měřítku zmenšeném, je-li soustava Kopernikova správná. Pozorování míst stálic konaná od Tyge-a a předchůdců neukazovala však takových změn. Přívrženci Kopernikovi odpovídali k této výtce takto: vzdálenost stálic jest tak veliká, že v pohybech jich se nevidí obraz pohybu země; i průměr dráhy zemské jest u porovnání se vzdáleností stálic nekonečně malou veličinou. Dle Brahe-a musí býti vzdálenost stálic aspoň tisíckrát větší než vzdálenost slunce od země aneb aspoň 100krát větší, než vzdálenost nejzazší tehdy známé planety Saturna. Brahe dovedl totiž zdokonaliti astronomická pozorování svými stroji přesností desetkrát větší než předchůdcové; Brahe by byl tou přesností dokázal změnu míst na 3—4 minuty obloukové. Stálice však neukazovaly ani za doby poloroku ve svých místech změny v obnosu 3—4 minut; z čehož Tyge usoudil na uvedenou již vzdálenost. Ze by prostor mezi drahou Saturna a stálicemi mohl býti tak veliký, ničím nevyplněný,



TYGE BRAHE.

prázdný, žádný z tehdejších vrstevníků, přísahajících na učení Aristotelovo, dle něhož příroda nedovoluje takové mezery, uvěřiti nechtěl. Tyge však dobře seznal, že důkazy Koperníkovy o pohybu země jsou přesvědčující, a proto zbudoval system svůj, složený částečně ze soustavy Ptolemaeovy a částečně ze soustavy Koperníkovy, vybrav z této vše, co neodporovalo učení Aristotelovu a sv. písmu. Tyge nabyt pro svůj system stoupenců jen mezi theology, škoda však, že tak brzy skonal; bylo by velmi zajímavo zvědět, jak by byl svůj system obhájil proti četným námitkám, jež system ten v zárodku choval. Ačkoliv si na poli tom nezískal Tyge slávy, přece dlužno omluviti nešťastný ten pokus. Nehynoucí pamět přísluší však Brahe-ovi za jeho zásluhy o zjemnění pozorování astronomických; Brahe-ova přesná a dlouholetá důkladná pozorování těles nebeských byla základem k poznání Keplerových zákonů o pohybech oběžnic.

Tyge Brahe<sup>1)</sup> nar. se 14. pros. r. 1546. v Kundstrupu u Helsingborgu. V 13. roce svého mládí byl poslán na vysoké školy do Kodaně, v 16. roce pak na universitu lipskou, aby tam studoval práva. Brahe zabýval se však v Lipsku po tři léta ponejvíce matematikou a astronomií, k níž připoután byl již zatměním slunce dne 21. srpna r. 1560. Rovněž i ve Wittenberce pěstoval Brahe hlavně astronomii, v Rostokách (Rostock) pak, kde v souboji se svým krajanem<sup>2)</sup> ztratil (29. prosince r. 1566) větší část svého nosu<sup>3)</sup>, vedle toho i alchymii. R. 1567. odebral se do Dánska, brzy však vrátil se do Německa, navštívil zde Wittenberg a r. 1569. Lavingen, kde vyučoval náš Cyprian Lvovický ze Lvovic<sup>4)</sup> matematice a astronomii; potom odebral se Brahe do Augsburku, kde se téměř po dvě léta zdržoval u příznivců astronomie, bratří Pavla a Jana Haintzelů, kteří v zahradě svého záměčku zřídili malou observatoř, konaje tam pilná pozorování stroji dle jeho návodu zhotovenými. Koncem r. 1570. vrátil se Brahe na žádost svého nemocného otce

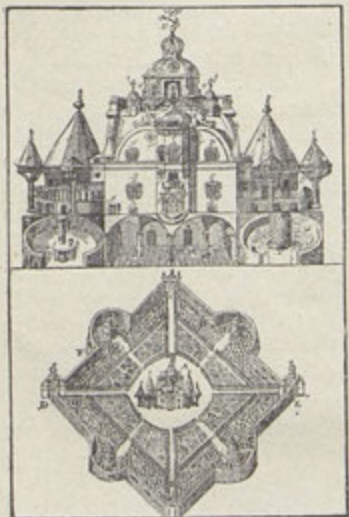
<sup>1)</sup> Tyge jest dánské křestní jméno; běžně užívá se místo „Tyge Brahe“ neb „Tycho Brahe“, krátce buď jména „Tycho (Tyge)“ anebo „Brahe“. Chybné jest užívati: Tycho de Brahe.

<sup>2)</sup> Manderupem Parshjerg-em.

<sup>3)</sup> Brahe nalradil si naseknutý kus nosu umělým nosem ze směsi stříbra a zlata, jež natíral ličidlem.

<sup>4)</sup> nar. r. 1524. v Čechách, zemřel r. 1574. v Lavingenu.

do Dánska a zřídil si pomocí svého ujce hraběte Steena Billa v okolí Kundstrupu malou hvězdárnu; tam zpozoroval dne 11. listopadu r. 1572. v souhvězdí Cassiopeje novou hvězdu a vydal o ní první svůj spis. Pojav za chof svou poddanou Kristinu, popudil proti sobě celé své šlechtické příbuzenstvo. Byv r. 1574. osobně od svého krále Bedřicha II. požádán, aby konal astronomické přednášky na vysoké



Obr. 46. Uraniborg (strana východní) a okolí.

škole v Kodani, vyhověl Brahe přání tomu, avšak již r. 1575. opustil svůj domov, procestovav pak Německo, Švýcarsy a severní Itálii, přibyl přes Augsburg do Řezna, kdež se při korunovaci Rudolfa II. za císaře seznámil s naším Tadeášem Hájkem. Před koncem r. 1575. vrátil se do své vlasti, chtěje se odtud přesídliti se svou rodinou do Basileje. Král Bedřich II., chtěje Brahea zachovati vlasti, daroval mu malý ostrov Hveen v Oresundu, aby zřídil si tam hvězdárnu a vyznamenal jej řetězem slonového (nejvyššího)

řádu. Na ostrově tom vystavěl si Brahe pomocí královské munificence slavnou hvězdárnu „Uraniborg“ (viz obr. 46.) a opatřil ji nejdrahocennějšími přístroji. Tam prožil Tyge, obklopen jsa četnými učenými přátely a žáky, 21 rok, věnuje se výhradně výzkumu nebes, tam také působil nejplodněji v sestrojování nových přístrojů a ve zjemňování umění pozorovacího, tam sepsal své pojednání o kometách, které se objevily r. 1577. a 1585.; tam zbudoval mezi r. 1582.—1587. svou novou soustavu sluneční, vložil první účinky lámání paprsků slunečních, objevil novou nerovnost měsíce atd. Po smrti krále Bedřicha II. byl z klidu svého rušen protivníky; byv u dvora nepřátely osočován a oloupen o přízeň královskou, odhodlal se Tyge



r. 1597. se svou rodinou, s několika žáky a s částí svých strojů vlast svou opustiti a odebral se do Roztok, odkudž na pozvání hraběte Jindřicha z Rantzova se přestěhoval na zámek Wandenburg u Hanburku, kde pozoroval více než 100 stálic a na začátku r. 1598. dokončil svůj spis „Astronomiae instauratae mechanica“, jež připsal císaři Rudolfovi. Na podzim r. 1598. dostal jménem císaře Rudolfa pozvání ke dvoru do Prahy, jemuž chtěl okamžitě vyhověti; na cestě obdržev zprávu, že v Čechách zuří mor, usadil se prozatím ve Wittenbergu, odkudž po zaniknutí moru v Čechách se odebral na jaře r. 1599. do Prahy ke dvoru císařskému. Císař sám přivítal Brahe-a, jmenoval jej tajným radou a vykázal mu roční plat 3000 dukátů; zakoupil pak pro něho Curtiův dům na Hradčanech s velikou zahradou. Tyge dal tu své nástroje postaviti. Byv častěji rušen z vědeckých svých prací, požádal Tyge císaře za nějaké klidnější místo. Císař vykázal mu královský zámek v Benátkách u Staré Bole-slavě, kde mu dal zříditi dle přání hvězdárnu a chemickou laboratoř. Tam se seznámil Tycho s Keplerem. V Benátkách pobyl Tyge jen několik měsíců, přestěhoval se opět do Prahy, kde pozoroval nějaký čas v letohrádku Ferdinandském (v sadech Chotkových) a později opět v domě Curtiově. Účastniv se 13. října r. 1601. hostiny u Petra Voka, roz-nemohl se a po jedenáctidenní trapné nemoci zemřel. Tělo jeho bylo pochováno s velikou slávou 4. listopadu r. 1601. v kostele Týnském. Nad hrobem Tygeovým zasazen byl ve stěnu mramorový pomník, v němž vytesán jest Brahe v životní velikosti v oděvu rytířském. Kol kamene jest latinský nápis umrtní. Nad vyobrazením Tygeovým jest památní deska z bílého mramoru obsahující jeho stručný životopis, nad níž jest vytesán rodinný znak Braheův s jeho heslem: „Esse potius quam videri.“<sup>1)</sup> Velmi podrobný životopis Braheův vydal v době novější J. L. E. Dreyer pod názvem: „Tycho Brahe“ (do němčiny přeložen 1894 od M. Brubnse). Spis ten podávající obraz vědeckého života v století 16. byl v naší stati častěji používán. (Viz též Smolík „Mathematikové v Čechách“).

Hlavní dílo Tygeovo, jež obsahuje jeho system světový a pozorování, jest „Astronomiae instauratae Progymnasmata (2 díly)“ a vyšlo r. 1602. v Praze. (Bližší detaily viz ve

<sup>1)</sup> „Spíše býti než se zdáti.“

jmenovaném životopisu.) Latinský rukopis Braheův „*Triangulorum, planorum et sphaericorum Praxis Arithmetica, qua maximus eorum, praesertim in Astronomicis usus compendiose explicatur* 1591.“ nalézají se v e. k. knihovně universitní v Praze vydal prof Fr J. Studnička r 1886.

Mikuláš Reymers nar. kolem r. 1550. v Henstede v Dittmarsku, zvaný Reymarus Ursus Dittmarsus, byl v mládí pasákem, čísti a psáti se učil teprve v 18. roce svého věku; záhy jevil velikou touhu po vědomostech astronomických. R. 1584. navštívil Tyge Brahea na ostrově Hveen, kde po dobu roku doplňoval své vědomosti hvězdářské; r. 1585. navštívil některé vysoké školy v Německu a některé hraběcí dvory v Pomoránsku, kde dle vlastního udání vymyslel svou novou soustavu sluneční. Při návštěvě Viléma Hessenského r. 1586. přiměl tohoto, že dle návodu jeho byl dvorním hodinářem Justem Byrgim sestroyen model oné nové soustavy. Tyge Brahe dověděl se o tom a jsa přesvědčen, že soustava Reymarova jest vlastně duševním majetkem jeho, (neboť již r. 1582. vykládal Tyge svým žákům, mezi nimiž byl též i Ursus, základy nové své soustavy) způsobil, že se Ursus musil vzdáliti ode dvora Vilémova. R. 1588. učil Ursus matematice ve Štrasburce, odkudž byl povolán kolem r. 1595. do Prahy ke dvoru císaře Rudolfa II. jako dvorní matematik. Napsav zde r. 1597. pod titulem „*De astronomicis hypothesibus*“ hanopis na Tygea a byv na základě žaloby Tygeovy z plagiátu a utržení na cti od vrchního soudu za vinného uznán, utekl r. 1598. z Prahy. Podstatný rozdíl soustavy Reymersovy od Braheovy spočívá v tom, že Reymers přičítá denní zdánlivý pohyb zemí, kdežto Tyge sféře hvězd.

Před Keplerem byly tyto nové soustavy dosti příznivě vítány. Těžko omluvitelný jsou naproti tomu pokusy o zbudování nových soustav v době po Keplerovi. Z pokusů těch jmenujeme system Valdštýnova učitele astrologie Ondřeje Argoliho (nar. r. 1570. u Neapole, zemřel r 1657. v Padui), jenž v díle „*Pandosium sphaericum. Patavium* 1644.“ vykládá soustavu, v níž dolení planety jsou jako v soustavě egyptské družicemi slunce, slunce pak a hoření planety obíhají však kolem země; potom system Riccioliho, jenž se shoduje se soustavou Argoliho s tím rozdílem, že Mars jest též družicí slunce.

Čím větší oblibě se ponenáhlu těšilo heliocentrické učení Koperníkovo v širších kruzích, tím více je zavrhovali věřeli stoupenci církve. Církev reformovaná prohlašovala vyznavače systému heliocentrického za kacíře, vidouc neshodu systému Koperníkova s jednotlivými místy bible; církev katolická rovněž zatracovala nové učení a rozšiřovati je zapovídala. Kniha „De revolutionibus“ byla v seznamu knih zapovězených,<sup>1)</sup> záповěď ta byla však r. 1821. úředně zrušena.

<sup>1)</sup> Kommissi povolaná ku prozkoumání učení Koperníkova papežem Pavlem V. vydala 24. února r. 1616 toto dobré zdání: „Tvzení, že slunce stojí nehybně ve středu světa, jest absurdní, filosoficky pochybené a kacířské, poněvadž odporuje výslovně písmu sv.; tvrzení, že nestojí země ve středu světa, že země není nehybná, nýbrž že i denní pohyb otáčecí má, jest absurdní, filosoficky chybné a nejmírněji řečeno bludné učení (víra).“ Na základě tohoto dobrého zdání vydala tak zvaná konkregace indexu 5. března dekret: . . . , že chybné Pythagorejské a písmu sv. odporující učení o pohyblivosti země a nehybnosti slunce, jež učí též Mikuláš Koperník v díle de revolutionibus . . . a Diadacus Astunica v svém Hliobu, se již rozšířilo a od mnohých přijato bylo, jak tomu nasvědčuje tištěné psaní umielia . . . proto, aby podobné mínění, ke zkáze katolické pravdy jsoucí, se dále neplížilo, ustanovila se konkregace na tom, aby jmenované knihy Koperníkovy . . . a Diadacus Astunica . . . se potud suspendovaly, pokud nebudou opraveny, kniha pak karmelitana Foscarinilo se zcela zapovídá a zatracuje . . . (Viz R. Wolf. Geschichte der Astr. p. 251 et seq.).





Obr. 47. Jan Kepler.

## VI. Kepler.

Jan Kepler (Keppler) narodil se dne 27. prosince r. 1571. v Magstattu (?), vesnici ve Württembersku ležící nedaleko města Weilu. Nehodě se pro tělesnou slabost k úřadům jiným, oddal se Kepler dle přání rodičů studiím bohosloveckým. Od r. 1586. navštěvoval klášterní školu v Maulbronu, kdež byl též po třech letech povýšen na bakaláře; potom studoval v semináři Tubinském, kdež r. 1591. byl povýšen na mistra sv. písma. Kepler často a rád kázal, a to s velikým úspěchem, nemohl se však v mnohých člancích shodnouti s professory Tubinskými, od nichž prohlášen byl za neschopného ke službě církevní; tím se stalo, že se mu nedostalo po delší čas žádného místa v lutheránské církvi Württemberské. Kepler oddal se nyní vši silou studiu matematiky a astronomie, k níž byl získán učitelem Tubinským Mich. Maestlinem, jenž přednášel v Tubinkách hvězdářství již na základě soustavy Kopernikovy. R. 1593. přijal Kepler nabízené mu místo zemského matematika na evangelickém stavovském gymnasiu ve

Štýrském Hradci, kdež se mohl s klidem oddati svému zamílovanému předmětu. Kepler snaže se vyzpytovat i organismus naší soustavy planetární, vydal již r. 1596. dílo „*Prodromus dissertationum cosmographicarum, continens mysterium cosmographicum de admirabili proportionibus orbium coelestium, deque causis coelorum numeri, magnitudinis, motuumque periodicorum genuinis et propriis, demonstratum per quinque regularia corpora geometrica. Tubingae 1596*“, v něm podal důmyslnou domněnku o drahách oběžnic, již takto popisuje: „dráha země dává kruh (kouli), jenž jest základem míry všech ostatních oběžnic; kolem kruhu opiš pravidelný dvanáctistěn, pak kolem tohoto opsaný kruh jest dráha Marse; sféru Marse omez čtyřstěnem, pak bude kruh opsaný kolem čtyřstěnu drahou Jupiterovou; sféře Jupitera opiš krychli; kruh kolem krychle opsaný představuje dráhu Saturnovu; vepiš dále do kruhu země dvanáctistěn; kruh vepsaný do dvanáctistěnu jest dráha Venuše; do sféry Venuše vepiš osmistěn a kruh vepsaný bude představovati dráhu Merkurovu. A tak obdržíš příčinu pro počet oběžnic. (Habes rationem numeri planetarum.“<sup>1)</sup> Toto dílo, ač je potomci za hračku prohlášovali, svědčí o hlubokých studiích a zjednálo autorovi ve světě učeném čestné jméno i známost s Brahem a Galileim.

Když arcikníže Ferdinand nastoupil po otci svém vládu v zemích zděděných, zrušil r. 1599. svobodu náboženství a dal zavřít i evangelické gymnasium, na kterémž Kepler vyučoval. Na vyzvání Brahea byl Kepler se svolením císaře Rudolfa ustanoven r. 1600. za příručího hvězdářství v Praze, kde měl až do smrti Tygeovy jen podřízené a velmi skromné postavení. Po smrti Braheově stal se císařským matematikem s ročním platem 1500 zl.<sup>2)</sup> a oddal se pak s celou energií svému povolání, hlavně se snaže rozřešiti úkol Tygem

<sup>1)</sup> Kruh značí zde (u Keplera) tolik, co koule, opsaný (vepsaný) kruh, rozuměj průměr koule opsané (vepsané); průměry koulí se mají k sobě tak jako vzdálenosti oběžnic od slunce, jak je Koperník určil.

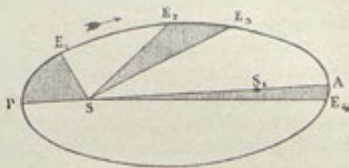
<sup>2)</sup> Kepler bydlel v Emausích, odkudž navštěvoval observatoř na Hradčanech, pozoruje tam nástroji Tygeovými a těžce z jeho rukopisů císařem Rudolfem od dědiců zakoupených. R. 1604. přestěhoval se z Emaus k příteli svému Bacháčkovi, od něhož měl blíže na hvězdárnu na Hradčanech, kde pozoroval novou hvězdu objevivší se v souhvězdí Hadonoše na začátku října. Hvězdu tu bylo viděti až do února r. 1606. Kepler napsal o zjevu tom spis „*De nova stella in pede Serpentarii*“ atd. Praha 1606.



mu přidělený, vypracovati na základě pozorování Brahea theorii pohybu oběžnice Marse. Dlouho se marně namáhal Kepler uvést v souhlas Braheova pozorování míst Marse s kruhovitou dráhou, jak ji učení dle soustavy Kopernikovy předpisovalo; konečně si vymyslel zvláštní metodu nezávislou na předpokladech a vedoucí nutně k cíli; metoda ta mu podala výsledek, že Mars se pohybuje v ellipse, v jejíž jednom ohnisku stojí slunce. Jakmile Kepler dosáhl tohoto výsledku pro oběžnici Marse, obdržel poměrně snadno i pro ostatní oběžnice méně výstředné též výsledek; takže pro celou soustavu sluneční platí první zákon Keplerův: oběžnice pohybují se kolem slunce v elipsách, v jejichž jednom ohnisku stojí slunce. Metoda Keplerova byla tato: Kepler proložil pozorovaným místem Marse, na které Mars vždy po uplynulé době siderického oběhu přišel, a příslušnými místy země přímkou; průseky dvou takových přímek dávají pak pravá místa Marse v prostoru. Kepler shledal, že místa ta nevyhovují dráze kruhové, nýbrž dráze eliptické, jejíž jedno ohnisko jest v slunci. Místa země počítal Kepler při tom ještě dle Kopernika pomocí excentrického kruhu, nevěda, že jest dráha země taktéž eliptická. Teprve později dokázal Kepler, že se pohybuje země též v dráze eliptické, způsobem jiným, neboť při malé výstřednosti dráhy zemské by Tygeova pozorování sotva byla dokázala dle metody označené malou veličinu výstřednosti té. Kepler soudil takto: V excentrické dráze kruhové, v níž se oběžnice dle Kopernika pohybují se stejnou rychlostí, musí se též zdánlivá rychlost pohybu slunce měnit v poměru obráceném ku vzdálenosti slunce od země anebo v poměru obráceném ke zdánlivému průměru slunce. Kepler shledal, že tomu tak není; výstřednost dráhy odvozená z pohybů slunce byla dvakrát tak veliká jako výstřednost odvozená z průměrů slunečních; výsledky ty se však ihned shodly, jakmile se zavedla pro dráhu země (zdánlivou dráhu slunce) elipsa místo excentrického kruhu. Kepler našel dále po mnohých empirických pokusech, opíraje se o domněnku, že zdroj síly pohybu oběžnic spočívá v slunci, „v srdci to světa“, druhý<sup>1)</sup> zákon, dle něhož průvodi-

<sup>1)</sup> Větu o tvaru dráhy (elipse) oběžnic nazýváme nyní prvním zákonem Keplerovým, větu pak vyjadřující vztah mezi úhlovou rychlostí a vzdáleností oběžnice označujeme nyní druhým zákonem Keplerovým, ačkoliv Kepler poslední větu dříve našel než první.

čem oběžnice opsané plochy jsou úměrny času, dle něhož ve stejných dobách opisuje průvodič oběžnice stejné plochy. Budiž  $PA$  (viz obr. 48.) ellipsa, v níž se oběžnice pohybuje. V jednom ohnisku ellipsy  $S$  stojí slunce. Oblouky  $PE_1$ ,  $E_2E_3$  a  $AE_4$  proběhne oběžnice v témž čase, oblouky ty nejsou stejné, oběžnice pohybuje se nejrychleji blízko bodu  $P$  (periheliu), kdež opisuje velký oblouk  $PE_1$  a nejvolněji blízko bodu  $A$  (aféliu), kdež opisuje v témž čase malý oblouk  $AE_4$ . Plochy opsané



Obr. 48.

průvodičem v stejné době:  $PE_1S$ ,  $E_2E_3S$  a  $AE_4S$  jsou si rovný. Oba zákony uveřejnil Kepler s obšírným výkladem metody a s uvedením zásluh všech účastníků těch prací v díle: „*Astronomia nova . . . de motibus stellae Martis ex observationibus G. V. Tychonis Brahe. Pragae 1609.*“, jež připsal císaři Rudolfovi II.<sup>1)</sup> Po roce 1811. byl nucen Kepler, nechť se dovoláváti stále podpory svých příznivců. — neboť služné jeho jako dvorního matematika bylo velmi nepořádně vypláceno — přijati místo profesora matematiky na gymnasiu (Landschaftsschule) Lineckém. Císař Matias nepustil sice Keplera ze své služby, ale žádného platu mu nepoukazoval, takže nedoplatky zastaveného služného vzrostly do r. 1813., kdy zasedal sněm v Řezně, na 12 000 tolarů (?). Kepler obrátil se s prosbou na sněm za vyplacení obnosu toho, nebyl však vyslyšen. R. 1620. stihlo Keplera rodinné neštěstí. 70letá matka jeho byla obviněna z čarodějství. Syn převzal sám nebezpečné tehdy obhajování matky ve Stuttgartu a zachránil ji s velkým namáháním život. Ačkoliv byl vysazen stálým útliskům a pronásledováním obou církví, nepodlehli Keplerův mocný duch, oídou a namáháním otužený. Po marných pokusech naléztí zákon pojící organicky různé oběžnice sledal Kepler r. 1618., srovnávaje různé mocniny velikých os a dob oběhu planet, svůj třetí zákon, dle něhož čtverce dob oběhu dvou planet mají se k sobě jako třetí mocniny velikých os

<sup>1)</sup> Bližší zprávy viz Fr. Dvorský: *Neues über Kepler*. Praha 1880

drah (středních vzdáleností od slunce). R. 1619. uveřejnil zákon ten v druhém hlavním díle: *Harmonices mundi libri V.*, *Lincolni Austriae 1619.*, v němž uvažuje o harmonii všech poměrů světových a vykládá veškeré chyby a pokusy své, než dospěl pravého výsledku. Sopradovým sebevědomím praví Kepler: „... Jest mi lhostejno, bude-li anebo nebude-li dílo moje čteno od současníků neb od pozdějších pokolení. Po sto letech najde zajisté své čtenáře...“<sup>1)</sup>

Přesvědčme se, jak se shoduje třetí zákon Keplerův se skutečností a upotřebme při tom čísel pro střední vzdálenosti a doby oběhu oběžnic, jaké byly Keplerovi známy. Střední vzdálenost  $a$  jest vyjádřena v jednotkách střední vzdálenosti země od slunce, doby oběhu  $u$  pak v jednotkách roku zemského (doby oběhu země). Připojený přehled podává v sloupci prvním jména oběžnic, v druhém vzdálenost  $a$ , v třetím periodu  $u$ , ve čtvrtém třetí mocninu vzdálenosti  $a^3$  a v posledním čtverec (druhou mocninu) periody  $u^2$ .

Oběžnice:	$a$	$u$	$a^3$	$u^2$
Merkur	0·387	0·241	0·058	0·058 <sup>2)</sup>
Venuše	0·723	0·615	0·378	0·378
Země	1·000	1·000	1·000	1·000
Mars	1·524	1·881	3·540	3·538
Jupiter	5·203	11·86	140·8	140·66
Saturn	9·539	29·46	868·0	867·6

Výzkumy Keplerovými byly kruhové, rovnoměrné neb z takovýchto kruhů složené pohyby těles nebeských nahrazeny elliptickými pohyby s měnivou rychlostí.

<sup>1)</sup> Si ignoscitis, gaudebo, si succensetis, feram; jacio in aleam librumque scribo seu praesentibus seu posteris legendum, nihil interest; exspectet ille suum lectorem per annos centum, si deus ipse per annorum sena millia contemplatorem praestolatus est. (*Harmonices mundi. Liber V. Prooemium*).

<sup>2)</sup> Mathematiké výraz třetího zákona Keplerova zní v přesné podobě (viz později):

$$\frac{a^3}{u^2(1+m)} = \frac{a'^3}{u'^2(1+m')} = \frac{a''^3}{u''^2(1+m'')} = \dots =$$

stálé veličině (konstantě);  $a, a', a'' \dots$  jsou střední vzdálenosti,  $u, u', u'' \dots$  doby oběhu,  $m, m', m'' \dots$  hmoty oběžnic, při čemž se hmota slunce bere za jednotku. Kepler našel přibližnou podobu zákona,  $m = m' = m'' = \dots = 0$ .

Vedle těchto dvou hlavních prací bude vždy s úctou jmenováno dílo, vydané r. 1604. ve Frankobrodě: „*Ad Vitelionem paralipomena, quibus astronomiae pars optica traditur*... a hlavně spis „*Dioptrice*“, vydaný r. 1611. v Augspurku, jednající o optice. Ve spisech těch vykládá Kepler theorii vidění, základy dioptriky a optiky opírající se o emanační theorii světla; udává příčinu, proč se nám slunce a měsíc větší býti zdají na blízku obzoru nežli jsou-li vysoko nad obzorem; učí, že vzduch jest hmota těžká, podává způsob výpočtu rozdílu délek dvou míst z pozorování zatmění slunce, dává základ k theorii dalokohledů.

V letech 1618.—1622. sepsal a vydal Kepler rozsáhlý spis, první to moderní učebnici astronomie: „*Epitome astronomiae Copernicanae libri I.—VII*“ (Linec-Frankobrod), knihu to, o níž vydavatel spisů Keplerových, Ch. Frisch, se vyjádřil, že potřebovala by jen málo změn a doplňků, aby se vyrovnala nynějším nejlepším astronomickým kompendiím. Učebnice Keplerova byla r. 1619. zaznamenána v indexu knih zapovězených. Ve stejnou dobu spadá práce „*De cometis libelli tres*“ (Augsburg 1619., 1620.) a jiné menší spisy.

Koncem roku 1622. potvrdil císař Ferdinand II. Keplera za svého matematika; slušné však bylo mu dále zastavováno. Různých útrap vytrpěl Kepler za dlouhého obléhání Lince ve válce 30leté a za nového pronásledování protestantů v Horních Rakousích ke konci roku 1625. Politické bouře přiměly Keplera, že se z Lince r. 1626. odstěhoval do Řezna a později do Ulmu, kde r. 1627. vyšly jeho astronomické tabulky, nazvané na počest císaře Rudolfa: „*Tabulae Rudolphinae*“. Vypočítáním tabulek těchto, jež značily oproti dřívějším tabulkám prutenským značný pokrok, zanášel se Kepler po více než 26 roků. Na základě těchto tabulek vydal Kepler již r. 1617. v Linci první svazek ephemerid (pro léta 1617.—1620.). R. 1628. přišel Kepler do Vídne k císaři, žádaje ho za vyplacení zadrženého služného, jež již na 29.000 zl. vzrostlo. Císař odkázal jej k vévodovi Friedlandskému, ku kterému se tedy Kepler odebral a u něhož též službu přijal. Když se tu po celý rok marně namáhal, aby mu jeho požadavek byl vyplacen a nabídnuté místo professury na nově zřízené universitě v Roztokách zamítl, odebral se na podzim r. 1630. do Řezna, kdež před-

ložil sněmu svou žádost. Když Kepler i tu byl v naději své sklamán, pln rozhořčení se roznemohl a po krátké nemoci dne 15. listopadu 1630. vydechl svého velkého ducha. Tělo jeho bylo pochováno na hřbitově (sv. Petrském); při dobývání Řezna Bernardem Výmarským byl hrob Keplerův zasypán troskami hradeb. Památku Keplerovu hlásá světu krásný pomník postavený v Řezně r. 1808. biskupem Dalbergem a bronzový pomník odhalený 24. června r. 1870. ve Weilu (Weil der Stadt). Professor Christian Frisch (nar. r. 1807. v Stuttgartu) vydal v letech 1858.—1871. veškeré spisy Keplerovy „Joannis Kepleri opera omnia. Edidit Chr. Frisch. 8 svazků“, jichž každou část komentoval, popsal velmi důkladně život Keplerův a podal tamže přehled dějin astronomie ve století 16.

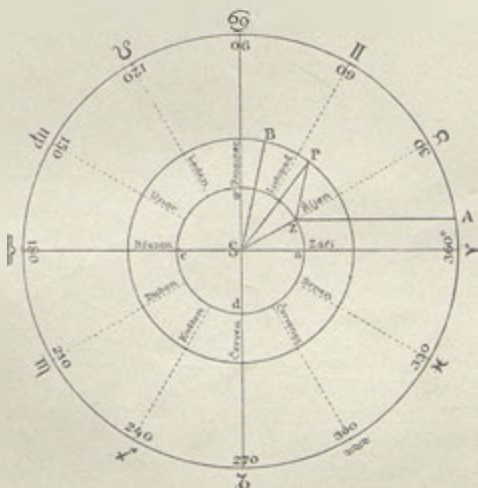


## VII. Elementy drah oběžnic.

Vztahuje-li se pohyb oběžnic na střed slunce, zjevuje se složitý pohyb oběžnic, jak se pozoruje se stanoviska proměnlivého, se země, ve velmi jednoduché podobě. Místo planety pozorované se země nazýváme místem geocentrickým, místo planety, jak by se vidělo se slunce, pak heliocentrickým. V obr. 49. jest  $S$  slunce,  $Z$  země,  $P$  planeta. Přímka  $SP$  a s ní rovnoběžná přímka  $ZA$  představuje čáru rovnodennosti jarní,  $TSZ$  jest heliocentrická délka země,  $TSP$  heliocentrická délka planety,  $AZP$  geocentrická délka planety. Vedeme-li  $S$  přímku rovnoběžnou s přímku  $ZP$ , bude úhel  $TSB = AZP$  taktéž geocentrická délka planety. Kruh  $V\odot\approx$  představuje průsek prodloužené dráhy země (ekliptiky) se sférou nebeskou, kruh zvířetníkový, kruh  $abcd$  jest dráha země v jednotlivých měsících, oblouk  $PB$  část dráhy planety. — Necht' dá přímé pozorování pro polohu země v  $Z$  (když by heliocentrická délka země [úhel  $TSZ$ ] obnášela příkladně 30 stupňů) a pro polohu planety v  $P$  geocentrickou délku planety  $AZP$  rovnou asi 80 stupňům. Hledáme-li heliocentrickou délku planety pro též čas, musíme v bodě  $Z$  vésti přímku  $ZP$  pod úhlem 80° vzhledem ku přímce  $ZA$ ; přímka  $ZP$  protíná dráhu planety v bodě  $P$ ; vedeme-li přímku  $SP$ , dá



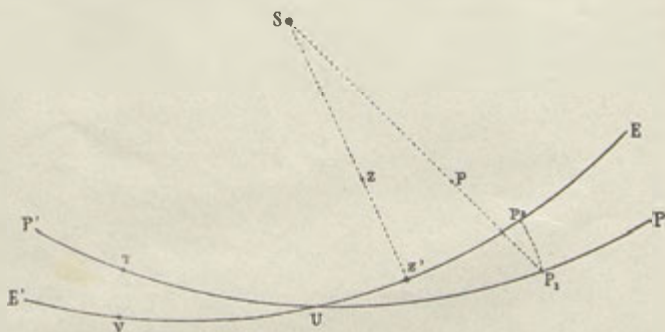
úhel  $\angle SP$  (asi  $50^\circ$ ) hledanou délkou heliocentrickou. Opačně najdeme pro určitý čas geocentrickou délku planety, dána-li jest pro týž čas heliocentrická délka země a planety, čímž jsou určeny polohy bodů  $Z$  a  $P$  v drahách země a planety. Spojením bodů  $Z$  a  $P$  přímkou a vedením rovnoběžné přímky  $SB$ , obdržíme na kruhu ekliptikálním hledanou délku geocentrickou. Jest jasno, že tímto způsobem obdržíme také vzdálenost planety od země, t. j. velikost přímky  $ZP$ .



Obr. 49.

Pozorování dávají přímo geocentrické délky oběžnic, tyto si proměníme dle hořeniho udání v délky heliocentrické. Kdyby planety se pohybovaly kolem slunce v kruzích, jichž roviny by s ekliptikou splývaly, pak by se našlo heliocentrické místo planety pro kterýkoliv čas, kdyby bylo dáno jediné místo oběžnice a rychlost pohybu kruhového. Heliocentrickou délku oběžnice pro určitý čas nazýváme epochou oběžnice. V nejjednodušším tvaru by vyžadovala tedy theorie pohybu planet znalost epochy a doby oběhu oběžnic kolem slunce (jakmile známe dobu oběhu, známe i denní pohyb oběžnice).

Roviny drah oběžnic procházejí sice sluncem, nesplývají však s ekliptikou, nýbrž jsou k ní více nebo méně nakloněny; tento sklon drah oběžnic k ekliptice pozměňuje polohu planety, jak se země a jak se slunce se jeví. — Dráha oběžnice protíná ekliptiku v přímce, zvané přímka uzlová; prodloužená přímka uzlová protíná sféru nebeskou v bodu, uzlu vystupujícím ( $\Omega$ ) dráhy, v němž oběžnice vystupují ve své dráze nad ekliptiku a v protilehlém bodu, uzlu sestupujícím ( $\varnothing$ ), v němž oběžnice sestupuje pod ekliptiku. Poloha obou bodů určuje se vzdáleností jich



Obr. 50.

od bodu jarního, tedy délkou. Úhel, jež svírají dráha oběžnice a ekliptika, slove sklon dráhy oběžnice k ekliptice.

Chceme-li určití pro kterýkoliv čas heliocentrické místo oběžnice, musíme znáti vedle epochy a doby oběhu planety, také délku uzlu a sklon dráhy k ekliptice, kteréžto veličiny se musí přesně určití z pozorování a nazývají se *elementy dráhy*. V obr. 50. představuje  $S$  slunce,  $Z$  zemi,  $p$  planetu,  $EE'$  jest průsek (největší kruh) dráhy zemské se sférou nebeskou,  $PP'$  průsek (největší kruh) dráhy oběžnice se sférou nebeskou. Průsek  $U$  obou kruhů jest vystupující uzel dráhy oběžnice a úhel  $PUE'$  jest sklon dráhy oběžnice k ekliptice.  $V$  budiž poloha bodu jarního na sféře nebeské, délky čítají se od bodu tohoto ve směru  $VU$  (od západu na východ); pak jest  $VU$  délka uzlu vystupu-

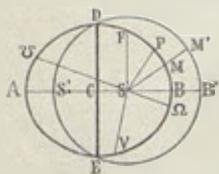
jícího dráhy planety. Nechť jest dále oblouk  $TU$  roven oblouku  $VU$ . Prodloužíme-li spojnici slunce se zemí  $SZ$  až na sféru nebeskou, protne spojnice ta sféru v bodu  $Z'$ , obdobně protne spojnice slunce s oběžnicí  $p$  sféru v bodu  $p_1$ . Oblouk  $VZ'$  jest délka země v dráze, rovněž tak jest  $Up_1$  délka planety v dráze vlastní. Proložíme-li bodem  $p_1$  kruh šířkový (tedy kolmý na ekliptiku), protne tento ekliptiku v bodě  $p_2$ ; jest pak  $p_1p_2$  šířka oběžnice; oblouk  $Vp_2$  v ekliptice jest délka planety, již na rozdíl od délky planety v dráze nazýváme délkou redukovanou nebo délkou oběžnice v ekliptice. Šířka oběžnice závisí na velikosti oblouku  $Up_1$  (od uzlu vystupujícího až k místu  $p_1$ ), jenž se proto nazývá argument šířky a rovná se rozdílu délky oběžnice v ekliptice a délky uzlu ( $Up_2 = Vp_2 - VU$ ).

Dobu oběhu planet určíme si snadno již ze dvou heliocentrických míst planety a z doby, ve které planeta vykonala pohyb z jednoho heliocentrického místa ke druhému, předpokládáme-li, že se oběžnice pohybují kolem slunce v kruzích. Jsou-li příkladně heliocentrické délky planety  $100^\circ$  a  $200^\circ$  a mezidoba 100 dnů, bude se rovnati doba oběhu planety 360 dnům.

Planety pozorujeme se země; jak si získáme takové dvě heliocentrické délky (místa) planet, se slunce viděné délky? Za tím účelem pozorujeme každodenně oběžnici v době, kdy jest na blízku ekliptiky, a čekejme na okamžik, kdy planeta prochází právě ekliptikou, kdy šířka planety se rovná nulle. Střed slunce a země jest současně v ekliptice, pozorovatel na slunci viděl by tedy planetu v témž okamžiku procházení ekliptikou jako pozorovatel na zemi. Pozorujeme vždy průchody planety ekliptikou (příkladně v uzlu vystupujícím), pak planeta přichází také vzhledem k slunci k téměř bodu své dráhy; mezi dvěma takovými průchody týmhž uzlem vykonala oběžnice celý oběh (přitom se ovšem předpokládá, že uzly nemění svých míst na nebi), oběh ten nazýváme siderický oběh. Z třetího zákona Keplerova odvodíme si pak snadno z doby oběhu poměr kruhové dráhy oběžnice.

Oběžnice se však nepohybují v kruzích, nýbrž v elipsách. Plochu ellipsy dle zákona Keplerova probíhá průvodič oběžnice s plošnou rychlostí vždy stejnou. Dělíme-li plochu ellipsy, jež se rovná  $\pi ab$  ( $\pi$  číslo ludolfské = 3 1416,

$a$ ,  $b$ , velká a malá poloosa ellipsy), dobou oběhu (vyjádřenou ve dnech), obdržíme plochu opsanou průvodičem planety během dne. Od doby průchodu oběžnice přísluním  $B$  (viz obr. 51.) počínajíc odvodíme si eliptický výkrojek planety  $SBP$ , znásobíme-li denní plošnou rychlost dobou uplynulou od doby průchodu planety přísluním. Známe-li takto plochu (výkrojek)  $SBP$ , určíme si cestou



Obr. 51.

geometrickou jak úhel  $BSP$ , tak i průvodič (radius vektor)  $SP$  příslušný ploše, a tím dostaneme místo planety pro daný čas v eliptické dráze. K témuž cíli vede následující jednoduchá cesta založená na okolnosti, že výstřednosti drah oběžnic jsou malé čili že dráhy oběžnic se málo odchyľují od kruhů a tudíž i pohyb

v drahách eliptických se značně neliší od rovnoměrného pohybu kruhového.

Budíž  $AB$  eliptická dráha oběžnice,  $S$  ohnisko ellipsy, v němž slunce stojí,  $C$  střed ellipsy. Kolem  $S$  opišme kruh poloměrem velké poloosy ellipsy. Kruhem tím nechť probíhá myšlená planeta střední, rovnoměrně v témž čase, ve kterém pravá planeta proběhne ellipsu. Myšlená a pravá planeta procházejí pak vždy současně osami (apsidami  $B'$ ,  $B$ ,  $A'$ ,  $A$ ); opiše-li střední planeta úhel  $B'SM'$ , opiše pravá planeta úhel  $BSP$ . Známe-li úhel  $B'SM'$  v kruhové dráze, jenž slove střední anomalie ( $M$ ) a dále rozdíl mezi úhlem tím a úhlem  $BSP$  v eliptické dráze, jenž slove pravou anomálii ( $v$ ), určíme si snadno místo  $P$  planety v dráze eliptické pro libovolný čas. Střední anomalie se však snadno obdrží, násobíme-li střední denní pohyb planety dobou uplynulou od průchodu přísluním; střední denní pohyb pak jest podíl: 360 stupňů děleno dobou oběhu (ve dnech vyjádřenou) (střední a pravá planeta mají stejnou dobu oběhu). Rozdíl mezi anomálií pravou a střední ( $v - M$ ) <sup>1)</sup> nazývá se rovnicí dráhy. Úloha zní nyní takto: „ze střední anomalie urči rovnici dráhy a průvodič.“ K řešení této úlohy jest třeba znáti výstřednost  $CS$  neb

<sup>1)</sup> Rozdíl jest v přísluní a odsluní roven nulle, roste pozitivně za přísluním, na to ubývá k odsluní, v druhé polovině eliptické dráhy jest rozdíl záporný, dosahuje maxima, načež ubývá až k nulle v přísluní.

poměr výstřednosti k velké poloose  $CA$ , veličinu to, již označujeme  $e$ .<sup>1)</sup> Je-li  $\Omega\mathcal{U}$  přímka uzlová,  $SV$  směr k bodu jarnímu, bude úhel  $V\mathcal{S}\Omega$  délka úhlu vystupujícího, úhel  $V\mathcal{S}B$  pak délka perihelia. Úhel  $V\mathcal{S}M$  slove střední, úhel  $V\mathcal{S}P$  pravá délka planety v dráze.

Abychom určili místo oběžnice pro daný čas, musíme tedy znáti celkem šest veličin, elementů: sklon dráhy k ekliptice (označuje se obyčejně  $i$ ), délku uzlu ( $\Omega$ ), délku přísluní ( $\bar{\omega}$ ), dobu oběhu ( $T$ ) neb velkou poloosu ( $a$ ), výstřednost ellipsy ( $e$ ) a epochu ( $E$ ). Sklon a délka uzlu určují polohu roviny dráhy v prostoru; délka přísluní určuje polohu dráhy samé, velká poloosa a výstřednost určují velikost a tvar dráhy a epocha ustanovuje místo oběžnice pro určitý čas.

Ze známých elementů tělesa vypočteme si pro řadu dob, tedy příkladně od desíti ku desíti dnům neb ode dne ke dni příslušná místa tělesa nebeského, vzhledem k soustavě rovníkové, tedy rektascense a deklinace oběžnice, neb jak krátce říkáme vypočteme si efemeridu oběžnice. Nejdříve si zjednáme heliocentrická místa tělesa vzhledem k soustavě rovníkové, jež převedeme pak na místa geocentrická, jimiž obdržíme rektascensi a deklinaci a tím i místo tělesa na sféře nebeské.



## VIII. Stroje hvězdářské před vynalezením dalekohledu.

V neznámých krajinách pevniny neb na moři jsou tělesa nebeská jedinými vůdci cestujícího. Z pozorovaných poloh hvězd a z pozorované doby určitého napřed vypočteného úkazu nebeského lze určití zeměpisné souřadnice místa,

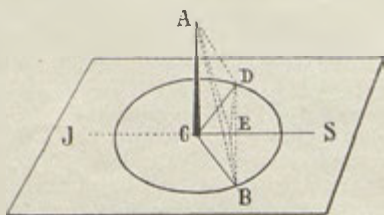
<sup>1)</sup> Je-li excentricita  $e$  a střední anomalie  $M$  dána, vypočte se pomocí úhel, excentrická anomalie ( $E$ ) zvaný, nepřímou cestou ze slavné rovnice Keplerovy:  $E = M + e \sin E$ , načež se ihned najde pravá anomalie  $v$  a radius vektor  $r$  z rovnice:

$$\lg \frac{1}{2} e = \lg \frac{1}{2} E \sqrt{\frac{1+e}{1-e}}$$

a  $r = a(1 - e \cos E)$ , kdež  $a$  jest velká poloosa ellipsy.



kde se pozorování dala. Vyličení method, kterými se měří a zkoumá nebe, musí předcházeti popis a podstata astronomických přístrojů. V dobách předhistorických dostačovala pro denní potřebu, orbu nebo plavbu přibližná znalost východu a západu hvězd a polohy slunce; tím byl obzor za přirozenou pomůcku uznán, a tělesa stín vrhající dala první podnět k sestrojování slunovodů — gnomonů. Nejstarší přístroj pozorovací — gnomon — skládá se z kolmo postaveného sloupu a jest v první řadě určen ku pozorování slunce. Z délky vodorovného stínu  $l$  a výšky gnomonu  $h$  lze určit pro dobu měření velikost oblouku slunce od obzoru.<sup>1)</sup> Egypťané



Obr. 52.

a Babyloňané měřili takto na gnomonu výšky slunce. Asi 500 let př. Kr. přicházejí v staročínském díle „Tscheou-péy“ (Vide: *Histoire abrégée de l'astronomie Chinoise*, Paris 1729, Wolf, *Geschichte der Astr.* p. 122), první historická

naučení o sestrojení gnomonu, jenž sloužil hned z počátku také ke strojení čáry polední.

Je-li  $A$  sloup gnomonu, (obr. 52.) opišme kolem  $C$  kruh horizontální a pozorujme na obvodu tohoto body  $B$  a  $D$ , v kterých konec stínu v touž pravou dobu před a po poledni pravém protíná kruh. Spojíme-li  $B$  a  $D$  přímkou a půlíme-li úhel  $BCD$ , udává přímka půlicí  $CE$  čáru poledni  $JS$  (jih, sever). Místo jednoho kruhu vede se celá řada kruhů koncentrických a hledají se pro každý kruh příslušné body  $B$  a  $D$ , přímka tyto spojující se půlí a body půlicí se spojí s bodem  $C$ . Veškeré přímky  $CE$  mají ukazovati též směr. Kdyby slunce bylo svíticím bodem, byl by způsob určování výšky slunce i vedení čáry poledni dosti přesný; poněvadž kotouč sluneční jest značného průměru, stává se omezení stínu předmětu neurčité, špatně označené.

V kostelích a veřejných budovách byly vyznačeny čáry

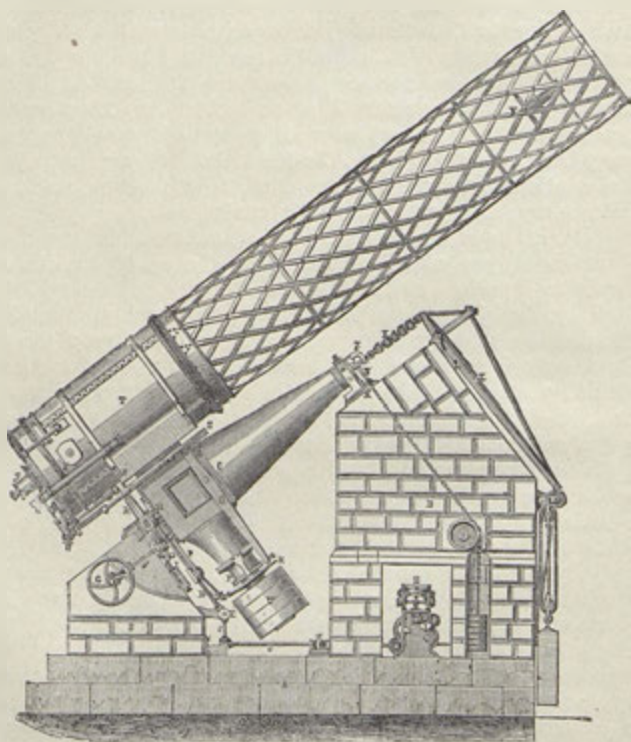
<sup>1)</sup>  $\operatorname{tg} \varphi = \frac{h}{l}$ , kdež  $\varphi$  jest výška slunce.

nění polohy stroje vykonává pozorovatel od okularu pomocí klíčů Cardanových. Tento způsob postavení zavedl Th. Cooke. Málo odchylný jest způsob postavení aequatorealů zavedený How. Grubbem v Dublině. Horní část osy polární nepodpírá se bezprostředně, osa polární jest dutá a nese na konci k osvětlení vláken mikrometrů, jež se na dalekohled připevňují, svítilnu, jež současně slouží k odečtení kruhu hodinového. Vnitřek pilíře nese stroj hodinový. Jiné odchylky, řídicí se hlavně neobyčejnou velikostí strojů poskytují Cookův aequatoreal otvoru (objectivu) 25palcového pro Newalla a 26palcový aequatoreal washingtonský, pracovaný Alvanem Clarkem. Je-li dalekohled zrcadlový, jest třeba přizpůsobiti montáži okolností, že se pozoruje na horní části roury; zde jest nutno pilíř značně snížit.

b) Při typu anglickém spočívá dalekohled na obou stranách čepy v rámci nařazeném k pólu a pohybujícím se ve dvou čepích, z nichž jeden umístěn jest v ložisku blízko podlahy, druhý v ložisku, jež zvýšený pilíř chová (viz obr. 83.). Za příčinou malé stability upustilo se záhy od typu tohoto. Rozvětvue-li se polární osa aequatorealu na horní části ve vidlici, v níž dalekohled se kolébá, obdržíme typ vidlicový, jímž se dříve hlavně reflectory montovaly. Lassell užil postavení toho při svém 4stopém reflectoru newtonském v Maltě; při pozorování stál pozorovatel as 30 stop vysoko ve velkém stánku, opatřeném četnými otvory v různých výškách a otáčejícím se na kolejkách kolem dalekohledu. Také lord Rosse postavil podobně svůj reflector.

Typ kombinovaného postavení (z typu německého a anglického) podává Grubbův reflector Melbournský (viz obr. 84.). Průměr velkého zrcadla obnáší 1·2 m; reflector jest staven dle principu Cassegrainova. Tubus  $T$ , jehož horní díl jest proláman, chová dole zrcadlo velké, nahoře vypouklé zrcadlo malé,  $Y$ , jež odráží paprsky světelné zpět k okularu  $y$ .  $CN$  jest osou hodinovou,  $U$  jest protizávaží na konci osy deklinační  $TP$ . Stroj hodinový  $Z$ , umístěný v kamenném pilíři  $B$ , otáčí dalekohled pomocí přenosu zeeE kruhového výkrojku  $D$  a pomocí svorky  $F$ . Popis jednotlivých částí jest zde vynechán. Podobného druhu jest Eichensův aequatoreal pařížský. Tu podpírá se osa polární na obou koncích. Větší aequatorealy mají délku větší 10 m, vídeňský 10·2 m, Clarkův refractor pulkovský 13 m, pařížský (otvoru 74 cm) 15 m, aequatoreal v Nizze

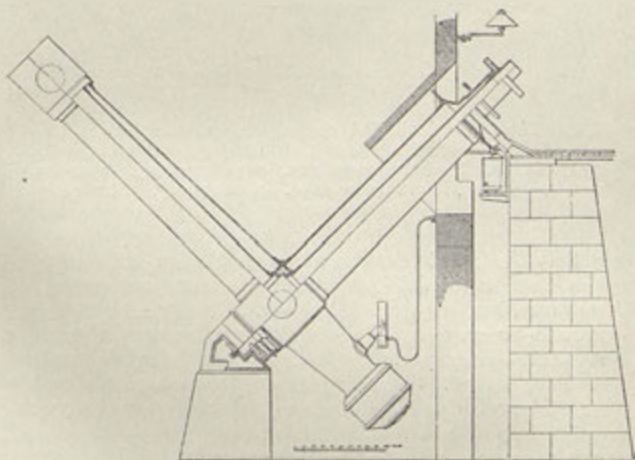
(otvor 76 cm) 18 m. Při těchto dlouhých dalekohledech sedí pozorovatel na zvláštním, pohyblivém sedadle, po kolejkách v kruhu kolem stroje jezdícím. Nad stroji těmi klene se točivá kupole s příslušnými otvory k pozorování.



Obr. 84. Grubbův reflector Melbournský.

c) Při typu francouzském spočívá oko pozorovatele vždy na témže místě, místo točivé kupole zastupuje uzavřená místnost na konci okularu a pohyblivý stánek, jenž kryje objektiv se zrcadlem a jenž se při pozorování odšine.

Úpravu tu <sup>1)</sup> navrhl poprvé Loewy; užívá se při způsobu tom dalekohledu v pravém úhlu lomeného (viz obr. 85.), jehož dolní část spočívá v ose polární, jejíž jedna polovice jest dutá a na konci okularu nese. Oba konce osy polární mají čepy v pevných ložiskách se točící. Na ose polární jest připevněna druhá část dalekohledu chovající předmětnici; zde jest též umístěno pod sklonem 45 stupňů malé zrcadélko, odrážející světlo k okularu. Před objektivem jest



Obr. 85. Aequatoreal coudé (schema).

(Z díla: „Notes of a Visit to Certain European Observatories. By Albert G. Winterhalter etc.“)

rovněž umístěno rovinné zrcadélko, nakloněné pod 45 stupni k optické ose roury a otáčející se okolo této; úhel otočení zrcadélka odpovídá změně deklinace, s tímto zrcadélkem spojen jest proto kruh deklinační. Poněvadž osa polární zde na obou koncích se podpirá a dalekohled pevně s osou polární souvisí, předčí system ten německý a anglický typ i svou značnou stabilitou. Aequatoreal „coudé“ tohoto systému vystavěli mechanikové Eichens a Gauthier pro

<sup>1)</sup> Úprava ta byla již dříve zavedena při strojích azimutálních.

hvězdárnu pařížskou; hvězdárny v Besançoně, Alžiru a ve Vídni mají podobné aequatorealy.

Při hledacích vlasatic (Kometensucher), jež se též montují jako aequatorealy, navrhl Villarceau zařízení, aby okular se nalezal na místě, kde obě osy se protínají, čímž se dosáhne, že se pozorovatel ani s místa hnouti nemusí. Idea ta provedena se zdarem na 6palcovém hledači vídeňském <sup>1)</sup>



## X. Hvězdářské stroje měřické.

(Kříž vláknový, kruhy dělené, nonius, stroj passažní, libella, kruh průchodní, chronograf, altazimuth, dalekohled lomený, theodolit, stroj universalní, sextant zrcadlový, kruh hranolový, časoměry, kyvadlo rtuťové, kyvadlo roštové, chronometry, mikrometry, heliometr.)

První určování míst hvězd dalekohledem dalo se způsobem tím, že se dalekohled spojil se strojem měřickým (kvadranty, sextanty, armillami a j.), kdež nastoupil místo pravítek s průzory; hvězda postavila se do středu zorného pole dalekohledu, potom se odečtly na dělených kruzích souřadnice hvězd. Střed zorného pole dalekohledu nebyl však při prvních dalekohledech nijak označen, nýbrž místo jeho jen se odhadovalo, čímž vznikaly omyly a značné chyby v měření dalekohledy; proto znamenitý astronom Hevel v Danzigu nechtěl užívati při svých pozorováních dalekohledů, ba tyto za úplně nepotřebné k pozorování prohlásil. Jest divno, že prostředek k označování středu pole zorného dalekohledu, jež nám nyní tak na dlani ležící se jeví, mohl zůstat tak dlouho neznámým. Napneme-li v ohniskové rovině dalekohledu (objectivu) dvě vlákna (nitky),

<sup>1)</sup> Podrobnější vypsání aequatorealu a strojů hvězdářských, jež jsou širšímu obecnství přístupna, obsahují spisy: J. N. Lockyer, v překladu něm.: „Die Beobachtung der Sterne sonst und jetzt (Braunschweig 1880).“ „N. v. Konkoly, Praktische Anleitung zur Anstellung astr. Beobachtungen Braunschweig 1883.“ „F. G. Chambers. A Handbook of descriptive and practical Astronomy“ Oxford 1890. — Pro obecnostvo učené slouží: „Hansen P. A. Die Theorie des Aequatoreals.“



jež se protínají pod pravými úhly, obdržíme průsekem těchto vláken pevný, neměnitelný bod, s nímž můžeme pohodlně a jistě srovnávat polohu (místo) hvězd, přivádějice příslušným posunutím dalekohledu hvězdy vždy na průsek obou vláken. Tuto jednoduchou, ale důležitou myšlenku pojal a provedl teprve *Gascoigne*<sup>1)</sup> v Anglii. Aby byla vlákna za noci viditelná, jest nutno je osvětliti se strany dalekohledu. Za vlákna hodí se hlavně vlákna ze zámotků pavouků pro neobyčejnou jemnost, stejnou tloušťku, stejné omezení a velkou ohebnost, vlákna taková se ani při pozorování slunce nezmění. Spojnice středu kříže vláknového a optického středu objectivu dává pevnou přímku neměnitelnou, osu *kollimační*.

Vynález *Gascoigneův* zůstal dlouho nepovšimnut a mimo Anglii neznám; tím se stalo, že teprve *Adrien Auzout*<sup>2)</sup> a *Jean Picard* kolem r. 1667. opatřili dalekohled křížem anebo mikrometry vláknovými, jež takto definitivně do astronomie zavedli i vedle toho dalekohledy takové s kruhy pevně spojili. Spojení dalekohledů se stroji měřickými tvoří pak základ nynější moderní astronomie.

Záhy se seznalo, že přesná pozorování úhlová lze konati jen na dobře dělených kruzích, avšak teprve ku konci 18. století podařilo se *Ramsdenovi* nalézt novou metodu přesného dělení kruhu pomocí nového stroje dělicího. *Ramsden* zhotovil takto celou řadu velikých kruhů (průměru 8 až 11 stop) pro různé hvězdárny. Na počátku tohoto století podařilo se pak *Reichenbachovi* ve spojení s *Liebherrem* ve Mnichově jemností a přesností dělení mathem. strojů předčiti umělce anglické; přistoupením *Utzschneidera* a *Fraunhofera*, jenž moci vrozeného genia veškerý části praktické optiky na nejvyšší stupeň dokonalosti přivedl, stal se ústav mnichovský prvním ve světě. Když mimo to *Bessel* metody pozorovací v nejvyšší míře zdokonalil, určiv pravidla, dle nichž pozorování astronomická na strojích nezávislá se konají, staly se ústavy mnichovské (od r. 1814. rozdělené: mechanický řízen *Reichenbachem*

<sup>1)</sup> *Gascoigne* William (nar. r. 1621., zemř. r. 1644.) z Middletonu v Leeds padl v bitvě u Marston Moor. Sestrojil první mikrometr vláknový.

<sup>2)</sup> *Auzout* Adrien (nar. r. 16... , zemř. r. 1691.) z Rouenu. Byl jeden z prvních a nejlepších členů akademie francouzské, z níž byl intrikami vypuzen, načež žil v Itálii. Zemřel v Římě.

a optický Fraunhoferem) co do zevrubnosti svých strojů nedostižnými; pouze v Anglii Troughton, na základech Ramsdenových pracujících, mohl v mechanické části vážněji s mnichovskými dílnami soutěžit. Po časné smrti Fraunhoferově (r. 1826.) a Reichenbachově (r. 1826.) řídil se stejným zdarem jako předchůdcové ústav mechanický Ertel a ústav optický Merz.<sup>1)</sup> Záhy rozšířila se přesná mechanika ve své dokonalosti z Bavor do okolních zemí. Repsold v Hamburku, Pistor v Berlíně, polytechnický ústav vídeňský (Starke, Stampfer), Steinheil a syn ve Mnichově, nejvíce vynikají. Ve Francii obzvláště vynikly v mechanice Lenoir a Gambey, v optice Cauchoix. V Anglii se vyznamenali Jones a W. Simms v Londýně. Mimo Repsolda a Pistora překonávají své předchůdce hlavně konstrukcí mocných dalekohledů (objectivy apertury 30—35 palců) Grubb v Dublině a zvláště Američan A. Clark. Vážnou a přesnou práci mechanickou vyznamenávají se bratři Fričové na Vinohradech.

V astronomii vyskytuje se neustále nutnost, měřiti malé úhly neb délky s příslušnou přesností; poněvadž nelze zhotovovati tak jemně dělených měřítek, nabírá se jemnější dělení měřítek prostředky, které dovolují určití nepřímo malé hodnoty ty. Nejznámější prostředek jest nonius; vedle hruběji děleného měřítka jest jiné měřítko malé, tak dělené, že  $n + 1$  dílců (nejmenších částí) měřítka hlavního (prvního) jest rozděleno na  $n$  dílců. Nonius má při měřítkách lineálních tvar lineální, při měřítkách obloukovitých (kruzích dělených) pro měření úhlů tvar obloukovitý. Podél obvodu kruhu se dá nonius při otáčení okolo středu kruhu posunovati. Je-li  $a$  nejmenší dílec na měřítku hlavním a  $a'$  nejmenší dílec na noniu, tu bude  $(n + 1)a = na'$  aneb  $a - a' = \frac{a}{n}$ . Rozdíl  $a - a'$  se nazývá udáním nonia (někdy též nonická difference), noniem možno totiž hodnoty až na  $\frac{a}{n}$  tý dílec přímo odečísti, ačkoliv měřítko pouze na  $a$  dílců jest děleno.

---

<sup>1)</sup> Merz Jiří (nar. r. 1793., zemř. r. 1867.) z Biehl u Benediktbeuren, nejprvé dílovedoucí, po smrti Fraunhoferově ředitel optického ústavu; později společník s Mahlerem, pak po smrti téhož (1845.) sám majitel ústavu.

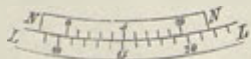
Leží-li hlavní měřítka a nonius vedle sebe tak, aby první dílec na noniu koincidoval s jedním dílcem na měřítku hlavním, tu bude v případě, že  $n + 1$  dílců měřítka hlavního jest rozděleno na  $n$  dílců, každý dílec na noniu předcházeti příslušné dílce na měřítku hlavním, až konečně  $n$ ťý dílec na noniu opět se setká s  $n + 1$ ím dílcem na měřítku hlavním, neboť jest každý díl na noniu o  $\frac{a}{n}$  větší, než-li jeden dílec na měřítku hlavním. Nonius takový nazývá se noniem naddělovacím.

V případě, že  $n - 1$  dílců měřítka hlavního jest rozděleno na  $n$  dílců, zůstává každý dílec nonia za příslušnou čárkou hlavního měřítka pozadu, až posléze  $n$ ťý dílec nonia se setká s  $n - 1$ ím dílcem hlavního měřítka; neboť jest každý dílec nonia o  $\frac{a}{n}$  menší, nežli dílec na měřítku hlavním. Nonius takový nazývá se noniem poddělovacím.

Jemnější nonie, sloužící k určení velmi malých hodnot, jsou značně dlouhé, neboť je-li udání nonia ( $a - a'$ ) malé, jest  $n$  veliké a tudíž délka nonia ( $n + 1$ )  $a$  taktéž velká. Při odčítání jemnějších noniů používá se lupy, pohybem lupy podél celého nonia hledá se ona čárka nonia, která splývá s čárkou měřítka. Na noniu nachází se několik dělicích čárek před bodem nullovým a rovněž i několik čárek na konci nonia; tyto výpomocné čáry dělicí, které slouží k jistějšímu poznání místa splnutí dvou čárek (nonia) a měřítka na začátku a konci nonia, nazývají se přesahujícími (excedence).

Při noniu obloukovitém se vztahuje číslování dílců na udání nonia a provádí se tak, že ihned odečteme minuty neb sekundy a ne alikvotní částky nejmenšího dílce na kruhu děleném. Mnohdy jsou dva nonie vedle sebe, nullový bod obou jest pak uprostřed. Příklad objasní zhotovení a upotřebení nonia obloukového. Budiž kruh dělen na stupně a třetiny stupně, nejmenší dílec kruhu udává pak 20 minut. Nonius (naddělovací) má udávati 1 minutu. Tu jest třeba 21 dílců dělení kruhového rozdělit na 20 dílů tak, že jeden takový díl bude o 1 minutu větší nežli dílec dělení kruhového; na noniu s 20 takovými dílci se pak provede číslování v opačném směru číslování na kruhu. Před nullovým bodem a za čárkou 20 se nalézá několik čárek přesahujících. Při upotřebení se odečte na dělení kruhovém po-

slední dílec před nulovým bodem nonia se nalézající, na to se vyhledává, kolikátá čárka nonia se shoduje s čárkou na kruhu; shoduje-li se příkladně 6. čárka, přičte se k odečtení kruhovému 6 minut. Stejným způsobem se zhotovuje a upotřebuje nonius poddělovací. Obr. 86. ukazuje kus kruhu (limbu)  $L$  děleného na stupně, nonius  $N$  má 10 dílců, jež se rovnají 9 dílcům dělení kruhového, jest tudíž každý dílec nonia o  $\frac{1}{10}$  menší nežli dílec na kruhu. Poddělovací nonius  $N$  udává pak desítiny stupně neb 6 minut. V obraze ukazuje odečtení na kruhu  $L$  10 stupňů, při noniu splývá pak 6. čárka s čárkou dělení kruhového a jest tudíž celkové odečtení rovno 10 stupňů a 36 minut (10.6).



Obr. 86. Nonius.

Návrh, dělenému kvadrantu připojení pohyblivý sektor, na němž  $n + 1$  dílců kvadrantu se rozdělí pouze na  $n$  dílců, učinil nejprvé Pierre Vernier<sup>1)</sup> ve svém spisu: „La construction, l'usage et les propriétés du quadrant nouveau de mathématiques. Bruxelles 1631“ (Vide R. Wolf Gesch. d. Astr.<sup>2)</sup> Za tou příčinou jest správněji užívati místo názvu nonia jména vernier. Nonius<sup>3)</sup> navrhl totiž ve svém spise „De crepusculis liber (Lissabon 1542.)“ připojení kvadrantu dělenému na 90 stupňů ještě 44 koncentrických kvadrantů, jež se mají rozdělit na 89, 88 . . . 46 dílů. Nesplývá-li určitý směr pohyblivého radia (alhidady) s žádným dílcem hlavního dělení, bude zajisté splývati (aspoň přibližně) s nějakým dílcem jednoho kvadrantu vedlejšího, čímž se docílí přesnějšího udání měřeného směru. Tento způsob ku měření malých úhlů se prakticky neosvědčil a liší se podstatně od způsobu udaného Vernierem.

Ke studiu obecné a speciální nauky o strojích měřických doporučujeme výborný spis: „Geodésie nižší“. Díl I. Napsal prof. Frant. Müller.

Dle zvláštních účelů k měření míst předmětů rozeznáváme dva hlavní druhy astronomických přístrojů měřických.

<sup>1)</sup> Vernier Pierre (nar. r. 1580., zemř. r. 1637.) z Ornans (Franch Comté), generální řídící mincí v Burgundsku.

<sup>2)</sup> Princip nonia vyslovil též Chr. Clavius z Bambergu již 20 let před Vernierem.

<sup>3)</sup> Nonius, Pedro Nuñez (nar. r. 1492., zemř. r. 1577.) z Alcazar de Sal, profesor matematiky v Coimbre, pilný a samostatný spisovatel.

Jeden druh slouží k určení absolutních míst hvězd, druhým druhem stanoví se relativní místa hvězd, vzdálenosti těchto od nebeských předmětů místem již známých. Stroje prvního druhu jsou zbudovány na základě soustav souřadnicových buď obzorníkových, repraesentantem soustavy té jest stroj universalní, aneb rovníkových, kteréžto soustavy repraesentantem jsou aequatorealy, anebo posléze jak obzorníkových tak i rovníkových, repraesentantem jest tu kruh průchodní (Meridiankreis), při němž se vztahují souřadnice hvězd jak na obzor tak i na rovník. Dalekohled při těchto strojích měřických slouží jen k zaměřování a nazírání předmětů; nejpodstatnější část strojů tvoří prostředky k měření úhlů: kruhy dělené ve stupně a části jich. Kruhy ty zobrazují největší (hlavní) kruhy sféry nebeské, na něž se souřadnice hvězd vztahují. Kruhy a dalekohled jsou pevně spojeny, otáčejíce se kol hlavních os příslušných souřadnic; základní směry rovin sférických stanoví se čtením pevných indexů, noniů neb mikroskopů na dělených kruzích a úhlové otočení dalekohledů při zaměření na předměty příslušné od základních směrů stanoví druhé čtení indexů. Stroje druhého druhu mají k určení relativních míst mikrometrické přístroje upravené nejvíce při okularu dalekohledu; mikrometry se určuje vzdálenost a směr dvou blízkých bodů, tu jest dalekohled a optická síla jeho podstatnou částí stroje; měření bývá tím jistější, čím silnější jest zvětšení dalekohledu.

Kvadrant na zdi nedává průchodu hvězd poledníkem s přesností nyní dosažitelnou, poněvadž rovina kvadrantu podléhá různým deformacím, takže nelze celou rovinu kvadrantu s příslušnými částmi postavit přesně do roviny poledníkové. Daleko způsobilějším ve směru tom jest stroj průchodní (Mittagsrohr) — stroj p a s s a ž n í (Passageninstrument). Vynálezcem stroje toho jest dánský astronom Olaus Rømer (r. 1689.), jenž stroj takový postavil na hvězdárně v Kodani a četnými pozorováními dokázal jeho způsobilost. Vodorovná osa kovová spočívala svými válcovými konci, kolem nichž se otáčela, na dvou pevných pilířích kamenných, nesouc ve středu svém kolmý dalekohled. Postavili-li se rotační osa ta přesně horizontálně a ve směru od východu na západ, pak leží dalekohled ve směru od jihu k severu, otáčeje se v rovině poledníkové. Pozorují-li se dalekohledem tím průchody hvězd na hodinách hvězdných,



obdrží se ihned doby kulminací (vreholení) těch hvězd. K nařízení dalekohledu na známou poledníkovou výši hvězd slouží půlkruh připevněný na pilíři na jedné straně osy rotační; soustředně s kruhem tím upraven jest na jednom konci osy rovnoběžně s dalekohledem ukazovatel neb alhidada s indexem nebo noniem. Alhidada ta se současně s dalekohledem otáčí kolem osy vodorovně ukazujíc na polokruhu výšku předmětu, který se má pozorovati. Rotační osa dalekohledu spočívá svými konci v silných dvojitéch ložiskách kovových. Jedna část ložiska jest připevněna na pilíři, druhá pak nesoucí konce osy se dá podél prvé posunovati příslušnými šrouby a to na jedné straně osy nahoru a dolů, až osa rotační jest vodorovnou, a na druhé straně vodorovně v pravo nebo v levo, čímž lze osu rotační postaviti přesně ve směru od východu na západ a tím dalekohled na osu kolmý upraviti do roviny poledníkové. K osvětlení sítě vláknové v ohniskové rovině objectivu postavené slouží svítlna přidělaná na vnější straně pilíře, která vysílá světlo ve směru provrtnuté části pilíře do duté osy rotační na zrcadélko, jež, uprostřed osy ve směru šikmém jsouc umístěno, odráží světlo směrem k okularu na síť vláknovou. Ke konání správných pozorování jest nutno, aby průchodní stroj byl rektifikován. Musí osa rotační býti přesně vodorovnou, dále musí býti přímka spojující optický střed objectivu a střed sítě vláknové, přímka kollimační, kolmou na osu rotační a konečně musí vodorovná osa rotační býti ve směru od východu na západ.

Osa rotační se postaví vodorovně pomocí vodní váhy, libelly (Wasserwage, Niveau), kterýž přístroj vynalezl kolem polovice 17. století mechanik *Chapottot* a v roce 1666. do praxe zavedl *Thevenot*. (Vide R. Wolf, *Geschichte der Astr.*) V kovové rouři spočívá skleněná roura, ne úplně naplněná lihem aneb étherem a v hořeni části kruhovitě vybroušená. Vzduchová bublina vyplňující část lihem nevyplněné roury skleněné, zaujme vždy nejvyšší polohu v rouři (kruhovém oblouku). Je-li mosazná roura s libellou opatřena podstavcem, aby se mohla postaviti na plochu, nebo dvěma závěsy k zavěšení (na osu dalekohledu), pak lze plochu neb osu pomocí přístroje toho postaviti vodorovně aneb určiti sklon jich k vodorovné rovině. Hoření okraj skleněné roury libelly jest rozdělen na určitý počet stejných dílců, číslu označených, čímž lze určiti přesně místo středu bubliny libellové.

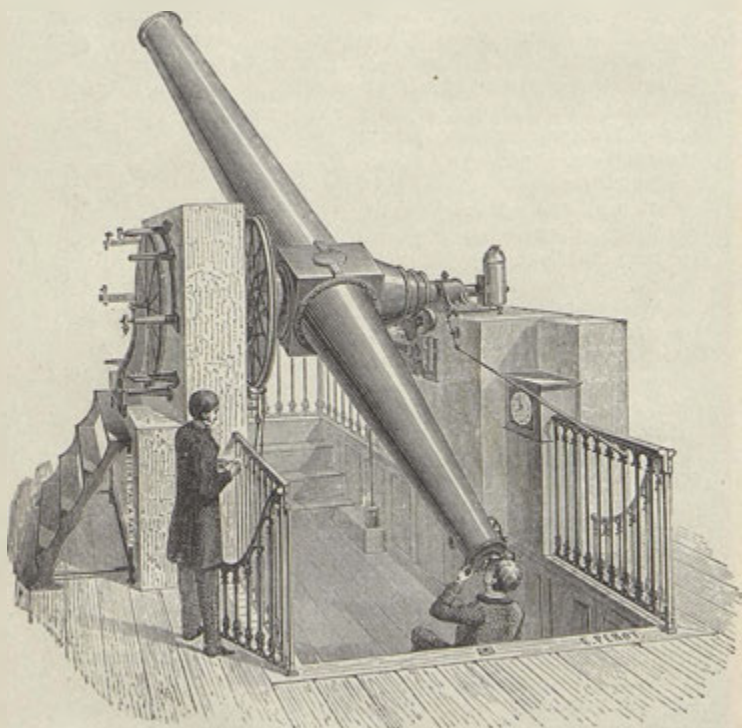
Opatří-li se stroj průchodní jedním anebo dvěma jemně dělenými kruhy, kolmo postavenými na horizontální osu rotační, obdržíme kruh průchodní — poledníkový (Meridiankreis). Při otáčení osy popisují i dalekohled i kruhy vertikální kruhy poledníkové. Pilíře nesou vedle ložisek pro čepy osy několik (obvykle čtyři) mikroskopů, jimiž lze docíliti odečtení až na 0.1 obloukové vteřiny kruhu děleného přímo na 2' nebo 5'. Aby se válcové čepy při častém otáčení v ložiskách neopotřebily, vyvažuje se větší část váhy dalekohledu, osy a kruhů protiváhou upravenou na pilíři a spojenou s osou kruhu poledníkového pákovým mechanismem. Svitilna, jež má býti dosti vzdálena od dalekohledu, kruhu a mikroskopů, aby jich přímo nezabírala, vysílá světlo vhodným otvorem v pilíři do duté osy dalekohledu a odtud odrazem k síti vláknové u okularu, současně osvětluje zvláštní úpravou dělení kruhové. Otáčením hranolu příslušně umístěného lze u novějších kruhů poledníkových docíliti při pozorování nočním dle potřeby buď



Obr. 87. Sítí vláknová.

osvětlené pole zorné s tmavými vlákny anebo temné pole se světlými vlákny. V ohniskové rovině dalekohledu jest napnuta síť vláken kolmých se dvěma nebo jedním vláknem vodorovným (viz obr. 87.); na vláknech kolmých se pozorují při vřeholení hvězdy doby vstupu hvězdy dle hodin hvězdných; hvězda se nařídí tak, aby probíhala mezi vlákny vodorovnými nebo na vlákně vodorovném. Převědou-li se pozorované doby vstupu hvězdy na postranných vláknech vodorovných na vlákně střední, jež určuje s optickou osou rovinu poledníkovou, obdrží se takto přesná doba průchodu hvězdy poledníkem. Spojení příslušného odečtení kruhu v poloze nařazeného dalekohledu na hvězdu s odečtením kruhu při vodorovné neb kolmé poloze dalekohledu dává pak výšku anebo zenitovou vzdálenost hvězdy. Poledníkový kruh stanoví tedy doby průchodu  $T$  hvězd poledníkem a jich zenitové vzdálenosti  $z$ ; známe-li výšku pólu  $\varphi$  místa, obdržíme také deklinaci  $\delta$  pozorovaných hvězd ze

známých rovnic:  $z = \varphi - \delta$  pro hvězdy jižně od zenitu kulminující a  $z = \delta - \varphi$  pro hvězdy severně od zenitu vreholící (oba případy pro kulminaci hoření);  $z = 180 - (\varphi + \delta)$  pro hvězdy v dolní kulminaci; rektascense

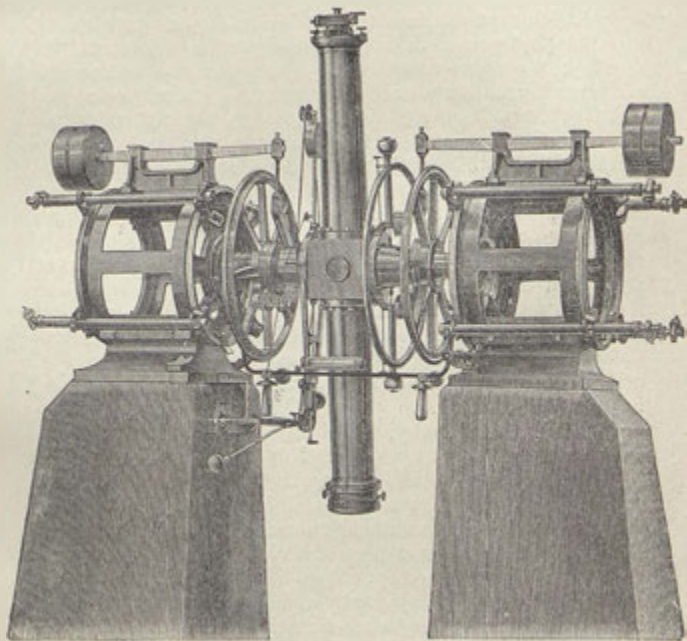


Obr. 88. Kruh poledníkový hvězdárny pražské.

hvězd se rovná době průchodu hvězd poledníkem. Při tom se předpokládá, že stroj nemá žádných chyb postavení, jež mají vliv na určení souřadnic a že hodiny hvězdné, dle nichž se určovala doba průchodu hvězd, nemají žádné korekce. Opačně můžeme při známé rektascensi a deklin-

naci hvězd určití jak korekci hodin tak i výšku pólu místa; spojením pozorování několika hvězd určíme dále i chyby stroje poledníkového.

Úprava kruhů poledníkových jest různá, celkem však se shodují jednotlivé druby v hlavních rysech s úpravou,



Obr. 89. Repsoldův kruh poledníkový.

jak ji ukazuje obr. 88., představující velký kruh poledníkový hvězdárny pařížské. Při poledníkových kruzích Repsoldových nahrazuje se hoření část pilíře silnými železnými sloupci, na nichž spočívají koncentricky s jemně dělenými kruhy bubínkovité nosiče mikroskopů (viz obr. 89.).

Pozorování doby průchodu hvězd vlákný provádí pozorovatel tím, že čítaje vteřinové tehy hodin odhaduje de-

setiny vteřin v okamžiku, kdy vlákno v půli protíná hvězdu. Methoda tato, jež slove methodou zrakovou a sluchovou (Aug- und Ohrmethode), jest překonána v novější době methodou registrující (Registrier-methode), jež užívá galvanického proudu. Chronograf čili stroj registrující, jako doplňující část astronomických hodin, mění řady slyšitelných tepů hodin v řadu viditelných značek na proužku papírovém. Je-li současně zavedeno zařízení, jež dovoluje pozorovateli, aby v okamžiku nastoupení očekávaného úkazu označil znamení na proužku papírovém, pak lze zaznamenané místo s velikou přesností určití vzhledem ku dvěma sousedním vteřinovým značkám hodin. Tato methoda určování doby úkazů slove též methodou zrakovou a ruční (Aug- und Handmethode), poněvadž pozorovatel, drže v ruce klíč galvanického proudu (obyčejně tlačítko v podobě hrušky), stisknutím zaznamenává okamžik úkazu na papírový proužek chronografem znamenáný, takže vedle oka činy jsou též svaly rukou. První zavedli způsob ten do astronomické praxe W. C. Bond a Walker kolem r. 1848. při určování rozdílu zeměpisných délek. Nejjednodušší tvar chronografu jest Morseův stroj telegrafní, při němž papírový proužek se posunuje kolečkovým strojem, hnáným závažím anebo péry pod ocelovým hrotem připevněným na konci páky, na druhý konec páky rozšířený v kotvu působí elektromagnet. Když se proud elektrické batterie, k níž jest elektromagnet připojen, spojí, přitáhne se kotva páky k elektromagnetu a hrot se přitlačí na papír, zanechávaje na něm viditelné znamení. Přeruší-li se proud, odtrhne se kotva pomocí péra od elektromagnetu, páka vrátí se do původní své polohy. Spojí-li se s proudem batterie kyvadlové hodiny, jež opatřeny příslušným kontaktem, proud každou vteřinu na jediný okamžik spojují, pak hrot páky zaznamenává každou vteřinu na papíře, tvoře takto nepřetržitou řadu bodů, jež představují vteřiny časové. Stejným způsobem vloží se do proudu klíč (tlačítko), jež pozorovatel v ruce drží, jehož stisknutím může v libovolném okamžiku proud spojití a tím okamžik ten na papíře hrotem zaznamenati.

Aby při znamení daném od pozorovatele splývajícími se vteřinou hodin (znamení hodiny) obě příslušné značky na papíře se rozeznaly, upravuje se chronograf se dvěma elektromagnety, dvěma pákami a hroty, jimž přísluší dvě



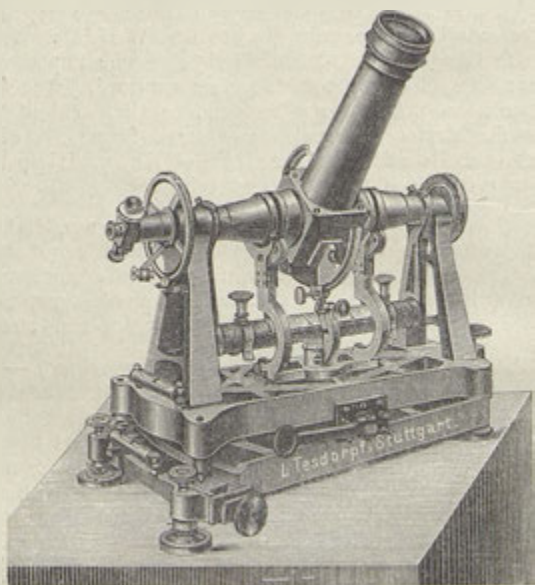
batterie; do proudu jedné batterie se vloží hodiny, do proudu druhé batterie se vloží klíč. Hroty obou elektromagnetů jsou tak upraveny, aby na papíru psána byla znamení vedle sebe. Rozumí se samo sebou, že pohyb papírového proužku musí býti dostatečně rovnoměrný aspoň během jednotlivých vteřin.

Ve hlavních rysech takto vyličené stroje registrující repraesentují chronografy Mayera a Wolfa ve Vídni a Ausfelda v Gothě. Místo dlouhých pruhů papírů zavádí se u některých strojů točící se válce papírové, jež poskytují dostatečného prostoru pro znamení trvající několik hodin. Takového druhu jsou válcové chronografy od Mitchela, Saxtona, Bonda, Krillea, Knoblicha, Hippa a j., jež se v detailech více méně od sebe liší.

Výhoda metody registrující spočívá ve množství a ve větší přesnosti pozorování při menší únavě pozorovatele; naproti tomu vyžaduje udržování batterie a registrujícího stroje příslušné péče, i odečítání znamení z papírových proužků nebo válců patří k nepříjemným pracím metody.

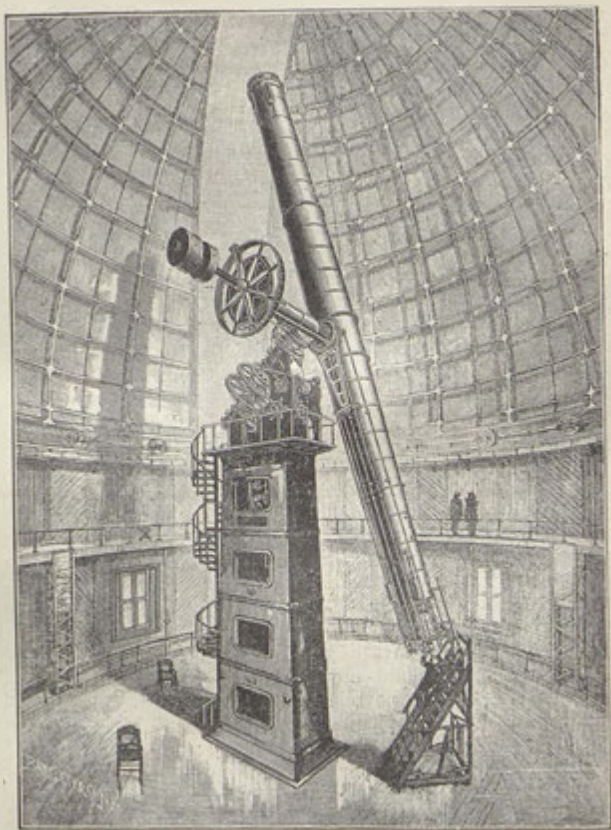
Altazimut (slož. z altitudo = výška a azimut) — stroj universalní sestává ze dvou jemně dělených kruhů, z nichž jest jeden horizontální a slouží k měření úhlů horizontálních — azimutů, slove kruh horizontální neb azimutální, druhý kruh jest kolmý a slouží k měření úhlů výškových nebo vzdáleností předmětů od nadhlavníku, distancí zenitových a slove kruh vertikální neb zenitální. Kruh azimutální spočívá na třech ústanovkách (Stellschrauben) bývá nehybný, uvnitř jest vykrojen a objímá alhidadu, kruh to otáčející se kol osy vertikální; alhidada nese vertikální sloup se dvěma ložisky, v nichž spočívá osa horizontální nesoucí na jednom konci kruh zenitální, na druhém pak dalekohled. Kruh zenitální a dalekohled jsou kolmo k ose horizontální upevněny současně se pohybující. Kruh zenitální objímá alhidada, upevněná na nosiči ložiska. Dalekohled lze takto namířiti v kterémkoliv směru. Stroj lze otáčeti horizontálně a vertikálně a v poloze pak sevřítí. K jemnějšímu nařizení dalekohledu na střed kříže vláknového opatřeny jsou svorky (Klemmschrauben) pro kruh horizontální a vertikální ještě jemnými šrouby mikrometrickými.

Stojí-li dalekohled kolmo, jest nesnadné hledění v poloze takové. Proto vkládá se před okular malý pravouhlý a rovnostranný hranol, jenž odraží na přeponě paprsky z dalekohledu kolmo, takže vycházejí z odvěsny vodorovně. Ve směru tom pozorují se takto předměty vysoké. Je-li upraven dalekohled uprostřed osy horizontální, pak



Obr. 90. Lomený dalekohled passážní.

jest tato dutá nesoucí na jednom konci okular. Na místě, kde jest dalekohled upevněn, umísťuje se pravouhlý hranol rovnostranný, jehož jedna odvěsna jest k přednětnici, druhá k očníci obrácena. Paprsky světelné vycházející z předmětnice se odraží kolmo na přeponě ve směru vodorovném k okularu, kdež oko, pohlížeje vždy ve směru horizontální osy duté, stále na témž místě trvá. Dalekohledy takto upravené slovou dalekohledy lomenými. Obr. 90. znázorňuje lomený dalekohled passážní z dílny



Obr. 79. Velký refractor hvězdárny Lickovy v Californii (dle Chamberse).

pořídil r. 1868. ještě větší refractor průměru předmětnice 63 cm pro Newalla v Gateshead u Liverpoolu. Úspěchy ty děkují jmenování umělci dodavatelům velikých stejnorodých skel flintových: firmě Chance Brothers & Co.

v Birminghamu a Feil v Paříži; přípravování skla korunového jest spojeno již s menšími obtížemi. Clark předstihl Cookea již r. 1872. a 1873. zhotovením velkého refractoru průměru předmětnice 66 cm pro hvězdárnu Washingtonskou. Tvar objectivu jest velmi dokonalý, délka dalekohledu obnáší 10 m, cena celého stroje s pomocnými přístroji páčí se na 120.000 zl. Stejně velký refractor dodal Clark r. 1879. Mc. Cormickovi v Chicagu. Grubb v Dublině sestrojil pro novou hvězdárnu Vídeňskou refractor 68 $\frac{1}{2}$  cm, Martin v Paříži pak pro hvězdárnu pařížskou refractor 73 $\frac{1}{2}$  cm otvoru předmětnice. Ještě větší refractory dodal Clark pro hvězdárnu v Pulkově achromat 76 cm průměru (viz obr. 78.), jehož montáže pochází z umělecké dílny Repsolda v Hamburku a pro hvězdárnu Lickovu v Californii refractor průměru 91 $\frac{1}{2}$  cm, 36 paleč (viz obr. 79.), dosaváde největší to dalekohled na světě. Charles J. Yerkes, nadchnut výsledky astronomických výzkumů na hvězdárně Lickově, nabídl universitě v Chicagu prostředky k zřízení hvězdárny, jež má vyhovovati nynějším vůbec dosažitelným požadavkům vědy astronomické. Hlavním strojem nového observatoře má býti refractor průměru 40—45 angl. paleč, tedy větší než dalekohled hvězdárny Lickovy. Pohyb teleskopu, jemné nařízení na deklinaci a hodinový úhel hvězd, otáčení kupole, kde bude umístěn refractor, bude se díti od okularu pozorovatelem pomocí malých elektrických motorů. Průměr ocelové kupole bude obnášeti asi 85 stop. Pozorovatel se bude vyzdvihovati a skláněti s podlahou hydraulickými stroji jako při hvězdárně Lickově. Největší dalekohled bude sloužiti k hledání nových měsíců planet, ke studiu nejjemnějších detailů povrchu oběžnic, k měření nejtěžších hvězd podvojných, ku spektrálnímu výzkumu slabších hvězd a pohybu mlhovin planetárních ve směru zornice; také systematické studium povrchu slunce jest přijato do programu nového vědeckého stánku. Montáže teleskopu jest od firmy Warner & Swasey v Clevelandu. Železný sloup nesoucí teleskop jest 40 stop vysoký. Tubus dalekohledu se skládá z ocelové roury průměru 4 stop a délky 64 stop.

## Seznam největších dalekohledů:

## A) Reflectorů.

Konstrukce:	Průměr zrcadla v cm:	Zhotovitel:	Majitel, hvězdárna:
Newton	183	Earl of Rosse	(1844.) Earl of Rosse, Parsonstown, Irsko.
Newton, zrcadlo skleněné postří- břené	153	Common	(1888.) Common, Ealing, Anglie.
Newton	122 <sup>1)</sup>	Lassel	(1860.) Lassell, Maiden- head, Anglie.
Cassegrain	122	Grubb	(1870.) Melbourne, Austrá- lie.
Newton, postří- břené zrcadlo skleněné	120	Martin, Eichens <sup>2)</sup>	(1876.) Paříž, hvězdárna. Earl of Rosse, Parsonstown.
Newton	91 <sup>1/3</sup>	Earl of Rosse	
Newton, postří- břené zrcadlo skleněné	85	Henry, Secretan	Toulouse, hvězdár- na.
Newton, postří- břené zrcadlo skleněné	80	Foucault, Eichens	Marseille, hvězdár- na.
Cassegrain	71	H. Draper	H. Draper, Dobbs Ferry, New-York.
Newton	61 <sup>1/2</sup>	Grubb	(1878.) Edinburg, hvězdár- na.
Cassegrain	61	Grubb	(1880.) Wilson, Westmeath, Irsko.

## B) Refractorů.

Průměr objektivu v cm:	Zhotovitel:	Majitel, hvězdárna:
91 <sup>1/2</sup>	A. Clark & Sons	Lickova hvězdárna v Californii na Mont Hamilton.
76	Henry	Nizza, hvězdárna.
76	A. Clark & Sons	Pulkova, hvězdárna.
73 <sup>1/2</sup>	Martin, Eichens	Paříž, hvězdárna.
68 <sup>1/2</sup>	Grubb	Vídeň, hvězdárna.
66	Clark (1873.)	Washington, Naval Observatory.
66	Clark (1879.)	McCormick, Chicago.
63 <sup>1/2</sup>	T. Cooke & Sons (1868.)	Newall, Gateshead, Anglie.
58 <sup>1/2</sup>	Buck (1881.)	Princeton Observatory, New Jersey.
56	Buckingham	Buckingham, Londýn.

<sup>1)</sup> Dalekohled ten jest zničen.<sup>2)</sup> Martin optik, Eichens mechanik; podobně kde jsou 2 jména, první jméno optika, druhé mechanika.



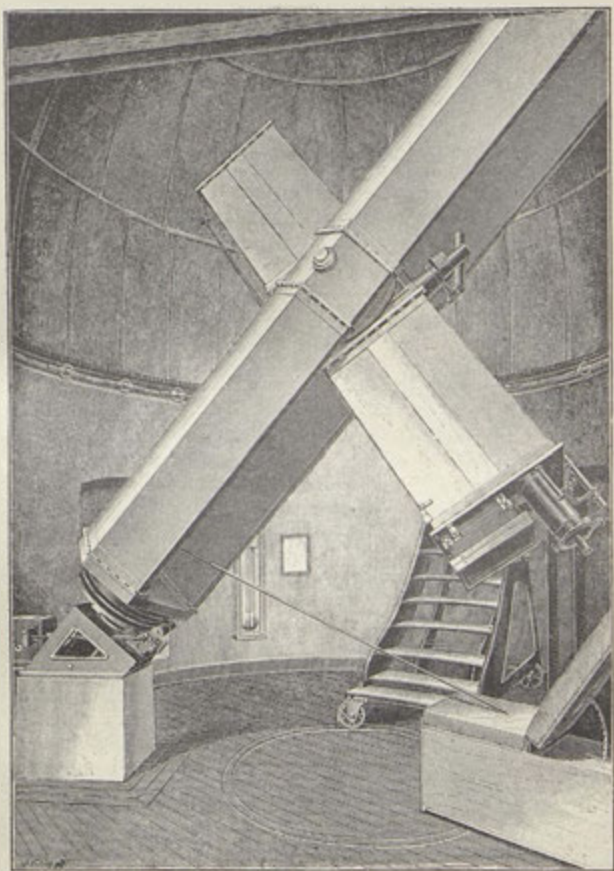
Průměr objektivu v cm :	Zhotovitel :	Majitel, hvězdárna :
48 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	Merz, Repsold (1879.)	Štrassburk, hvězdárna.
48 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	Merz (1879.)	Milán, hvězdárna.
47	Clark (1863.)	Dearborn Observ., Chicago.
46	Fitz, New-York	Van Duzee, Buffalo, New-York.
40 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	Clark (1880.)	Rochester Observatory, New-York.
39 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	Clark (1879.)	Madison Observatory, Wisconsin.
38 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	Grubb (1875.)	Lord Lindsay, Aberdeen, Skotsko.
38	Merz (1840.)	Pulkova, hvězdárna.
38	Merz (1843.)	Harvard College, hvězdárna, Cambridge U. S.
38	Lerebours, Brunner (1854.)	Paříž, hvězdárna.
38	Merz, Repsold (1861.)	Lissabon, hvězdárna.
38	Grubb (1871.)	W. Huggins, Londýn.
38	Merz, Cooke (1880.)	Brussel, hvězdárna.
38	Merz, Eichens (1880.)	Bordeaux, hvězdárna.
34	Spencer	Hamilton Coll. Observ., New-York.
34	Cauchois, Grubb (1834.)	Markree Castle Observ., Irsko.
33	Rutherford	L. M. Rutherford, New-York.
33	Fitz	Dudley Observ., Albany, New-York.
33	Clark	Allegheny Observ., Pennsylvania.

Největší dalekohled v Čechách má astr. ústav c. k. české university (průměr objektivu 8 palců, zhotovitel Reinfelder a Hertel, optikové v Mnichově, G. Heyde v Drážďanech, mechanik) a prof. Voj. Šafařík (průměr objektivu 7 angl. palců, zhotovitel Clark, dříve majetek známého výtečného pozorovatele Dawese, nar. r. 1799., † r. 1868.).

Pro mezinárodní podnik zhotoviti fotografické mapy nebes jsou určeny zvláštní refraktory otvoru 33 cm, jež jsou achromatisovány pro paprsky chemické. Počet jich jest ustanoven na 20 a část z nich jest již postavena.

Ve společné rouři nacházejí se dva objektivy stejné vzdálenosti ohniskové, větší objektiv jest určen pro fotografické obrazy, menší slouží k udržování určité hvězdy na témž místě zorného pole. Hodinový stroj pohybuje dalekohled dosti rovnoměrně tak, že obrazy nařizené krajiny nebeské zůstávají téměř na témž místě zorného pole; menší odchylky od pohybu rovnoměrného opravuje pozorovatel menším dalekohledem pomocí klíče pointuje stále vláknovým křížem po dobu expozice desek na určitý bod obrazu. Zařízení takové navrhli a provedli nejprve bratři Henry v Paříži. (Viz obr. 80.)

1, 1 cm = 0.394 angl. palců = 0.370 pař. palců.



Obr. 80. Fotografický aequatoréal pařížský.

(Z díla: „A Visit to Certain European Observatories. By Albert G. Winterhalter. Washington Observations for 1885. Appendix I.“)

Aby si čtenář mohl udělati pojem, jakou cenu má větší dalekohled, budiž uvedeno, že refractor 25 cm (průměru

objektivu) se cení asi na 12.000 zl., refractor 65 cm pak na 120.000 zl.

Otázka, zdali sluší v optické části dáti přednost refractorům před reflectory, není posud definitivně zodpověděna. Ustálený jest dosud jen náhled, že vzhledem k přesnosti obrazů předčí refractory nad dalekohledy zrcadlovými. Vyšetřování poměru refractoru k reflectoru stejného otvoru vzhledem ku světelné mocnosti (Lichtstärke) vyžaduje dlouhých a těžkých pokusů, tak že teprve v nejnovější době se otázka ta blíží rozřešení. Z mnohých pokusů zdá se plynouti, že i v tomto směru sluší dáti přednost refractorům.

Je-li dalekohled nařízen na nekonečně vzdálený bod a obrátí-li se objektivem k dennímu světlu, vytvoří se na blízku okularu malý světlý kruh, obraz to otvoru objektivu. Změříme-li průměr kruhu světlého a průměr otvoru objektivu, obdržíme, dělice změřený průměr objektivu průměrem světlého kruhu, zvětšení dalekohledu. Obnáší-li průměr objektivu 40 mm, průměr světlého kruhu 1 mm, bude zvětšení dalekohledu rovno  $40 : 1 = 40$ . Toto jest nejsnazší metoda určití zvětšení dalekohledu. Ku přesnému měření průměru světlého kruhu byly sestrojeny různé přístrojky, dynamometry neb auxometry zvané.

Jinou metodu určití zvětšení dalekohledu podal K. B. Gauss. Obrátíme-li nařízený dalekohled, vidíme objektivem předměty tolikrát zmenšené, kolikrát předměty ty vidíme okularem zvětšené. Nařídíme si dalekohled tak, abychom v poli objektivu v stejné vzdálenosti po obou stranách optické osy viděli ostře dva předměty; změříme si pak úhломěrem nějakým (theodolitem), jež tak na objektiv dalekohledu zaměříme, aby optické osy úhломěru a dalekohledu splývaly, úhel  $\alpha$  mezi předměty; na to pošíneme dalekohled stranou a změříme úhломěrem úhel  $\beta$  mezi oběma předměty. Poměr  $\frac{\beta^1}{\alpha}$  dává zvětšení dalekohledu.

Následující empirický způsob určití zvětšení dalekohledu hodí se pro všechny dalekohledy jakékoliv soustavy. Dalekohledem se pozoruje jedním okem lať distanční, (lať nivellační s přímým odečtením), druhým okem se současně hledí vedle dalekohledu bezprostředně na tutéž lať.

<sup>1)</sup> Platí jen pro malé úhly, jinak se rovná zvětšení  $\frac{\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \beta}{\operatorname{tg} \frac{\beta}{2} \alpha}$ .

Fakto spatříme dva obrazy, které se kryjí: nezvětšený obraz a slabší obraz zvětšený latě. Určíme-li si, kolik částek  $n$  (nezvětšených) latě odpovídá  $n'$  částkám zvětšeného obrazu, obdržíme podílem  $\frac{n}{n'}$  zvětšení dalekohledu. Obdobně lze místo dělené latě upotřebiti tašek na střeše, určíme-li, kolik tašek nezvětšeného obrazu odpovídá jistému počtu tašek obrazu zvětšeného.

Zrakové pole, zorný prostor dalekohledu jest plocha, již lze najednou dalekohledem zřetelně přehlednouti. Pole dalekohledu závisí na úhlu  $eCd$  (viz obr.

80.), jež při optickém středu  $C$  předmětnice vytvářejí krajní paprsky očníce  $Ce$  a  $Cd$ .



Obr. 81.

Velikost zrakového pole dalekohledu závisí tedy na velikosti okularu a jeho vzdálenosti od objektivu. Je-li zabráněno průchodu krajních paprsků okularu  $Ce$  a  $Cd$  stínítky před okular vloženými, diaphragma zvanými (kruhovité výkrojky z temných desk), pak závisí velikost pole dalekohledu na otvoru clonky (stínítka) neb na části okularu, na kterou mohou paprsky dopadati. Průměru zorného pole ubývá přibližně v obráceném poměru zvětšení. Průměr ten si snadno ustanovíme dle doby, kterou hvězda potřebuje, aby prošla celým zorným prostorem.

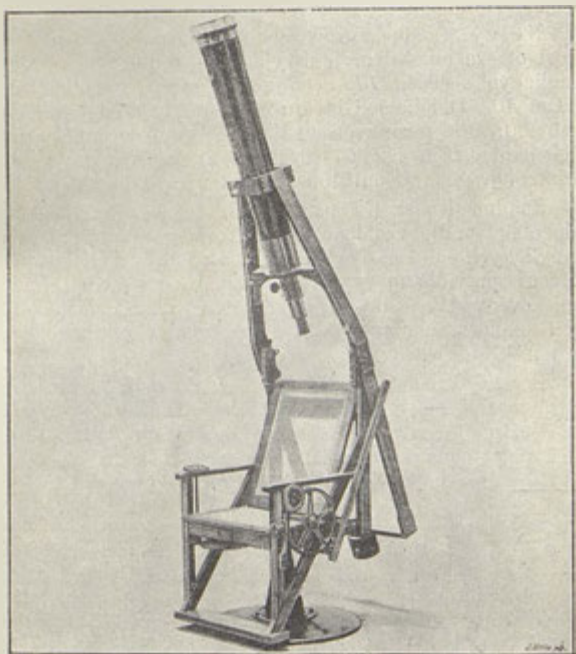
Srovnáváme-li jasnost (Helligkeit) obrazů dvou dalekohledů, jež mají stejné zvětšení, různý však otvor předmětnice, shledáváme, že jasnosti obrazů jsou úměrné množství světla, jež dopadá na plochy předmětnice; plochy předmětnice jsou však úměrné čtvercům průměrů těchto; jsou tudíž i jasnosti obrazů úměrné čtvercům průměrů, jež obnášejí objektivy různých dalekohledů. Srovnáváme-li oproti tomu jasnost obrazů dvou dalekohledů, jež mají stejné objektivy, avšak různá zvětšení, vidíme, že se rozděluje totéž množství světla na povrchy obrazu většího a obrazu menšího; z toho plyne, že jest zde jasnost obrazů nepřímě úměrná čtvercům zvětšení. — Část světla na objektiv dopadajícího přijde na zmar odrazem na plochách jednotlivých

čoček, nějaká část se mimo to pohlene při průchodu skly čoček; ztráta světla toho obnáší asi 20 procent. Je-li zornice oka menší než průsek paprskového válce z okularu vycházejícího, pak se ztrácí při nazírání veškeré mimo pupillu vycházející světlo. Z toho jest patrné, že zvětšení dalekohledu musí býti vždy takové, aby paprskový válec z okuláru vystupující byl buď menší anebo roven průměru pupilly t. j. zvětšení dalekohledu musí se alespoň rovnati poměru, v jakém jest průměr objektivu k průměru pupilly. Průměr pupilly obnáší asi 5 mm; má-li objektiv dalekohledu průměr jednoho centimetru, musí zvětšení dalekohledu toho se rovnati aspoň poměru  $\frac{10}{5} = 2$ , t. j. chceme-li při daném dalekohledu obdržeti celé světlo, chceme-li co nejvíce zužítovati objektiv dalekohledu, musíme pro každý centimetr otvoru dalekohledu užívati nejméně zvětšení dvojnásobného; při dalekohledu s objektivem 20 cm jest tedy nejmenší přípustné zvětšení 40. Známe-li nejmenší zvětšení, můžeme si také vypočísti největší ohniskovou vzdálenost okularu daného dalekohledu; víme totiž, že ohnisková vzdálenost objektivu, dělena ohniskovou vzdáleností okularu, se rovná zvětšení; nejmenší zvětšení daného dalekohledu již známe, rovněž i ohniskovou vzdálenost objektivu dalekohledu si snadno určíme; dělíme-li tuto nejmenším zvětšením, obdržíme největší přípustnou ohniskovou vzdálenost okularu. Dalekohled ohniskové vzdálenosti 4 metrů = 400 cm, má míti při zvětšení 40násobném okular s ohniskovou vzdáleností ne větší než  $400 : 40 = 10$  cm.

Je-li pozorovaný předmět většího rozměru, tedy tvoří-li pozorovaný předmět terč velké planety anebo mlhovinu, pak se rozprostírá totéž světlo při užití silnějšího zvětšení na větší plochu, proto se zjevuje předmět takový pak slabší: zdánlivá jasnost malé části povrchu předmětu na sítnici jest tu v poměru obráceném ku ploše, na kterou se světlo rozprostírá. Při velmi jasných předmětech (slunce, měsíc, Venuše) nepřekáží silnější zvětšení; avšak při slabších objektech, jako jsou Uran, Neptun, mlhoviny, vlasatice jest očividný účinek zeslabování zdánlivé jasnosti s rostoucím zvětšením; při předmětech takových není výhodno užívati zvětšení silných, nejlépe se zde obmeziti na zvětšení nejmenší (na každý cm objektivu zvětšení dvojnásobného); proto se také záhy zavedly ku snadnému hledání rozsáhlejších ale slabších



předmětů nebeských *hledače komet*, dalekohledy to středního průměru objektivu, velkého pole zorného a slabého zvětšení. Obr. 82. představuje hledače vlasatic dle zařízení



Obr. 82. Repsoldův hledač vlasatic.

(Z díla: „Notes of a Visit to Certain European Observatories and other Institutions. By Albert G. Winterhalter. Washington Observations for 1885. Appendix I.)

Repsoldova. Pozorovací stolice, na níž jest upraven hledač, připouští pohyb azimutální; hledač pak se pohybuje ve směru kolmém.

Od jasnosti obrazu v dalekohledu různí se světlost (Lichtstärke) obrazu t. j. intensita osvětlení jednotlivých

bodů obrazu. Světlost obrazu jest nezávislou na zvětšení, neboť každý bod předmětu se zjevuje dalekohledem, nechť tento málo nebo mnoho zvětšuje, opět jako bod; světlost obrazu závisí jen na množství paprsků vycházejících z jednotlivých bodů předmětu.<sup>1)</sup>

Nejvýše přípustné zvětšení obdržíme, násobíme-li velikost otvoru objektivu, je-li vyjádřena velikost ta v palcích (anglických), číslem 100 nebo je-li vyjádřena v centimetrech, číslem 40. Dalekohled otvoru 20 cm připouští největší zvětšení 800; ale toho zvětšení lze jen v mimořádně příznivých okolnostech ovzduší použiti, s úspěchem bude lze užívatí nanejvýše zvětšení 450 pro takovýto dalekohled.

Snadno lze si též pamatovati, že mez zvětšení pro dalekohled určité vzdálenosti ohniskové, je-li tato vyjádřena v anglických palcích, obnáší pateronásobnou vzdálenost ohniskovou; pravidlo to vyplývá z toho, že zvětšení se rovná ohniskové vzdálenosti objektivu dělené ohniskovou vzdáleností okularu, okular má nejmenší ohniskovou vzdálenost rovnou  $\frac{1}{5}$  palce.

Poměr ohniskové vzdálenosti objektivu k otvoru téhož kolísá mezi 15—18. Odchylují se od čísel těch hledači vlastně, jež mají poměr ohniskové vzdálenosti objektivu k otvoru téhož daleko menší; hledači snesou proto daleko menšího

---

<sup>1)</sup> Mathematický výraz pro jasnost  $H$  obrazu dalekohledu jest  $H = m \frac{D}{d^2 G}$ , kdež značí  $D$  průměr objektivu,  $d$  průměr pupilly oka,  $G$  zvětšení dalekohledu,  $1:m$  jest poměr, v němž světlo se zeslabuje procházejíc všemi skly dalekohledu; jasnost pro oko prostě se rovná jednotce. Podobně jest mathematický výraz pro světlost  $L$  obrazu dalekohledu  $L = m \frac{D}{d^2}$ .  $G$  jest buď rovno poměru  $\frac{D}{d}$ ; menší než  $\frac{D}{d}$  nemůže býti, poněvadž pak paprskový válec světla vystupující z okularu jest větší než průměr pupilly a působení jest totéž, jakoby paprskový válec měl jen průměr pupilly, což se stává, je-li  $G = \frac{D}{d}$  pak se však  $H$  rovná  $m$ .  $m$  jest největší hodnota, již může veličina  $H$  vůbec dosíci.  $m$  obnáší u nejlepších dalekohledů 0,85, jest tedy menší než jednotka; z toho plyne důležitý výsledek, že jasnost předmětu jest vždy větší při hledění prostým okem než při hledění dalekohledem. Je-li však  $G > \frac{D}{d}$ , pak ubývá jasnosti se čtvercem zvětšení. Výraz pro světlost  $L$  učí, že  $L$  roste s hodnotou  $D$ , průměrem objektivu; tím se vysvětluje, že velmi slabé hvězdy vidíme dalekohledy s velikými objektivy.

zvětšení než dalekohledy téhož průměru, ale větší ohniskové vzdálenosti.

Stupeň světelné mocnosti (Lichtstärke) dalekohledu se zkoumá velmi dobře na slabších hvězdách skupin hvězd, příkladně na Plejadách, ještě lépe na mlhovinách a teleskopických vlasaticích. Že průhlednost vzduchu a citlivost oka pozorovatele pro slabé dojmy světelné mají veliký vliv na pozorování, rozumí se samo sebou. Různí pozorovatelé nevidí stejně mnoho jedním a týmž dalekohledem. Hlavně mlhoviny vzdorují často podivuhodně požadavkům, jež pozorovatel by byl oprávněn se stanoviska theoretického klásti jednotlivým dalekohledům. Hledači vlasatic průměru otvoru 4—5 palců ukazují při zvětšení 25násobném občas mlhoviny rozsáhlé, jež stěží jsou viditelné v dalekohledech průměru otvoru 7—8 palců při zvětšení 80násobném. Nelze tudíž uváděti všeobecná pravidla viditelnosti mlhových předmětů pro určité dalekohledy. Jen všeobecné pokyny mohou se udati pro pozorování předmětů těch za nejpriznivějších poměrů ovzduší. Dalekohled 3palcový ukazuje slabší mlhoviny Messierovy, 4palcový mlhoviny Herschelovy 1. třídy, 5palcový jasnější mlhoviny Herschelovy 2. třídy, 6palcový slabší mlhoviny Herschelovy 2. třídy a nejjasnější Herschelovy mlhoviny 3. třídy. Z říše stálic ukazuje dalekohled 3palcový hvězdy 10. velikosti, dalekohled 4palcový stálice velikosti 10·8; 5palcový hvězdy velikosti 11·5 a 6palcový nejvýše hvězdy velikosti 12.; velikosti jsou zde vyjádřeny v stupnici Argelandrově (viz později). Hledači vlasatic, zvětšující předměty nebeské daleko méně než refraktory stejného otvoru, rozdělují světlo mlhovin na menší plochu, čímž slabé světlo mlhovin se lépe ukazuje proti pozadí oblohy; proto ukazují hledači vlasatic více mlhovin a méně hvězd než refraktory stejného otvoru.

Připojený seznam nejjasnějších dvojhvězd pro jednotlivé otvory dalekohledů obsahuje dvojhvězdy seřaděny dle toho, jak snadno lze lišiti dvojhvězdy v jednotlivé členy; připsané zvětšení dalekohledu značí nejsilnější zvětšení, jehož může pozorovatel užití ještě s dobrým výsledkem za velmi příznivých poměrů ovzduší.

Obzor :	1 palec 2-7 cm	2 palec 3-4 cm	3 palec 5-1 cm	4 palec 10-8 cm	5 palec 13-5 cm	6 palec 16 cm	přes 6 palec
Největší zvětšení :	70	140	210	280	350	420	
Označení dvojhvězdy :	ζ Ursae majoris 12 Canum ve- maticorum γ Delphin γ Arctis γ Andromedae α Equulei 1) (A, C), má tři členy A, B, C ζ Gemmorum (A, C)	θ Orionis (tra- pec) ζ Labeae (A, C) α Bootis α Gemmorum α Coronae ζ Cancri γ Virgins α Herenils ζ Bootis Právedci vedci : ψ Aquarii α Orionis (B) α Cygni δ Herenils β Serpentis β Cephei	ζ Aquarii δ Serpentis α Piscium γ Leonis α Coronae α Lyrae α Bootis η Cassiopeiae ρ Ophiuchi 2) δ Lyrae ρ Draconis ζ Ursae maj. 3) Právedci : γ Herenils α Ophiuchi (C) α Eridani ζ Ursae minoris ζ Orionis (C) η Cassiopeiae ζ Sagittae δ Gemmorum β Orionis	α Ophiuchi (AB) λ Ophiuchi 12 Lynceae (AB) ζ Cancri α Arctis α Hydrae ζ Orionis (B) α Leonis γ Ceti ζ Ursae maj. α Cancri η Cassiopeiae (BC) Právedci : ζ Gemmorum α Lyrae α Tauri ι Leporis θ Orionis (B) α Orionis (C) λ Gemmorum	ζ Boetis 36 Andromedae 2 Canelop. ζ Cassiopeiae (AB) 2 Librae (AB) 50 Tauri 43 Cephei 63 Comae Beren. 11 Lynceae 32 Orionis. Právedci : 84 Ceti ι Ursae majoris 15 Monocerotis (AB)	η Orionis ζ Herenils 2) ζ Cancri (AB) 3) α 1535 α 1926 Právedci : 5 Aurigae θ Aurigae 45 Gemmorum α 2521 α Delphin ζ Ursae majoris α Aurigae α Equulei γ Coronae přívodec Sírta 1)	γ Cygni ζ Aquilae α 1768 η Coronae α Leonis β Bootis ζ Ursae majoris (1728 3) δ Equulei γ Coronae přívodec Sírta 1)

Σ značí dvojhvězdy velkého katalogu W. Struveho (Mensurae micrometricae, v. později).

1) v Equulei a Σ 1728 mění vzdálenost (distanci) členů velmi rychle až k pokrytí jedné hvězdy druhou.

2) distance se mění.

3) přívodec Sírta byl viděn již dalekohledy 6 ano i 5palecovými.

K dělení (rozlišování) dvojhvězd jasných lze užiti zvětšení nejsilnějšího; dvojhvězdy slabé se rozlišují lépe slabším zvětšením, nejsou-li členové příliš těsně vedle sebe.

Z trabantů planet jsou viditelný 4 měsíce Jupiterovy již dalekohledem jednopalcovým. Z trabantů Saturnových ukazuje nejjasnější měsíc (6., Titan) dalekohled otvoru  $1\frac{1}{2}$  palce, 5 jasnějších měsíců Saturna (Titana, Thetis, Dione, Rheu a Japeta) ukazuje již dalekohled 4 palcový, Enceladus vyžaduje dalekohled 7 palcový, Mimas a Hyperion dalekohled 1. řádu. Měsíce Marse, Urana a měsíc Neptunův ukazuje dalekohled nejméně 9palcový, pátý měsíc Jupiterův pak dalekohled otvoru 20—25 palců.

Cena dalekohledu závisí na přesnosti a jasnosti obrazů. Dobře strojený objektiv ukazuje obraz silně osvětleného předmětu zcela ostrý a přesně omezený, bez okrajního zabarvení; při dobrém okularu se jeví obraz stejně zřetelně uprostřed jako na kraji pole zorného. Namíříme-li dalekohled na velmi jasnou hvězdu prvé velikosti a postavíme-li obraz této co nejúplněji do ohniska, nesmí se kol obrazu hvězdy jevití světlé nepravidelné paprsky; je-li tomu tak, pak jest objektiv špatně centrován nebo není ze skla stejnorodého.

Hodnota dalekohledu se zkouší takto. Okular dalekohledu se nařídí co nejpřesněji na ohnisko, dalekohled se pak zaměří na silně osvětlený předmět (buď terrestický neb nebeský, na měsíc př.), při dobře strojeném dalekohledu (hlavně u dalekohledů Fraunhoferových) se okraje obrazu zjevují ve slabě nachovém světle, jakmile se okular málo z ohniska směrem k oku pozorovatelovu pošine, a ve světle slabě zelenavém, jakmile se okular opačně pošínuje. Zabarvení toto pochází od sekundárního vidma. Vada zakřivení (kulová) se zkouší tímto způsobem. Objektiv se zakryje clonkou z papíru, jež jest uprostřed kruhovitě vykrojena; na to se zaměří dalekohled na měsíc neb jasnou hvězdu a postaví se okular přesně pomocí obrazu na ohnisko; z objektivu se pak sejme zmíněná clonka a nahradí se clonkou kruhovitou, zakrývající jen střední část dalekohledu, takže okraje zůstanou nepokryty, dalekohled se potom opět zaměří na týž předmět. Jeví-li se obraz zrovna tak zřetelně jako dříve, aniž by se musilo pošínovati oku-



larem, to jest důkazem, že nestává při objektivu žádné značné vady zakřivení (kulové).

Steinheil zkoušel jakost dalekohledu takto: Dalekohled se nařídí na obraz slunce, jež vytváří ocelová, vyleštěná koule průměru 6 čárek, postavená ve vzdálenosti 60 stop od dalekohledu v uzavřeném temném pokoji. Nejsou-li terče slunce při pošinování okularu blízko před nebo za obrazem kulaté, nýbrž ovalní, pak jsou roviny čoček k sobě nakloněny — nejsou-li jasnosti terčů rozděleny symmetricky, pak nestojí obě čočky kolmo k optické ose. — Není-li zbarvení okrajů terčů symmetrické, pak se musí k docilení symmetrického zbarvení středy čoček k sobě pošinovati v rovině objektivní. — Je-li terč ve středu jasnější než na okraji, pak není dobře vada zakřivení (kulová) odstraněna. Jak určité obrazy dalekohled dává a jak ostře ve skupině jednotlivé rozeznává (rozlišuje), zkoumá se hlavně na hvězdách podvojných (dvojhvězdách) a který stupeň světlosti se jím pozorovati může, zkoumá se na mlhovinách a planetách. Zkoumati se má dalekohled za nejprůzračnější doby ovzduší; klidný a průzračný vzduch označuje takovéto doby. Při dobrém dalekohledu se vyžaduje určitost obrazů bez zbarvení. Velmi jasné hvězdy se jeví v dobrém dalekohledu jako velmi malé terče bez paprsků, obklopené 2 neb 3 pravidelnými kruhy difrakčními (ohybovými) s fialovým nádechem, slabé hvězdy tvoří jednoduché, bezbarvé body; planety (Jupiter, Saturn) se jeví jako ostře omezené terče. Při vytahování a vsunování okularu se terče hvězd zvětšují, při dobrém dalekohledu kruhovitý tvar zachovávajíce a stejnoměrné okraje barevné ukazující.

Body se pouhým okem rozlišují ještě, obnáší-li jejich úhlová vzdálenost asi 150 sekund obloukových: dalekohledem rozlišují se body v úhlové vzdálenosti, již obdržíme, dělíme-li 150 zvětšením dalekohledu; dalekohled zvětšující 10krát, má rozlišovati hvězdy podvojně vzdálenosti 15'', dalekohled se zvětšením 100 rozlišoval by podvojně hvězdy vzdálenosti 1,5'', kdyby obrazy hvězd byly dokonalé body. Upotřebením většího a většího zvětšení mohli bychom rozeznávat užší a užší hvězdy podvojně; avšak ohyb světla (difrakce) na okraji objektivu klade meze zvětšování. Obnáší-li zvětšení více než 50 na každý palec neboli 20 na každý centimetr otvoru objektivu, pak jsou obrisy obrazů

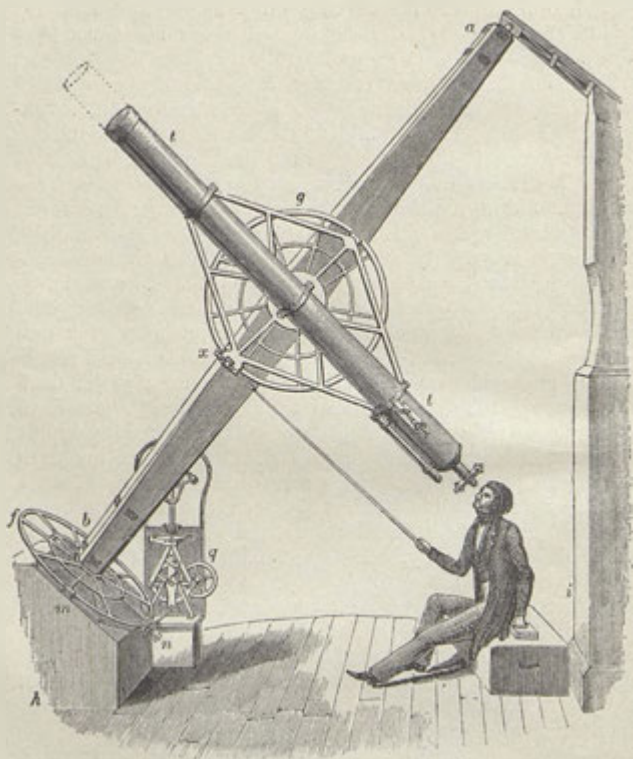
působením difrakce neurčity, rozmazány i při nejlepších dalekohledech.

Aby se dalekohledem jakýkoliv nebeský předmět dal snadno naříditi a v zorném poli dalekohledu podržeti, staví se dalekohled parallakticky, t. j. montuje se tak, aby se otáčel o dvě osy, osu deklinační a osu hodinovou (polární). Osa deklinační opatřena jsouc kolmým kruhem, kruhem deklinačním, na němž se čítá deklinace neb pólová distance, jest připevněna kolmo na osu hodinovou, rovnoběžnou s osou světovou, tak, aby se okolo ní mohla otáčeti; velikost otočení čítá se na kruhu hodinovém, jenž stojí kolmo k ose hodinové leží rovnoběžně k rovině nebeského rovníku. Sklon osy hodinové k rovině vodorovné se rovná tudíž polární výšce místa. Takto montované dalekohledy, jež udávají rovníkové souřadnice předmětů, totiž úhel hodinový a deklinaci, slovou *aequatorcaly*. Je-li *aequatoreal* správně postaven (orientován), musí dalekohled, nařizený na bod rovníkový v rovině poledníkové, na obou kruzích dáti čtení nullová. Nařídí-li se takový dalekohled na hvězdu, obdrží se pro hledaný okamžik deklinace hvězdy, již dává přímé čtení kruhu deklinačního a úhel hodinový, jež dává přímé čtení kruhu hodinového. Poněvadž čas hvězdný určuje okamžik hvězdy, ve středu pole dalekohledu na hodinách hvězdných pozorovaný a rektascense hvězdy se rovná času hvězdnému méně úhlu hodinového, obdržíme též rektascense předmětů nebeských. Jsou-li *aequatorcaly* opatřeny velikými, jemně dělenými kruhy, jež pomocí mikroskopů se čítají, lze stroji takovými určovati, jak bylo vyličeño, absolutní souřadnice rovníkové; takové *aequatorcaly* chovají hvězdárny v Paříži, Ženevě, Brusselu atd. Nyní upouští se od velikých, jemně dělených kruhů, neboť pozorování *differencialní* (*diferenční*), jež se nyní přesně a snadno provádějí pomocí různých mikrometrů, již dávno zatlačila a předčila absolutní určování souřadnic.

Úprava (montování) strojů těch jest velmi rozmanitá, řídí se hlavně velikostí strojů těch. Hlavní druhy úpravy *aequatorealů* tvoří:

a) Typ německý. Osa polární jest zde založena v železném neb kamenném pilíři, celý stroj nesoucím. Kolmo k ose polární vede roura, obsahující osu deklinační a nesoucí na jednom konci dalekohled a na druhém k vyvážení rovnováhy závaží. Polární osa nese na horní části kruh

hodinový. Roura nesoucí osu deklinační jest spojena s horní částí osy polární a drží na konci kruh deklinační, kdežto vnitřní s dalekohledem spojená osa nonie nese. Stroj hodi-



Obr. 83. Aequatorial type anglického.

(Z knihy: „George F. Chambers. A Handbook of descriptive and practical Astronomy.“)

nový, jenž otáčí dalekohled souhlasně se zdánlivým pohybem nebe, takže hvězda v poli dalekohledu nařízená své místo nemění, nachází se na straně pilíře. Veškeré pohyby k mě-

skláře, jenž při požáru v Mnichově byl zasypan a u přítomnosti krále Maxe opět vyhrabán, byl na útraty svého královského příznivce vyučován. R. 1806. nalezl příslušné zaměstnání v dílně Utzschneiderově, kde záhy vnikl do tajnosti připravování skla k vědeckým účelům. Ve spojení se starým praktikem Guinandem dospěl pak Fraunhofer nejzvučnějšího jména, optická část ústavu řízena po odchodu společníka Fraunhoferem samým, dobyla si světového jména. Guinand vrátil se po r. 1814. do své vlasti, zaměstnávaje se tam až do své smrti r. 1824. stále fabrikací skla flintového; vzácné zboží dodával hlavně do Paříže Cauchyovi, jenž rovněž se proslavil krásnými achromaty. Závod Guinandův převzal Théodore Daguet (1795.—1870.), jenž se usídlil v Solothurnu. O dalším vývoji a literatuře achromatů viz Dr. H. Schroeder, *Die Elemente der photograph. Optik*, a S. Czapski, *Theorie der optischen Instrumente nach Abbe*. 1893.

Přednosti achromatického dalekohledu před dalekohledem z jednoduchých čoček složeným jsou tyto: obraz achromatického objektivu ohniskové vzdálenosti jen několika stop snese silnější zvětšení než obraz dalekohledu jednoduchého vzdálenosti ohniskové 20, 30 a více stop; otvor (průměr objektivu) může býti značný při achromatu, čímž obrazy nabývají značné světlosti; přesným stanovením ohniskových vzdáleností a poloměrů zakřivení čoček lze vady vzniklé nazíráním neachromatickými okulary tak (dle návodu Eulerova) zmenšiti, že přesnost obrazů jest značná; pole zorné dá se daleko více zvětšiti vhodným uspořádáním okularu při achromatu než při dalekohledu jednoduchém.

Velké bezvadné čočky ze skla flintového dají se jen stěží zhotovovati; proto se záhy pomýšlelo na to, aby se achromatismus dalekohledu docílil skly oddělenými, malou čočkou ze skla flintového lze totiž korigovati a achromatisovati velkou čočku ze skla korunového. Na možnost takového oddělení čoček poukázal nejprve Littrow st. ve Vídni, jenž popsal přednosti tím vzniklé, totiž zmenšení průměru korekční čočky flintové a značné zmenšení délky celého dalekohledu. Littrow nazval achromatický dalekohled s jednoduchou předmětnicí ze skla korunového a oddělenou korekční čočkou ze skla flintového dalekohledem dialytickým. První takovýto dalekohled sestrojil r. 1832. Š. Plüssl; předmětnice dalekohledu jeho skládala se však

ze tří oddělených čoček. Rogers sestavil dialytickou kombinaci z velké spojky korunové a malé flintové rozptylky a stejné spojky korunové.

Různé druhy skla rozptylují různě jednotlivé barvy vidma; proto lze dvěma čočkami ze skla korunového a flintového spojití vlastně jen dvoje paprsky světelné, ostatní paprsky zbývají nespojeny tvoříce vidmo sekundární (podružné), jež se jeví nazelenalou neb nachovou obrubou obrazu. U dalekohledů jsou čočky achromatisovány hlavně pro nejjasnější paprsky světelné (červené a zelenomodré); u fotografických dalekohledů jsou čočky achromatisovány pro paprsky chemické. K odstranění sekundárního vidma směřovaly další snahy optiků. Robert Blair sestrojil již r. 1789. předmětnice ze dvou čoček a prostor mezi oběma vyplnil směsí dvou přiměřených tekutin. Barlow navrhol oddělení čoček od sebe a užíval velké spojky ze skla korunového a menší rozptylky naplněné sírouhliken a sestrojil takto dalekohled aplanaticko-dialytický. Dalekohledy ty vynikají velmi krátkou ohniskovou vzdáleností a velikou aperturou. Na škodu jest dalekohledům takovým (dle Fraunhofera) změna tekutiny následkem tepla a jiných vlivů.

Lister použil (r. 1830.) dvou (tří) soustav nedokonale aplanatických a vymítíl tím téměř přesně vadu kulovou i barevnou. Professor K. V. Zenger<sup>1)</sup> udal symmetrickou soustavu čoček, kterou se může provést soustava čoček aplanatických a zároveň achromatických.

Podružné spektrum lze zrušiti též pomocí tenounkých vrstev zvláštních tekutin mezi mikroskopickými sklíčky, jež se upevní před okulárem dalekohledu.<sup>2)</sup>

D'Alembert navrhl sestrojiti jednoduchý objektiv a achromatisovati jej okulárem. V novější době vyrábí Chance v Anglii a Schott-Abbe v Jeně (firma Zeiss) dvojí skla,<sup>3)</sup> jichž rozptylnost (disperse) pro nejúčinnější paprsky světelné a chemické vidma jest skoro totožná, při čemž rozptylnosti v ostatních částech vidma jsou sobě úměrný. Spojením dvou čoček ze dvou takovýchto skel docílí se sloučení tří barevných paprsků

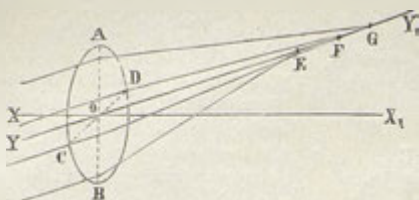
<sup>1)</sup> Zprávy kr. české učené společnosti 1881.

<sup>2)</sup> Viz V. Šafařík. Vierteljahrsschrift der astron. Ges. Jahrg. 18.

<sup>3)</sup> Korunová skla fosfatová a flintová skla boraxová.



v jednom ohnisku, k čemuž jest nutno u dřívějších skel již tři čoček. Takové soustavy čoček achromatických bez sekundárního vidma nazývají se *apochromatickými* aneb *apochromaty*, u nich není valného rozdílu mezi ohniskem optickým a chemickým. Professor Zenger užívá místo dvojího skla směsiny olejů a pryskyřic (silic) se sklem korunovým neb flintovým. Jeho apochromatické soustavy jsou trojčlenné (triplety souměrné), při nichž jest sférická úchylka v celém zorném poli úplně odstraněna. Při apochromatech jsou tyto výhody: Druhé vidmo (sekundární) jest odstraněno, zbylé vidmo třetího řádu již tolik nevadí. Při strojích takových lze užiti za stejně ostrého obrazu větších zvětšení a vždy



Obr. 65.

celého otvoru čoček; při apochromatech se ruší dále úchylky vzniklé v soustavě první opačnými v soustavě druhé. Bližší viz V. Šafařík. Über achromatische Objective. Vierteljahrschrift der astron. Gesellschaft. Jahrgang 17.

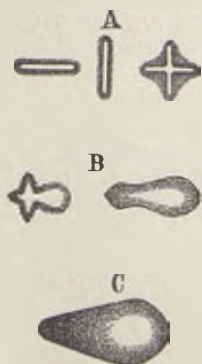
Jiná vada čoček jest *astigmatismus* čoček, ukazuje, že jednobarevné paprsky světelné vycházející z bodu svítícího, prošeďše čočkou, nesbíhají se opět v jednom bodu, že svítící bod jest bez bodu přidruženého<sup>1)</sup> (obrazu svítícího bodu). — Vada ta povstává, nejsou-li plochy čoček plochami rotačními, pak rovinné průřezy osové nejsou všude stejně zakřiveny; vada zmíněná může též vzniknouti, není-li sklo čoček dostatečně stejnorodé aneb nejsou-li čočky správně centrovány. Při nynější dokonalosti technické se chyby ty asi zřídka vyskytnou.

Velmi škodlivě působí *astigmatismus* šikmých paprsků.<sup>2)</sup> Dopadá-li z bodu svítícího nekonečně vzdále-

<sup>1)</sup> α priv., στίγμα = bod.

<sup>2)</sup> První pojednal o vadě té G. B. Airy (r. 1829.).

ného na spojku  $AB$  (v. obr. 65.) svazek rovnoběžných paprsků šikmo k ose hlavní  $XOX_1$ , neuchýlí se paprsek  $YY_1$ , procházející optickým středem čočky  $O$ , od svého směru; paprsky, které dopadají v rovině  $YCD$ , kdež  $CD$  jest průsek čočky s rovinou kolmou k průměru čočky  $AB$ , jsou souměrně položeny kolem osy (vedlejší)  $YY_1$ , zlomí se stejně, majíce



Obr. 66.

stejně úhly dopadu, a sbíhají se v bodu  $F$  (ohnisku). Avšak paprsky hoření a dolení ležící v rovině  $ABX_1$  mají různý sklon k ose, hoření budou se sbíhati v bodě  $G$ , spodní v bodě  $E$ ; pro paprsky rovnoběžně dopadající, ale k ose nakloněné máme tu dvě ohniska. Podobně to platí o svíticích předmětech; obrysy obrazu by byly v našem vyobrazení ve směru vodorovném určity. Tento astigmatismus lze odstraniti vhodnými stínidly nebo vhodnou volbou zakřivení čoček anebo se vyrovnává jinou vadou (zakřivení obrazu). Čočky prosté astigmatismu nazývají se *anastigmaty*. Je-li svazek (šikmých) paprsků široký, povstane pro obě strany paprskového

kužele šikmého nestejně veliký astigmatismus, ohnisková čára  $EFG$  se z osy vyšínuje, tím vzniká astigmatismus nesouměrný, nepravidelný, jenž má za následek znetvoření obrazu, vadu chvost (coma)<sup>1)</sup> zvanou. Obr. 66. ukazuje: *A*) pravidelný astigmatismus při silném zvětšení a různé poloze se jevíci, *B*) nepravidelný astigmatismus a chvost, *C*) chvost (coma). Astigmatismus a chvost mají velikou důležitost pro optiku fotografickou. V obchodě se vyskytují čočky se značnými vadami takovými.

Obrazová plocha předmětů není rovinná, nýbrž kulovitě zakřivená, čímž vzniká vada zakřivení čili klenutí obrazů, jevíci se tím, že obraz promítnutý na rovnou, bílou stěnu není všude stejně ostrý. Různé čočky mají různě zakřivené plochy obrazné. U jednoduchých čoček se odstraňuje z části zakřivení obrazu

<sup>1)</sup> O chvostu ponejprve pojednal Potter (r. 1851.).

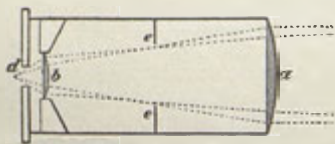
přiměřenou polohou stínidla (diafragma); u soustav aplana-  
tických narovnává (z větší části) obrazovou plochu flintová  
rozptylka, u dialytů oddělená čočka. U dalekohledů zakří-  
vením obrazů málo vadí pro malé zorné pole. O různých  
vadách čoček pojednal velmi zdařile a přehledně prof. V.  
Rosický v Ottově slovníku naučném sv. VI.  
Článku jeho „čočka“ bylo v naší stati často po-  
užito.

V aplana-ticko-achromatickém daleko-  
hledu, při němž jest odstraněna aberrace sférická  
a chromatická, skládá se objektiv obyčejně ze dvou  
čoček, z nichž první ku předmětu bližší jest čočka



Obr. 67.

bikonvexní (dvojevypuklá; *a* ze skla korunového  
a druhá *b* jest meniscus (měsíček) (obr. 67.),  
čočka vypuklodutá ze skla flintového; meniscus leží na  
čočce korunové se stranou dutou, aniž by se jí dotýkal;  
mezi obě čočky se vkládají na okraji 3 malé lístky sta-  
niolové, jež jsou od sebe vzdáleny 120 stupňů; mezi oběma  
čočkami zbývá na všech místech místo prázdné (Zwischen-  
raum). Čočky jsou broušeny sféricky (kulovitě), plochy jich

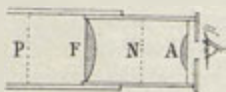


Obr. 68. Okular Huygensův.

mají různé poloměry  
zakřivení, jež závisí na  
lomivosti a rozptylnosti  
světla ve skle koruno-  
vém a flintovém. Tyto  
poloměry zakřivení se  
vypočtou tak, aby vady  
čočky korunové se rušily  
vadami čočky flintové.

Okulary dalekohledů jsou také achromatisovány; jsou  
různé druhy takovýchto achromatických okularů. Nejvíce  
se užívá těchto 2 druhů: *a*) okularu Huygensova,  
Campaniho, negativního okularu) (viz obr. 68.),  
jež se skládá ze dvou čoček plankonvexních (plosko-  
vypuklých), jež obě mají vypuklé strany obráceny k objektivu.  
Čočky jsou tak sestrojeny, aby ohnisková vzdálenost první  
čočky *a*) (k objektivu bližší) se měla ku vzdálenosti čočky  
první od druhé čočky *b* a ku ohniskové vzdálenosti čočky  
druhé (k oku bližší) jako čísla 3 ku 2 ku 1. První čočka  
leží ku předmětu o polovici své ohniskové vzdálenosti blíže  
než ohnisko druhé čočky. První čočka *a*) čočka kolektivní  
(sběrná), přijímá paprsky z předmětnice dříve, než se pa-

prsky v ohnisku čočky v obraz předmětu spojí; druhá čočka *b*) čočka okularní tvoří vlastní okular zvětšující obrácený obraz povstalý v *ee* (v *d* jest oko umístěno). Kdybychom napnuli vlákno (faden) v ohnisku *ee* čočky okularní, viděli bychom obraz předmětu a vlákno zřetelně. Avšak při tomto uspořádání působí jak aberrace sférická tak i aberrace chromatická jinak na obraz a jinak na vlákno, neboť paprsky obrazu procházejí jak čočkou kollektivní tak i čočkou okularní, paprsky vlákna však procházejí jen čočkou okularní; obě čočky jsou tak broušeny, aby se rušily oběma obě vady (sférická i chromatická), obraz předmětu bude tedy mít podobu pravou, ne tak obraz vlákna, jež se pozoruje jen



Obr. 69. Okular Ramsdenův.

jednou čočkou. Vlákno má za účel, by se pomocí jeho konala měření mikrometrická; proto se nehodí okular Huygensův k měřením úhlovým. Okular Huygensův jest málo závislý na aberraci sférické; okulár takový hodí se proto dobře pro nazírání předmětů nebeských, pro pozorování zatmění a j., nehodí se však pro uvedené příčiny k měření.

b) Okular Ramsdenův (okular mikrometrický, pozitivní) (viz obr. 69.) skládá se rovněž ze dvou čoček ploskovydutých (plankonvexních) *A* a *P*, jež však vzájemně si ukazují část vydutou, tak že ploská (rovinná) strana čočky *P* je k objektivu, čočky druhé k oku pozorovatele obrácena. Ohnisková vzdálenost čočky druhé se rovná  $\frac{5}{9}$  ohniskové vzdálenosti čočky první, vzdálenost obou čoček obnáší  $\frac{4}{9}$  ohniskové vzdálenosti čočky první. Ku porovnání obou druhů okulárů přidána jest rovina *N*, kde vzniká obraz předmětu u okularu negativního. V ohnisku objektivu *P* můžeme umístiti mikrometrický přístroj (vlákna, kruh, lamely a j.). Čočky okularu jsou vsazeny do roury, jež se dá snadno zastrčiti do hlavní roury dalekohledu a poloha její může se upravit podle různých očí pozorovatelů. Krátkozraký přiblíží, dalekozraký pak vzdálí okular obrazu předmětu a mikrometru.

Dalekohled astronomický ukazuje předměty obráceny, což při pozorování hvězd nepadá na váhu; při nazírání předmětů pozemských se však často žádá, by byly viděny v poloze přímé, k čemuž napomáhá okulár terestrický. Tento obyčejně se skládá ze dvou párů čoček (viz obr. 70.),

z nichž jeden pár  $ab$  s první čočkou  $c$  druhého páru tvoří druhý obraz přímý v  $h$  obráceného obrazu  $f$  objektivu; tento přímý obraz pozoruje se pak čočkou druhou  $d$  druhého páru, oko jest u  $g$  (Dollondův system), anebo se skládá terestrický okulár ze tří čoček konvexních, tak rozestavených, že první a druhá (ve směru od oka počítaje) čočka může se rovnatí atí za astronomický dalekohled, rovněž jako čočka třetí s objektivem, takže terestrický dalekohled jest spojení dvou za sebou stojících dalekohledů astronomických; obraz obrácený v prvním dalekohledu obrací se ještě jednou druhým dalekohledem, čímž vzniká obraz přímý. Druhá a třetí čočka slouží jen k obrácení obrazu



Obr. 70. Terestrický okulár.

nemajíce vlivu na zvětšení. System ten vynalezl Ant. Mar. de Rheita (r. 1665). Dalekohled terestrický lze také sestrojiti pomocí okularu dvou čoček, postavením čočky prvé mimo ohniskovou vzdálenost objektivu, avšak dalekohled takový má jen malé pole zorné. Dollond učinil rouru nesoucí poslední čočku, k pošinování schopnou, tak že lze na přímý obraz vždy naříditi, čímž možno docíliti různých zvětšení. Má-li příkladně okulár zvětšovati stokrát, vytáhne se roura nesoucí poslední čočku na dělici čaru 100 na obvodu roury naznačenou a pak se celý okulár šroubem řídí, až se dostane jasný obraz předmětu. Okulár takto zřízený slove Dollondův okulár pankratický [( $\pi\alpha\varsigma$  každý) a  $\kappa\rho\alpha\tau\acute{\epsilon}\omega$  (ovládám, mám v moci)].

Dalekohledy čočkové slovou též dioptrické, veliké dioptrické dalekohledy slovou refraktory. Dalekohledy složené z čoček a zrcadel slovou katoptrické a veliké katoptrické dalekohledy nazývají se reflectory. Dioptrické dalekohledy středních rozměrů slovou tuby, malé perspektivy.

U dalekohledů zrcadlových vzniká obraz odrazem (reflexí) na zrcadle konkavním. Dopadají-li paprsky rovnoběžně na vyduté zrcadlo, spojují se pak v ohnisku  $F$  jež leží



uprostřed mezi plochou zrcadla a středem zakřivení  $G$ .<sup>1)</sup> Aby se všechny paprsky přesně v jednom bodu  $F$  spojovaly, jest zapotřebí, aby průřez zrcadla byl parabolou, bod  $F$  jest ohniskem paraboly té; přímka  $FG$  osou zrcadla. Dopadají-li paprsky z různých bodů nějakého předmětu, budou se příslušné obrazy bodů těch seřadovati v rovině fokální kolmo k ose zrcadla v obrácený obraz předmětu. Obraz ten se pak pozoruje zvětšujícím okulem. U dalekohledů zrcadlových odpadá chromatická aberrace obrazu a proto Newton dalekohledy ty doporučoval.

Poněvadž obraz leží na téže straně zrcadla jako předmět, musil by okular (oko pozorovatele) se nalézati mezi  $F$  a  $G$  v paprscích samých, čímž by veliké části dopadajícího světla od předmětu pozorovatel překážel a tím by i určitost obrazu značně utrpěla. Aby tato nepohodlnost byla odstraněna, byly vymyšleny a sestrojeny různé druhy zrcadlových dalekohledů, z nichž hlavní tuto uvádíme.



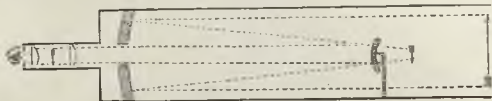
Obr. 71. Gregoryho reflector.

Vynálezce zrcadlových dalekohledů není jistě znám. První myšlenku, nahraditi čočku objektivní zrcadlem, pochází dle R. Wolfa od jezuity Niccola Zucchi-ho (nar. r. 1586. v Parmě, zem. r. 1670. v Římě); kolem r. 1639. učinil pak Merseune návrh, aby se obraz tvořený zrcadlem parabolickým pomoci malého zrcadélka vrhal do oka pozorovatele za velkým zrcadlem stojetiho otvorem v tom zrcadle. Do astronomie uvedli tyto dalekohledy nejprve Newton a James Gregory.

A) Reflector Gregoryho (viz vyobr. 71.) má za ohniskem velkého dutého zrcadla umístěné malé kovové zrcadélko duté tak, že obraz obrácený vzniklý velkým zrcadlem leží uvnitř ohniskové vzdálenosti zrcadélka malého, jež obraz opět obrací a tvoří zvětšený přímý obraz ve směru k velkému zrcadlu. Učiní-li se ve velkém zrcadle uprostřed

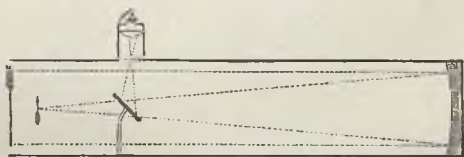
<sup>1)</sup> Příslušný obraz si laskavý čtenář sám snadno pořídí.

otvor (velikosti asi malého zrcadélka) a umístí-li se malé zrcadélko tak, aby jím vzniklý obraz padl do otvoru nebo ještě lépe za zrcadlo veliké, kdež se paprsky zachytí čočkou vypuklou, obdržíme pak menší obraz přímý, který se pozoruje okulem vypouklým jako při dalekohledu astronomickém. Šroubem lze malé zrcadélko přibližovati



Obr. 72. Cassegrainův reflector.

aneb vzdalovati okularu a přizpůsobovati stroj různým očím a vzdálenostem předmětů. Přednost dalekohledu takového jest, že se hledí ve směru předmětu a pozorují se obrazy přímé. Sférickou aberraci obou zrcadel trpí kvalita obrazů: prolomením velikého zrcadla uprostřed nemohou přispěti nejlepší paprsky světelné (střední) k možné jasnosti obrazu



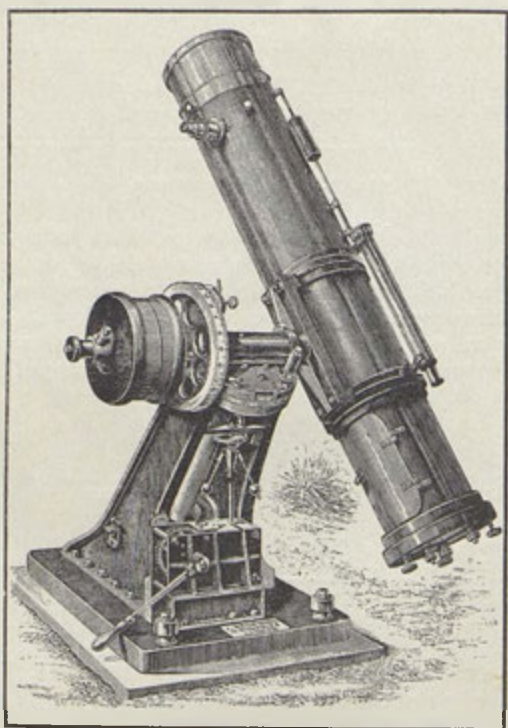
Obr. 73. Newtonův reflector.

Nejprve sestrojil takový dalekohled r. 1674. Hooke. Iden o dalekohledu svém pojal James Gregory<sup>1)</sup> již r. 1661. a popsal v díle „Optica promota, London 1663.“

B) Reflector Cassegrainův (viz obr. 72.) má místo konkavního zrcadélka zrcadélko konvexní umístěné uvnitř fokální délky velkého zrcadla. Paprsky se takto odrážejí do otvoru velkého zrcadla dříve, než se spojily

<sup>1)</sup> James Gregory nar. r. 1638. v Aberdeen zdržoval se mnoho let v Itálii, stal se professorem matematiky v St. Andrews v Skotsku a pak v Edinburgu, kdež několik dní před svou smrtí r. 1675. při pozorování trabantů Jupiterových náhle oslepl. (Vide R. Wolf. Geschichte der Astr.)

v obraz ohniskový. Tím vzniká za otvorem zrcadla velkého obrácený obraz, jenž se pozoruje okulem, jako u reflectoru Gregoryho. Dalekohled toho druhu jest kratší než Gregoryho, dobré konvexní zrcadélko lze také snadno

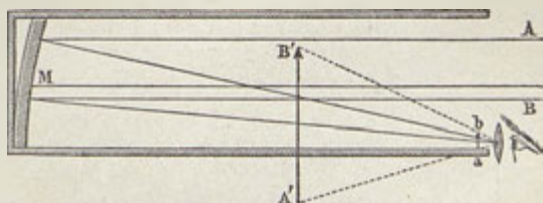


Obr. 74. Browningův reflector.

(Dle obrazu z díla: „George F. Chambers. A. Handbook of descriptive and practical Astronomy“.)

sestrojovati. Pozorovatel stojí u dolejšího konce tubu jako u refraktoru. Způsob reflectorů těch jest v mechanické příčině pohodlnější. Druh ten vyžaduje velmi dokonalé tvary obou zrcadel: při pozorování jest nutný velmi veliký okular, poněvadž obrazy jsou značné velikosti.

C) Newtonův reflector (obr. 73.) má rovinné kovové zrcadélko blízko ohniska velkého zrcadla, nakloněné pod úhlem  $45^\circ$  k ose zrcadla vydutého. Zrcadélko to vrhá paprsky na stranu a obraz zrcadélkem odražený se pozoruje okulem konvexním vloženým do malé roury, jež jest kolmo do tubu velkého zrcadla v poloze zrcadélka zasazena. Předmět vidíme obrácený. Vada dalekohledu toho jest, že se nehledí ve směru předmětu, nýbrž ve směru kolmém na tento, proto jest u dalekohledu toho nutný bledač rovnoběžný s osou dalekohledu. L. Foucault nahradil rovinné nakloněné zrcadélko malým skleněným pravoúhlým hranolem, jenž odrážejí totalně paprsky z velkého zrcadla spojuje tyto v obraz, jenž se pozoruje okulem terrestickým. V přičině optické jest Newtonův reflector



Obr. 75. Herschelův reflector.

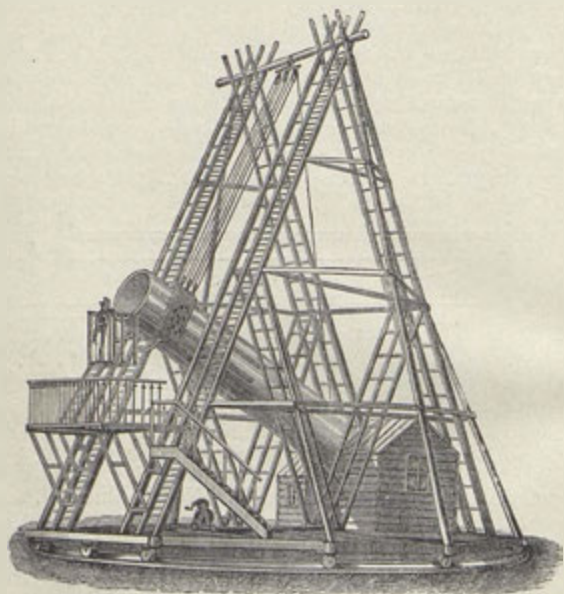
nejdokonalejší zrcadlový dalekohled. Nepohodlné jest, že pozorovatel musí státi na hořejším konci tubu, což při velikých strojích působí četné obtíže.

Obr. 74. ilustruje zrcadlový teleskop zhotovený dle principu Newtonova J. Browningem v Londýně pro královskou hvězdárnu v Edinburgu.

D) Herschelův reflector (obr. 75.) má velké zrcadlo duté něco málo nakloněné k ose dalekohledu, takže obrácený obraz předmětu vznikne místo uprostřed na dolním kraji roury. Pozorovatel pozoruje obraz okulem. Dalekohled ten slove též častěji „front view“ telescop. Ve výkresu má býti ohnisko od osy tubu více vzdáleno než periferie zrcadla, jinak by hlava pozorovatelova zadržovala část paprsků od předmětu.

Zrcadlové dalekohledy s otvory několika málo palců jen stěží soutěžily s dalekohledy čočkovými za doby New-

tonovy. Později však, když překonány byly obtíže při broušení zrcadel kovových, předstihly dalekohledy zrcadlové velikými otvory dalekohledy čočkové, při nichž docilení otvoru většího než 2—3 palců slulo již velikou vymožeností; ještě za dob Dollondových nepodařilo se zhotoviti čistých a stejnorodých čoček ze skla flintového průměru více než 3 palců (5—8 cm).

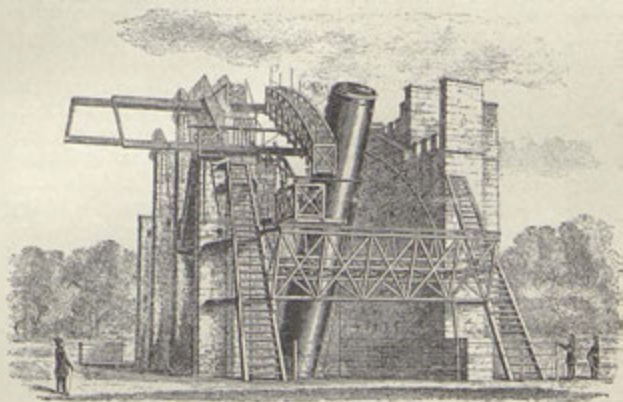


Obr. 76. Herschelův teleskop obrovský.

V druhé polovici 18. století má hlavní zásluhu o zdokonalení reflectorů Vilém Herschel. Herschel byl původně hudebníkem a zajímaje se o hvězdářství pořídil si kolem r. 1766. v Bathu u Bristolu reflector soustavy Gregoryho, délky pouze 2 stop, a pohledy na nebe tímto dalekohledem tak jej nadehly, že pojal úmysl zhotoviti si sám ještě větší (v délce) stroj. Po mnohých marných pokusech dokončil konečně r. 1774. reflector 7 stopý soustavy Newtonovy; r. 1783. dokončil 20stopý reflector. Neuspokojen výsledky pokračoval



neunavně jsa podporován bratrem svým Alexandrem v broušení a leštění zrcadel. Během 15letého pobytu v Bathu zhotovil Herschel dle vlastního udání 200 sedmistopých, 150 desítistopých a asi 80 dvacetistopých (v délce) zrcadel. Každoroční podpora krále Jiřího III., jenž byl upozorněn na hvězdářského hudebníka, pobádala Herschela k novým pracím, jež korunovány byly zhotovením (roku 1785. až 1789.) obrovského teleskopu délky 39 angl. stop se zrcadlem 4 stopým (obr. 76.). Postavení takového dalekohledu vyžadovalo roz-



Obr. 77. „Leviathan“ lorda Rosse-a dle astronomie Chambersovy.

manitých a těžkých opatření. Pro pozorovatele byla u dalekohledu umístěna budka s pomocnými přístroji ve výši asi 10 metrů, již mohl pozorovatel podle potřeby jiné polohy dalekohledu posunovat. Pohyby ohromně těžkého teleskopu byly konány a udržovány několika pomocníky; veliké zrcadlo trpělo často tepelnými vlivy, deformujíc se mnohdy i za jedinou noc. Proto obmezil Herschel užívání stroje toho na nejnutnější výzkumy. Obrovský dalekohled ten byl r. 1839. synem Johnem Herschelem rozebrán a po rodinné slavnosti uvnitř tubu stroje odbyté, k věčnému odpočinku uložen. V Sloughu zachováno jest ještě nyní zrcadlo, tubus a části pomocných strojů. John Herschel zhotovil jen malý počet reflectorů, největší z nich byl 20 stopý, kterým vykonal

největší část svých znamenitých pozorování. Bohatí soukromníci angličtí snažili se zdokonalovati dále Herschelovy metody broušení zrcadel a zabývali se zřizováním obrovských reflectorů. Nepřekonatelným jest posud reflector ohniskové vzdálenosti 17 m a průměru zrcadla 1·8 m, jež sestrojil r. 1845. lord Rosse, Earl of Parsonstown.<sup>1)</sup> Obr. 77. znázorňuje dle Chambersovy astronomie obrovský dalekohled ten „Leviathan“ zvaný. Tubus stojí uprostřed dvou silných zdí, jež připouštějí pohyb asi o 10 stupňů na obě strany poledníku. Ve směru k severu aneb k jihu se nařizuje tubus na libovolnou deklinaci pomocí velmi duchaplného zařízení řetězů. Nařizený předmět nebeský udržuje se silným strojem hodinovým stále v zorném poli dalekohledu. Nej-mocnější stroj ten slouží hlavně ke studiu mlhovin, povrchů planet a krajín měsíce; pro skutečná měření se však nehodí. Pozorovatel stojí obyčejně na hořejším konci polyblivé budky hledě stranou do tubu (dle Newtonova systému). Jeli však sklon dalekohledu k obzoru větší než 45 stupňů, pak sestoupí pozorovatel se svršku zdí na dřevěné schůdky ohnuté, jež se dají pošínovati k otvoru tubu. Zavedení zvláštního parního stroje k broušení a leštění zrcadel přispělo hlavně ke zdarn tak velikého podniku vědeckého.

Téměř v stejnou dobu s lordem Rossem pracoval na zhotovování mohutných reflectorů William Lassell (nar. r. 1799. v Boltonu, zemř. r. 1880.), jenž r. 1820. pro vlastní potřebu zhotovoval větší dalekohledy zrcadlové. R. 1844. zhotovil Lassell zrcadlo průměru 61 cm a vynalezl při té příležitosti nový přístroj k leštění zrcadel, jehož se až podnes používá. Svým teleskopem zrcadlovým objevil Lassell r. 1847. trabantu Neptunova, r. 1848. současně s Bondem osmý měsíc Saturnův a r. 1851. dva trabynty Uranovy; přestěhovav se r. 1852. se svými stroji na Maltu zhotovil zde obrovský reflector otvoru 1·2 m, jímž objevil přes 600 mlhovin; vrátiv se do své vlasti, zřídil si hvězdárnu v Maidenhead; před svou smrtí zničil svůj krásný obrovský reflector.

---

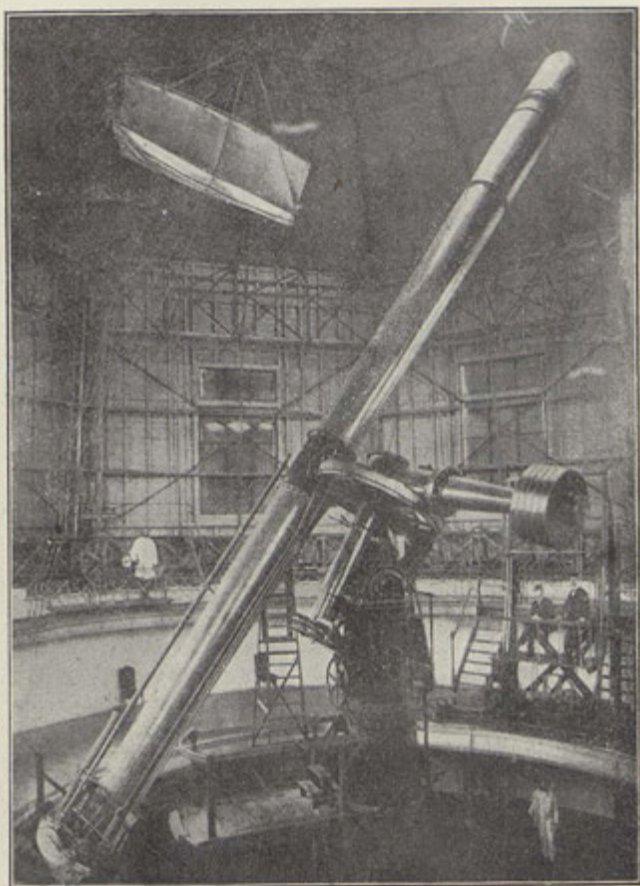
<sup>1)</sup> Parsons, William. Earl of Rosse (nar. r. 1800. v Yorku v Anglii, zemř. r. 1867.) studoval v Dublinu a Oxfordu; od r. 1821. do r. 1834. člen parlamentu (Lord Oxmantown), po smrti otcově pěr irský a člen vyšší sněmovny. Sestrojil na svém sídle Birr Castle u Parsonstown světoznámé teleskopy obrovské. Jeho syn nar. r. 1840. praenúje v duchu otcově.

Vlastním domovem reflectorů byla původně Anglie. Později dodala i Francie větší reflectory se skleněnými zrcadly postříbřenými dle udání Foucaulta. Největší stroj toho druhu jest reflector pařížský, vystavený r. 1875. pro hvězdárnu umělci Martinem a Eichensem; průměr zrcadla obnáší 1·2 m, délka celého stroje jest 7·3 m.

V Americe stavěl zrcadlové dalekohledy H. Draper<sup>1)</sup> v New-Yorku. Observatoř jeho chovala od r. 1872. zrcadlový teleskop se skleněným zrcadlem postříbřeným průměru 71 cm; teleskopu se mohlo užívat jako reflectoru Newtona aneb Cassegrainova.

Fraunhoferovy výzkumy v theoretické a praktické optice měly v zápětí rychlý vítězný postup refractorů, vycházejících z dílny Mnichovské. Doba mnichovských refractorů počala Fraunhoferem a udržela se za jeho nástupců Merze a Mahlera. Velký refractor průměru 24 cm a ohniskové vzdálenosti 4 m, dodaný r. 1824. pro hvězdárnu v Derptu, snesl velmi dobře soutěž s Herschelovými reflectory střední velikosti. Podobný refractor dodaný r. 1837. pro hvězdárnu Berlinskou byl velmi obdivován. Výtečné mechanické upravení a pevnost stavby strojů těch při poměrně krátkosti tubu, hlavně pak spojení jich s přesnými stroji hodinovými, jež obstarávaly exaktní pohyby dalekohledu, činily refractory mnichovské zvláště způsobilými k měření astronomickým. Proto také refractory ty záhy zatlačily dalekohledy zrcadlové, hlavně na pevnině. Ústav mnichovský dospěl svého uměleckého vrcholu zřízením r. 1840. velkého refractoru průměru 38 cm pro ruskou hvězdárnu v Pulkově a r. 1843. zhotovením podobného refractoru pro hvězdárnu v Cambridži v Americe. Kolem r. 1860. vyskytli se dva mocní soupeři ústavu mnichovského. Alvan Clark v Cambridgeport (Massachusetts) zhotovoval nejprve menší achromaty. Výtečný pozorovatel Dawes, jenž si zjednal 7palcový achromat takový, rozhlásil na základě pozorování tímto strojem konaných čestnou zmínku o refractorech Clarkových. Na základě výtečného doporučení toho obdržel Clark objednávku od hvězdárny

<sup>1)</sup> Draper Henry (nar. r. 1837., zemř. r. 1882.) z Virginie, syn znamenitého fysika J. W. Dropera, zřídil si po ukončení studií výtečnou hvězdárnu soukromou, pro níž sám sestrojil větší reflectory, a pěstoval tu s velkým úspěchem fotografii těles nebeských a jich spekter.



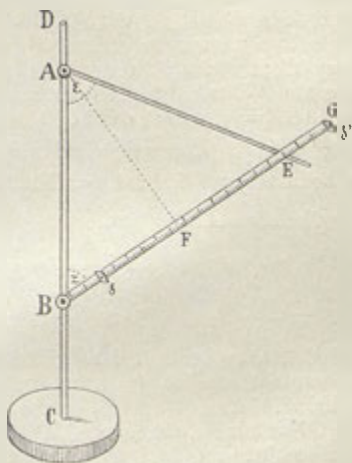
Obr. 78. Velký refractor pulkovský (dle fotografie).

v Chicagu na velký refractor otvoru 46 cm; dodaný refractor vyniká neobyčejnou přesností obrazů. Dalekohledem tím objevil sám Clark průvodce Siria, Burnham pak velikou řadu velmi těsných dvojhvězd. Th. Cooke a syn v Yorku

polední; známa jest čára polední sestrojená v kostele sv. Petronia v Bologni od Egnatio Danti r. 1556., jež o 100 let později byla revidována Dominikem Cassinim. Podobné gnomony nalézáme ve Florenci, Římě, Paříži, v Praze (na c. k. hvězdárně); ve zdi umístěn otvor tak, že v pravé poledne padá obraz slunce na čáru polední označenou na podlaze.

Staří národové užívali dále gnomonu k určení doby rovnodenní a slunovratů. Den, kdy stín gnomonu byl nej-

kratší, označoval slunovrat letní; kdy byl nejdelší, slunovrat zimní, a ony dva dny, kdy výška slunce byla uprostřed výšky slunce za dob slunovratů, udávaly dny rovnodennosti; tím se určovala také přibližně délka roku a podobným způsobem stanovil se též sklon ekliptiky.



Obr. 53. Triquetrum (schematicky).

Veliké gnomony byly zřizovány hlavně Egypťany a alexandrijskými Řeky. Císař Augustus kázal přenést do Říma veliký obelisk 117 stop (římských) dlouhý, jež v r. 967. před Kr. v Egyptě postavit dal Sesostris. Obelisk ten byl dle návodu Manlia umístěn na poli Marsově a sloužil zde jako zvláštní druh hodin slunečních, ukazuje okamžik pravého poledne přechodem obrazu slunečního přes čáru polední, jež byla naznačena na podlaze za gnomonem. Ulugh Beigh<sup>1)</sup> zřídil v r. 1430. v Samarkandu gnomon 55 metrů vysoký.

<sup>1)</sup> Ulugh Beigh (nar. r. 1394., zemř. r. 1449.), kníže tatarský, vnuk Tamerlanův, velký ctitel a podporovatel astronomie, samostatný též pozorovatel, zřídil v Samarkandu velkou hvězdárnu, již vyzbrojil stroji obrovských rozměrů. Sam pozoroval většinu hvězd katalogu Ptolemačova znovu a přesněji. Byl zavražděn vlastním synem.



Z přístrojů úhloměrných v rovině vertikální sluší uvést tyto:

*Triquetrum* (parallaktický lineal, pravítko, viz obr. 53.) popsal ve svém *almagestu* již Ptolemaeus: skládá se z pravítka  $AE$  upevněného v kolínku na tyči svislé  $DC$  a pošinoujícího se podél záměrné tyče dělené  $BG$ , upevněné v kolínku  $B$  tak, že vždy  $AE = AB = c$ .

Na záměrném pravítku  $BG$  jsou připevněny kolmo 2 průzory (dioptry)  $\delta$  a  $\delta'$ . Pozorovatel hledí průzorem  $\delta$  a pošinouje rameno  $BE$  tak, až uvidí hvězdu též průzorem  $\delta'$ , pak jest  $\sphericalangle ABE = z$ , velikost oblouku, u který jest hvězda vzdálena od nadhlavníku (zenitu). Vedeme-li kolmici  $AF$  z bodu  $A$  na  $BG$ , bude  $\sphericalangle FAB = \frac{\varepsilon}{2}$  a z pravoúhelného trojúhelníka  $ABF$  plyne

$$\sin \frac{\varepsilon}{2} = \cos z = \frac{BF}{c};$$

$BF = \frac{BE}{2}$  se odečtlo na pravítku  $BG$ , z trigonometrických tabulek se vybral úhel  $z$ . Mikuláš Koperník konal četná pozorování strojem takovým, při němž poměr  $AE : BG = 1000 : 1414$ .

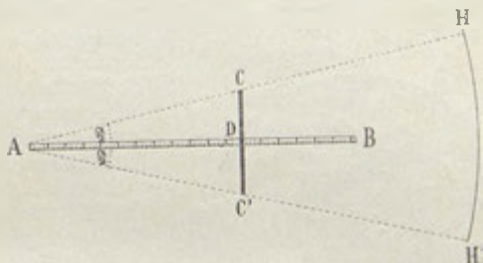
Na stejném principu zakládá se geometrický čtverec Purbachův.<sup>1)</sup>

Stroje ty se dobře osvědčily pro stanovisko pevné. Na moři však velikých výhod poskytoval plavečům *baculus* neb *radius astronomicus* (Jacobsstab) (viz obr. 54.), přístroj užívaný pro zeměměřičství již v století 15., do námořní praxe zavedený Martinem Behaimem z Norimberku a v astronomii praktickou uvedený Regiomontanem<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Purbach Jirí (Peuerbach nar. r. 1423., zemř. r. 1461.) z Peuerbachu v horním Rakousku, žák Jana Gmundenského (de Gamundia) na universitě vídeňské; zdržoval se u kardinála Cusana v Římě, pak ve Ferrare a jinde; od r. 1540. (?) byl nástupcem svého učitele na universitě vídeňské. Přepočítal znovu *almagest* a vydal spis: „*Theoricæ planetarum*“, jednající o theorii pohybu planet. Spis ten byl základní učebnicí astronomie na vysokých školách až téměř do konce 16. století.

<sup>2)</sup> Regiomontanus, vlastně Jan Müller z Königsbergu (Franky), (nar. r. 1436., zemř. r. 1476.), syn mlynáře. Již jako 12letý mladík vstoupil na universitu lipskou, 4 léta později na universitu vídeňskou k Purbachovi, jehož příručím a nástupcem se stal. R. 1461. provázal kar-

Podél dělené tyče  $AB$  posunuje se kolmá tyč  $CC'$  tak, že oba konce tyče té jsou stejně vzdáleny od tyče  $AB$ . Pozorovatel drží jednou rukou tyč  $AB$ , druhou posunuje tyč



Obr. 54. Baenulus (schematicky).

$CC'$  tak dlouho, až oko u  $A$  uvidí právě v bodech  $C$  a  $C'$  obě hvězdy  $H$  i  $H'$ , jejich úhlovou vzdálenost jest měřiti.

$$\text{Je-li } HAH' = \alpha, \text{ bude } \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} = \frac{CD}{AD}.$$

$CD = b$  jest daná hodnota,  $AD$  se odečte na tyči  $AB$ .

Další přístroj astronomický již za starých dob užívaný jest *astro lab* (astrolabium) — astronomický kruh, na stupně dělený: kolem středu kruhu otáčí se pravítko, alhidada, opatřené na obou koncích průzory (dioptry). Kruh se při pozorování zavěsí kolmo za kronžek a alhidada se otáčí tak, aby oko za jedním průzorem umístěné vidělo nebeský předmět též průzorem druhým. Úhel, jehož ramena

---

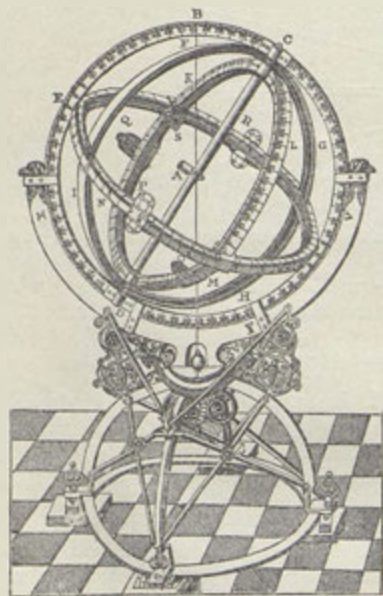
dívala Bessariona do Říma, r. 1468. se vrátil opět do Vídně; krátký čas trávil též u krále Matiaše uherského. Od r. 1471. do r. 1475. pěstoval vědy v Norimberku, kdež si získal jsa podporován Bernhardem Waltherem veliké zásluhy o zdokonalení mladého umění knihtiskařského. Byl povolán papežem Sixtem IV. r. 1476. do Říma ku poradě o zlepšení kalendáře, zemřel tam náhle; tělo jeho pochováno jest v Pantheonu. — Regiomontanus byl od doby Ptolemaeovy největším astronomem, srovnával kriticky různé texty *Almagestu*, pozoroval pilně na první německé hvězdárně (v Norimberku, Waltherově), zlepšil kalendář a vydal jej r. 1474. (75.?) jako *Calendarium novum*, vydal první tištěné efemeridy („*Ephemerides quas vulgo dicunt Almanach*“). První pozorování vlasatic (vlasatice z r. 1472.) konal společně s příznivcem svým patriciem B. Waltherem. (v. R. Wolf, *Geschichte der Astr.*)

tvoří směr takto upravené alhidady a směr vodorovného průměru kruhu, udává výšku předmětu. Každý snadno nahledne nedokonalost přístroje toho, jenž proto vyšel záhy z užívání; jen plavci se přidržovali stroje toho až do předešlého století. Vedle celých kruhů vyskytly se záhy i části kruhů

dělených, čtvrtiny kruhu, kvadranty.<sup>1)</sup>

Již Ptolemaeus popisuje takovýto kvadrant na zdi; perská hvězdárna v Meraghu chovala kvadrant Ptolemaeův poloměru 12 stop, jež Nasir al-din Tusi kolem r. 1260. po Kr. tam postavil.

Jinou pomůcku astronomickou — armilly, armillarní sféry — vynalezl Eratosthenes (nar. r. 276. před Kr.) z Kyrene.<sup>2)</sup> Armilly jsou různá spojení kruhů, jež představují rovník, ekliptiku a na tyto kolmé hlavní kruhy. Strojů těch užívali již Hipparch a Ptolemaeus; také Tyge Brahe vykonal stroji takovými



Obr. 55. Braheova armilla rovníková.

největší část pozorování planet. Obr. 55. ilustruje Braheovu armillu rovníkovou (*Armilla aequatoriae*).<sup>3)</sup> Kruh *EB*

<sup>1)</sup> Mylně se připisuje Tyge Braheovi vynalezení kvadrantu na zdi (Mauerquadrant).

<sup>2)</sup> Stroje podobné byly již dříve v Číně užívány.

<sup>3)</sup> Vynálezce rovníkových armill jest dle Sédiillota Arab Alhazen. V Evropě však nebyly takovéto armilly známy. Teprve r. 1534. popsal Gemma Frisius princip těchto aequatorcalů. Tyge sestrojil tři stroje toho druhu (viz J. L. E. Dreyer, Tyge Brahe etc.).

postaví se do poledníkové roviny,  $CD$ , osa stroje, ukazuje k polu, kruh  $RNP$ , jenž stojí kolmo k ose polární, představuje rovník; kruh  $MLK$  opatřený dvěma průzory  $Q$  a  $M$  stojí kolmo na rovníku a otáčí se kolem osy polární. Kruh  $FGHJ$  představuje kolar slunovratný. Deklinace hvězdy určuje se takto: Kruh  $MLK$  se otočí kolem osy  $CD$  a jeden z průzoru ( $Q$  neb  $M$ ) se posune na kruhu tak, aby přímka spojující průzor ten s pevným průzorem  $A$  (na ose) mířila na předmět (hvězdu). Čtení stupňů mezi pohyblivým průzorem a rovníkem udává pak deklinaci hvězdy; úhel hodinový hvězdy (oblouk  $KE$ ) se odečte na rovníku. Hipparchovy armilly udávaly místo deklinace a úhlu hodinového délku a šířku hvězd; toho docílil Hipparch postaviv osu kruhů tak, aby se odchylovala o sklon ekliptiky od směru osy zemské. Kruh  $RNP$  představuje pak ekliptiku, kruh  $MLK$  jest kruhem šířkovým. Armilly takové sluly ekliptikální (Armillae zodiacales).

Ve středověku snažili se astronomové vyhověti různým potřebám techniky pozorovací; nejčinnější v oboru tom byl Petr Apian<sup>1)</sup>, jenž sestrojil nebo navrhl celou řadu strojů a je ve svém „Instrumentenbuch“ (Ingolstadt 1532.) popsal. Značnější pokrok vykazuje však umění pozorovací teprve za doby Viléma IV. Hessen-Kasselského (nar. r. 1532., zemř. r. 1592.), jenž první použil točivých kupol s otvory (Wolf, Gesch. d. Astr. p. 268); za něho proslavili se jeho pomocníci Rothmann a Bürgi,<sup>2)</sup> kterýžto sestrojil již hodiny kyvadlové. Nejvíce proslul v té době Tyge Brahe, jenž mnoho reform v oboru strojů zavedl a popsal ve své „Astronomiae instaurata progymnasmata (Praha, 1603.).“ Brahe zdokonalil

<sup>1)</sup> Petr Apian, vlastně Bienewitz (nar. r. 1495., zemř. r. 1552.) z Leusnig v Sasku, studoval v Lipsku a ve Vídni. R. 1527. stal se professorem matematiky v Ingolstadtu; výborný pozorovatel, jenž sám různé stroje hvězdářské sestrojoval. Ve své vlasti se proslavil spisem „Cosmographicus liber“ (1524.) Hlavní dílo jeho: „Astronomicum Caesareum“ (Ingolstadt, 1540.) chová první lepší pozorování vlasatic (v. R. Wolf, Geschichte der Astronomie).

<sup>2)</sup> Bürgi Joost, Justus Byrgius (nar. r. 1552., zemř. r. 1632.) z Toggenburgska ve Švýcarsku, výtečný mechanik a hodinář, od r. 1579. dvorní hodinář Viléma IV. Hessen-Kasselského, pak astronom tamže; od r. 1603. žil po několik let při dvoře císaře Rudolfa v Praze (u Keplera) a posléze opět v Kasselu. Bürgi jest vynálezce kružítka redukčního, počítání s desítinými zlomky, logaritmů (neodvisle od Nepera a Keplera) a j., objevil snad již před Galileim isochronismus kyvadla a sestrojil ke konci 16. století první hodiny kyvadlové.

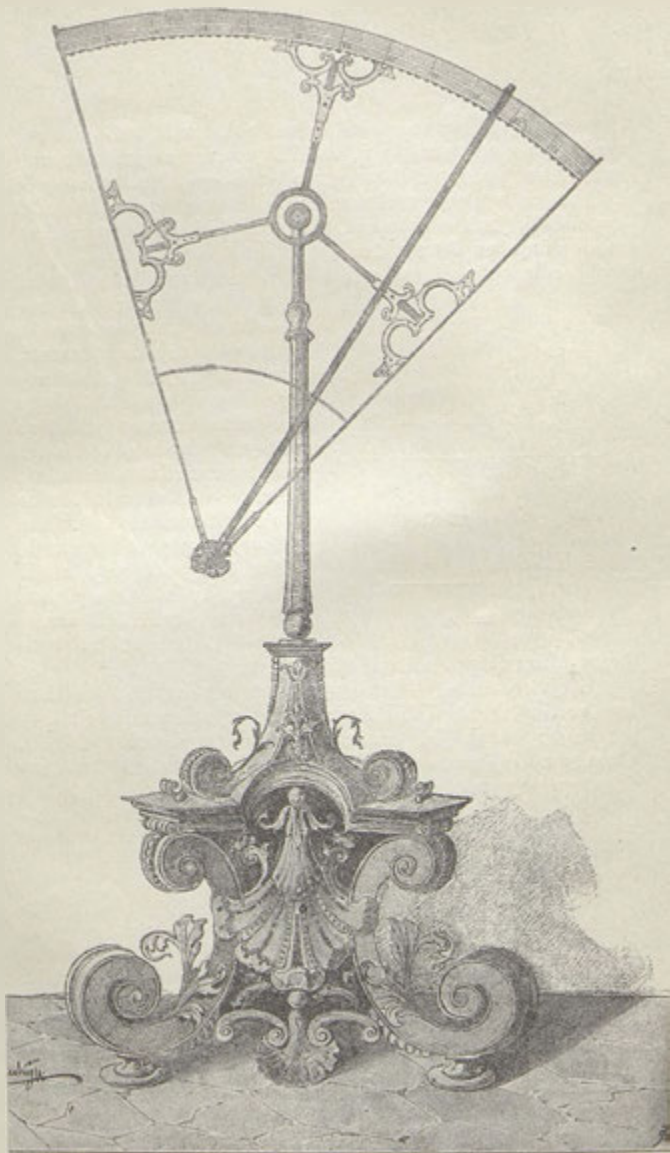
armillární sféru tak, že bylo možno ihned odečísti příslušné oblouky různých hlavních kruhů nebeských: *B r a h e* postihl také důležitost pozorování v rovině poledníkové a proto umístil



Obr. 56. Braheův kvadrant na zdi.

pevně kvadrant na zdi (Mauerquadrant). (Viz obr. 56.) Strojem tím Brahe určoval výšku hvězdy při vrcholení a dobu vrcholení. Připojené schema (obr. 58.) podává přehled operace: *JZS* budiž vertikální průřez zdánlivé koule nebeské, *APMD* zeď polední, *ZP* směr tížnice, *P* střed kvadrantu *MQ* na zdi,

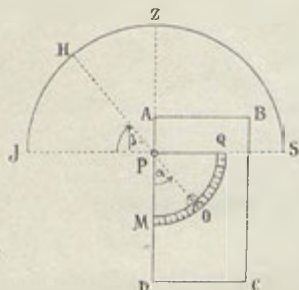




Obr. 57. Braheův sextant (na e. k. hvězdárně v Praze).

O průzor, jenž se dá podél dělení pošínovati,  $AD$  jest zeď vertikální s otvorem při  $P$ ,  $ABCD$  jest zeď ve směru roviny kvadrantu, pozorovatel pozoruje průzorem  $O$  a otvorem  $P$  hvězdu  $H$  v době vrcholení a odečte na kruhu  $MQ$  úhel  $\alpha = MPO$ , jenž s úhlem  $\beta$ , výšky to hvězdy při vrcholení, se doplňuje na 90 stupňů.

Vedle toho dlužno uvést k měření vzdálenosti hvězd



Obr. 58.

Tygeův „sextans astronomicus trigonicus a azimuthální kvadrant“. Kvadranty, jež se otáčely kolem osy vertikální, byly sice mimo Evropu již dříve známy a měly vedle toho též kruh horizontální (azimutální). V Evropě však užíval takového stroje azimutálního s kruhem výškovým poprvé lantkrabi Vilém IV., jenž strojem tím měřil výšky a azimuty nové hvězdy z roku 1572. Brahe sestrojil 4 azimutální kva-

dranty hlavně pro měření úhlů výškových.

Nejvíce se zalíbil Braheovi sextant otáčející se kolem osy vertikální (obr. 57.). Brahe sám si vynalezení stroje toho připisuje; avšak již Arabové užívali strojů takových. Al. Chogandi<sup>1)</sup> postavil r. 992. v Bagdadu sextant poloměru 60 stop, aby změřil sklon ekliptiky.

Po celé 17. století přidržovali se astronomové bez dalšího pokroku principů a method Tygeových.



## IX. Dalekohled.

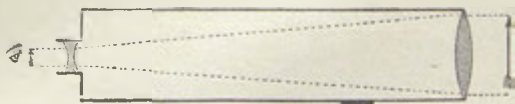
Dne 2. října r. 1608. předložil brejlař Jan Lippershey<sup>2)</sup> z Middelburgu nizozemským generálním státům kijke složený ze dvou čoček (jedné vypuklé a jedné vyduté), z křišťálu, žádaje buď za patentování svého vynálezu na

<sup>1)</sup> Vide: J. L. E. Dreyer, Tyge Brahe p. 343.

<sup>2)</sup> Nar. r. 1560. (?) ve Weselu, zemř. r. 1619. v Middelburgu.

dobu 30 let nebo za roční důchod. Úřad pochváliv vynález, přál si jeho zdokonalení, aby bylo možno oběma očima hleděti. Lippershey předložil 13. pros. téhož roku podvojný dalekohled-bioculum, binocle, neobdržel však patentu s odůvodněním, že již i mnozí jiní mají známost vynálezu. Vláda však objednala za 900 zl. tři binokly, jež se záhy v obchodě rozšířily hlavně v Paříži (již v dubnu r. 1609.). Brejlař Jans Zachariassen a jeho syn Zacharias Jansen, kteří již kolem r. 1590. vynalezli složitý mikroskop, a Jakub Metius reklamovali též pro sebe vynalezení dalekohledu.

Galilei obdržev v květnu r. 1609. z Paříže popis nového vynálezu, složil v nejkratším čase perspicill s trojnásobným zvětšením a později větší perspicilly, jež však zvětšovaly jen asi 30krát.



Obr. 59. Dalekohled Galileův, hollandský. (Schema).

Dalekohled Galileův, hollandský, skládá se z objektivu (předmětnice), konvexní čočky, spojky a konkavního okularu (očnice), čočky rozptylné, rozptylky (obr. 59.). Paprsky vycházející ze vzdáleného bodu světlého se lomí předmětnicí a sbíhají se v obraz bodu; dříve však než se v obraz v ohnisku dalekohledu spojí, stihnou očnici, jež paprsky opět rozptýlí. Oku za okulárem umístěnému zdá se, že se paprsky spojují mezi předmětnicí a očnicí. Obraz vytváří teprve oko, jež jest zde podstatnou částí dalekohledu; nevzniká tedy v dalekohledu reální (skutečný) obraz předmětu. Obrazy takto vytvořené nazýváme obrazy virtuální (myšlené) — geometrické. Délka dalekohledu takového jest kratší než ohnisková vzdálenost předmětnice. Pro pohodlnou krátkost se dalekohledů toho druhu užívá jako kukátek divadelních anebo kukátek polních (Feldstecher) pro vojsko.

Kepler podal ve svém spise „Dioptrice Aug. Vind. 1611“ působení různých čoček a jejich kombinací ukázal, že lze složit dalekohled netoliko na způsob hollandský nýbrž i na jiné způsoby, hlavně daleko přirozeněji kombinací 2 spojek. Tím odvodil Kepler možnost dalekohledu

astronomického, Kepler sám dalekohled takový nese-strojil, nýbrž několik let později Scheiner a Fontana.

Dalekohled Keplerův, astronomický dalekohled (obr. 60.) skládá se v nejjednodušším svém tvaru ze 2 čoček bikonvexních, jež přední i zadní plochou tvoří výkrojky kulových ploch nestejných poloměrů, poloměrů to zakřivení, větší čočka nařizená na předmět, který se pozoruje, slove objektiv, předmětnice, menší čočka, jíž pozorovatel hledí, okular, očníce. Osu čoček tvoří přímka spojující středy kulových



Obr. 60. Dalekohled astronomický. (Schema.)

ploch, jež omezují čočku. Při dobře zařízeném dalekohledu musí osa objektivu a osa okularu ležeti v geometrické ose dalekohledu, v přímce té, jež spojuje střed objektivu a okularu.

Je-li osa dalekohledu nařizena na hvězdu  $H$ , přijme objektiv dalekohledu svazek rovnoběžných paprsků  $HA$ ,  $HC$ ,  $HB$ . Paprsek  $HC$  procházejí optickou osou dalekohledu probíhá plochy čočky kolmo; podrží tudíž svůj původní směr. Ostatní paprsky se však lámí, odchylují se od svého původního směru, a sbíhají se pak, vystoupivše z předmětnice v bodu osy dalekohledu,  $F$ , jenž slove ohniskem předmětnice; v něm vzniká obraz hvězdy  $H$ . Vzdálenost  $CF$  středu objektivu  $C$  a ohniska  $F$  slove ohnisková vzdálenost předmětnice; ohnisková vzdálenost předmětnice závisí na lomivosti paprsků v předmětnici a na poloměrech její kulových ploch. Jdeme-li zpět, seznáváme snadno, že postaví-li se v ohnisku  $F$  světlý bod, budou paprsky na předmětnici dopadající vystupovati z této rovnoběžně; rovněž budou paprsky světlého bodu v  $F$  dopadající na čočku  $ab$ , očníci, jež má společnou osu a společné ohnisko  $F$  s předmětnicí, vystupovati z okularu rovnoběžně, oko pak za okulem se nalézající uvidí zřetelný obraz hvězdy  $H$ .

Prostým okem obdržíme od hvězdy jen paprsky dopadající na zornici (pupillu) našeho oka; dalekohledem se však

veškerý paprsky dopadající na objektiv soustřeďují ve světlý obraz v ohnisku  $F$ , bude tedy obraz hvězdy v  $F$  u dalekohledu daleko jasnější než obraz hvězdy na sítnici neozbrojeného oka, neboť povrch objektivu jest daleko větší povrchu zornice.

Bod  $C(c)$  čočky, jenž má tu vlastnost, že jím procházející paprsky z čočky opět ve směru původním vystupují, slove optický střed čočky. Je-li dalekohled nařizen na velmi vzdálený předmět (obr. 61.), pak paprsky z hořeniho bodu  $A$



Obr. 61. Předmět a obraz v dalekohledu astronomickém.

předmětu procházející optickým středem předmětnice vycházejí z této v též směru, shromažďující se v bodu  $a$ ; kolmá vzdálenost bodu toho od předmětnice se rovná ohniskové vzdálenosti objektivu. Obdobně se zobrazuje každý jiný bod předmětu na přímce, spojující příslušný bod předmětu s optickým středem objektivu: tak se zobrazuje dolní bod předmětu na přímce  $BO$  v bodu  $b$ , jehož kolmá vzdálenost od objektivu jest opět rovna ohniskové vzdálenosti tohoto. Tak vznikne obrácený obraz  $ba$  předmětu  $AB$ . Má-li okular společné ohnisko s objektivem, pak budou paprsky z jednotlivých bodů obrazu  $bFa$  na okular dopadající vycházeti z okularu rovnoběžně ve směrech určených přímkami, jež spojují jednotlivé body obrazu s optickým středem okularu. Paprsky vstupují pak do oka pozorovatele, jenž vidí předmět pod úhlem  $boa$ ; prostým okem, jež umístí se na místě objektivu nebo pro velmi vzdálené předměty na místě okuláru vidí pozorovatel však předmět pod úhlem  $AOB = bOa$ . Poměr úhlů těch t. j. poměr zdánlivé velikostí předmětu viděného dalekohledem a prostým okem se nazývá zvětšením dalekohledu a rovná se velmi přibližně poměru ohniskové vzdálenosti objektivu k ohniskové vzdálenosti okularu.<sup>1)</sup> Máme-li dva daleko-

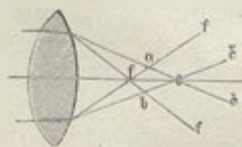
<sup>1)</sup> Celý výklad byl zjednodušen; přesně zní učení o dalekohledu takto: obrácený, reální (skutečný) obraz  $ba$ , vytvořený předmětnicí se pozoruje očnicí, jež působí při tom jako lupa vytvářející přímý,



hledy, z nichž jeden má ohniskovou vzdálenost objektivu ještě jednou, dvakrát, třikrát atd. tak velikou jako dalekohled druhý, budeme viděti předmět dalekohledem prvním ještě jednou, dvakrát, třikrát atd. tak veliký jako dalekohledem druhým, užijeme-li u obou stejného okularu. Rovněž při témž dalekohledu lze docíliti různého zvětšení okulary různých vzdáleností ohniskových; čím menší jest ohnisková vzdálenost okularu, tím více přibývá zvětšení dalekohledu. Kolikrát zvětšuje dalekohled, tolikrát bude dalekohledem pozorovaný předmět pozorovateli se jeviti bližším a tím zřetelněji lze předmět pozorovati. Je-li ohnisková vzdálenost objektivu příkladně 1 m, ohnisková vzdálenost okularu 1 cm, rovná se zvětšení 100; je-li při témž objektivu ohnisková vzdálenost okularu  $\frac{1}{2}$  cm, jest zvětšení rovno 200; rovněž takové zvětšení dává dalekohled, jehož objektiv má ohniskovou vzdálenost 2 m, při okularu vzdálenosti ohniskové 1 cm. — Obrátíme-li dalekohled a díváme-li se objektivem na předměty, budou se tyto jeviti v témž poměru zmenšeny, v jakém se jevily zvětšeny, díváme-li se na předměty ty okulem.

Tím, že bychom při dalekohledu daného objektivu vyměňovali okulary stále menších fokálních (ohniskových) vzdáleností, mohli bychom docíliti libovolného zvětšení; tak pro dalekohled, jehož objektiv má vzdálenost fokální 1 m, dosáhli bychom s okulem fokální distance 1 mm zvětšení 1000násobného. Ve skutečnosti narazíme však na obtíže, jež souvisí s nedokonalostí obrazu, ježž objektiv dalekohledu vytvořuje.

Jest známo, že hranol lomí složky světla slunečního, pozůstávající z různých barev, nestejnoměrně, nejméně lomí světlo červené, nejvíce světlo fialové; totéž platí o čočkách, jež si myslíme složeny z jednotlivých hranolů; čočky (spojky) (viz obr. 62.) odchyľují nejméně paprsky červené od směrů jich, nejvíce pak paprsky fialové; žádná čočka nebude tudíž



Obr. 62. Barevná vada u spojek.

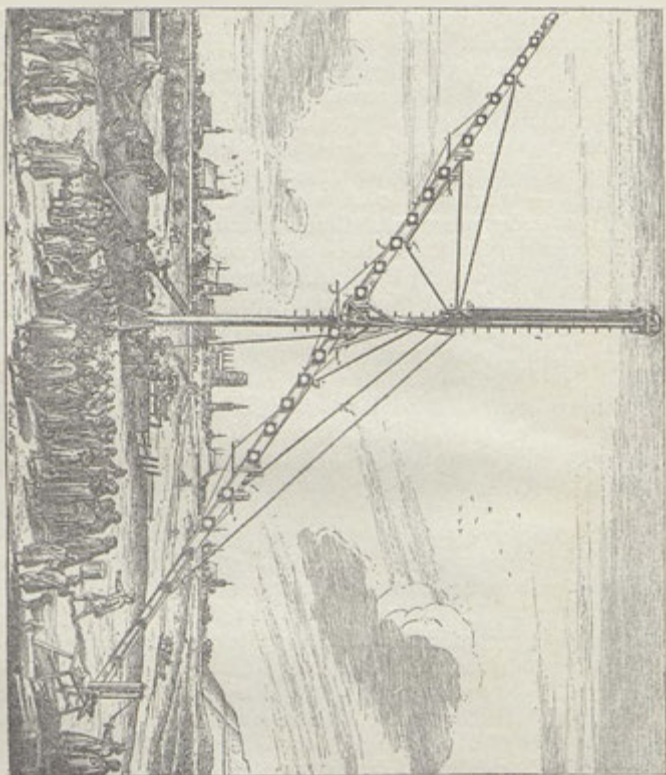
zvětšený, imaginární obraz obrazu předmětnice. Poněvadž dle theorie lupy se obraz předmětnice nalézá vždy velmi blízko u ohniska očníce (ale uvnitř ohniskové vzdálenosti), bude se pro velmi vzdálené předměty vzdálenost předmětnice a očníce rovnati součtu jich ohniskových vzdáleností.

veškerý druhy paprsků světelných soustřeďovati v témž bodě; paprsky červené budou mít jinou fokální distanci (delší) než žluté, modré a fialové paprsky. Následek toho bude, že neobdržíme bezbarvý obraz hvězdy neb předmětu, nýbrž obraz skládající se ze smíšeniny různobarevných obrazů. Použijeme-li malého zvětšení při dalekohledu, sledáme, že řečená vada není tak zjevna, nicméně jsou okraje (obrysy) obrazu vždy nejasny a zbarveny. Při větším zvětšení zveličují se s obrazem též i barevné a rozmazané okraje a pozorovatel nevidí vlastně ničeho více než při užití malého zvětšení. Rozložením světla a lomením různých druhů světla čočkou vzniká barevná odchylka — vada zabarvení — chromatická aberrace. I oko lidské má značnou vadu zabarvení. Chromatická aberrace zabraňuje tedy stupňovati zvětšení dalekohledu daného užitím okularů stále menších fokálních distancí, poněvadž zvětšují se pak vady obrazů. Zvětšení obrazu lze však docílit také zvětšováním ohniskové vzdálenosti objektivu. V století 17. sestrojovali proto hvězdáři tehdejší dalekohledy s objektivem velikých vzdáleností ohniskových.<sup>1)</sup> Takové dlouhé dalekohledy sestrojili a jich užívali astronomové Huygens, Dom. Cassini, Hevel a j. Roura spojující objektiv a okular byla nahražována té doby často dlouhou tyčí, na níž se připevňovaly obě čočky, anebo se upevňoval objektiv dalekohledu na vysokou žerď a okular byl umístěn zvýši pozorovatele; jest patrné, že při způsobu této úpravy byly nutny rozmanité, složité mechanismy při zařizování a pozorování dalekohledem takovým. Podáváme příklad takového dalekohledu ze století 17. (obr. 63.) z díla vláského astronoma Bianchini-ho: „Hesperii et Phosphori nova phaenomena Řím 1728.“<sup>2)</sup> Porovnávajíc tyto dlouhé dalekohledy (pravá to monstra) s nynějšími teleskopy sledáme, že příkladně Huygensův dalekohled s objektivem otvoru 15 cm a s fokální distancí 40 m zrovna tolik ukazoval jako nynější dalekohled otvoru 10 cm a fokální distance 1½ metru

<sup>1)</sup> Professor V. Šafařík upozornil v Athenaeu sv. III., že pravá příčina, proč jednoduchý dalekohled, má-li silněji zvětšovat, tak dlouhý býti musí, je ta, že úhlové rozptýlnosti čoček jednoduchého (neachromatického) dalekohledu jsou přibližně uměrný čtvercům zvětšení a tudíž i ohniskové délky dalekohledů těch musí růsti jako čtverce zvětšení.

<sup>2)</sup> Odtud přišel do různých populárních spisů astr.

Vedle vady zabarvení (aberrace chromatické) nejvíce překáží při dalekohledech vada zakřivení čili úchylka kulová (aberrace sférická) nazvaná tak proto, že se z počátku mysli, že pochází od zakřiveného (kulového) tvaru čoček. Pří-



Obr. 63. Dalekohled 17. století.

čina úchylky té spočívá však hlavně v zákonu o lomu světla, jenž praví, že poměr sinusů úhlu dopadu a lomu jest stálý ( $\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n$  kdež  $n$  slove exponent lomu); úchylka lomeného paprsku od směru původního jest úměrna sinusů úhlu dopadu, nikoliv úhlu dopadu samému. Sférická

úchylka by zbyla i tenkrát, kdyby čočky mely tvar jiný než sférický. Dokud má čočka malý otvor, takže mohou procházeti jen střední paprsky, jež jsou málo k ose nakloněny, jsou úhly dopadu malé a můžeme sinusy úhlů zaměnit oblouky (úhly) samými, poněvadž se oba málo liší; rozdíl mezi sinusy a oblouky úhlů roste však značně, čím jsou úhly větší. Jen rovnoběžné střední paprsky se uchylují po lomu stejně od směru původního a protínají osu v témž bodu, ohnisku, paprsky krajní však protínají osu blíže čočky v bodech *a*, *b*, *c* (viz obr. 64.) Obraz bodu neuzříme jako bod nýbrž jako zakřivenou světlou plochu (diakaustiku). Tím tedy vznikají obrazy neurčité. Jiný účinek aberrace sférické jest distorse, zkreslení (změna tvaru) obrazu. Velikost obrazu závisí na ohniskové délce čočky; při čočkách s aberrací sférickou, nejsou ohniskové délky paprsků krajních a paprsků středních stejny, proto nejsou také obrazy paprsků krajních tak veliké jako středních; čočka s aberrací sférickou bude na kraji jinak zvětšovat než ve středu, síť rovnoběžných a kolmo se protínajících přímk se jeví čočkou takovou jako síť čar křivých. Vadu tu odstraníme nebo zmenšíme, zakryjeme-li okraj čočky stínidlem (diafragma), při čemž ovšem obrazům ujímáme jasnosti. Spojením dvou nebo více čoček lze sférickou úchylku dosti dobře odstraniti, úchylku spojené čočky rušíme opačnou úchylkou rozptylné čočky. Soustava čoček, u níž jest (úchylka kulová) odstraněna, nazývá se aplana-tickou. U každého dalekohledu jest v první řadě odstraniti vadu chromatickou a pak teprve pokud možno úchylku kulovou. Vada kulová závisí na poměru lomu (exponentu lomu) *n*, je-li tedy nějaká soustava čoček applanatickou pro určitou barvu, nebude čočka ta pro jiné barvy světla již úplně applanatickou, čímž vzniká vada čoček applanatických zvaná rozdíl zakřivení paprsků barevných.<sup>1)</sup>



Obr. 64. Vada kulová (sférická).

Dalekohled achromatický. Vadou zabarvení povstanou u jednotlivých čoček neurčité, nezřetelné obrazy,

<sup>1)</sup> Vada ta jest důležitá při soustavách fotografických a drobnohledných.

kteřé jsou barevně obroubeny. Tuto vadu lze zmenšiti spojením dvou čoček, spojky a rozptylky z různých látek; vady zabarvení jsou totiž u obou skoro stejné ale působí protivně, takže spojením v jedinou čočku se ruší. Takto spojené čočky bez vady zabarvení slují achromatickými neb achromaty. Teprve Angličanu Johnu Dollondovi<sup>1)</sup> se podařilo kolem r. 1757. sestrojiti předmětnice pro dalekohledy, jež byly skoro prosty té vady, složením dvou spojek ze skla korunového a rozptylky ze skla flintového (olovnatého). Avšak již v polovici 18. století připomínal Euler na základě soustavy lidského oka, že musí se zdařiti sestrojení objektivů achromatických (bez vady zabarvení). Po smrti Jana Dollonda (1761.) převzal syn Petr Dollond (nar. r. 1730., zemř. r. 1820.) po otcí optickou dílnu, z níž vyšla celá řada achromatů, jež pode jménem „Dollondy“ po celém světě byly rozšířeny. Ze stanoviska theoretického jednají o achromatech pojednání Eulerovo „Constructio lentium objectivarum ex duplici vitro, 1761.“ (Strojení předmětnic z dvojího skla) a spis Samuela Klingenstierna (nar. r. 1698., zemř. r. 1765.<sup>2)</sup>), jež pokusy vyvrátil omyl Newtonův, jež se domníval, že jest rozptylnost barev každého tělesa úměrna jeho lomivosti.

O další zdokonalení dalekohledů achromatických dobytí si hlavních zásluh Fraunhofer (Dollond to století 19.). Utzschneider, majitel optické dílny v Mnichově, chtěje podnikati i větší práce optické, získal za ředitele ústavu svého Petra Ludvika Guinanda z Corbatière u Chaux de Fonds, jež s velikým úspěchem již dříve provozoval fabrikaci skla flintového. Josef Fraunhofer,<sup>3)</sup> syn chudého

<sup>1)</sup> Dollond John nar. r. 1706. v Spitalfields u Loudýna, syn francouzského protestantského uprchlíka, byl nejdříve tkalcem hedvábí, od r. 1752. pak optikem.

<sup>2)</sup> „Tentamen de definiendis et corrigendis aberrationibus radiorum luminis in lentibus sphaericis refracti et de perficiendo telescopio dioptrico.“

<sup>3)</sup> Josef Fraunhofer (nar. r. 1787., zemř. r. 1826.), ze Straubingu u Mnichova, stal se r. 1809. společníkem optického oddělení mechanicko-optického ústavu v Benediktbeuren-u a r. 1818. ředitelem téhož. Po přeložení ústavu r. 1823. do Mnichova stal se Fraunhofer také professorem fysiky a členem akademie věd. Fraunhofer proslavil se také výzkumy v theoretické optice. Jeho pojednání o lomivých a rozptylných poměrech různých druhů skel (v akad. mnichovské 1814.—15.) chovají první určení čar ve vidmu slunečním, pojmenovaných nyní čarami Fraunhoferovými.



L. Tesdorpf ze Stuttgartu. Na samostatném podstavci železném, jenž jest opatřen třemi nožkami, spočívá passážník, jenž se dá pomocí kliky v ložiskách vyzvednouti a pak rychle bez úrazu přeložiti, při čemž dalekohled spočívá na kolech frikčních. Na jedné straně osy horizontální jest okular s mikrometrem a s kruhem k nařízení předmětů, na druhé straně jest nosič pro svítilnu, jež vrhá světlo dutou částí osy horizontální k síti vláknové na blízku okularu se nalézající. Na kulových čepech osy horizontální visí libella, jejíž pomocí se upravuje osa horizontální přesně vodorovně. Celý passážník se dá pomocí šroubu uvéstí buď přesně do roviny poledníkové neb o několik stupňů mimo ni, tak že pak lze pozorovati také hvězdy ve vertikálu polarky. Ke stanovení směrnice (zornice) nachází se v ohnisku okularu nitkový (vláknový) kříž (jedno vlákno horizontální, druhé kolmé) nebo síť vláknová (Faden-netz).

Je-li osa dalekohledu horizontální a směrnice dalekohledu, t. j. přírůbek spojující střed kříže nitkového s optickým středem objektivu kolmou k ose horizontální, pak opisuje dalekohled při každém otáčení kruh procházející zenitem. K měření úhlů zenitových jest třeba znáti čtení kruhu výškového pro bod nadhlavníkový (Zenitpunkt). Bod nadhlavníkový určí se takto. Dalekohled se nařídí na dobře označený pevný bod předmětu pozemského, příkladně na vrchol věže, tak, aby střed nitkového kříže kryl bod ten, odečte se směr dalekohledu na kruhu zenitálním (výškovém); pak se otočí alhidada kruhu azimutálního i s celým hořejškem (sloupem) stroje o 180 stupňů; načež se opět dalekohled podobně namíří na týž bod. Při tomto druhém nařízení dalekohledu otočil se dalekohled vzhledem ke kruhu výškovému o dvojnásobný úhel, jež obnáší zenitová distance nařízeného bodu; bod zenitový leží tudíž uprostřed oblouku tohoto. Příkladně bychom obdrželi na kruhu výškovém čtení nařízeného předmětu:  $289^{\circ} 8' 30''$ , pak bychom otočili celý stroj o 180 stupňů, nařídili bychom opět na týž předmět, a čtení by dalo  $88^{\circ} 31' 30''$ , pak jest součet:  $289^{\circ} 8' 30'' + 88^{\circ} 31' 30'' = 377^{\circ} 40' 0'' = 17^{\circ} 40' 0''$  a průměr  $8^{\circ} 50'$  dává bod zenitový na kruhu. Čtení to jest pak pro další měření bodem nullovým kruhu výškového. K určení zenitových distancí odečítá se čtení nařízeného bodu od takto ustanoveného bodu nullového, jest-li se dalekohled otáčí ve směru dělení; anebo se opačně odečítá bod nullový

(zenitový) ode čtení nařizeného předmětu, jest-li se dalekohled otáčí v opačném směru dělení. V hořením příkladě obdrželi bychom v prvním případě pro zenitovou vzdálenost předmětu:  $368^{\circ} 50'$  méně  $289^{\circ} 8' 30'' = 79^{\circ} 41' 30''$ ; v druhém pak opět:  $88^{\circ} 31' 30'' - 8^{\circ} 50' = 79^{\circ} 41' 30''$ .

Na místě bodu zenitového může se určití čtení protilehlého bodu kruhu vertikálního, bodu nadírového. Dalekohled se skloní dolů, aby objektiv byl namířen na miskou se rtutí. Osvětlený nitkový kříž zrcadlí se pak ve rtuti a pozorovatel vidí okulem vláknový kříž dvojité. Volným pohybem dalekohledu se způsobí, aby se oba obrazy vláknového kříže kryly, čímž jest označeno, že směrnice dalekohledu jest přesně namířena k nadíru. Příslušné čtení kruhu vertikálního pro tuto polohu dalekohledu dává bod nadírový.

Při pozorování nočním musí se vláknový kříž nebo síť vláknová osvětliti, aby vlákna byla viditelná. Za tím účelem má dalekohled výstředně upravený uprostřed strany zevnější otvor opatřený skličkem; otvorem tím padá světlo od svítilny stranou postavené na šikmé zrcadélko, jež světlo to k okularu odráží. Síť vláknová vidí se pak tmavou na jasné půdě. Při dalekohledu lomeném jest na vnitřním hranolu pravoúhlém připevněn podobný hranol malý tak, že se přepony obou hranolů dotýkají. Světlo padá od svítilny dutou osou, prochází nelomeně oběma hranoly k okularu.

Kruhy jsou děleny ve stupně a dle potřeby i na 10 minut. Menší dělení kruhové obstarávají verniery, upravené na alhidádách kruhů. Měření úhlů azimutálních a vertikálních děje se dvěma protilehlými nebo čtyřmi stejně od sebe vzdálenými noniemi. Úpravou tou se vylučuje chyba excentricity kruhů, jež vzniká, nespływají-li přesně otáčecí osy kruhů se středy dělení kruhových. Místo nonií jsou u jemnějších strojů upraveny mikroskopy.

Schází-li kruh azimutální anebo má-li stroj pouze hrubý kruh vodorovný k zaměření předmětů, kdežto kruh výškový (vertikální) jest dokonale dělen a pracován, slove stroj takový strojem výškovým (Höhenkreis, Verticalkreis); je-li však kruh horizontální dokonale, slove stroj theodolitem. Altazimuty pracovali blavně kolem 18. století umělci

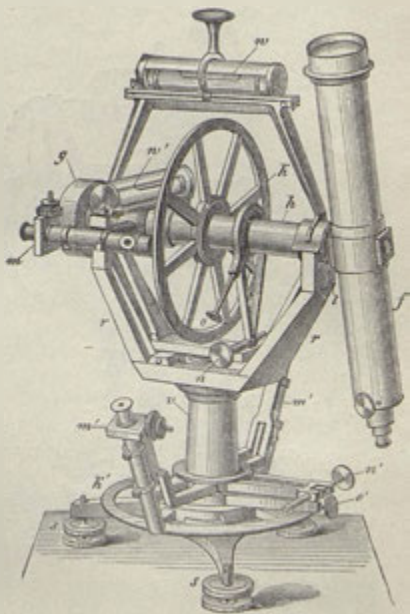
angličtí Ramsden<sup>1)</sup>, Troughton<sup>2)</sup> pod běžným jménem circles reversibles. V německu byly stroje ty zdokonaleny hlavně Reichenbachem<sup>3)</sup> a Repsoldem. Reichenbach pojmenoval stroje ty stroji universalními (Universalinstrument).

Obr. 91. znázorňuje universalní stroj Repsoldův. Daleko-

<sup>1)</sup> Ramsden Jesse (nar. r. 1735., zemř. r. 1800.) z Halifax v Yorkshire. Původně jako otec soukenník, později rytec. Učil se v dílně J. Dollonda, jehož zetěm se stal. Zřídil si později mechanickou dílnu, z níž vyšly vzácné, dobře dělené kruhy. Zlepšil podstatně dělicí stroj (Theilmaschine).

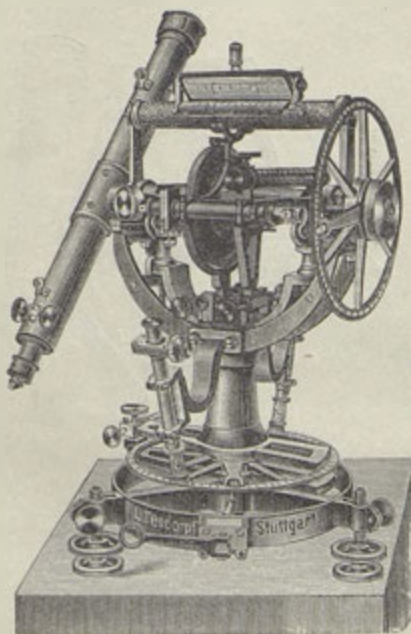
<sup>2)</sup> Troughton, Edvard (nar. r. 1753., zemř. r. 1835. z Corney v Cumberlandu. Vstoupil r. 1771. do mechanické dílny svého bratra Johna Troughtona v Londýně, stal se r. 1782. společníkem a po smrti bratrovč majitelem dílny té. R. 1826 spojil se s W. Simmsem (1793. až 1860.) a spojená dílna patřila k nejproslulejším mechanickým ústavům anglickým a zásobovala téměř všechny hvězdárny anglické přesnými měřicími stroji neobyčejné dokonalosti, hlavně k účelům geodetickým.

<sup>3)</sup> Reichenbach Georg von (nar. r. 1772., zemř. r. 1826.) z Durlachu v Badensku: byl nejprve zaměstnán při badenském a bavorském dělostřelectvu, později se stal bavorským úředníkem, r. 1820. přednostou staveb vodních a silničních, později vrchním horním radou a ředitelem stavebního úřadu v ministerstvu. Založil společně s hodinářem J. Liebherrem a s úředníkem J. von Utzschneidem (1761.—1840.) mechanicko-optický ústav, proslavený zvláště přistoupením Fraunhoferovým za člena ústavu toho. Ústav mechanický, jenž se ustavil jako samostatný ústav ve spolku s T. L. Ertlem (1778.—1858.) pod firmou Reichenbach



Obr. 91. Universalní stroj Repsoldův.

hled  $f$  jest upevněn na jednom konci, protizávaží  $g$  pak na druhém konci horizontální osy  $h$ , jež uprostřed nese jemně dělený kruh výškový  $k$ . Osa  $h$  spočívá v ložiskách  $l$ , jež jsou nosičem  $r$  pevně spojeny s vertikální pohyblivou



Obr. 92. Stroj universalní z dílny L. Tesdorpf.

osou  $r$ . Dalekohled a kruh výškový otáčí se kolem osy vodorovné v ložiskách, jež se opět s vertikálním sloupem otáčejí kolem osy vertikální, čímž lze dalekohled zaměřiti na libovolný bod. Jedno ložisko kruhové nese 2 mikroskopy  $m$ , jež jsou od sebe vzdáleny o 180 stupňů a slouží k odečtení kruhu výškového. Podobné mikroskopy  $m'$  jsou upraveny na ose vertikální a slouží k odečtení pevného, horizontálního kruhu azimutálního  $k'$ . Pomocí šroubů  $s$  a libelly  $w$  uvedou se osy  $h$  a  $v$  ve správnou polohu horizontální a vertikální; podobně se uvedou mikroskopy  $m$  co možná přesně do

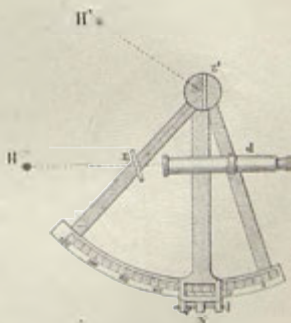
roviny horizontální a odchylka jich od této se určuje libellou  $w'$ . Pomocí svorek  $o$ ,  $o'$  se upevní v nařízené poloze dalekohledu horizontální a vertikální osa stroje, jemnější pošínování dalekohledu ve výšce a azimuthu děje se pak pomocí mikrometrických šroubů  $n$ ,  $n'$ . Obr. 92. představuje universalní

& Ertel, byl neocenitelné důležitosti pro pokrok astronomie a zásoboval veškerý německé a ruské hvězdárny po dlouhou dobu přesnými stroji měřickými, jež teprve v novější době překonal ústav Repsoldův v Hamburku.

stroj z dílny L. Tesdorpf a v Stuttgartu. Kruby mají průměr 35 a 30 cm. Přímé čtení mikroskopické dává 1 vteřinu; otvor objectivu obnáší 54 mm.

Hlavním astronomickým strojem pro cestovatele jest sextant zrcadlový aneb kruh hranolový. Stroje ty se dají velmi snadno transportovati a užívání jich jest velmi pohodlné.

Zrcadlový sextant (viz obr. 93.) skládá se z dělené šestiny kruhu, z malého dalekohledu  $d$  a dvou zrcadel  $z$  a  $z'$ , z nichž jedno  $z$  jest jen z části zrcadlem k dalekohledu obráceným a z části průhledným sklem. Dalekohled a zrcadlo  $z$  jsou pevně zasazeny na dvou poloměrech kruhového oblouku. Zrcadlo  $z'$  obrácené k prvému  $z$  dá se však s alhidadou noniovou otáčeti kol středu dělení. Průhlednou částí zrcadla  $z$  vidí se přímo hvězda  $H$  v dalekohledu a obraz hvězdy  $H'$  dvakrát odražený, jednou na zrcadlo  $z'$ , pak na dolní pravé zrcadlové části zrcadla  $z$ . Ukazuje-li nonius  $N$  alhidady na  $0^0$ , pak jsou obě zrcadla  $z$  a  $z'$  rovnoběžna a v dalekohledu jest viděti hvězdu  $H$  přímo i její obraz odražený; otočí-li se alhidada a tudíž i zrcadlo  $z'$ , pak se odrážejí obrazy jiných hvězd  $H'$  na pravé části zrcadla  $z$  a jsou tudíž v dalekohledu viditelné současně s hvězdou  $H$ . Obraz hvězdy  $H'$  bude se krýti s obrazem hvězdy  $H$  při určitém otočení alhidady. Úhlová vzdálenost hvězd  $H$  a  $H'$  rovná se tu dvojnásobnému úhlu otočení zrcadla  $z'$ . Aby se ušetřilo násobení dvěma, zařídí se dělení na oblouku kruhovém tak, aby dával ihned příslušné dvojnásobné úhly. Sextantem lze měřiti úhly téměř 120 stupňů.

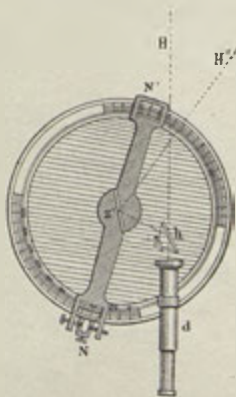


Obr. 93. Sextant zrcadlový.

U kruhu hranolového (viz obr. 94.) jest na místě zrcadla  $z$  při sextantu upraven totalně reflektující hranol  $h$ , místo šestiny obvodu kruhového užívá se pak celého kruhu; alhidada s pohyblivým zrcadlem  $z'$  má na obou koncích nonie  $N$  a  $N'$ ; odečtením obou noniů vyloučí se chyba excentricity kruhu.



Jmenované stroje zrcadlové dávají bezprostředně úhlové vzdálenosti dvou objektů. Ku měření výšek předmětů užívá se malého horizontu skleněného nebo rtuťového  $ab$  (viz obr. 95.). V tomto se zrcadlí světlý předmět (hvězda)  $H$ , jehož výšku  $v$  jest měřiti; nařídí-li se dalekohled  $D$  na umělý horizont, jest viděti předmět  $H$  ve směru  $H_1$ ; otáčením alhidady noniové se zrcadlem  $z'$  způsobí se, aby obraz  $H_1$  zakryt byl obrazem dvakráte odraženým  $H'$  (při sextantu na zrcadle  $z'$  a  $z$ ; při kruhu hranolovém na zrcadle  $z'$  a hranolu), při čemž dlužno stroj držeti vertikálně. Odečtení kruhové dává pak *dvojnásobnou* výšku předmětu  $H$ .

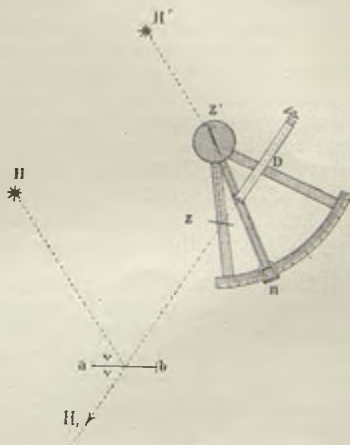


Obr. 94. Kruh hranolový.

Vynalezení sextantu připisuje se Johnu Hadley-ovi, místopředsedovi král. společnosti londýnské, jenž předložil této 13. května r. 1731. svůj nový sextant. Zdá se však, že Hadley použil při tom náčrtků a popisu Newtonova stejného stroje. Také americký sklenář Tomáš Godfrey z Philadelfie vynalezl podobný stroj reflektční (kvadrant). Hadley-ovi přísluší zásluha, že nový přístroj ten uvedl do praxe.

Podstatnou část astronomického měření tvoří časoměry, hodiny astronomické; tyto liší se od obyčejných hodin hlavně tím, že jsou dle přesných theoretických zákonů s největší dokonalostí sestrojeny a opatřeny zařízeními, jež připouštějí pokud možno nejrovnoměrnější pohyb mechanismu. Hodiny kyvadlové vyžadují pevného postavení, chronometry nebo přenosné hodiny astronomické možno přenášeti z místa na místo, aniž se ruší jejich chod. Při hodinách kyvadlových jest regulátorem hodin kyvadlo, jehož kyvy jsou stejnodobé (isochronní), pokud délka kyvadla i jeho výchvěje kyvu se nemění. Aby kyvadlo odporem vzduchu a třením v závěsu nebylo uvedeno brzo v klid, spojuje se se strojem kolečkovým (Räderwerk), jež v stálém pohybu udržuje přiměřené závaží. Stroj kolečkový uvádí v pohyb ručičky na ciferníku a řídí stálý pohyb kyvadla přístrojem, echappement (stroj napravovací) zvaným, jenž

udržuje spojení mezi strojem kolečkovým a kyvadlem, dodáváje kyvadlu při každém kyvu působením závaží dostatečný impuls. Echappement<sup>1)</sup> jest nejpodstatnější částí hodin; na vhodném a přesném zařízení jeho závisí dobrý chod, postup (Gang) hodin. Kyvadlo jest zavěšeno buď na péru (hodinovém) nebo na ostré hraně (Schneide). Na dolním konci má kyvadlo jemný hrot, jenž na oblouku stupňovém ukazuje velikost (amplitudu) kyvu. Každá změna teploty mění délku kyvadla a tím také i chod hodin. Změna (ubývání neb přibývání) teploty o  $1^{\circ}\text{C}$  příkladně urychluje neb opoždí chod hodin s kyvadlem ze železa o půl vteřiny. Vliv teploty na chod hodin se odstraňuje spojením dvou kovů (různých koeficientů roztažitelnosti) tak, aby oba kovy se v opačném směru roztahovaly, při čemž by zůstala délka kyvadla vždy táž. Nejvíce se vyskytují dva druhy kyvadel kompenzovaných (vyrovnaných), kyvadlo rtuťové a roštové. Kyvadlo rtuťové skládá se ze železné (ocelové) tyče, nesoucí válcovou skleněnou nádobu naplněnou do určité výše (asi 19 cm) rtuť. Jestliže při stoupající teplotě roztahováním se tyče těžiště kyvadla klesá, zvedá roztahující se rtuť týž bod



Obr. 95.

<sup>1)</sup> Z Echappementů (strojů napravovacích, Hemmung) jest nejrozšířenější kotvový stroj napravovací (ruhende Ankerhemmung), jež vynalezl Graham (George) (nar. r. 1675., zemř. r. 1751.) z Horsgills v Cumberlandu. Graham vyučil se hodinářství u Tompiona v Londýně, jenž sestrojil r. 1671. první hodiny kapesní s pěrem spirálovým; později provozoval Graham samostatně živnost hodinářskou a mechanickou a stal se také členem královské společnosti; jest též vynálezcem kompenzace hodin, pro astronoma Bradleya sestrojil veliký sector zenitový a sestavil r. 1715. první planetarium.

ve směru opačném. Při správné výši rtuťového sloupce, odpovídající roztažitelnosti materialu kyvadla, lze docílit úplné kompensace. Kyvadlo roštové skládá se z tyče železné (ocelové), mající na dolním okraji pásku, na níž spočívají dvě kolmé tyče zinkové, a jejich hořejší konce spojeny jsou novou páskou tak, aby jejím středem tyč železná volně procházela; do této pásky vsazeny jsou směrem dolů jiné dvě tyče železné, jež prošedše otvory v dolní pásce, spojeny jsou v koncích kratší páskou, v jejímž středu spodem jest upevněna tyč opatřená dole čoučkou kyvadla. Při rostoucí teplotě roztahují se železné tyče dolů, zinkové však podle úpravy nahoru. Jelikož koeficient roztažitelnosti zinku jest dva a půlkrát větší než koeficient železa, lze roztažení tyčí železných kompenzovati roztažením kratších tyčí zinkových.<sup>1)</sup> Kyvadlo roštové sestavil kolem r. 1722. Graham.

Doba kyvu závisí na délece kyvadla, přibývající neb ubývající v poměru druhého kořene délky. Chod hodin kyvadlových lze tudíž řídití změnou délky kyvadla, a za tím účelem dá se čoučka na tyči kyvadlové pošínovati. K malé změně chodu hodin, aniž je třeba zastavití, upravuje se na hoření části kyvadlové tyče malá nálevka, do níž se vkládá několik broků; přidáním broků se denní chod hodin urychlí, ubráním opozďuje.

Hodiny se regulují, aby udávaly buď čas střední nebo čas hvězdný. Stav, chyba nebo korekce hodin jest počet hodin, minut nebo vteřin, o který za určitou dobu časovou jsou hodiny buď napřed anebo pozadu vzhledem ke skutečnému střednímu nebo hvězdnému času. Korekce hodin se udává kladně, jsou-li hodiny pozadu, záporně, jsou-li napřed, takže vždy  $n + x$  jest střední nebo hvězdný čas příslušící udání hodin  $n$ , je-li  $x$  korekce hodin pro totéž udání hodin  $n$ . Denní postup (chod) hodin vzhledem k času střednímu nebo hvězdnému jest počet vteřin (středních nebo hvězdných), o který hodiny během 24 hodin se opozďují neb urychlují; denní postup jest tedy rozdíl korekce

<sup>1)</sup> Vzduech sousedící s kyvadlem působí také na chod hodin; přibývající hustotou vzduchu se zmenšuje urychlení tíže a zvětšuje moment setrvačnosti. Změna 1 mm v tlaku vzduchu způsobuje u výtečných hodin astronomických změnu v chodu hodin asi  $-0.01^s$ . Nejlepší hodiny astronomické mají proto také kompensaci barometrickou.

hodin během 24 hodin a čítá se rovněž kladně nebo záporně dle toho, jest-li se hodiny opozdují neb urychlují.

Absolutní hodnota denního postupu hodin jest vlastně lhostejnou: ovšem je pohodlnější pro redukcí, je-li malou veličinou. Nejdůležitější požadavek dobrých hodin jest ten, aby denní postup jich byl co možná stálým; větší nebo menší změna denního postupu hodin jest měřítkem jich jakosti. Při dobrých astronomických hodinách dosahuje změna (variací) denního postupu jen několik málo setin vteřiny; při chronometrech prvního řádu obnáší změna postupu nejvíce 0·2 vteřiny.

Chronometry mají v celku zařízení našich hodin kapesních. Hybnou sílu tvoří pružnost silného péra spirálového, jež, byvši natažením hodin svinuto, snaží se rozvinouti, a tím stroj kolečkový v pohybu udržuje. Pohyb reguluje tu setrvačnick (Unruhe, balance), kovový prsten kolem osy se otáčející, s nímž spojen jest konec jemného péra spirálového (vlásku), jehož druhý konec jest upevněn. Působením péra koná setrvačnick, uveden byv rázcem v pohyb, pravidelné kyvy kolem určité polohy, do níž se snaží spirála setrvačnick opět a opět uvéstí. Spojení setrvačnicku a stroje kolečkového děje se přístrojem echappement, jenž dodává při každém kyvu dostatečný impuls setrvačnicku, nahrazuje takto ztrátu živé síly setrvačnicku odporem vzduchu a třením způsobenou.

Ve tvaru větších hodin kapesních jsou upraveny chronometry kapesní: ve větších rozměrech se sestavují chronometry námořní nebo box-chronometry pro potřebu námořní v kompassovém zavěšení, aby při kolísání lodě stále se držely v poloze vodorovné. Těžší setrvačnick chronometrů námořních koná 4, lehčí setrvačnick kapesních chronometrů z pravidla 5 jednoduchých kyvů za sekundu.

Teplota roztahuje setrvačnick a spirálu a zmenšuje pružnost spirály: při stoupající teplotě jest doba kyvu delší a tudíž chod hodin se opozduje, poněvadž se zvětšuje moment setrvačnosti setrvačnicku a pružnost spirály současně se zmenšuje. Kompensace chronometru se dosahuje tím, že se setrvačnick skládá z různých kovů (ocele a mosaze). Během transportu mají chronometry býti pravidelně natahovány a nemají zůstatí stát; ustavičná otřásání při transportu se částečně seslabují kyvy setrvačnicku. Kompensací hodin

kapesních zavedli nejprve kolem r. 1730. angličtí hodináři Sully a Harrison.<sup>1)</sup>

K měření malých úhlů, k určení rozdílů (diferencí) slouží mikrometry; upravují se nejvíce při okularu dalekohledu a jsou hlavně u větších dalekohledů, refractorů podstatnou jich částí.

Nejjednodušší jest mikrometr kruhový (Kreismikrometer, Ringmikrometer). Je to jednoduchý ocelový prsten, umístěný v ohniskové rovině objectivu, na prstenu tom (obou kruzích prsten omezujících) pozorují se při nepohyblivém dalekohledu doby vstupu a výstupu dvou předmětů nebeských, známé hvězdy a hvězdy neznámé. Z pozorovaných dob obdržíme pak výpočtem rozdíl rectascensí a deklinací obou hvězd. Prsten jest i za tmy viditelný a nevyžaduje žádného osvětlení, za tou příčinou se velmi dobře hodí k pozorování slabých předmětů (mlhovin, vlasatic a j.); dále lze mikrometru toho užití netoliko u dalekohledů postavených parallakticky, nýbrž i jinak upravených; je pouze třeba, aby se mezi průchodem hvězd dalekohledem nehnulo.

Pro aequatorealy hodí se dobře mikrometr páskový (Kreuzstabmikrometer); jsou to dvě pásy ocelové kolmo k sobě postavené s rovnoběžnými kraji. Nejdříve se otočí mikrometr tak, aby hvězda procházejíc polem dalekohledu zůstala stále na kraji jedné pásy; postavení mikrometru se odečte na děleném kruhu spojeném s mikrometrem, načež se otočí mikrometr o 45 stupňů. Tím jest mikrometr k pozorování upraven. Z pozorovaných dob vstupu a výstupu hvězdy známé a neznámé na rovnoběžné kraje pásek vypočítáme velmi jednoduše rozdíl rektascensí a deklinací obou nebeských předmětů.

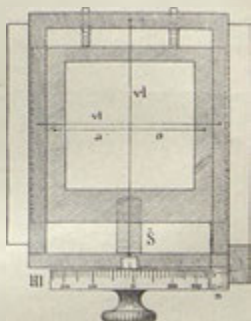
Pro veliké výhody při pozorování a při redukcí pozorování užívá se nejvíce při aequatorealu mikrometru vláknového (Fadenmikrometer). (Obr. 96.) Mikrometr ten se skládá z jemných vláken rovnoběžných a z jednoho neb více vláken k nim kolmých. Celá soustava vláken se dá otáčet kolem osy dalekohledu, můžeme tudíž rovnoběžná

<sup>1)</sup> Harrison John (nar. r. 1693, zemř. r. 1776.) z Foulby v Yorkshir, syn tesaře, přišel r. 1728. do Londýna a usadil se tu později jako hodinář. Vynalezl kolem r. 1729. chronometr („time keeper“) a zdokonalil přístroj ten podstatně, za což byl odměněn cenou 15.000 liber šterlinků, vysazenou parlamentem anglickým. Nejspíše zavedl již kolem r. 1725. (před Grahamem) také kyvadlo roštové.



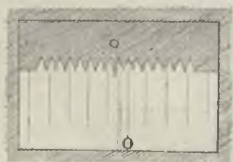
vlákna upravití ve směru denního pohybu tím, že necháme hvězdu rovníkovou (na blízku rovníku) procházeti podél jednoho vlákna a otáčíme celou síť tak dlouho, až hvězda při průchodu polem vlákna vtece neopouští; pak představuje vlákno ku předešlému kolmé (v poledníku vertikální) kruh hodinový. Necháme-li nyní procházeti polem dalekohledu hvězdu známou a neznámou a pozorujeme-li doby průchodů vláknem vertikálním, obdržíme ihned z rozdílu dob těch rozdíl rektascensí obou. Abychom mohli též určití rozdíl deklinací, pošínujeme jemným šroubem  $S$  kolmo k vláknu vertikálnímu polyblivé vlákno  $aa$ , taktéž rovnoběžné s denním pohybem. Počet celých otočení šroubu se pozoruje na upraveném měřítku  $z$  a jednotlivé oddíly otočení se odečítají na blavici  $H$  šroubu. Necháme-li pohybovati se jednu hvězdu podél některého vlákna rovnoběžného a pošíneme-li polyblivé vlákno až pokryje hvězdu druhou, obdržíme rozdíl deklinací obou hvězd, pak-li odečteme polohu šroubu a pošíneme-li polyblivé vlákno šroubem zpět, aby se krylo s vláknem, na němž probíhala hvězda první a opět polohu šroubu odečteme. Rozdíl obou odečtení (poloh) šroubu dává rozdíl deklinací vyjádřený otočeními šroubu; známe-li hodnotu jednoho otočení šroubu ve vteřinách, obdržíme pak snadno rozdíl deklinací v míře obloukové. Vlákňový mikrometr vyžaduje pravidelného přesného šroubu, menší nepravidelnosti jeho ustávají se a při zpracování pozorování se k nim přihlíží.

S vláknovým mikrometrem spojuje se při refraktorech kruh polohový (posiční, Positionskreis), jenž slouží k určení směru dvou předmětů v poli dalekohledu. Kruh ten se upravuje tak, že známka jeho ukazuje na  $0$  stupňů, pak-li rovnoběžná vlákna leží v kruhu rovnoběžném a kolmé vlákno v kruhu hodinovém; pak udává rozdíl dob vstupů dvou hvězd na vlákno hodinové rozdíl jejich rektascensí; rozdíl deklinací pak plyne z měření šroubem dle dříve udaného způsobu. Otáčením kruhu posičního můžeme však i pevné vlákno (dříve hodinové) přivést ve směr obou hvězd, a pak



Obr. 96. Mikrometr vláknový (schéma).

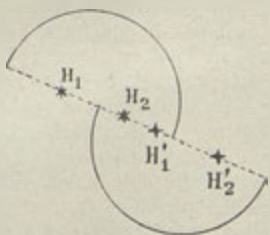
vzdálenost jich, distancí, přímo změřiti šroubem; tak obdržíme souřadnice: distancí obou hvězd a směr jich spojnice, úhel posiční. Takto se měří dvojhvězdy, t. j. určuje se distance a směr (úhel posiční) složek podvojných hvězd. Úhel posiční počítá se od severu ( $0^0$ ) na východ ( $90^0$ ), jih ( $180^0$ ) a západ ( $270^0$ ), tedy v dalekohledu (obracejícím) zdola na pravo, nahoru a na levo. Má-li aequatoreal dobrý stroj hodinový, jenž udržuje předměty stále na témž místě



Obr. 97.

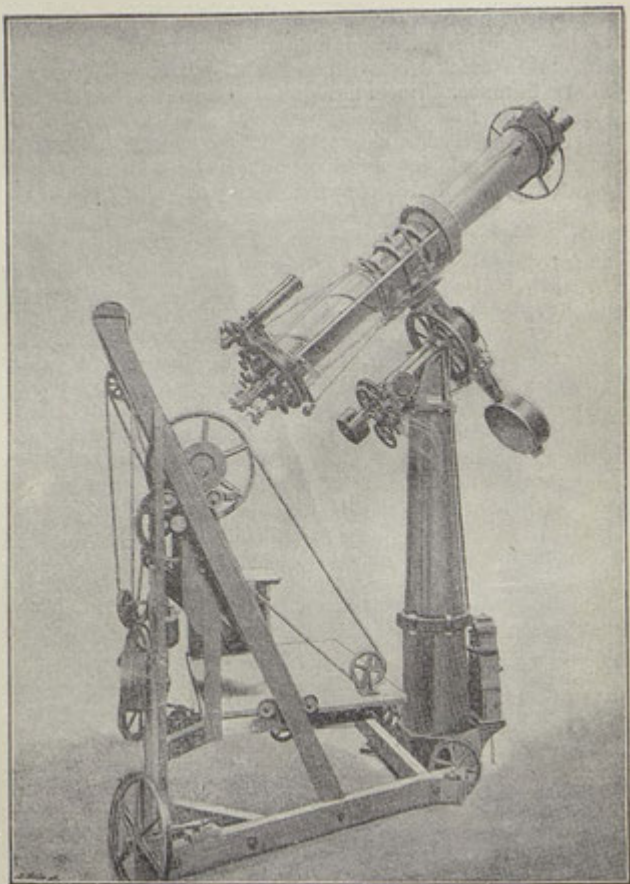
pole zorného, pak je metoda určování distance a úhly posiční předmětů velmi přesná, jednoduchá a rychlá; ovšem jest omezení měření takové jen na malé vzdálenosti v poli zorném. Mikrometr vláknový upravuje se též při strojích polednických a universalních. Při odečítacích drobnohledech (Ablesemikroscop), jež nyní pro větší přesnost všude zatlačují verniery, jsou taktéž mikrometry vláknové hlavní měřickou částí; při nich odpadá soustava pevných vláken; místo jednoduchého vlákna pohyblivého užívá se k nařízení na dílce kruhu vlákna podvojného (viz obr. 97.). V obniskové rovině drobnohledu jest stranou umístěna deska ze zubů, vzdálenost dvou zubů rovná se obvykle jednomu otočení šroubu.

Jiný mikrometr jest síť Bradleyova, při níž vlákna tvoří kosočtverec, jehož menší úhlopříčna se rovná polovici větší. Menší úhlopříčna se postaví rovnoběžně se směrem denního pohybu. Z doby vstupu dvou hvězd na vlákna lze velmi jednoduchým způsobem vypočísti rozdíl jejich deklinací a rektascensí. Zvláštního vyšetřování vyžaduje mikrometr Bradleyův v tom ohledu, tvoří-li vlákna správné úhly.



Obr. 98.

K mikrometrům při objektivěch upraveným patří nejpřesnější mikrometr vůbec, heliometr. Již Savary a Bouguer navrhli k docílení podvojných obrazů, aby se užilo dvou pohyblivých objektiv. J. Dollond změnil



Obr. 99. Repsoldův heliometr. (Dle Winterhaltera.)

r. 1753 myšlenku tu navrhnul a sestrojil jediný rozpůlený objectiv. Teprve umění Fraunhoferovu podařilo se sestrojiti v novém heliometru pro hvězdárnu v Královci

mikrometr, předělci přesností veškeré posavadní pokusy Dollondovy ano i veškeré mikrometry vláknové, hlavně tím, že strojem takovým lze měřiti pohodlně vzdálenosti předmětů až do 1 stupně. Princip pozorování jest tento: Čára objectiv půlící postaví se do úhlu posičního obou hvězd  $H$  a  $H'$ , jichž distanci a směr chceme měřiti (viz obr. 98.). Při určité poloze obou polovice objectivu vidíme obrazy hvězd  $H$  a  $H'$  a to od první polovice objectivu obrazy  $H_1$  a  $H'_1$ , od druhé polovice objectivu pak obrazy  $H_2$  a  $H'_2$ ; šroubujeme-li obě polovice objectivu tak, aby obraz  $H_2$  se kryl s obrazem  $H'_1$  aneb (při opačném šroubování) obraz  $H'_2$  se kryl s obrazem  $H_1$ , obdržíme rozdílem odečtení na příslušné stupnici pro polohy obou polovicí objectivu a to když se kryly obrazy  $H_1$  a  $H_2$  aneb  $H'_1$  a  $H'_2$  a pak když se kryly obrazy  $H_2$  a  $H'_1$  aneb  $H'_2$  a  $H_1$  vzdálenost hvězd  $H$  a  $H'$  v dílech stupnice, jež pak proměníme jako při mikrometru vláknovém v míru obloukovou.

Směr obou předmětů, t. j. úhel posiční, udává pak odečtení kruhu posičního. Tíže a teplo působí zde značně na měření a proto jest účinek obou bedlivě uvážiti při redukci měření heliometrických. Po Fraunhoferovi zdokonalil stroje ty Repsold. Obr. 99. názorným čini Repsoldův heliometr s pozorovací stolicí. Heliometr jest upraven parallakticky. Jemný pohyb v rektascensi opatřují hodiny umístěné dole vedle podstavce železného, na němž heliometr spočívá. Theorii heliometru podal Bessel r. 1841. v pojednání: „Besondere Untersuchung des Heliometers der Königsberger Sternwarte“. V novější době pojednal Hugo Seeliger o témž předmětu. Viz též výbornou populární astronomii Newcomb Engelmannovu, již bylo v této stati častěji použito.

## XI. Hvězdárny.

Budovy, v nichž na stálo postaveny byly stroje ke konání astronomických pozorování, sluly u Řeků *σκοπία*, ve středověku observatorium (observatoř) specula, uranienburg (Tycho), Stellaeburgum (Hevel, kolem r. 1680.), u Němců od polovice století 18. Sternwarte<sup>1)</sup> — u nás hvězdárna.

<sup>1)</sup> Na návrh J. S. V. Popoviče.

K docilení přesnosti nynějších pozorování astronomických vyžaduje se v prvé řadě vedle vhodného postavení strojů měřických neměnitelná pevnost. První vzor moderní hvězdárny vyhovující nynějším požadavkům vědy podala Anglie svou slavnou hvězdárnou v Greenwichi, zřízenou již ke konci 17. století. Příklad ten zůstal však dlouho osamocen. V předešlém století stavěné hvězdárny nevyhovují ani zdaleka požadavkům a principům, jež nyní za jediné správné platí.

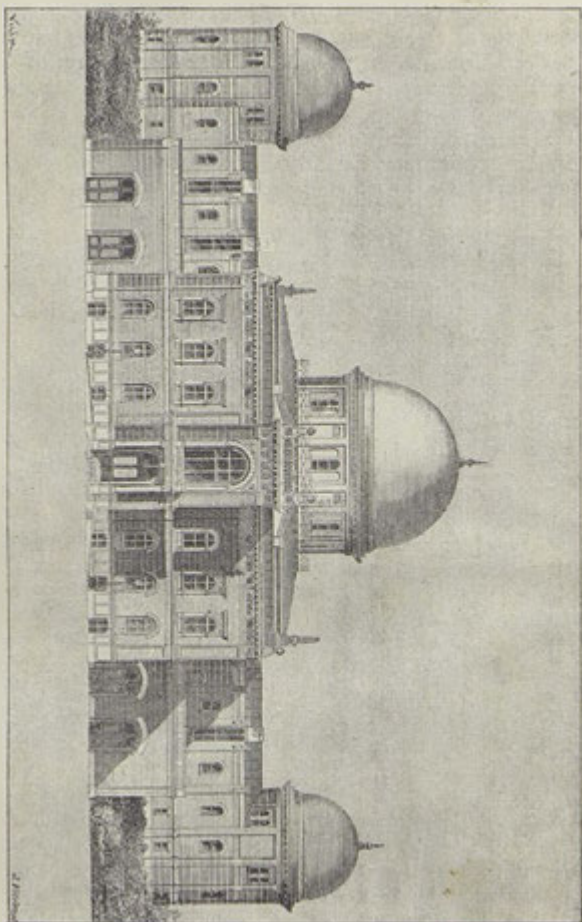


Obr. 100. Hvězdárna pulkovská.

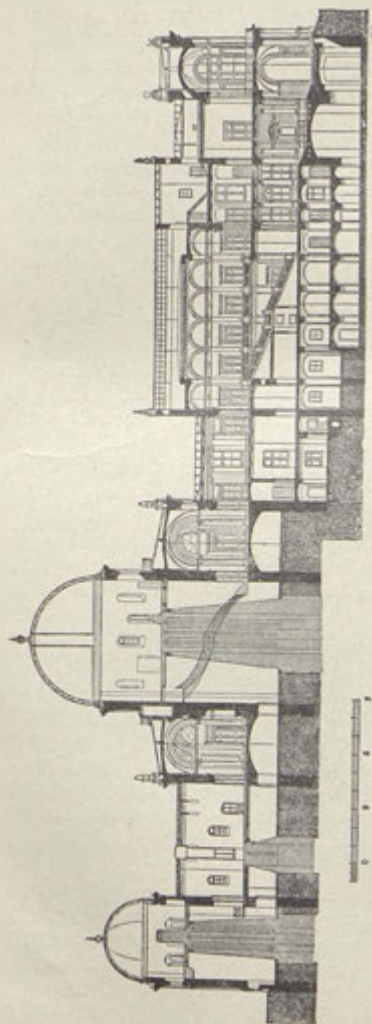
Poloha budovy musí býti prosta všech otrásání rušících každé jemnější měření, má býti vzdálena všeho umělého osvětlování svítilem, poloha ta vyžaduje dále nutného klidu, aby bylo tepy kyvadlových hodin při pozorování dobře slyšeti; hvězdárna nemá býti na blízkou dráh, silnic, zvonie, ulic atd. Rozhled v té poloze má býti na všechny strany volný, proto jest stavební místo voliti odděleně ode všech domů, staveniště má býti obklíčeno volnou, velkou prostorou stromy osázenou. Budova observatoře nemá býti vysoká (žádná věž); pilíře, na kterých se stroje umístí, musí býti



Obč. 101. C, k. brázdarna Viduška, (Die Winterhaltern.)



již od základů isolovány od ostatních zdí stavení, aby byly odloučeny od otřásání nebo nestejného oteplování se strany druhého zdiva. Sín, kde jest umístěn stroj průchodní (meridianni), má míti ve stropě širší otvor, kterým se pozorují



Obr. 102. Podélný profil hvězdárny Videašké. (Dle Winterhalter.)

průchody hvězd a jenž se po pozorování zavírá příslušnými dveřmi (záklopy); podobné zařízení má síň, kde jest umístěn stroj v prvním vertikálu. Dále se vyžaduje točivá kupole s výřezem, jenž se dá zakrýti. Výřez otočí se s kupolí ve směr, v kterém se chce pozorovati. Po pozorování musí zakrytý výřez opět úplně chrániti uvnitř kupole umístěné stroje před deštěm větrem, prachem atd. Velmi genialní jest konstrukce kupole, již Eiffel v letech 1884.—85. pro observatoř v Nizze zhotovil. Na dolní straně kupole průměru 23 m nalézá se vyhloubený prsten v rozsahu 1·5 čtverečního metru, jenž volně plave ve větší prstencovité stružce na tekutině (magnesium-chlorid) specifické váhy 1·25, jež teprve při — 40 stupních zamrzá. Tlak velikosti pouze 6 kilogrammů, působící na obvod kupole, dostačí již, aby

celou kupoli těžkou 95.000 kgr. otáčel! Soustava kladek přejímá váhu kupole při čištění, obnovování tekutiny za silného větru atd. — Rozsáhlejší pevná terrassa slouží pro pozorování pod širým nebem. Obydli astronomů a pomocníků má býti na blízku observatoře, jinak by se nemohla využítkovati mnohá jasná doba denní neb noční.

Výzbroj hvězdárny tvoří: kruh poledníkový, stroj pro první vertikál, veliký dalekohled aequatoreální, heliometr, dalekohled fotografický, hledač vlasatic, menší dalekohledy; dále dobré hodiny kyvadlové, chronometry, fotometry, stroje spektrální, chronograf; pak pomocné přístroje meteorologické a geodetické.

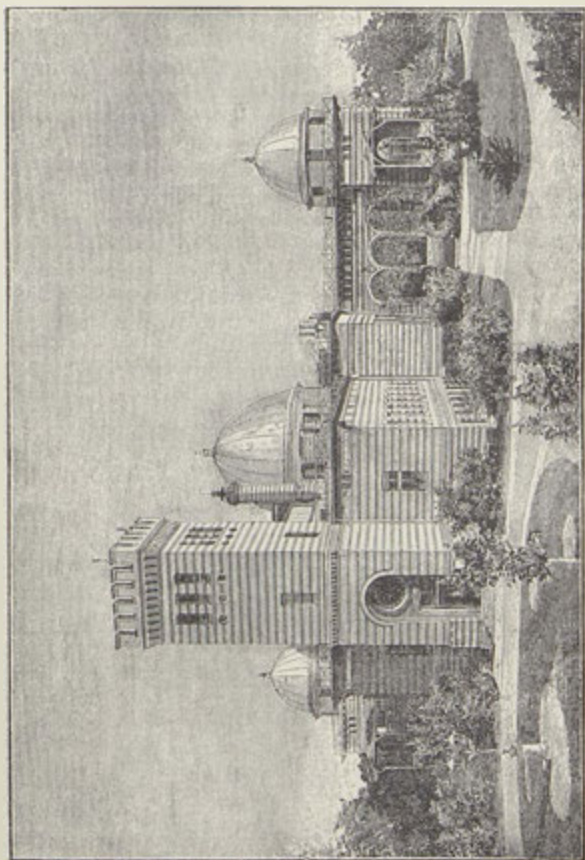
Že na hvězdárně mají býti nutné pomůcky literární, hvězdné katalogy, mapy, atlanty, rozumí se samo sebou.

Větší hvězdárny vykazují celkem tři různé systémy, hledíme-li jen k podstatným věcem uspořádání budovy. System prvý staví všechny místnosti (pozorovací, byty, kanceláře, knihovnu atd.) vedle sebe; tím vzniká dlouhé stavení, jehož osa stojí kolmo na poledník; system druhý řadí pozorovací místnosti k sobě ve způsobu kříže, jehož jedno rameno se prodlužuje pro místnosti k obývání. Typ první znázorňuje hvězdárna Pulkovská (Pulkovo) u Petrohradu, vystavená dle návrhu W. Struveho od architekta Brüllova (dokončená r. 1839. viz obr. 100.). Staveniště daroval car, stavba a zařízení hvězdárny stálo skoro 1 million zlatých. Roční důchod hvězdárny obnáší 18.000 zl., z čehož připadá 6000 zl. k účelům vědeckým. Pravidelný status hvězdárny tvoří řídítel, 4 adjunkti, tři astronomové (mimořádní), inspektor, mechanik se 6 pomocníky, truhlář se 4 dělníky a 8 sluhů.

Typ druhý repraesentuje c. k. universitní hvězdárna Vídeňská (Währing viz obr. 101. a obr. 102.), vystavená dle návrhu K. z Littrow architekty Fellnerem a Helmerem (v letech 1874.—1878.). Stavba a zařízení hvězdárny stálo 1 million zl.

Typ třetí, repraesentovaný hvězdárnou Strassburskou, má tři úplně oddělená stavení, a to stavení pro refractor, stavení pro stroje průchodní a obydlí úředníků; tato tři stavení jsou spojena chodbami. Ústavy astrofysikální mají jednotlivé observatoře vzájemně od sebe a od bytů oddělené bez spojovacích chodeb. Za příklad slouží astro-

fysikální ústav v Postupimi (viz obr. 103.) a hlavně hvězdárna v Nizze.



Obr. 103. Astrofysikální ústav v Postupimí, (Die Winterhaltern.)

V novější době se zřizují hvězdárny na vysokých kopcích, příkladně hvězdárna L i c k o v a na Mount Hamiltonu v Californii, neboť zde jest vzduch čistější a průhled-

nější než na místech nižších, ovšem jest často obtížno za nepohody, hlavně pak v zimě, se postarati o prostředky spojovací a potravní zásoby astronomů, kteří takto velice trpí.

Největším ústavem státním ve věku novém byla hvězdárna Pařížská, již vystavěti dal král Ludvík XIV. r. 1667. od Claude Perraulta. Hvězdárna Greenwichská byla založena r. 1675. hlavně ku podporování účelů námořní plavby. Král Bedřich I. dal zbudovati hvězdárnu v Berlíně za tím účelem, by se Prusko stalo nezávislé na cizozemských spisovatelích kalendářů. Stará jest též hvězdárna Kodaňská. Ve století 18. vznikla celá řada astronomických ústavů státních v Petrohradě, ve Vidni, v Oxfordu, Gothě, Palermu, Toulousu, Dublině, Marseili atd. Na začátku století 19. čítalo se již asi 150 observatoří, počet jich vzrostl nyní přes 200, hlavně přírůstkem hvězdáren v zemích mimoevropských, hlavně amerických. Vedle ústavů státních vznikly i četné ústavy soukromé, věnující se pěstování vědy královské. Anglie jest domovem velkých hvězdáren soukromých.



## XII. Zeměpisné určování míst.

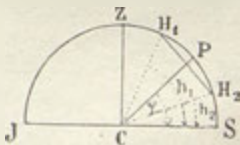
Zeměpisná poloha místa na zeměkouli stanoví se zeměpisnou šířkou (polární výškou) a délkou; za vhodné východisko čítání šířek podává příroda rovník; pro délky musí se východisko zvoliti, za které byl vyhlášen na základě konference evropského měření zasedající r. 1883. v Římě a mezinárodního kongresu washingtonského z r. 1884. poledník greenwichský jako první všeobecný, základní poledník, od něhož se délky čítají od 0 do 180 stupňů na východ kladně a na západ záporně. Toto zjednotnění udávání délek má pro zemězpyt podstatné výhody; v astronomii určují se hlavně rozdíly délek a volba poledníku prvého jest celkem lhostejnou. Zeměpisnou polohu míst lze určití jen na základě astronomických pozorování; veškerá data složená v seznamech míst neb mapách zemi opírají se o měření astronomická.

Zeměpisná šířka místa na zeměkouli odpovídá deklinaci hvězd na kouli nebeské, rektascenci hvězd na této odpovídá pak na zeměkouli zeměpisná délka, čítaná



od některého zvoleného poledníku. Od zeměpisné šířky liší se šířka geocentrická (též zlepšená, verbesserte Breite, zvaná), jež se rovná úhlu mezi přímkou spojující místo zemského sferoidu se středem téhož a rovníkem, kdežto zeměpisná šířka se rovná úhlu mezi tížnicí (normalou) místa a rovníkem. Oba pojmy splývají pro kulovitý tvar země; pro tvar země sferoidické se liší oba úhly v maximu při zeměpisné šířce 45 stupňů o  $11\frac{1}{2}'$ , zeměpisná šířka jest vždy větší než šířka geocentrická, pro rovník a póly se rovná zeměpisná šířka šířce geocentrické; astronomická pozorování dávají šířku zeměpisnou.<sup>1)</sup>

Kdyby náhodou stála hvězda přesně na místě nebeského pólu, pak bychom zaměřením na hvězdu a odečtením alhidady kruhu výškového u stroje polednikového neb universalního obdrželi úhel, jež svírá směrnice s horizontem, tedy výšku pólu toho místa. Takové hvězdy však nestává, tak zvaná polárka ( $\alpha$  Ursae minoris) jest dosti ( $1\frac{1}{2}^\circ$ ) vzdálena od nebeského pólu; proto nelze určití přímo polární výšku místa. Nepřímým způsobem lze ustanoviti důležitou tuto veličinu několika způsoby, z nichž nejvýznamnější uvedeme. Budiž (viz obr. 104.)  $Z$  zenitem,  $P$  pólem v polednikové rovině  $JS$  místa  $C$ . Pozorujme výšku hvězdy circumpolární v horní kulminaci, tedy úhel  $H_1CS = h_1$  a výšku v dolní kulminaci, tedy úhel  $H_2CS = h_2$ . Úhel  $H_1CP =$  úhlu  $PCH_2$ , tetiva  $H_1H_2$  je kolma ku  $CP$ . Máme tedy tyto dvě rovnice:  $h_1 - \varphi = H_1CP$  a  $\varphi - h_2 = PCH_2$  a tudíž  $h_1 - \varphi = \varphi - h_2$  aneb  $\varphi = \frac{h_1 + h_2}{2}$  t. j. výška pólu (polární výška místa) se rovná arithmetickému průměru výšek při hoření



Obr. 104.

<sup>1)</sup> Je-li  $a$  velkou poloosou eliptického poledníku místa (poloměrem rovníku) a  $b$  malou poloosou téhož (poloměrem polárním), budou geocentrická šířka  $\varphi'$  a zeměpisná šířka  $\varphi$  místa souviseti rovnici:

$$\varphi' = \varphi - \frac{N}{\sin 1''} \sin 2\varphi + \frac{1}{2} \frac{N^2}{\sin 1''} \sin 4\varphi - \dots$$

kdež jest  $N = \frac{2a}{1+n^2}$  a  $n = \frac{a-b}{a+b}$ . Pro hodnoty Besselovy:  $a = 3272077.14$  tois a  $b = 3261139.33$  tois bude  $\varphi' = \varphi - 690.65'' \sin 2\varphi + 1.16'' \sin 4\varphi$ .

a dolením vrcholení hvězdy circumpolární. Tento způsob určování polární výšky míst byl již Arabům znám, později bylo však naň zapomenuto a teprve Brahe a Rothmann kolem r. 1580. opět jej známým učinili.

Pozorovaná výška v rovině poledníkové hvězdy známé deklinace dává bezprostředně polární výšku místa ze známých relací:  $90 - h = \varphi - \delta$  pro hvězdy jižní aneb  $90 - h = \delta - \varphi$  pro hvězdy severní a  $90 - h = 180 - (\varphi + \delta)$  pro severní hvězdy v kulminaci dolní. Methody této se nejvíce užívá v praxi, hlavně nautické. Strojem měřicím se změří výška předmětu nebeského při jeho vrcholení.

Rovněž lze měřením výšky hvězd mimo rovinu poledníkovou určit polární výšku míst. Měříme-li výšku  $h$  hvězdy známé deklinace  $\delta$  v úhlu hodinovém 6 hodin, obdržíme (z trojúhelníku sférického pravoúhlého zenit-pól-hvězda) ihned  $\sin \varphi = \frac{\sin h}{\sin \delta}$ . Měříme-li v prvním vertikalu výšku  $h'$  hvězdy deklinace  $\delta'$ , obdržíme  $\sin \varphi = \frac{\sin \delta'}{\sin h'}$ . Obdobně lze z měřené výšky známé hvězdy mimo poledník obdržeti polární výšku místa.

Již Horrebow a Tobias Mayer a později samostatně kapitán Talcott navrhli k určení polární výšky míst měření rozdíl dvou zenitových distancí (vzdáleností)  $z, z'$  hvězdy deklinace  $\delta$  jižně a hvězdy deklinace  $\delta'$  severně od nadhlavníku vrcholící. Ze známých rovnic pro hvězdu jižně vrcholící:  $z = \varphi - \delta$ , pro hvězdu severní  $z' = \delta' - \varphi$ , plyne vzorec  $\varphi = \frac{1}{2}(\delta + \delta') + \frac{1}{2}(z - z')$ . Rozdíl  $z - z'$  měří se mikrometricky bez užití dělených kruhů buď na zvláště upraveném passážniku lomeném neb na zvláštním stroji, k tomu účelu sestrojeném, dalekohled zenitový (zenittelescop) zvaném.

Eudoxus hleděl stanovit polární výšku míst z doby východu a západu slunce neb hvězd. Uplynulá doba  $t$  mezi těmito momenty jest úměrna dennímu oblouku  $s$  nebeského tělesa, jenž souvisí se šířkou  $\varphi$  rovnicí  $t \eta \varphi = -\cos s \cotg \delta$ . Máme-li ohled na refrakci a poloměr slunce, lze upotřebením dobrých hodin dosáhnouti výsledku dosti přibližného.

Olaus Römer byl první, jenž navrhl určovati zeměpisnou šířku  $\varphi$  místa z doby mezi východním a západním průchodem hvězd prvním vertikalem. Methoda ta byla hlavně Bessellem vytištěna a dává velmi přesné výsledky.

Rozdílem délek dvou míst na zeměkouli rozumíme úhel, jež tvoří poledníky obou míst při pólu neb oblouk rovníku ležící mezi oběma poledníky. Úhel ten se rovná též rozdílu místních časů obou míst v témž absolutním okamžiku. Značí-li  $u_v$  a  $u_z$  dobu v témž absolutním okamžiku, již ukazují hodiny na obou místech a značí-li dále  $x_v$  a  $x_z$  opravu hodin oproti příslušnému času místnímu, bude  $u_v + x_v$  a  $u_z + x_z$  správný čas místní v témž absolutním okamžiku a tudíž rozdíl délek  $L$  obou míst bude:

$$L = (u_v + x_v) - (u_z + x_z) \text{ aneb}$$

$$L = (u_v - u_z) + (x_v - x_z),$$

počítá-li se délka kladně ve směru od západu na východ.

Ze vzorce plyne, že jest třeba k určení rozdílu délek dvou míst jednak přesného určení času ke stanovení stavu (oprav) hodin proti času místnímu a k určení denního chodu hodin, jednak určení rozdílu místních časů v témž absolutním okamžiku.

K ustanovení rozdílu místních časů v témž absolutním okamžiku lze užití ukazů nebeských, jež možno viděti na všech místech země (kde vůbec jsou viditelné) v témž okamžiku. Takovými ukazy jsou zatmění měsíce a družic Jupiterových. Při vstupu měsíce do stínového kužele zemského odnímá se skutečně měsíci sluneční světlo; začátek i konec zatmění a vstupy kráterů neb moří měsíce do stínu zemského budou viditelné v témž okamžiku na všech místech země, kde jest měsíc nad obzorem. Úkazy ty nezjevují se však okamžitě (náhle) následkem nenáhlého přechodu polostínu ve hlavní stín; proto pozorování ukazů takových postrádá žádoucí přesnosti. Při zatměních měsíce jest stín zemský na kotouči měsíčním špatně ohraničen, čímž vznikají při odhadování doby ukazů rozdíly až několika minut u různých pozorovatelů. Větší přesnosti připouští pozorování první družice Jupiterovy; při užití stejně silných dalekohledů od pozorovatelů obou stanic a při upotřebení stejného počtu vstupů a výstupů trabantu ze stínového kužele Jupiterova lze se dopřítí určení rozdílu délek obou míst na několik sekund.

S větší přesností se dá určovati okamžik zmizení letavie, proto navrhl Benzenberg k určení rozdílu délek pozorování ukazů těch. Výhodnější jest však pozorování pozemských signálů umělých. Leží-li obě místa, jichž

délkový rozdíl určujeme, tak blízko u sebe, že se signály dané na jednom z nich neb dané na mezistanici na obou místech vidí, pak dává rovnice pro pozorování každého signálu hodnotu rozdílu délek obou míst. Methoda ta jest velmi přesnou, signály mohou rychle za sebou následovati a mohou se několik dnů po sobě opakovati. Zprvu navrhovaly se za takovéto umělé signály ohně noční, jež se příslušnými zařízeními v určitých přestávkách zakrývaly. Zakrytí ohně značilo společný signál obou míst. Jiné signály, jako rakety, zablesknutí z děl a podkopů, se neosvědčily jako ohně noční. Nejjednodušším prostředkem ku signálům jest zapálení určitého množství střelného prachu za doby noční. Oheň vznikne a zmizí tak náhle, že lze začátek úkazu, záblesk, odhadovati až na desetinu vteřiny.

Za dne užívá se k dávání signálů heliotropu, přístroje, jímž lze paprsky sluneční naříditi rovinným zrcadlem směrem k určenému vzdálenému bodu, na němž se vidí ve směru paprsků obraz slunce; zakrýváním zrcadla zmizí okamžitě obraz ten a okamžik zmizení slouží jako signál. Světlo heliotropické jest za příznivých poměrů ovzduší viděti pouhým okem ještě ve vzdálenosti 40—70 kilometrů, v dalekohledu pak až na vzdálenosti 100 a více kilometrů. Při větší vzdálenosti obou míst, jichž rozdíl délek jest určití, vkládají se mezistanice (body), na nichž se dávají signály. Methoda ta jest velmi přesná a užívalo se ji dříve bojně hlavně k účelům geodaetickým.

Zkušenost nás poučila, že různí pozorovatelé pojímají dobu určitého úkazu různě, tedy ne v též okamžiku (momentu). Rozdíl obou časových momentů, v kterých dva pozorovatelé začátek úkazu, na př. průchod hvězdy vlásky, neb záblesk signálu pozorují, nazývá se osobní chybou obou pozorovatelů; velikost její leží obyčejně mezi 0 a několika málo desetinami vteřiny, může však dostoupiti celé vteřiny neb více. Osobní chyba dvou pozorovatelů jest rovna rozdílu absolutních chyb osobních pozorovatelů, to jest rozdílu obou momentů, v nichž pozorovatel úkaz pojme a v kterém úkaz skutečně nastal.

Vliv osobní rovnice se vymýfuje při methodě signálové k určování rozdílu zeměpisných délek dvou míst, vymění-li pozorovatelé na konečných stanicích mezi prací svá místa; při tom se ovšem předpokládá, že osobní rovnice se nezmění po dobu celé práce.

Jiný způsob určovati rozdíl délek dvou míst jest přenášení času z jednoho místa na druhé přenosnými hodinami, *chronometry*. Na místě  $A_v$  (na východě) se určí přesně stav  $x_v$  chronometru vzhledem k času místnímu a denní chod chronometru  $g$  (v 24 hodinách); na to se přenese chronometr na stanici (místo)  $A_z$  (na západě) a určí se zde opět přesně stav  $x_z$  vzhledem k času místnímu; jest pak pro dobu hodin  $u_z$  příslušný čas místní v  $A_z$ :  $T_z = u_z + x_z$  a v  $A_v$  příslušný čas místní  $T_v = u_v + x_v + (u_z - u_v)g$ , kdež jest  $u_z - u_v$  uplynulá doba mezi dobami  $u_v$  a  $u_z$ , vyjádřená dny o 24 hodinách. Odečtením obou rovnic obdržíme rozdíl délek  $L$  obou míst:

$$L = T_v - T_z = x_v - x_z + (u_z - u_v)g$$

Výraz ten se nemění, přeneseli-li se chronometr ze stanice západní  $A_z$  na východní  $A_v$ , jen rozdíl  $u_z - u_v$  stane se záporným. Předpokládá se, že chod chronometru se nezmění při přenášení, což se však ve skutečnosti neděje. W. Struve navrhuje proto po první cestě z  $A_v$  do  $A_z$  druhou výpravu s chronometry ve směru opačném, před tím se určí bezprostředně ještě stav chronometrů proti místnímu času v  $A_z$  a na stanici  $A_v$  se opět ustanoví stav chronometrů proti místnímu času v  $A_v$ . Uspořádají-li se nejméně 3 cesty (sem a tam), vyloučí se z větší části chyba vznikající tím, že chronometr mění během transportu chod.

Rozdíl délek dvou míst se určí s velikou přesností, upotřebí-li se celé řady chronometrů na několika cestách vždy střídavě v opačných směrech vykonaných. Na konečných stanicích se srovnávají chronometry s hodinami hlavními, jichž stav a chod se určuje přesnými pozorováními na strojích průchodních. Stav hodin musí se ovšem opravit pro osobní rovnice pozorovatelů.

Nejjednodušším způsobem určení osobní rovnice dvou pozorovatelů jest pozorování průchodů hvězd (*passáží*) na stroji průchodním (*Passageninstrument*) tak, že jeden pozorovatel pozoruje průchody hvězd na vláknech před středním vlákem umístěných, druhý pak průchody na vláknech z a středním vlákem se nalézajících. Převědou-li se pozorované doby na dobu středního vlákna a utvoří-li se pak průměry  $t_A$  a  $t_B$  příslušné pozorovatelům  $A$  a  $B$ , pak jest  $t_A + p_A = t_B + p_B$ , z čehož plyne  $P_{AB} = p_A - p_B = t_B - t_A$ , kdež  $p_A$  a  $p_B$  jsou osobní chyby pozorovatelů  $A$  a  $B$ .



Dobře jest ustanoviti průchody hvězd oběma pozorovateli též v opačném pořádku. Obdobně určuje se osobní rovnice při pozorování signálů,  $t_A$  a  $t_B$  značí tu pozorované doby téhož signálu na týchž hodinách a témž místě při pozorovateli  $A$  a  $B$ . Osobní rovnice  $P_{AB}$  mezi dvěma pozorovateli jest kladnou, odhaduje-li pozorovatel  $A$  vstupy hvězd na vlákna (signály) později než pozorovatel  $B$ . Bessel byl první, jenž poznal příčinu rozdílů jevících se mezi odhadovanými dobami různých pozorovatelů při témž stroji. Maskelyne<sup>1)</sup> seznal sice již r. 1795., že pomocník jeho Dr. Kinnebrook si navykl pozorovati passáže hvězd na vláknech stroje průchodného o 0·5 až 0·8 sekundy později než on, nepoznal však pravou příčinu rozdílu toho, domnívaje se, že Kinnebrook se řídí při pozorování zvláštním, nepravdivým způsobem, a byl ve své domněnce potvrzen shledav, že rozdíl dob při odhadování passáží mezi nim a assistentem se časem mění. I jiní pozorovatelé snažili se zjev ten vysvětlovati chybným způsobem pozorování. Bessel vyšetřoval bedlivě úkaz ten a shledal ze srovnání pozorování svých a současných pozorování astronoma Walbecka v r. 1820. rozdíl v odhadování passáží 1·4<sup>s</sup> (ve smyslu Bessel méně Walbeck); obdobně dala srovnání dob mezi:

Besselem a Argelandrem (B. — A )	rozdíl	1·22 <sup>s</sup>
Besselem a Struvem	(B. — St.)	„ —0·04 (r. 1814,8)
„ „ „	(B. — St.)	„ —0·80 (r. 1821,1)
„ „ „	(B. — St.)	„ —1·02 (r. 1823,5)
„ „ „	(B. — St.)	„ —0·77 (r. 1834,5);

mění se tedy osobní rovnice časem.

Cestující a plavec námořní určuje svými jednoduchými prostředky délky přesně na 10<sup>s</sup> až 15<sup>s</sup>, kteréžto hodnoty rovnají se dle připojené tabulky (str. 235.) na rovníku 5—7 *km*, v šířce 50<sup>0</sup> (v Čechách) 3½—5 *km*. Z toho se poznává, jak důležitá byla snaha některých vlád (hlavně britské) v předešlém století, kdy veškeré metody, o které se opíralo stanovení roz-

<sup>1)</sup> Maskelyne Nevil (nar. r. 1732. v Londýně, zemř. r. 1811.), doktor bohoslovi. R. 1761. odebral se ku pozorování přechodu Venuše před sluncem na ostrov St. Helena a r. 1763. ku zkoumání nových chronometrů Harrisonových na Barbadoes; r. 1765. stal se kr. astronomem v Greenwichi a dal r. 1767. podnět k vydávání světových astronomických efemerid Nautical Almanac zvaných; r. 1774. určoval na hoře Shehallien společně s Hutonem hutnost země.

dílu délek, byly daleko nejistější než nyní, aby se hodinové stroje (chronometry) co nejvíce zdokonalily. Parlament anglický vypsal za tou příčinou ceny 10.000—20.000 Liber šterlingů za nejlepší metody k určování délky na moři. Část ceny byla přirknuta Harrisonovi za jeho zásluhy o zdokonalení časoměrů. Stroje časoměrné se pak dále zdokonalovaly; chod dobrého chronometru jest nyní tak pravidelný, že se liší od vypočteného chodu při plavbách mezi Europou a severní Amerikou nejvýše o 10 vteřin. Proto se užívá na moři téměř výhradně chronometrů z dílen dobrých; časoměry ty se napřed zkouší po delší dobu v ústavech spojených s hvězdárnou a přesnost jich chodu se stvrzuje vysvědčeními

Míra délková příslušící 1<sup>s</sup> v délce.

Zeměpisná šířka	1 <sup>s</sup> rozdílu délky na rovnoběžníku	Zeměpisná šířka	1 <sup>s</sup> rozdílu délky na rovnoběžníku
10	463.7 <sup>m</sup>	81	72.8 <sup>m</sup>
10	456.8	82	64.8
20	436.0	83	56.7
30	402.0	84	48.6
40	355.8	85	40.6
50	298.7	86	32.5
60	232.5	87	24.3
65	196.5	88	16.2
70	159.1	89	8.0
75	120.4	90	0.0
80	80.8		

Nejpřesnějším a současně nejjednodušším způsobem k určení délky dvou míst jest metoda telegrafická, která byla nejprve provedena ve spojených státech severoamerických chronografem. Značí-li pro týž okamžik  $U_v$  a  $U_z$  hodinové časy na místě východním a západním a jsou-li  $x_v$  a  $x_z$  opravy hodin vzhledem k času místnímu, pak jest rozdíl délek  $L$  obou míst určen rovnicí:

$$L = (U_v - U_z) + (x_v - x_z)$$

a tudíž roven součtu rozdílů dob hodinových a oprav hodin pro týž absolutní okamžik platících. Jedná se tedy o to, určití oba rozdíly  $U_v - U_z$  a  $x_v - x_z$ .

a) Rozdíl korekce hodin zjedná se snadno pozorováním doby vrcholení jedné a téže hvězdy na obou stanicích na strojích průchodních. Jsou-li  $T_v$  a  $T_z$  hodinové doby vrcholení hvězdy,  $\Delta T_v$  a  $\Delta T_z$  k nim příslušné korekce hodin,  $\alpha$  pak rektascense hvězdy, jest  $\alpha = T_v + \Delta T_v = T_z + \Delta T_z$  a tudíž  $\Delta T_v - \Delta T_z = T_z - T_v$ . Korekce hodin nevztahují se však na týž absolutní okamžik, nýbrž platí pro doby vrcholení hvězdy na obou místech, doby vrcholení jsou však různé o rozdíl délek. Je-li  $y_v$  a  $y_z$  (hodinový) chod hodin na stanici východní a západní a zvolí-li se doba hodin  $T_v$  za okamžik, na nějž se mají obě korekce hodin vztahovati, bude  $x_v = \Delta T_v$  a  $x_z = \Delta T_z - Ly_z$  ( $L$  vyjádřeno v hodinách) a jest tudíž  $x_v - x_z = \Delta T_v - \Delta T_z + Ly_z = T_z - T_v + Ly_z$  a konečně  $L = (U_v - U_z) + T_z - T_v + Ly_z$ .

b) Rozdíl  $U_v - U_z$  hodinových časů na obou stanicích pro týž absolutní okamžik, tedy příkladně pro dobu hodin  $T_v$  na stanici východní se stanoví elektrickým telegrafem, a to způsobem dvojím. Zvláštním zařízením učiní se buď rozdíl  $U_v - U_z$  přesně roven nulle aneb se rozdíl ten určí telegraficky bezprostředním srovnáním hodin na obou stanicích. Metoda prvá slove metoda registrující, zapisující (Registrirmethode), metoda druhá metoda signálová — koincidenční (Signal-Coincidenzmethode).

Při metodě zapisující spojí se obě stanice telegraficky; na jedné stanici se vloží do spojení hodiny se strojem registrujícím (chronografem). Pozorovatelé na obou stanicích registrují doby vrcholení týchž hvězd na chronografu, t. j. odhadují doby ty na týchž hodinách. Jest to případ, jakoby hodiny na obou stanicích ukazovaly stejně a měly týž postup; v tomto případě by v každém okamžiku  $U_v - U_z = 0$  a  $y_v = y_z = y$  a tudíž  $L = T_z - T_v + Ly$ . Z proužku chronografu se dostanou hodnoty  $T_z$  a  $T_v$ , člen  $Ly$  jest korekce délky  $L$  vzniklá chodem (postupem) hodin  $y$ .

Jsou-li hodiny a registrující stroj na stanici východní, pak se registrují pozorované doby průchodů hvězd na stanici západní pro určitou, ač velmi velikou, rychlost elektrického proudu na stanici východní o něco později než skutečně byly pozorovány. Bude tedy  $T_z$  a proto také  $L_v$  větší o dobu  $\tau$ , již proud elektrický potřebuje, aby proběhl spojení od stanice západní se stanicí východní a správná délka obou stanic bude  $L_v - \tau$ .

Přeložením hodin a chronografu na stanici západní,

budou se opět pozorované doby průchodů hvězd na stanici v ý c h o d n í registrovati na chronografu o dobu proudu  $\tau$  později, takže rozdíl délek  $L_x$  bude o tuto dobu  $\tau$  menší; správná hodnota rozdílu délek bude pak  $L_x + \tau$ . Průměr  $\frac{L_1 + L_2}{2} = L$  jest nezávislý na době proudu, doba proudu  $\tau$  pak se rovná  $\frac{1}{2}(L_1 - L_2)$ . Odvozená hodnota rozdílu délek dvou míst musí se opravit pro osobní rovnici obou pozorovatelů aneb se vliv osobní rovnice vyloučí vzájemnou výměnou pozorovatelů.

Co se týče podstaty telegrafické metody signálové a koincidenční, odkazujeme na odborné knihy, později uvedené.

Jiné metody určení rozdílu délek míst spočívají v úkazech, které se různým pozorovatelům na různých místech země jeví sice v různých dobách absolutních, jich rozdíl závisí však na rozdílu délek míst těch. Tak lze upotřebiti zatmění slunce, pokrytí hvězd neb oběžnic měsícem, přechodů vnitřních oběžnic Merkura a Venuše k stanovení rozdílu délek míst, kde se příslušná pozorování konala.

Největší důležitost v ohledu praktickém má metoda stanovení rozdílu délky z měření distancí (vzdáleností) planet neb jasnějších hvězd od měsíce. Podstatu metody naznačil již J. Werner a Petr Apian. Prakticky ověřil metodu Gemma Frisius r. 1540. určiv délku svého bydliště Löwen vzhledem ke Krakovu pomocí změřené distance hvězdy  $\beta$  Scorpii od okraje měsíce. O sto let později vynalezl metodu tu, na niž se zatím zapomnělo, znovu astronom francouzský Morin.<sup>1)</sup> V astronomických ročnících (efemeridách) hlavně v „Nautical Almanacu“ udává se pro určité doby denní vzdálenost okraje (vlastně středu) měsíce od určitých hvězd (normálních<sup>2)</sup> neb planet pro poledník, jenž jest vzat za základ efemerid; chceme-li nyní určití rozdíl délky nějakého místa a délky poledníku efemeridy, zvolíme si některou hvězdu normální a změříme přístrojem (sextantem) vzdálenost hvězdy od měsíce pro místní čas  $t$  a vyhledáme pak z efemeridy dobu  $t_1$ , pro kterou by tutéž distancí<sup>3)</sup> obdržel pozorovatel na poledníku efemeridy umi-

<sup>1)</sup> Morin J. Baptiste (nar. r. 1583. ve Villefranche v Beaujolais; zemř. r. 1656.) původně lékař a astrolog, od r. 1630. professor matematiky v Paříži; spojil dalekohled se stroji měřickými.

<sup>2)</sup> Normální stálice jsou:  $\alpha$  Arietis, Aldebaran, Pollux, Regulus, Spica, Antares,  $\alpha$  Aquilae  $\alpha$  Pegasi, Fomalhaut.

<sup>3)</sup> Měřenou distancí dlužno předkem opravití od vlivu chyb.

stěný, rozdíl  $+(t_1 - t)$  dává hledanou délku místa. Matematicky vzdělanému čtenáři doporučujeme k poučení o zeměpisném určování míst spisy:

J. Herr. Lehrbuch der sphärischen Astronomie in ihrer Anwendung auf geographische Ortsbestimmung. (Videň 1887.)

A. Savitsch. Abriss der praktischen Astronomie vorzüglich in ihrer Anwendung auf geographische Ortsbestimmung. Lipsko 1879. Původní spis ruský, německý překlad od C. F. W. Peterse.

W. Jordan. Grundzüge der astronomischen Zeit und Ortsbestimmung. Berlin 1885.



### XIII. Parallaxa.

K určení vzdálenosti bodu  $C$  od bodu  $A$ , (viz obr. 105.) již nelze bezprostředně měřiti, volí si pozorovatel nejprve základnu (Standlinie)  $AB$ , jejíž vzdálenost přesně zná a měří úhel  $BAC$  a úhel  $ABC$ .

Řešením trojúhelníku  $ABC$  obdrží snadno jak  $AC$  tak i kolmou vzdálenost bodu  $C$  od volené základny.



Obr. 105.

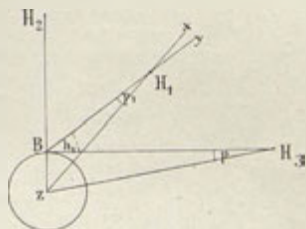
Je-li vzdálenost předmětu  $C$  od  $A$  příkladně země tak velká, že jest k určení rozdílu úhlu  $CAB$  a  $ABC$  voliti základnu velmi dlouhou, tak aby délka její se dala srovnati s velikostí poloměru zemského, pak nelze ovšem přímo měřiti základnu trojúhelníka  $AB$ , t. j. spojnicí obou pozorova-

vacích míst  $A$  a  $B$ , nýbrž délka základny musí se odvoditi na základě měření geodaetických.

Hipparch zavedl pro úhel, pod kterým bychom z určitého tělesa viděli poloměr zemský, název parallaxa tělesa onoho. Ve výkresu našem by byl úhel  $ACB$  parallaxou tělesa (hvězdy)  $C$ , kdyby úhel  $CAB$  byl pravý, a  $AB$  poloměr zemský. Je-li známa parallaxa  $p$  hvězdy, jest též známa vzdálenost  $E$  hvězdy od středu země v jednotkách poloměru zemského; jest totiž  $E = \frac{1}{\sin p}$ .



Novější astronomie definuje všeobecněji parallaxu jako úhel, o který by se zdánlivá poloha tělesa na nebi změnila, kdyby pozorovatel na povrchu země zaměnil své místo se středem zeměkoule. V poloze hvězdy  $H_1$  (viz obr. 106.) při výšce  $h_1$  jest úhel  $BH_1Z$  parallaxa hvězdy  $H_1$ , již nazýváme parallaxou výškovou. Hvězdu v nadhlavníku jest viděti z bodu  $Z$  (středu země) a z místa  $B$  v témž bodě  $H_2$ , parallaxa výšková rovná se tu nulle; je-li však hvězda v obzoru  $H_3$ , jest výšková parallaxa úhel  $p$ , v poloze  $H_1$  pak úhel  $p_1$ ; ze středu země jest viděti hvězdu  $H_1$  ve směru  $Zx$ , z místa pozorovatele  $B$  vidi se však ve směru  $By$



Obr. 106.

Je-li těleso na obzoru, jest výšková parallaxa tělesa největší, úhel  $p_0$  nazýváme pak parallaxou horizontální, parallaxa horizontální se určí rovnicí

$\sin p_0 = \frac{a}{\Delta}$  1), kdež jest  $a$  vzdálenost pozorovatele od středu země a  $\Delta$  vzdálenost tělesa od země. Pokud pokládáme zemi za kulovitou, potom jsou horizontální parallaxy těles nezávislé na místě pozorovacím, neboť všem místům přísluší stejné vzdálenosti od středu zemského; považujeme-li však zemi za rotační ellipsoid, zůstane horizontální parallaxa hvězdy při téže vzdálenosti stálou veličinou jen na témž kruhu paralelním, roste s ubývající šířkou místa a největší hodnoty nabývá na rovníku, kde jest poloměr zemský největší. Horizontální parallaxu pro rovníková místa nazýváme rovníkovou horizontální parallaxou (aequatoreální horizontální parallaxou) tělesa. Pojmy: aequatoreální horizontální parallaxa a zdánlivý poloměr aequatoreální tělesa se vzájemně doplňují; jeť aequatoreální horizontální parallaxa tělesa nebeského zdánlivý poloměr rovníkový země a naopak jest zdánlivý rovníkový poloměr tělesa nebeského pro pozorovatele na tělese tomto rovníková horizontální parallaxa země. Je-li vzdálenost tělesa, jehož rovníková parallaxa se rovná  $p$ , od země  $\Delta$  a je-li  $a$  rovníkový poloměr země, pak platí mezi těmito veličinami vztah:

$\Delta = \frac{a}{\sin p} \dots 2)$  aneb je-li  $p$  malé:  $\Delta = \frac{a}{p \sin 1''}$ . Připojená tabulka udává ihned pro danou parallaxu  $p$  (rovníkovou horizontální<sup>1)</sup> tělesa nebeského vzdálenost téhož  $\Delta$ , při čemž jest za základ vzata Besselova hodnota  $a = 6377397 \cdot 15$  metrů = 859·43664 zeměpisných mil pro poloměr země.

$p$	$\Delta$		
	v poloměrech zemských	v zeměpisných milích	v kilometrech
30	19·08	16399	121696
10	57·29	49237	365361
3'	1145·92	984846	7307957
1'	3437·75	2954526	21923805
30''	6875·50	5909052	43847610
20''	10313·25	8863578	65771415
10''	20626·50	17727156	131542830
9·0''	22918·26	19696840	146158700
8·9''	23175·83	19918150	147801000
8·8''	23439·16	20144490	149805000
8·7''	23708·61	20376030	151198600
8·6''	23944·28	20612970	152956790
8·5''	24266·44	20855475	154756281

Poněvadž dráha země jest ellipsa, bude se parallaxa slunce během roku stále měniti, parallaxa příslušející průměrné vzdálenosti slunce od země slove střední parallaxou sluneční.<sup>2)</sup>

Příslušnou parallaxu sluneční pro určitou vzdálenost země od slunce si snadno odvodíme ze střední parallaxy sluneční a naopak. Je-li  $D$  střední vzdálenost od země, bude

<sup>1)</sup> Tuto rovníkovou parallaxu horizontální budeme dále krátce nazývat parallaxou.

<sup>2)</sup> Vztah parallaxy sluneční  $\pi$  ku střední (průměrné) parallaxe sluneční  $\pi'$  vyjadřuje vzorec

$$\pi = \pi' \cdot \frac{\cos \varphi^3}{1 + \sin \varphi \cos v}$$

kdež  $\varphi$  jest úhel výstřednosti (výstřednost dráhy zemské  $e = \sin \varphi$ ) a  $v$  pravá anomálie dráhy země.

střední parallaxa sluneční  $\pi$  určena rovnicí  $\sin \pi = \frac{a}{D} \dots 3$ ). Vyloučením hodnoty  $D$  z rovnice 1. a 2. plyne:

$$\sin p_0 = \frac{q}{a} \sin p$$

aneb vyjádříme-li  $q$  v jednotkách hodnoty  $a$ :

$$\sin p_0 = q \sin p \dots 4),$$

kteroužto rovnici jest vyjádřena horizontální parallaxa  $p_0$  tělesa nebeského pro místo pozorovací, jehož poloměr jest  $q$ , rovníkovou parallaxou horizontální  $p$  tělesa. Vyloučením hodnoty  $a$  z rovnice 2. a 3. plyne dále:  $\sin p = \frac{D \cdot \sin \pi}{D}$

aneb vyjádříme-li vzdálenost  $D$  v jednotkách střední vzdálenosti země od slunce ( $D = 1$ )...  $\sin p = \frac{\sin \pi}{1} \dots 5$ ), kterážto rovnice vyjadřuje vztah mezi rovníkovou parallaxou horizontální  $p$  tělesa nebeského ve vzdálenosti  $D$  a mezi střední rovníkovou parallaxou horizontální slunce.

Známe-li střední parallaxu sluneční, vypočteme si dle rovnice 5) ihned parallaxu jiného tělesa nebeského. Proto jest základní úlohou astronomie co nejpřesněji stanovití střední parallaxu sluneční. Tuto pak obdržíme, ustanovíme-li zdánlivá pošinutí, jež změnou pozorovacího místa vznikají v místech slunce neb oběžnic; methoda ta stanoví geometricky pošinutí v místech slunce neb oběžnic (měření parallaktická) liší se od druhé metody fysikální, jež určuje stanovení veličin (úhlových) úplně nezávislých na místu pozorovatele na základě určitých mechanických a fysikálních veličin, jež souvisí s parallaxou sluneční.

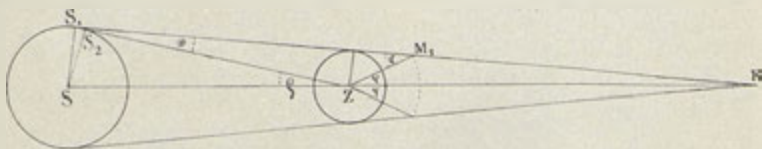
Geometrické methody k určení parallaxy sluneční jsou tyto: Aristarch ze Samu (kolem r. 270. př. Kr.) byl první, jenž vymyslel vědeckou methodu k určení vzdálenosti slunce a popsal v pojednání,<sup>1)</sup> jež jediné se od něho zachovalo.

Aristarch volil si za základnu vzdálenost měsíce od země ( $\odot$ ) a měřil úhel při zemi  $\alpha$ , kdy současně bylo viděti slunce i měsíc. Úhel při měsíci  $\beta$  mění se nepřetržitě od novoluní do úplňku mezi 180 a 0 stupni, jest 90° v době prvé a poslední čtvrti v okamžiku, kdy prochází ro-

<sup>1)</sup> *Περὶ μεγεθῶν καὶ ἀποστημάτων ἡλίου καὶ σελήνης* (O velikostech a vzdálenostech slunce a měsíce) v. R. Wolf. Geschichte der Astr.

vina světelné meze okem pozorovatele, při čemž se mez světelná jeví jako přímka dělicí kotouč měsíce ve 2 stejné části.

Změří-li pozorovatel právě v okamžiku této „dichotomie“ úhel  $\alpha$  mezi směrem k měsíci a k slunci, může z trojúhelníku  $\odot \odot \delta$ , v němž jsou dány: základna  $\odot \delta$ , úhel  $\alpha$ , úhel  $\beta = 90^\circ$ , určití vzdálenost slunce v jednotkách vzdálenosti měsíce od země. Aristarch shledal pro úhel  $\alpha$  hodnotu  $87^\circ$ , z čehož plyne dále pro vzdálenost slunce (see  $87^\circ$ ) hodnota: 19krát větší než vzdálenost měsíce od země (ve skutečnosti jest 400krát větší). Methoda Aristarchova jest sice ze stanoviska theoretického správná, ve skutečnosti však padá obtížemi při provádění; nelze ani přibližně po-



Obr. 107.

znati okamžik, kdy světelná mez na měsíci jest přímkou, chyba 1 hodiny v posouzení doby dichotomie způsobuje při úhlu  $\alpha$  změnu přes  $\frac{1}{2}$  stupně, kterážto změna má opět ve hledané vzdálenosti slunce v zápětí chybu o 3 vzdálenosti měsíce. Dále jest úhel při zemi v době dichotomie  $89^\circ 51'$  (a nikoli  $87^\circ$ ).

Methoda Hipparchova (viz obr. 107.).  $S$  jest střed slunce,  $Z$  střed země,  $K$  vrchol stínového kužele, jež vrhá země. Budiž dále  $\odot$  poloměr země, jak se pozoruje se slunce, a  $\odot$  též poloměr, jak se pozoruje s měsíce, kteréž hodnoty nazýváme parallaxami slunce a měsíce. Je-li dále  $\varphi$  úhel, pod kterým ze středu země bychom viděli poloměr slunce  $SS_2$  a  $2\varphi$  úhel opsaný průvodičem měsíce během zatmění měsíce (v kuželi stínovém), pak plyne z obrazce

$$\odot + \odot = \varphi + \varphi$$

Poněvadž  $S_2$  bude velmi blízko bodu  $S_1$ , bude  $\varphi$  zdánlivý poloměr sluneční, praví tedy vzorec předcházející, že součet parallaxy slunce a měsíce se rovná součtu

zdánlivého poloměru slunce a zdánlivého poloměru stínu zemského ve vzdálenosti měsíce.

Úhel  $\varphi = 15'$  určil Hipparch ze vzdálenosti, ve které umístil před oko malý terč, aby týž slunce právě zakrýval. Úhel  $\varphi$  určil Hipparch z doby trvání zatmění měsíce.

Hipparch předpokládal rovněž, že jest slunce 19krát dále od nás vzdáleno než měsíc, tedy  $\odot = 19 \odot$  a obdržel takto rovnici:  $20 \odot = 15' + 10 \cdot 800' \cdot \frac{t}{U}$ .<sup>1)</sup>

Hipparch určil na základě vlastních pozorování dobu zatmění  $t = 150$  minut a za dobu oběhu  $U = 39186$  minut, takže jest  $20 \odot = 15' + 41' = 56'$ , tudíž  $\odot = 3'$  hodnota pro parallaxu sluneční,  $\odot = 57'$  hodnota pro parallaxu měsíce. Z těchto hodnot plyne pro vzdálenost země od slunce 1200, pro vzdálenost země od měsíce 59 poloměrů zemských. Tyto hodnoty Hipparchovy pro parallaxu slunce a měsíce platily za správné až do dob Keplerových; nicméně neustávaly snahy různých astronomů starého i středního věku hodnoty ty znova určit. Posidonius určil vzdálenost slunce rovnou 13000 poloměrů zemských a tudíž  $\odot = 16''$ ; Dimashqui (ze Syrie, 1254? – 1327) ustanovil dokonce dle R. Wolfa pro parallaxu slunce hodnotu  $9 \cdot 9''$ , která se liší od nynější hodnoty pouze o  $1''$ .

Kepler velmi pochyboval o správnosti parallaxy sluneční, jak ji Hipparch stanovil, a vyzval proto ve svých efemeridách na rok 1619. astronomy, aby určili znova dle způsobu Aristarchova hodnotu tu, poněvadž po vynalezení dalekohledu se dal již přesněji určovati příslušný úhel. Gottfried Wendelinus pozoroval skutečně r. 1650 na Majorce častěji úhlovou vzdálenost mezi sluncem a měsícem za doby kvadratury a našel hodnotu  $89^0 45''$ , kteráž vedla dle metody Hipparchovy k hodnotě  $14''$  pro sluneční parallaxu. Podobně pozoroval Riccioli<sup>2)</sup> a uveřejnil výsledky r. 1651. a 1665. v „Almagestum novum“ a v „Astronomia reformata“; hodnota Riccioliho byla dvakráte tak velká jako Wendelinova hodnota. Značný pokrok jest znamenati v tom,

1) Je-li  $U$  doba oběhu měsíce,  $t$  doba trvání zatmění měsíce v minutách, jest  $2\varphi = \frac{360^0 \cdot t}{U}$  anebo  $\varphi = \frac{18^0 \cdot t}{U}$

2) Riccioli Giov. Battista nar. r. 1598. ve Ferraře, zemř. r. 1671. v Bologni, jezuita, učitel na různých kolegiích náboženských, pilný pozorovatel a spisovatel, odpůrce učení Koperníkova.



že se velikost parallaxy sluneční udávala od doby té jen na sekundy.

Nejsprávnější odhadnutí parallaxy sluneční ze století 17. podal Christian Huygens, jenž ji odvodil na základě hypotese o pravděpodobné velikosti země. Dalekohled dovo-luje určití zdánlivé průměry planet, p o m ě r y členů soustavy sluneční jsou dle třetího zákona Keplerova známy a jest tudíž velmi snadnou úlohou určití zdánlivé velikosti všech planet od slunce vyjímajíc zemi samu. Huygens soudil, že velikost země jest uprostřed velikosti sousedních planet Venuše a Marta a vzal za průměr zemský střed známých průměrů Venuše a Marta. Průměr Marta vzal Huygens rovný  $\frac{1}{100}$  průměr Venuše  $\frac{1}{81}$  průměru slunce a proto zvolil Huygens za průměr země hodnotu  $\frac{1}{162}$  průměru slunce. Průměr slunce vidíme však se země ve střední vzdálenosti od slunce v úhlu  $30' 30''$ , obnáší tudíž velikost střední vzdálenosti slunce od země 113 průměrů slunečních; vezme-li se průměr zemský za jednotku, obnáší vzdálenost slunce od země  $111 \times 113 = 12543$  poloměrů země, kterážto hodnota odpovídá parallaxe slunce rovné  $8.2''$ . Ve skutečnosti jest zdánlivý průměr Marta  $9.3''$  (nikoli  $11''$ ), Venuše  $17.5''$  (nikoli  $22''$ ), průměr země jest pak větší než průměr Venuše; že výsledek Huygensův přece tak blízek byl pravdy, toho příčina je ta, že nedokonalé dalekohledy tehdejší ukazovaly oběžnice daleko většími.

Nyni sezna-lo se, že nelze přímým způsobem určití parallaxu slunce. K nepřímému určení vzdálenosti slunce zvolila se proto oběžnice, jež se může zemi velmi přiblížiti a jejíž elementy dosti dobře známe. V přizemí kdy planeta je zemi nejbliže, změří se parallaxa její  $p'$ ; z theorie od-vodí se vzdálenost planety od země vyjádřená jednotkami vzdálenosti slunce od země, z měřené parallaxy  $p'$  pro vzdálenost planety od země  $d$  se pak vypočte parallaxa příslu-šící vzdálenosti jednotky t. j. střední parallaxa sluneční  $\pi$ , ze srovnalosti  $\pi : p' = d : 1$ . Z oběžnic, jež někdy přijdou zemi blíže než slunce a tudíž vykazují daleko větší paral-laxu, jsou v první řadě Venuše a Mars. V nejpříznivějším případě obnáší (největší) parallaxa Venuše  $33''$  a Marta  $24''$ , na dvou nejvíce od sebe vzdálených místech země liší se proto místa Venuše o více než o 1 minutu, místa Marta pak o  $\frac{3}{4}$  minuty a jsou tudíž 4 respec. 3krát větší než zdánlivá pošinutí slunce na týchž místech pozorovacích.

Při měření tak malých úhlů užívá se s velikým úspěchem mikrometrů a konají se pozorování rozdílová (differenciální), jimiž se určuje relativní parallaxa t. j. rozdíl parallax dvou nebeských těles téměř v stejném směru ležících. Tak se srovnává Mars se sousedními stálicemi a určuje se rozdíl rektascensí a deklinací mezi Martem a hvězdami, jež slouží ku porovnání.

Methody té užili nejprvé francouzští astronomové. R. 1671. vyslána byla expedice vedená Richerem<sup>1)</sup> do Cayennu, na ostrov blízko břehu Amerického, kdež r. 1672. byla konána četná určování míst Marta a hvězd sousedních za doby opposice Marta; současná (korrespondující) pozorování konali v Paříži Dominik Cassini a Olaus Römer. Rozdíl obou míst Marta (v Paříži a na Cayennu) na tentýž okamžik převedený, dává parallaxu Marta. Z diskusse všech pozorování odvodil Cassini pro parallaxu sluneční hodnotu  $9.5''$ , z níž plyne vzdálenost země od slunce 21.600 poloměrů zemských.

Podruhé bylo metody té užito od Lacaille-a r. 1751. při pobytu jeho na mysu Dobré naděje; souborá pozorování Marta a sousedních hvězd konali v Evropě: v Berlíně Lalande, v Greenwichi Bradley, v Bologni Zenotti, v Paříži Cassini de Thury, v Štokholmu Wargentin a v Toulouse Garipuy a Darquier. Ze 57 párů souborých pozorování plynula hodnota parallaxy Marta  $26.8''$  pro den opposice, z čehož plyne pro parallaxu sluneční  $\pi = 10.2''$ . Metoda byla opakována r. 1832. na mysu Dobré naděje od Hendersona, souborá pozorování Marta a hvězd sousedních obstaraly v Evropě hvězdárna Greenwichská a Altonská, výsledek pro parallaxu sluneční byl:  $9.03''$ .

Metoda pozorování Marta jest velmi způsobilou k určení parallaxy sluneční a užívá se jí až podnes, za zvláště pří-  
nivých poměrů polohy Marta. Příklad-li doba opposice Marta na dobu, kdy Mars jest v přísluní své dráhy, pak jest Mars zemi nejbliže, vzdálenost jeho od země rovná se pak 0.37 poloměru dráhy zemské, kdežto v době, kdy připadá opposice do odsuní, jest vzdálenost Marta od země skoro dvakrát větší. V periodě asi 16 let vyskytují se takové nejbližší




<sup>1)</sup> Richer Jean (nar. r. 16... , zemř. r. 1696. v Paříži) na své cestě do Cayennu dokázal ubývání tíže k rovníku. O životě velmi málo známo.

opposice Marta, při nichž parallaxa Marta obnáší  $23''$ ; chyba  $0.1''$  v této způsobuje v parallaxe slunce chybu  $0.03''$ . V říjnu 1862. vyskytla se výhodná oposice Marta; hvězdárna Washingtonská a Upsalská na severní polokouli a nová hvězdárna Santiago de Chile na jižní polokouli konaly soudobě pozorování Marta a sousedních hvězd. Hall zpracoval pozorování ta a odvodil pro parallaxu sluneční hodnotu  $8.84''$ . Winnecke navrhl přímá pozorování Marta a sousedních hvězd na kruzích průchodních a podal podobný plán pozorování. Dle Winneckova plánu byla vykonána četná pozorování Marta a sousedních hvězd na různých místech Evropy a Severní Ameriky, na hvězdárně Kapské a v Santiagu de Chile (na polokouli jižní). Z pozorování odvodil Winnecke pro parallaxu sluneční hodnotu  $8.96''$ , Stone  $8.94''$  a S. Newcomb  $8.85''$ . Následující výhodné oposice Marta v r. 1877. bylo taktéž s úspěchem použito k určení parallaxy sluneční dle plánu Winneckova. Downing obdržel zpracováním pozorovacího materialu v Leidenu a Melbourne hodnota  $\pi = 8.96''$ .

Dominik Cassini navrhl k určení parallaxy pozorování Marta jen na jednom místě za příznivých oposic v různých úhlech hodinových. Mikrometrickým srovnáním Marta a sousedních hvězd před a po vreholení v značných úhlech hodinových obdrží se při vhodně voleném místě pozorovacím velmi přesná hodnota parallaxy sluneční. Methody Cassini ho užili vedlé starších astronomů Bond v Cambridgei (Amerika), jenž odvodil  $\pi = 8.60''$ , r. 1877 pak pozoroval Gill na ostrově Ascensionu heliometrem a odvodil  $\pi = 8.78''$  a Maxwell Hall na Jamaicae měřil téhož roku mikrometricky Marta a sousední hvězdy a odvodil nejpravděpodobnější hodnotu sluneční parallaxy  $\pi = 8.789''$ .

J. Galle navrhl k určení parallaxy některé z četných malých planet obíhajících mezi Martem a Jupiterem za příznivé oposice současnými měřeními rozdílovými na severních a jižních hvězdárnách. V nejpríznivějších případech jest parallaxa planetoid jen  $11''$  neb  $10''$ , tedy jen málo větší než parallaxa slunce; za to jsou planetoidy pouhé body, jež se dají se stejně světlymi body, stále velmi pohodlně a jistě srovnávat, daleko přesněji než Mars neb Venuše, při nichž pozorování jest velmi obtížné a při nichž výpočet vyžaduje, aby se vzal zřetel na průměr, fási, zvětšení

průměru (následkem irradiace) a na rozdíl světlosti mezi planetou a stálci.

Způsob pozorování jest týž, jako při pozorování Marta; měří se denně rozdíly deklinací mezi planetoidou a dvěma hvězdami, z nichž jedna jest severně, druhá pak jižně od oběžnice, jedna ji předchází, druhá následuje. Pozorování planetoidy Flory  konaná r. 1873. na různých hvězdárnách severní a jižní polokoule dala dle výpočtu Gallova hodnotu  $\pi = 8.87''$ . R. 1889. bylo metody Gallovy užito při planetoidách Victoria  a Sappho .

Jako při Martu lze i při planetoidách určit denní parallaxu na jednom místě a z toho dále parallaxu slunce. Takto obdrželi Lindsay a Gill na Mauritiu z pozorování denní parallaxy planetoidy Junony hodnotu  $\pi = 8.77''$ .

K určení parallaxy sluneční jest zvláště způsobilou oběžnice Venuše, jež může v dolní konjunkci býti zemi  $11\frac{1}{2}$ krát blíže než Mars za nejpříznivější oppoſice. Lacaille určil 1751 na mysu Dobré naděje za dolní kulminace místa Venuše, k nimž příslušná místa (5) určená v Greenwichi dala pro sluneční parallaxu hodnoty  $9.8''$ — $11.4''$ . Poněvadž Venuše v konjunkci jest slunci velmi blízkou, mohou se pozorování konati jen velmi krátký čas, krátce před východem slunce aneb na západě bezprostředně po západu slunce za soumraku, kdy jest jen málo viditelných stálic na blízku Venuše; mikrometrická měření Venuše jsou proto velmi nesnadná, absolutní měření místa oběžnice jsou pak velmi nejistá, poněvadž nejsou dokonale známy vlivy refrakce na místa oběžnic stojících blízko obzoru; mimo to má Venuše v konjunkci podobu malého srpů a lze tudíž jen jediný okraj oběžnice měřiti a místo tohoto jest převést na střed kotouče, což vyžaduje přesné znalosti zdánlivého poloměru oběžnice.

Pro přesnější ustanovení míst Venuše jest třeba pozorovati planetu v době, kdy se nalézá ve větší úhlové vzdálenosti od slunce. Proto navrhl Ch. Gerling (nar. r. 1788, zemř. r. 1864.) pozorování Venuše v době, kdy zdánlivě stojí (kdy jest stationérní), pak jest parallaxa Venuše přece ještě třikrát větší než parallaxa slunce a větší než největší parallaxa Marta; větší úhlová vzdálenost od slunce připouští také přesnější ustanovení místa; malý zdánlivý pohyb za doby zdánlivého stání planety činí počtáře pak méně závislým na theorii pohybu oběžnice.

Gillis pozoroval dle návrhu Gerlingova Venuši v Chile, kdy zdánlivě stála: poněvadž nebyla Venuše současně pozorována na severní polokouli, zůstal návrh Gerlingův bez výsledku.

Nejznámější způsob, určití parallaxu sluneční, jest pozorovati přechody Venuše před sluncem. V pravidelných dobách opakují se přechody dolních oběžnic Merkura a Venuše před sluncem; tehdy ukazují nám oběžnice svou tmavou část a jeví se na kotouči slunečním jako černé terče, jež se srovnávají přímo se sluncem; na různých stanicích pozorují se doby, kdy kraje oběžnice dotýkají se krajů slunce a ustanovují se relativní místa oběžnic na kotouči slunečním vzhledem k těmto krajům. Merkur vzdálen jest od země při dolní konjunkci průměrně o 0·613, Venuše pak o 0·277 jednotek střední vzdálenosti země — slunce. Jsou-li tedy  $\pi$ ,  $\pi'$ ,  $\pi''$  parallaxy slunce, Merkura a Venuše při dolní konjunkci, bude  $1 : 0·613 : 0·277 = \pi' : \pi'' : \pi$  aneb  $\pi' = 1·6\pi$ ,  $\pi'' = 3·6\pi$ . Při přechodu dolní planety před sluncem pozoruje se relativní pošnutí oběžnice vzhledem k slunci a obdrží se z toho rozdíl parallax oběžnice a slunce. Z uvedených rovnic plyne však, že  $\pi' - \pi = 0·6\pi$ ,  $\pi'' - \pi = 2·6\pi$ . Levé strany rovnic plynou z pozorování, pravá strana rovnic učí, že pozorování přechodu Merkura jest k určení  $\pi$  daleko nepříznivější než pozorování přechodu Venuše; chyba levé strany při přechodu Merkura má v zá-pětí chybu  $\frac{5}{3} = \frac{5}{3}$  krátě větší v určení  $\pi$ , kdežto při přechodu Venuše vzniklá chyba působí 4krátě příznivěji na určení  $\pi$ . Proto neužívá se přechodů Merkura před sluncem k určení parallaxy sluneční. Přechody dolních planet před sluncem mohou jen tehdy nastati, když se dolní planety nalézají velmi blízko u přímky spojující slunce a zemi, t. j. když jsou blízko uzlů svých drah. Délka uzlu výstupného obnáší pro Merkura  $46\frac{1}{2}^0$  (asi), pro Venuši  $75^0$ ; přímka uzlová protíná tudíž zdánlivou kouli nebes v bodech, jichž délky jsou pro Merkura  $46\frac{1}{2}^0$  a  $226\frac{1}{2}^0$ , pro Venuši  $75^0$  a  $255^0$ . Slunce má délky  $46\frac{1}{2}^0$  a  $226\frac{1}{2}^0$  kolem 6. května a 9. prosince, délky  $75^0$  a  $255^0$  kolem 6. června a 9. září. Přechod Merkura před sluncem může tedy nastati jen v první polovici května a října a přechod Venuše před sluncem jen v červnu a prosinci.

Doba oběhu Merkura jest kratší než doba oběhu Venuše; proto vyskytnou se častěji přechody Merkura než Venuše



před sluncem. Doby přechodu Merkura opakuji se v 7, 13 a 33 rocích, přechody Venuše před sluncem se opětuji v periodě 243 roků a to vždy po  $105\frac{1}{2}$ , 8,  $121\frac{1}{4}$  a 8 letech. Kdyby nebylo sklonu drah Merkura neb Venuše k ekliptice, pak by nastal při každé dolní konjunkci přechod oběžnice před sluncem. Připojený seznam přechodů Venuše před sluncem podává názor, jak vzácné jsou úkazy ty; pro pět století jsou data tato:

1518. červen	2.		1769. červen	3.	<i>S</i>
1526. "	1.		1874. prosinec	9.	<i>S</i>
1631. prosinec	7.	<i>S</i>	1882. "	6.	<i>J</i>
1639. "	4.	<i>J</i>	2004. červen	8.	<i>J</i>
1761. červen	6.	<i>J</i>	2012. "	6.	<i>S</i>

*S* a *J* značí severní neb jižní tětívu, již popisuje Venuše na kotouči slunečním.

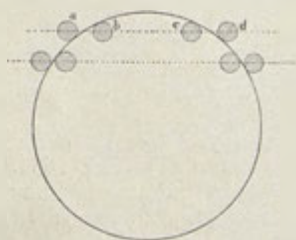
Kepler první určil dle zlepšených tabulek oběžnic přechod Venuše před sluncem na den 6. prosince 1631.<sup>1)</sup> Přechod Venuše počal v Evropě teprv po západu slunce a skončil ještě před východem slunce, tak že nemohl býti pozorován. Následující přechod (o 8 let později) vůbec nebyl předpověděn pro nedokonalost tabulek pohybu Venuše; pouze mladý Angličan Jeremiáš Horrox, kněz, soukromý milovník astronomie, shledal, srovnávaje vlastní pozorování Venuše s místy, jež udávaly tehdejší tabulky, že se snad dá očekávati přechod Venuše před sluncem dne 4. prosince 1639. Horrox skutečně také viděl Venuši krátce před západem slunce na kotouči slunečním. Kepler předpověděl také následující přechod Venuše pro r. 1761. na 6. června. Halley teprve poukázal k tomu, že lze určití vzdálenost slunce z pozorování přechodu Venuše na velmi vzdálených místech země. Myšlenku tu pojal Halley r. 1677. při pozorování přechodu Merkura před sluncem na ostrově Sv. Heleny a obšírně odůvodnil ve dvou pojednáních.<sup>2)</sup>

Pozorují-li přechod Venuše před sluncem dva pozorovatelé, jeden na polokouli severní, druhý na polokouli

<sup>1)</sup> Ve spise: „Admonitio ad curiosos rerum coelestium. Lipsiae 1629.“

<sup>2)</sup> „De visibili conjunctione inferiorum planetarum cum sole. Philosophical Transactions Vol. 17.“ a „Methodus singularis, quae Solis parallaxis, ope Veneris intra Solem conspiciendae tuto determinari poterit“, tamže r. 1716.

jižní, uvidí na př. pozorovatel jižní, že Venuše probíhá kratší drahou *abcd*, severní pozorovatel však delší (dolejší obr. 108.). Halley odporučil proto, aby různí pozorovatelé opatření dalekohledy a časoměry určili si *dobu přechodu Venuše před kotoučem slunečním*; z rozdílů dob těch na různých stanicích lze snadno určití rozdíl parallax Venuše a slunce a z toho pak i parallaxu sluneční. Pozorovatel má přesně určití tyto 4 okamžiky; první vnější dotyk *a*) a první vnitřní dotyk *b*) při vstupu Venuše, pak při výstupu Venuše druhý vnitřní dotyk *c*) a druhý vnější dotyk *d*). Mimo kotouč sluneční



Obr. 108.

není (obyčejně) Venuše, obracující zemí tmavou část, viděti, proto jest ustanovení prvního zevnějšího dotyku, hlavně užije-li se slabých dalekohledů, velmi nejisté; proto odporučoval Halley po zkušenostech nabytých při pozorování Merkura r. 1677. na Sv. Heleně pozorovati a určovati pouze dotyky vnitřní, jichž přesnost ustanovil na 1 časovou vteřinu, takže doba

přechodu odvozená z dotyků vnitřních by byla zajištěna asi na 2 .

Doby přechodů se různí vlivem parallaxy pro různá místa o 20 až 25 minut, z čehož plyne, že lze rozdíl parallax určití aspoň na jednu šestisetinu a tedy parallaxu slunce ještě přesněji.

Josef Mikuláš De l'Isle <sup>1)</sup> navrhl určití parallaxu z *dob vstupů neb výstupů* Venuše do kotouče slunečního, pozorovaných na místech vhodně volených. V okamžiku, kdy na určitém místě vstoupí Venuše před sluneční kotouč, nebudou místa *východní* vstup Venuše ještě viděti, pro místa *ta* stojí Venuše ještě na západě od slunce a naopak vidí-li pozorovatel na místě *východním* výstup, pak pro tento okamžik na stanici *západní* již Venuše dříve vy-

<sup>1)</sup> Joseph Nicolas Delisle (nar. r. 1688. v Paříži, zemř. r. 1768. tamže), trávil leta 1725.—47. v Petrohradě, kamž ho doprovázel mladší bratr Louis, aby společně procestovali nejsevernější části Ruska a určili jich zeměpisné polohy. Joseph a bratři Guillaume i Louis byli velmi zasloužili zeměpiscei.

stoupila z kotouče slunečního. Z toho jest patrné, že metoda ta vyžaduje přesné známosti zeměpisné délky stanovišť pozorovatelů, aby pozorované místní časy vstupů neb výstupů se mohly převést na dobu voleného poledníku. Metoda Delislova vyžaduje jen pro krátkou dobu buď při vstupu aneb výstupu Venuše oblohy jasné.

Halley se klamal při svých úvahách, domnívaje se, že přechod Venuše před sluncem jest jednoduchý, dotkový úkaz geometrický, kdežto ve skutečnosti jest to velmi složitý úkaz skládající se z celé řady zjevů, jež závisí jednak na dalekohledu, jednak i na oku pozorovatelově; výsledek toho jest však, že doby přechodů jsou nejisté až o 2 minuty, tedy 60krát nejistější než se Halley domníval.

Nastávající přechod Venuše před sluncem dne 6. června 1761. přiměl různé státy k vyslání výprav na vhodně volená místa. Francouzská vláda vyslala astronoma Le Gentila do Pondichéru, Pingréa na Rodriguez, již však pro anglickofrancouzskou válku na místo pozdě dospěli, a Chappéa do Tobolska; Angličané uspořádali výpravy na sv. Helenu, kde se usadil kr. astronom



Obr. 109.

Maskelyne, a na Sumatru, kamž Mason taktéž pozdě přišel. Podobné expedice vypravily Dánsko, Švédsko a Rusko. Pozorovatelé byli při vnitřním dotyku Venuše překvapeni a zmateni zvláštním úkazem, že oběžnice nepodržela své kulovité podoby, nýbrž nabyla tvaru podobného asi hrůce neb balónu; při vnitřním dotyku utvořil se zvláštní můstek, tak zvaná „černá kapka“ (obr. 109.). Pozorovatelé následkem zjevu toho odhadovali doby dotyku nejistě a výsledek pozorování byl v mnohých případech skoro o jednu minutu neurčit. Když byl materiál pozorovací zpracován, shledalo se, že kolísala sluneční parallaxa mezi hodnotami  $8'5''$  (Short) a  $10'5''$  (Pingré). Nastávající přechod r. 1769. vzbudil proto ještě větší zájem u vlád i zástupců vědy. Celý pruh zeměkoule počínaje od Indie a Tichého oceánu přes Ameriku, Švédsko, severní Rusko a Sibiř byl obsazen astronomy čekajícími na vzácný úkaz; mnohý pozorovatel měl ovšem nehodu, že mu oblaka v poslední chvíli slunce zastířela, nejvíce byl však politován hoden Le Gentil, jenž přišel r. 1761. pozdě, zůstal celých 8 let v Pondichérech,

aby mohl pozorovati aspoň přechod Venuše r. 1769.; dne 3. června v posledním okamžiku, krátce před vstupem Venuše, zastřela však oblaka slunce, připravivše jej o poslední naději. Americká společnost filosofická vyslala pozorovatele do Norristownu, Philadelphie a na Cap Henlopen; všem americkým expedicím nebe přálo.

Znetvoření planety a černá kapka opět překvapila a zmátla většinu nových pozorovatelů.

Pozorovatelé rozeznávali sice mezi pravým a zdánlivým dotekem, nevěděli však, zdaž dlužno mít za pravou dobu doteku okamžik utvoření se kapky aneb okamžik přetrhnutí se této.

Úkaz černé kapky (Baily-ho kapka, Baily beads, ligament noir, goutte) se vysvětluje takto. Dalekohled zobrazuje každý svítící bod předmětu ne jako bod, nýbrž jako malý terč určitého průměru a určitého rozdělení světla, světlo se rozlévá (diffunduje) přes plochu terče toho. Tato diffuze světla jest následkem jednak sférické a chromatické aberrace dalekohledu, jednak má původ v ohybu světla; také neklid vzduchu a jiné poměry působí zde v stejném směru. Obraz celého předmětu povstane pak tím, že se částečně kryjí všechny takovéto terče jednotlivých bodů, tím vzniká ale obraz neostří, nepřesný. Čím větší jest terč vzniklý diffusí světla, tím méně ostrý jest obraz světlého předmětu. Mysleme si nyní, že jest kotouč sluneční s Venuší všude stejnoměrně osvětlen, že mizí dále světlost pozadí a že terč vzniklý diffusí jest plocha kruhovitá stejnoměrně osvětlená. Pro tyto poměry poučuje nás fysika o větě, že světlost kteréhokoliv bodu obrazu jest úměrnou ploše kolem bodu opsaného kruhu, diffusi vzniklého. Leží-li kruh takový na kotouči slunečním mimo Venuši, pak se rovná světlost jeho středu světlosti kotouče slunečního; leží-li kruh na okraji slunečním tak, že část jeho plochy jest mimo kotouč sluneční, pak ubývá světlosti středu kruhu a hodnota světlosti stává se nullou, leží-li kruh mimo kotouč sluneční. Z toho plyne, že při bližení se Venuše k okraji slunce světlosti bodu na cestě ubývá u porovnání se světlostí kotouče slunečního, jakmile bod takový má od okraje slunečního menší vzdálenost než obnáší průměr kolem bodu opsaného kruhu, vzniklého diffusi. Dále jest též jasno, že bližením se k okraji kotouče slunečního přibývá šířky místa se zatemňujícího a současně že místo to se více zatmívá. Tak vzniká tedy zjev černé kapky. Úkaz ten stu-

doval a vysvětlil hlavně Ch. André, ředitel hvězdárny Lyonské.<sup>1)</sup>

Eneke zpracoval kriticky v pojednáních: „Die Entfernung der Sonne von der Erde aus dem Venusdurchgange von 1761. hergeleitet (1822.)“ a „Der Venusdurchgang von 1769.“ veškerý pozorovací materiál a odvodil z obou přechodů Venuše jakožto parallaxu sluneční hodnotu  $8.578''$ . Eneke shledav u některých udání pozorování vážné pochybnosti o jich správnosti a opraviv hlavně udání pozorování, jež Maximilián Hell<sup>2)</sup> obdržel ve Wardochus, opakoval celý výpočet a podal r. 1835. jakožto definitivní výsledek parallaxu sluneční hodnotu  $8.571''$  s pravděpodobnou chybou  $+ 0.037''$ ; hodnotě uvedené odpovídá vzdálenost země od slunce rovna 20,682,300 mil = 153 millionů kilometrů. Číslo Enekeovo ovládalo až do r. 1854. celý astronomický svět; roku toho poněkád však Hansen k tomu, že pozorování míst měsíce blízko první a poslední čtvrti vyžadují zvětšení čísla Enekeovy parallaxu sluneční. Tím se oetla otázka parallaxu sluneční, o níž se myslelo, že jest definitivně rozřešena, opět na denním pořádku.

Powalky, astronom z Naval Observatory, hleděl r. 1864. určití znovu důležité číslo to z materiálu Enekeova, při čemž užil novějších určení délek míst pozorovacích; Powalky udává výsledek  $\pi = 8.832'' + 0.044''$ .

Také americký astronom Stone zpracoval znovu materiál a obdržel  $\pi = 8.915'' + 0.025''$ . Newcomb diskutoval taktéž oba přechody Venuše z r. 1761. a 1769. a odvodil  $\pi = 8.79''$ . Jest patrné, že odvozené výsledky z přechodů z r. 1761. a 1769. neodpovídají ani z daleka nadějším, jež byly proneseny; proto bylo všemožné vynaloženo, by přechody roku 1874. a 1882. definitivně rozhodly otázku o správné hodnotě parallaxu sluneční. Četné spisy poučovaly o rozdílu mezi pravým a zdánlivým dotekem, o způsobu pozorování různých fází úkazu, o volbě příhodných strojů, při nichž by odpadl zjev černé kapky.

<sup>1)</sup> Origine du ligament noir dans les passages de Vénus et de Mercure et moyen de l'éviter.

<sup>2)</sup> Hell Maximilian (nar. r. 1720. v Štavnici, zemř. r. 1792. ve Vídni) jezuita, od r. 1755. astronom na hvězdárně vídeňské, vykonal r. 1768. na rozkaz krále dánského cestu na Wardochus v Laponsku ku pozorování přechodu Venuše před sluncem. Jeho pozorování bylo na mnohých stranách podezříváno a často kritisováno.



Vynalezení fotografie umožňovalo obdržeti během přechodu Venuše před sluncem veliký počet zobrazení různých fází úkazu, jež se později v klidu přesně měla vyměřiti; takovým způsobem se mohla odvoditi četná místa Venuše na kotouči slunečním, jež spojena s příslušnými místy z jiných stanovisek pozorovacích, podávala prostředky k určení rozdílů parallax slunce a Venuše. Pozorovatelé nebyli nyní již vázáni pouze na pozorování doteková, tak závislá pro krátkost času na pohodě povětrí.

Také heliometry měly dodati četná a velmi přesná určení vzdálenosti Venuše od okrajů slunečních. Pro přechod Venuše v r. 1874 dal výpočet, že bude viditelný začátek úkazu, vstup Venuše na kotouč sluneční, ve střední části velkého oceanu, celý přechod v západní části velkého oceanu, ve východní části Asie, v Australii, v oceanu indickém až k jižní točně a konec úkazu, výstup Venuše z kotouče slunečního, v západní Asii, východní Evropě a jižní Africe. Na základě tom byla zvolena nejvhodnější a nejdůležitější místa pozorovací: v Japanu, na březích Číny a Sibíře, na novém Seelandu, ostrovech Auckland a Kerguely. Vstup se měl hlavně pozorovati na ostrovech Sandwielských, výstup na mysu dobré naděje a v Egyptě. Pro střed země nastal první zevnější dotek dne 9. prosince ráno o 0 hodin 53 minut středního času berlinského, první vnitřní dotek v 1 hodinu 22 minut, druhý vnitřní dotek v 5 hodin 4 minuty a druhý zevnější dotek v 5 hodin 34 minut; doba přechodu obnášela přes  $4\frac{1}{2}$  hodin a kolísala pro různé stanice mezi 4 hod. 51 min. v Sibíři a 4 hod. 27 minut. na Kerguelech. Nejmenší vzdálenost Venuše a slunce  $13' 46'' 5''$  byla ve 3 hodiny 13 minut 4 s.

Rusové a Němci užili hlavně při pozorování heliometrů, jež za tím účelem byli od Repsolda<sup>1)</sup> částečně znovu zří-

<sup>1)</sup> Repsold Jan Jiří (nar. r. 1771., zemř. r. 1830.) z Wremen u Hamburku byl nejprve stavitelem vodním, od r. 1799. „Spritzenmeister“ v Hamburku, kde založil mechanickou dílnu, jež pro pokrok praktické astronomie a přesné fyziky vykonala neocenitelné služby. Repsold zahynul ve vykonávání své služby při požáru v Hamburku. Synové Adolf a Jiří pracovali v duchu otcově a udrželi dílnu na stejné výši. Po jeho smrti ujal se ústavu se stejným úspěchem vnukové Jan a Oscar. Stroje průchodní vyšlé z dílny Repsoldovy náležejí k nejdokonalejším výkonům mechanickým. Velké heliometry obdivuhodné dokonalostí, montáže velkého refractoru pulkovského a fotografického refractoru v Postupimi jsou pravé skvosty mechanického umění.

zeny, částečně dle jednotného plánu předělány; stroji těmi měřila se vzdálenost Venuše od okraje slunce s přesností  $\frac{1}{2}''$ . Američané, Francouzi a Angličané použili ku fotografickému zobrazení slunce a Venuše předmětnic značných vzdáleností ohniskových. Zvláštní úpravou bylo docíleno, že průměr slunce se dal bezprostředně velmi přesně v míře obloukové na fotografiích změřiti.

Expedice německé, opatřené fotografickými přístroji, užili dalekohledů střední velikosti. Na různých místech měřily se pomocí mikrometru vláknového za doby vstupu a výstupu vzdálenosti rážků Venuše od okraje slunečního, z nichž se pak odvodily přesné doby dotekové. Velká péče byla věnována poznání a vymýtní chyb, vznikajících při tvoření se černé kapky; umělé modelly byly napřed sestrojeny, jež co nejvěrněji napodobovaly úkaz přechodu Venuše a na nichž se nacvičili v pojímání úkazu jednotliví pozorovatelé. Vzdor všem přípravám byla hlavně pozorování doteková rušena neočekávanými úkazy; umělé modelly ukazovaly doteky docela jinak, než jak se tyto ve skutečnosti jevily; příčina toho spočívá v přítomnosti hustého ovzduší Venuše.

Počasí bylo pozorování celkem dosti příznivo; jen stanice sibiřské měly nebe mraky zatažené, v Číně a Japonsku bylo jen částečně jasno; zajímavé jest, že stanicím v jižním moři, jež mají obvyčejně nejnepříznivější poměry meteorologické, prálo tentokráte nápadně nebe. Veškeré důležitější stanice pozorovací měly veškeré prostředky pozorovací k určení zeměpisné polohy. Veškeré větší státy vypravily expedice. Auwers zpracoval celý materiál expedice německých a odvodil pro parallaxu sluneční z přechodu Venuše před sluncem z r. 1874. hodnotu  $8\cdot877''$  (z 307 měření). Z dotekových pozorování expedice anglických a francouzských byly prozatím odvozeny hodnoty  $8\cdot75''$  až  $8\cdot88''$ .

Prof. Harkness vyměřil fotografie Toddovy a odvodil z 213 snímků hodnotu  $\pi = 8\cdot884''$  z měřených vzdáleností a hodnotu  $\pi = 8\cdot873''$  z měřených úhlů posílení Venuše a slunce.

Přechod Venuše před sluncem z r. 1874. sloužil více ku sestavení nabytých zkušeností, jichž se mělo v celém rozsahu užití při příznivějším přechodu r. 1882. Při velkých pokrocích pozorovací techniky neukazovaly nabyté výsledky

očekávaného souhlasu; při pozorování téže fáse se stroji téměř stejnými objevily se rozdily časové 10 až více časových sekund; také fotografie neodpovídaly očekávání, pravděpodobná chyba vzdálenosti Venuše od středu slunečního kotouče z fotografií byla pětkrát větší nežli chyba měření mikrometrického.

Pro přechod Venuše před sluncem v r. 1882. byly vykonány nejrozsáhlejší přípravy. Francie vypravila 8 expedic na místa: Port au Prince, Mexiko, Martinique, Florida, Santa Cruz, Chile, Chubut a Rio Negro. Angličané obsadili místa na Madagaskaru, Novém Seelandě, Brisbane, Jamaice, Barbadoes, Bermuda, několik stanic z hvězdárny kapské, několik míst ve Victorii a 5 stanic na východním pobřeží Austrálie. Spojené státy severoamerické vypravily expedice na mys dobré naděje, Santa Cruz, Nový Seeland, Santiago de Chile, San Antonio, na jedno místo ve Floridě a do Washingtonu. Brasilie vyslala taktéž několik výprav.

Dánsko vyslalo výpravu na St. Thomas. Německo vyzbrojilo 4 výpravy na vhodně volená místa. Američané kladli hlavní váhu na fotografie, jež se měly později přesně vyměřiti; Němci se zanašeli hlavně heliometrickými měřeními. Počasí bylo vesměs příznivo výpravám. Výsledek z výprav německých odvodil Auwers, za nejpravděpodobnější hodnotu parallaxu sluneční plynulo číslo  $8.879'' + 0.037''$  (444 měření). Z obou přechodů bere Auwers hodnotu  $\pi = 8.876'' + 0.049''$  jakožto nejpravděpodobnější výsledek odvozený pro parallaxu sluneční z pozorování heliometrických.<sup>1)</sup> Harkness použil fotografických pozorování amerických stanic z r. 1882. k určení parallaxu sluneční a obdržel hodnotu  $\pi = 8.842'' + 0.011''$ . Fotografická pozorování Angličanů, Francouzů a Američanů dávají čísla  $\pi = 8.84''$  až  $8.86''$ . Z pozorování dotekových odvodily se hodnoty  $8.82''$  až  $8.86''$ .

Z udání těchto plyne, že naděje kladené právě v poslední přechod Venuše před sluncem se taktéž nesplnily a že sluneční parallaxu můžeme zaručiti jen na jedno decimální místo ( $8.9''$ ).<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Die Venusdurchgänge, 1874. und 1882. Berichte über die deutschen Beobachtungen. Fünfter Band. Berlin 1893. Von A. Auwers.

<sup>2)</sup> O průběhu Venuše před sluncem dne 8. prosince 1874 pojednal A. Seydler v Casopise pro pěstování math. a fysiky. Ročník IV.

Ku podání přibližného názoru o vzdálenosti země od slunce užívá prof. C. A. Young následujícího porovnání. Chodec, jenž ujde za hodinu 6 *km* a denně cestuje 10 hodin, potřeboval by 338 dnů, aby urazil jen jediný million mil. Doba potřebná ku procestování vzdálenosti země od slunce obnášela by 6800 roků. Vlak vypravený se země na slunce s rychlostí 7·6 mil za hodinu potřeboval by asi 300 let ku proběhnutí vzdálenosti té a nesměl by se ani na okamžik zastaviti. Kdyby děcko mělo tak dlouhé rámě, aby mohlo se dotknouti slunce a tam si konec prstů spálilo, zemřelo by ve vysokém věku, aniž by pocítilo bolesti. Rychlost rozprostranění podráždění nervového obnáší totiž dle Helmholtze 33 *m* za vteřinu, tedy asi 380 mil za den. Ku proběhnutí dráhy 20 millionů mil by bylo tudíž potřeba více než 140 roků. Zvuk by stihl se země na slunce ve 14 letech, koule dělová by urazila vzdálenost země od slunce asi v 9 rocích, kdyby se rovnoměrně s rychlostí začáteční pohybovala prostorem. Kdyby se země ve své dráze náhle zastavila a počala volně ke slunci podati, dospěla by středu slunečního asi ve dvou měsících.

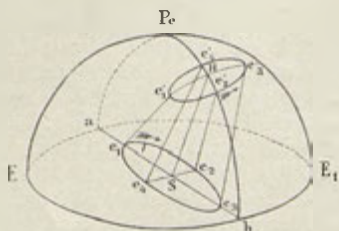
O fysikálních methodách určení parallaxy pojednáme později.



#### XIV. Parallaxa stálic.

Vzdálenosti stálic jsou tak ohromné, že pro ně úplně mizí poloměr neb průměr zemský. K určení jich vzdálenosti jest proto nutno voliti základnu daleko větší, pro kterou se hodí poloměr dráhy zemské. Úhel, pod kterým se jeví ze stálic přímka spojující slunce a zemi, tedy poloměr dráhy zemské, slove roční parallaxou hvězd. Roční parallaxa hvězd vzniká ze změny místa hvězd, kteroužto změnu způsobuje pohyb země kolem slunce. Obr. 110. znázorňuje podstatu roční parallaxy hvězd.  $EE_1$  značí průmět dráhy zemské na zdánlivou kouli nebeskou, ekliptiku,  $Pe$  jest pol ekliptiky,  $e_1 e_2 e_3 e_4$  jest dráha země kolem slunce, jednotlivé body  $e_1, e_2, e_3, e_4$  značí polohu země v čtyřech dobách ročních, spojnice  $e_1 e_3$  prodloužená na sféru nebeskou, protíná tuto v bodech  $a$  a  $b$ . Největší kruh proložený pólem

Pe a body  $a$  a  $b$  stojí kolmo na ekliptice. Z bodu  $e_1$  promítá se hvězda  $H$  na sféru nebeskou do bodu  $e'_1$ , z bodu  $e_2$  na místo  $e'_2$ , z  $e_3$  do  $e'_3$  a z  $e_4$  do  $e'_4$ . Takto se zdá, že hvězda  $H$  následkem pohybu země probíhá na nebeské kouli křivku  $e'_1 e'_2 e'_3 e'_4$ , jež ležíc na plášti kužele s vrcholem  $H$  a základnou  $e_1 e_2 e_3 e_4$  znázorňuje perspektivní obraz



Obr. 110.

dráhy zemské; zdánlivý pohyb hvězdy má opačný směr pohybu země, jak to naznačují šipky. Tím způsobem se roční parallaxa hvězd zjevuje v roční změně místa hvězd. Pokud pozorování neukazovala žádné změny v místech stálic, byla odůvodněna pochybnost o správnosti nauky Kopernikovy; úsudek, že

země se nepohybuje, byl potvrzován takto výsledky pozorování. Přívrženci Kopernikovi se proto po vynalezení dalekohledu horlivě snažili objeviti roční parallaxu hvězd, ovšem bez úspěchu, poněvadž tehdy nebyl dalekohled ještě zařízen k měření nebeských předmětů. R. Hooke<sup>1)</sup> byl první, jenž užil dalekohledu jako stroje měřícího k určení parallaxy hvězd, postaviv kolmo svůj 36 stop dlouhý dalekohled ve svém domě tak, že předmětnice byla nařízena na nadhlavník (otvorem ve střeše), okular pak byl v dolní části domu. Hooke pozoroval takto po 4 dny vzdálenost hvězdy  $\gamma$  Draconis při vrcholení od kolmice, již označovala jemná olovnice, visící od předmětnice k bodu pod okulem. Pokus zůstal bez výsledku, poněvadž se náhodou rozbila předmětnice

<sup>1)</sup> Hooke Robert (nar. r. 1635., zemř. r. 1703.), syn kazatele ve Freshwater na ostrově Wight. Pro tělesní slabost a churavost nemohl po nějaký čas navštěvovati školu. R. 1653. vstoupil na universitu v Oxfordu a stal se zde pomocníkem fysika Boyle-a. Od r. 1673. byl členem, od r. 1678. pak tajemníkem Král. Společnosti. R. 1679. stal se professorem geometrie při Gresham-College. Byl neobyčejně vynalezavý a nadaný, při tom však velmi dráždivý a hašteřivý. Vynalezl kolem roku 1658. spirálu pro setrvačnick hodin kapesních, r. 1666. libellu, r. 1684. optický telegraf, zlepšil mikrometr Gascoigne-ův, snažil se první určit parallaxu stálic. Nalezl samostatně zákon obráceného čtvercového poměru vzdálenosti v pohybu oběžnic a j. v.

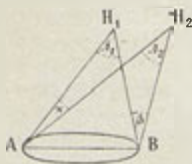


dalekohledu. Další pokusy konal teprve Olaus Rømer v letech 1701.—1704. v Kodani snaže se určit součet obou parallax stálic Siria a Wegy, jež leží téměř na protilehlých místech nebe. Úhel měřený na zemi mezi těmito stálicemi by se musil následkem pohybu země zvětšiti od jara do podzimu asi o dvojnásobný součet parallax obou stálic. Rømer měřil proto na stroji passažním pomocí hodin rozdíl rektascensí obou stálic a shledal, že dvojnásobný součet parallax obou stálic obnáší 1 až  $1\frac{1}{2}$  minuty. Horrebow znovu přepočítav pozorování Rømerova shledal, že rozdíl rektascensí hvězd jest na jaře o 4 sekundy větší a připsav rozdíl ten vlivu parallaxe podal ve spise „Copernicus triumphans“ výraz své radosti nad správností učení Koperníkova. Pravá příčina rozdílu spočívala však v nerovnoměrném postupu užítých hodin nekompensovaných. Na jaře vrcholí Sirius večer, Wega ráno, rozdíl dob mezi oběma kulminacemi připadá tu na noc; na podzim vrcholí opačně Sirius ráno, Wega večer, rozdíl dob mezi oběma kulminacemi připadá na den. Nižší teplota noční způsobila urychlení hodin, rozdíl dob kulminací byl proto na jaře větší; vyšší teplota denní působila opačně, hodiny šly pomaleji, rozdíl dob kulminací byl proto na podzim menší. Po Rømerovi bylo podniknuto mnoho pokusů k určení parallaxy stálic, všechny bez výsledku. I pozorování výtečného Bradley-e, největšího astronoma století 18., nesetkala se v tomto směru s úspěchem. Bradley měřil zenitovou vzdálenost hvězdy  $\gamma$  Draconis při vrcholení pomocí odehytky dalekohledu od kolmého směru jemnou olovnicí označeného. Bradley poznal, že parallaxa hvězdy  $\gamma$  Draconis musí býti menší než 1 vteřina oblouková, na takovou přesnost mohl svá pozorování zaručiti. Dle téže metody neb dle metody Rømerovy byly konány ještě na začátku tohoto století velmi četné pokusy k určení parallaxy hvězd, vždy bez výsledku. Domnělé výsledky, jež obdrželi Piazzí,<sup>1)</sup> Calandrelli a Brinkley pro hodnoty (2 a více vteřin)

<sup>1)</sup> Piazzí Giuseppe (nar. r. 1746., zemř. r. 1826.) z Ponte, vstoupil r. 1764. v Milán do kněžského řádu, studoval filosofii a theologii v Turíně a Římě, byl v letech 1769. — 1779. učitelem a kazatelem na různých místech, pak professorem matematiky na akademii v Palermu a ředitelem hvězdárny. R. 1817. stal se hlavním ředitelem hvězdárny v Palermu a v Neapoli, kdež se trvale usadil. Objevil první planetoidu (Ceres). Vydal katalog 7500 hvězd (Praecip. stellarum inerrantium positiones mediae etc. ex observ. 1792.—1813.), jenž vyniká velkou přesností míst hvězdných.

několika hvězd jasnějších, při přísnější kritice poznány byly nesprávnými.

Ještě po roce 1810 nevedly snahy astronomů Lindena<sup>1)</sup> a Struve<sup>ho</sup>, již měřice rozdily rektascenci hvězd se učinili nezávislými na chybách hodin a strojů obmezivše pozorování svá na krátké doby a na vhodně volené hvězdy srovnávací, k žádnému cíli; hodnoty



Obr. 111.

odvozené pro parallaxu hvězd byly menší než pravděpodobné chyby výsledku. Již se zdálo, že se musíme vzdátí naděje docíliti na tomto poli nějakého úspěchu. Konečně podařilo se Besselovi dosáhnouti toho, co téměř všichni pokládali za nedosažitelné. Obr. 111. podává znázornění metody, kterou se ubíral již 50 let dříve, avšak bez úspěchu William Herschel.  $H_1$  a  $H_2$  jsou dvě hvězdy nalézající se s protilehlými body  $A$  a  $B$  dráhy zemské v téže rovině,  $H_1$  jest hvězda jasná,  $H_2$  hvězda slabší, o níž se proto předpokládá, že její parallaxa jest daleko menší než parallaxa hvězdy  $H_1$ . Směrnice z bodu  $A$  a  $B$  ku hvězdám  $H_1$  a  $H_2$  jsou  $AH_1$ ,  $AH_2$ ,  $BH_1$  a  $BH_2$ ; úhly  $AH_1B = \pi_1$ ,  $AH_2B = \pi_2$  jsou tedy roční parallaxy hvězd  $H_1$  a  $H_2$ ; úhly  $H_1AH_2 = \alpha$ , a  $H_1BH_2 = \beta$  se mohou velmi přesně mikrometricky měřiti. Mezi úhly jmenovanými platí tento jednoduchý vztah  $\pi_1 - \pi_2 = \beta - \alpha$ , a je-li  $\pi_2$  oproti  $\pi_1$  velmi malá veličina, značí  $\beta - \alpha$  hoření mez pro roční parallaxu hvězdy  $H_1$ . Tuto metodu zkusil Bessel r. 1837. s velikým heliometrem Fraunhofo-

<sup>1)</sup> Lindenau Bernhard August von (nar. r. 1780., zemř. roku 1854.) z Altenburgu. Studoval práva a stal se úředníkem při úřadě v Altenburgu. Současně zabýval se s úspěchem astronomií a stal se za své zásluhy o vědu tu r. 1804. prozatímním, r. 1808. pak skutečným ředitelem hvězdárny na Seebergu u Gotty. R. 1813. účastnil se války, po uzavření míru r. 1817. vstoupil pak do saské služby státní; byl v letech 1826.—1848. „Landschaftsdirector“ v Altenburgu, král. saským ministrem kabinetním, ministrem vnitra a od r. 1834. až 1843. praesidentem státního ministerstva, načež žil v Altenburgu v zátíši. Sasko čítá Lindenaua mezi nejšlechtetnější a největší muže. Jako astronom proslavil se tabulkami Venuše, Marta a Merkura, výzkumy o určení konstanty nutační a aberrační, o určení parallaxy polárky a j. Od 15. svazku začínaje vydával „Zach's Monatliche Correspondenz“ a založil r. 1816. společně s Bohnenbergerem „Zeitschrift für Astronomie und verwandte Wissenschaften“ (Stuttgart 1816—18, 6 sv.), do nichž přispíval vědeckými články.

rovým na hvězdě podvojně 61 Cygni, jež ukazovala za tehdejší doby největší vlastní pohyb, měníc své místo na nebi za rok o  $5''$ , takže se s jakousi jistotou soudilo, že hvězda ta bude mít znatelnou parallaxu. Řada pozorování sahající od srpna 1837. do října 1838. ukazovala pro 61 Cygni roční parallaxu  $0.314''$ <sup>1)</sup> vzhledem ku dvěma slabším hvězdám souměrně k ní položeným.

Bessel rozloživ pak stroj a popraviv některé části mikrometru počal po opětném postavení stroje novou řadu pozorování, v níž do r. 1840. pokračoval jeho pomocník Schlüter. Výsledek celistvý dal pro roční parallaxu 61 Cygni hodnotu  $0.248''$ .<sup>2)</sup>

W. Struve v Derptu pokusil se také o určení relativní parallaxy jasné hvězdy  $\alpha$  Lyrae (Wega), za hvězdu srovnávací byla volena hvězdička 10. velikosti ve vzdálenosti asi  $43''$ . Výsledek téměř tříletých (1835.—1838.) měření mikrometrem vláknovým na 9palcovém dalekohledu Fraunhoferovu byl určení relativní parallaxy Wegy v obnosu  $\frac{1}{4}''$ . Pozdější vyšetřování dávají čísla menší, v průměru obnáší parallaxa Wegy  $0.2''$ ; ačkoliv jest Wega skoro 100krát jasnější než obě složky (hvězdy) 61 Cygni, přece jest více než dvakrát od nás vzdálenější než tyto.

Téměř současně vyšetřoval též královský astronom na Mysu Dobré Naděje Henderson parallaxu nejjasnější a nejkrásnější podvojně hvězdy  $\alpha$  Centauri měřením zenitových distancí této na kruhu na zdi (Mauerkreis). V měření pokračoval Maclear. Výsledek byl  $0.91''$  pro parallaxu  $\alpha$  Centauri. Výsledek ten byl potvrzen Moestou; Elkin obdržel oproti tomu daleko menší hodnotu. Parallaxa hvězdy  $\alpha$  Centauri jest ještě nyní velmi nejistá, hodnoty její kolísají mezi  $0.21''$  a  $1.07''$ . Absolutně určoval parallaxu hvězd též C. A. F. Peters na vertikálním kruhu hvězdárny pulkovské měřeními zenitových vzdáleností. Známé parallaxy většiny hvězd jsou však stanoveny přesným mikrometrickým srovnáním se sousedními hvězdami.

Připojený přehled určení roční parallaxy hvězd v posledních 60 letech pochází od J. A. C. Oudemans, jenž na základě pramenů kriticky zpracoval v *Astronomische Nachrichten* č. 2915 a 2916 celý materiál.

<sup>1)</sup> Bessel. Untersuchungen über die Parallaxe des Sternpaares 61 Cygni.

<sup>2)</sup> Pozdější pozorování Otto Struveho a Auwersa dávají poněkud větší číslo.

H v ě z d a	Vlastní pohyb roční	Roční parallaxa	Vzdálenost v letech světla	Velikost (třída)
Groombridge 1830	7.05''	0.07''	47	6.5
Lalande 9352	6.96	0.28	12	7.5
61 Cygni	5.16	0.40	8	5.1
Lalande 21185	4.75	0.50	6.5	6.9
ε Indi	4.60	0.20	16	5.2
Lal. 21258	4.40	0.26	12.5	8.5
o <sup>2</sup> Eridani	4.05	0.19	17	4.5
γ Cassiopejæ	3.75	0.34	10	5.2
		(O. Struve) 0.04	82	
α Centauri	3.67	(Pritchard) 0.75	4	0.7
V průměru	4.93	0.32	10	
Argelander Oeltzen 11677	3.04''	0.26''	12.5	9.0
e Eridani	3.03	0.14	24	4.4
Groombr. <sup>1)</sup> 34	2.80	0.29	11	7.9
Σ 2398	2.40	0.35	9	8.2
Arcturus	2.28	0.02	163	0.0
B. A. C. <sup>2)</sup> 8083	2.09	0.07	47	5.5
ξ Tucani	2.05	0.06	54	4.1
σ Draconis	1.84	0.25	13	4.7
Groombr. 1618	1.43	0.32	10	6.5
V průměru	2.33	0.20	16	
Sirius	1.31''	0.39''	8	-1.4
85 Pegasi	1.29	0.05	65	5.8
AOe. <sup>3)</sup> 17415—6	1.27	0.25	13	9
Procyon	1.25	0.27	12	0.5
η Cassiopejæ	1.20	0.15	22	3.6
70 Ophiuchi	1.13	0.15	22	4.1
α Aquilæ	0.65	0.20	16	1.0
6 Cygni	0.64	0.48; 0.02 (Hall) (A. Hall)	7,-	6.6
β Geminorum	0.64	0.07	47	1.1
V průměru	1.00	0.20	16	

<sup>1)</sup> Groombridge, t. j. hvězda v katalogu (Catalogue of Circumpolar stars, edited by Airy).

<sup>2)</sup> B. A. C. zkrác. místo: The Catalogue of Stars of the British Association etc.

<sup>3)</sup> Argelander-Oeltzen.

H v ě z d a	Vlastní pohyb roční	Roční parallaxa	Vzdálenost v letech světla	Velikost (třída)
$\beta$ Cassiopejæ	0.55"	0.16"	20	2.4
10 Ursæ maj.	0.51	0.20	16	4.2
$i$ " "	0.50	0.13	25	3.2
$\alpha$ Aurigæ	0.43	0.11	30	0.2
$\Sigma$ 1516	0.42	0.28	11	7
$\alpha$ Lyrae	0.36	0.16	20	0.2
$\alpha$ Leonis	0.27	0.09	36	1.4
$\alpha$ Geminorum	0.21	0.20	16	1.6
$\alpha$ Tauri	0.19	0.52 - 0.12 <small>Struve. Elkin.</small>	6, 27	1.0
V průměru	0.38	0.18	18	
$\nu^1$ Draconis	0.16"	0.32"	10	4.9
$\nu^2$ " "	0.16	0.28	11	4.8
$\eta$ Herculis	0.08	0.40	8	3.7
$\alpha$ Cassiopejæ	0.05	0.07	47	2.25
$\alpha$ Ursæ minoris	0.045	0.07	47	1.15
$\pi$ Herculis	0.04	0.00	—	3.4
$\alpha$ Herculis	0.04	0.06	54	3.2
$\gamma$ Draconis	0.03	0.09	36	2.35
$\gamma$ Cassiopejæ	0.02	0.01	326	2.3
$\alpha$ Argus	0.00	0.03	109	0.4
V průměru	0.05	0.16	20	

Dle tohoto přehledu není znáti žádné vzájemné závislosti jasnosti hvězd a jich parallax; jakýsi vztah mezi parallaxou a velikostí ročního vlastního pohybu hvězd jest naznačen.

Oudemans myslí, že lze pro hvězdy, jichž roční vlastní pohyb jest větší než 0.05", s pravděpodobností očekávati roční parallaxu 0.10" až 0.50."

Z disskuse řad pozorování obdržela se již častěji výpočtem záporná hodnota parallaxy. Při měřeních relativních, když se měří vzdálenosti hvězdy s hvězdou srovnávací, ukazuje často záporná hodnota parallaxy hvězdy, že hvězda srovnávací jest nám bližší než hvězda, jejíž parallaxu jsme chtěli určit.



Roční parallaxe  $1''$  odpovídá vzdálenost 206.265 poloměrů dráhy zemské aneb  $4\frac{1}{2}$  billionů mil; světlo potřebuje (viz později) ku proběhnutí této vzdálenosti 1189 dnů ( $3\frac{1}{2}$  roků); vzdálenost tu nazýváme vzdáleností hvězdnou (Sternweite). Hvězda 61 Cygni jest od nás vzdálena asi dvě, Wega asi pět vzdáleností hvězdných.

O jiných methodách určení parallaxy hvězd bude pojednáno později na příslušných místech.



## Hlava III.

### I. Zákon Newtonův

Veškerý složité úkazy, jež zdánlivé pohyby těl nebeských jeví, řídí jediný zákon, zákon Newtonův. Zákon ten ovládá zrovna tak volný pád kamene na naši zemi jako svítící světy oddělené od sebe nesměrnými prostory. Vynalezení tohoto všeobecného zákona, neodvislého od místa a času, jest nejvelkolepější výzkum lidského ducha. Zákon ten ovšem nebyl ihned seznán, teprve staletým sbíráním empirického materialu byla indukci vykázána cesta, na které seznáno, že vše hmotné vzájemně se přitahuje dle určitého zákona. Myšlénka ta vyskytuje se nejprve v neuvědomělém, mlhavém tvaru (příkladně) u Keplera, vystupuje vždy jasněji a byla vyslověna Newtonem ve vši přesně jasné formě a stopována též tímto geniem ve všech důsledcích. Století po Newtonovi převzalo pak úlohu učení Newtonovo ve všech jednotlivostech provésti; francouzští matematikové: Clairaut, d'Alembert, Lagrange a hlavně tvůrce „mechaniky nebeské“ Laplace dokázali, že zákon Newtonův jest jediný správný výsledek odvozený z pozorování, zkoušený mnohonásobnou shodou pozorování s teorií. Celá nynější astronomie představuje velkolepou pevnou stavbu, opírající se o základ Newtonova zákona, tvořící takto veliký důkaz o správnosti tohoto základního kamene. Ač zákon o bezprostředním působení přitažlivých sil do dálky lidskému duchu mnoho nepochopitelného v sobě chováti se zdá, takže oprávněny jsou novější snahy <sup>1)</sup> na odstranění sil do dálky, jež od počátku v celém prostoru určeny jsou současně s hmotou a jež tudíž

---

<sup>1)</sup> Über allgemeine Probleme der Mechanik des Himmels. Von Prof. Hugo Seeliger. München.

žádného času k působení svému nevyžadují, nalezly veškery úkazy vždy úplného svého vysvětlení zákonem Newtonovým.

Za dob Newtonových bylo působení hmot v dálku něco tak nového, že i mnozí výteční badatelé, jako Huygens, odmítali nauku o gravitaci. Descartova soustava virů opanovala po více než půl století pole; nauka Cartesiova získala si velké obliby a mezi přívrženci nalézáme dokonce i matematika Jana Bernoulliho. Cartesius<sup>1)</sup> předpokládal, že se nalézá slunce v jemném fluidu, jež se rozkládá ve všech směrech do nekonečna; otáčejíc se kolem osy uvádí slunce nejbližší část fluida v pohyb rotační, jenž se přenáší na další části fluida; tím způsobem se otáčí veškera hmota jako vír. Ve víru tom vznášejí se kolem slunce oběžnice; vzdálenější oběžnice, na něž působí vzdálenější části aetheru (fluida), rotací slunce méně v pohyb uvedené, pohybují se pomaleji; ve velkém víru soustavy sluneční vznášejí se menší viry s oběžnicemi ve středu, kolem nichž obíhají v aetheru plovoucí družice oběžnic. Descartes nemohl dokázat na základě této nauky zákony Keplerovy. Pouenáhlu ubývalo přívrženců nauky Descartovy a velcí matematikové, jako Euler, zjednali Newtonově gravitaci vítězství. Ve své jednoduchosti vzdoruje posud gravitace všem pokusům jakéhosi vysvětlení, možná že se jednou snad podaří na zákonnou gravitace něco změnit, doplnit a přizpůsobit jiným zákonům známým. O různých hypothesách k vysvětlení gravitace pojednal A. Seydler v článku: „O gravitaci“ v časopise Živa ročník I, k němuž čtenáře odkazujeme.

Jakési správnější poučení o tíži podávají úvahy Archimedovy o rovnováze na páce a o těžišti. Jinak ovládaly veškerý svět metafysické názory Aristotelovy o pohybech a tělesích. Galilei<sup>2)</sup> měl jako 18letý student na

<sup>1)</sup> Descartes René (Cartesius; nar. r. 1596. zemř. r. 1650.) z La Haye v Touraine byl vychován na škole jezuitské v La Flèche. Později věnoval se dobrovolně zaměstnání vojenskému a vykonal mnoho cest. R. 1629. trvale přesídlil do Hollandska, kdež častěji měnil bydliště. R. 1649. byl povolán královnou Kristínou do Stockholma, kdež po čtyřech měsících svého pobytu ochuravěv zemřel. Vedle Spinozy a Leibnitze byl Cartesius největším filosofem století 17., byl strážcem analytické geometrie, i do jiných věd zasáhl významně, v astronomii jest znám teorií virů.

<sup>2)</sup> Galilei Galileo (nar. 18. února 1564. v Pise, zemř. 8. ledna 1642.) trávil mládí své ve Florenci, rodišti otce svého, jenž pocházel ze šlechtické, však chudé rodiny. Již jako chlapec jevil veliké vlohy pro mechaniku a krásná umění. V 17. roku věku svého vstoupil na

universitě v Pise vážnou pochybnost o správnosti názorů Aristotelových. Pozorovatelé v chrámu Pisanském, že lampy

universitu v Pise, aby zde studoval lékařství. V době té objevil isochronismus kyvadla a oddal se pak výhradně studiu matematiky a fyziky. Obdržev r. 1589. skrovné místo docenta matematiky na universitě Pisanské, vystoupil otevřeně proti Aristotelově fyzice a vyvrátil hlavně učení Aristotelovo o volném pádu těles, čímž si zjednal veliký počet protivníků a nepřátel, takže byl nucen již r. 1592. vzdáti se své působnosti učitelské. Přivrženci jeho získali mu záhy zajišť né místo profesora v Padui, kdež až do r. 1610. působil těše se lásky a obdivu četných posluchačů. Do doby pobytu svého v Padui spadá větší část jeho epochálních objevů fyzikálních; zde dokázal zákony volného pádu, sestrojil dalekohled, vynalezl kružítko proporcionální. Byl v cílem spojení s nejznamenitějšími vědci, hlavně také s Keplerem (již od r. 1597.). Četné a důležité objevy učiněné dalekohledem vydal ve spise „Nuncius sidereus“ (Benátky 1610.). Slavné výzkumy, jež Galilei v Padui učinil, přiměly dřívějšího žáka jeho Cosima II. z Toskány, že tento nazpět povolal Galileia se skvělým platem do Pisy. Na jaře r. 1611. odebralse Galilei do Říma, aby přesvědčil své příznivce, jako knížete Cesiho a některé kardinály autopsií o svých objevech, což se mu také podařilo. Naproti tomu rostlo nepřátelství kněží, hlavně dominikánů, již konečně docílili toho, že byla od papeže sestavena kommisce, jež začátkem r. 1616. zatratila učení Kopernikovo, jež Galilei otevřeně hlásal. Galilei odebral se proto opět do Říma, aby hájil učení Kopernikovo. R. 1623. vstoupil na stolec papežský příznivce Galileiův kardinal Barbarini jako Urban VIII. Galilei vystoupil nyní veřejně jako obránce nauky Kopernikovy v díle: „Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo, Tolemaico a Copernicano“ (Firence 1632.). Četní nepřátelé způsobili však, že byly spisy Galileiovy nejprve zapovězeny, načež byla sestavena kommisce z theologů, která dílo jmenované odevzdala inkvisici; konečně byl Galilei ku dostavení se do Říma vyzván. Galilei dostavil se tam v únoru 1633. a zde byl přinucen po mnohých šetřeních 22. června v kostele Minervy na kolenou přísahou stvrditi, že učení Kopernikovo jest omyl a kacířství. Po krátkém skutečném uvěznění byl Galilei uzavřen nejprve ve ville Medici, pak v Sieně. Začátkem r. 1633. mohl se odebrati jako zajatý na svůj venkovský pobyt v Arcetri u Firenci, kdež nesměl však nikoho přijímati a s nikým mluvit; jen dopisování s přátely bylo mu dovoleno. Tisk jakéhokoliv díla Galileiova byl v Itálii zakázán, Galilei byl proto nucen vydati hlavní své dílo mechanické „Discorsi e dimostrazioni matematiche“ v Leidenu (1638.). R. 1637. oslepl Galilei a churavěl vážně, mohl se sice odebrati do svého domu ve Firence, ale zase jako zajatec. Teprve r. 1639. mohli ho jeho žáci navštívit. Při plné síle duševní zemřel velký mučedník vědecký 8. ledna 1642. Učení jeho pronásledovala církev také po jeho smrti. Teprve po několika desetiletích bylo dovoleno opatřiti hrob jeho pomníkem a nápisem. Po uplynutí 100 let byl v pantheonu firentinském, v kostele Santa Croce postaven mučedníku krásný pomník. O jeho poměru k církvi, o jeho odsouzení rozeházejí se ještě nyní úsudky dle stanoviska posuzujících; i zdá se, že ještě nyní nejsou akta o dramatu tom uzavřena.

různé velikosti zavěšené na řetězcích stejné délky potřebovaly stejné doby ke kyvu, nezávislé na velikosti kyvů. I soudil správně na základě pozorování toho, že tělesa různé váhy stejně rychle padají a objevil tak současně isochronismus kyvadelného pohybu. Galilei zkoumal dále a shledal, že hmoty padající nabývají urychlení, t. j. že se pohybují s rychlostí stále rostoucí; příčinu urychlení hledal Galilei v tíži samé a seznal, že k zachování původní rychlosti není třeba zvláštní příčiny; hmota trvá při původní rychlosti, pokud není příčiny, aby se rychlost změnila čili hmota postupuje s původní rychlostí, pokud síla nějaká neudělí hmotě přiměřené urychlení. Větou tou, principem setrvačnosti zvanou, položil Galilei základ mechaniky. Galilei vyšetřoval nyní urychlení způsobené tíží; různými pokusy dokázal, že urychlení to jest stálé, nezávislé na jakosti a váze hmoty se pohybující a nezávislé na rychlosti již nabyté. Urychlení  $g$  způsobené tíží obnáší přibližně  $9.8^{m\text{ sek}}$  t. j. o 9.8 metrů vzroste rychlost volně padajícího tělesa za jednu sekundu. Výzkumy ty následovalo vysvětlení řady úkazů: o volném pádu, o vrhu šikmém a kolmém, o pohybu kyvadla. Před Galileim měl již Kepler o tíži dosti správné názory. Kepler věděl, že hmoty tíhnou k zemi, věděl, že jako země přitahuje kámen, tak i kámen přitahuje zemi, a to v poměru obou hmot, Kepler věděl dále, že přitažlivost země sahá až k měsíci, věděl, že se přitahují kterékoli dvě hmoty v prostoru. Kepler byl přesvědčen, že jeho tři zákony nemají jen význam geometrický, nýbrž že chovají v sobě i výraz pro podmínky pohybů, že hlavně slunce svou silou podmiňuje pohyby, jež se dějí dle zákonů Keplerových.

Za Galilea byly již známy projevy o přitažlivosti země na hmoty pozemské, o přitažlivosti země na měsíc a o přitažlivosti slunce na zemi. Otázku, jak se k sobě mají tyto jednotlivé přitažlivosti, zodpověděl způsobem mistrným Izák Newton a objevil tím také všeobecný zákon, jímž se řídí celý vesmír. Již před Newtonem bylo známo, že se nejvíce působení země stejně ve všech vzdálenostech; různá pozorování nasvědčovala tomu, že působení země se zmenšuje s rostoucí vzdáleností v poměru čtverečném. Kdyby na měsíc nepůsobila žádná síla, pohyboval by se následkem setrvačnosti v přímce a vzdaloval by se od země (počítáme-li od bodu dráhy zemi nejbližšího); aby se měsíc opět při-



blížil k zemi do (skoro) téže vzdálenosti, musí se rychlost změnit (třeba i jen co do směru); ke změně rychlosti (k urychlení) jest třeba síly; na měsíc působí síla, směřující ke středu země. Na kámen působí také síla směřující ke středu země. Kámen jest od středu země vzdálen o poloměr zemský, měsíc jest vzdálen v průměrné vzdálenosti o 60 poloměrů zemských; působí-li země na obě hmoty v nepřímém poměru čtvercovém, pak bude urychlení měsíce v jeho dráze 60krát 60 menší než urychlení kamene. Z fyziky víme, že při daném urychlení rovná se dráha padající hmoty polovičnímu urychlení násobenému čtvercem času; bude tedy následkem 60krát 60 = 3600krát menšího urychlení dráha měsíce též tolikrát menší než dráha kamene, za jednu minutu bude tedy dráha měsíce právě tak velika, jako dráha kamene za vteřinu. Newton vypočetl r. 1666., že se měsíc k zemi za minutu přiblíží o  $13\frac{1}{3}$  stop, kámen pak za vteřinu o  $15\frac{1}{2}$  stop. Jak výše uvedeno, mají býti oba výsledky totožné; poněvadž tomu tak nebylo, zavrhl Newton své výsledky a vrátil se k nim teprve r. 1682. Roku 1679. provedená měření země Picardem poskytla spolehlivější udaje o rozměrech země (57.060 tois na 1 stupeň), Newton počítal tu s novými těmi udaji a shledal, že oba výsledky úplně souhlasí. Měsíc padá k zemi jako kámen s urychlením, kterého ubývá v obráceném poměru čtvercovém se vzdáleností od středu země. Newton dále ukázal, že všeobecný zákon (tíže) vede k zákonům Keplerovým, t. j. oběžnice, jichž urychlení směřuje k slunci a jehož ubývá v obráceném čtvercovém poměru jejich vzdáleností od něho, pohybují se v elipsách dle zákonů Keplerových. Newton soudil pak naopak, že skutečný pohyb oběžnic dle zákonů Keplerových právě dokazuje přitažlivou sílu ke slunci směřující a ubývající s rostoucím čtvercem vzdálenosti a dále že stejné urychlení závisí jen na hmotě slunce a na čtverci vzdálenosti od slunce.

Opíraje se o zásadu rovnosti akce (působení) a reakce (protipůsobení, actioni par est reactio), dle kterého vzájemné působení dvou hmot jest vždy stejné a směru opačného, soudil Newton: slunce působí na zemi, a proto působí i země na slunce. Působení země na kámen a působení země na měsíc řídí se tímž zákonem, působení slunce na zemi řídí se také zákonem obráceného čtvercového poloměru vzdá-

lenosti, jak to dokazuje elliptický pohyb země, zbyla jen otázka, zda se řídí působení slunce na zemi týmž zákonem i co se týká intensity působení v dané vzdálenosti; nabylo by slunce, uvedené do vzdálenosti od země, jakou má měsíc, téhož urychlení jako měsíc? Newton zodpověděl otázku tu kladně a tu se objevoval Newtonovi zákon gravitace již v jasnějším tvaru. Další otázkou bylo, není-li gravitace jen vlastností těles nebeských a otázku tu zodpověděl Newton na základě principu akce a reakce; země přitahuje kámen, kámen tedy také přitahuje zemi; gravitace jest všeobecnou vlastností veškeré hmoty. Veškeré hmoty se přitahují silami, které působí pro kterékoliv dvě hmoty ve směru spojnice hmot a měří se součinem obou hmot děleným čtvercem jejich vzdáleností.

Newton sám nakreslil na základě svého všeobecného zákona plán budovy mechaniky nebeské v hlavních rysech ve svých „*Principia philosophiae naturalis*“. I zdánlivě jednoduché úkazy gravitace země staly se najednou daleko složitějšími. Kdyby země byla koulí a stejnoměrně hustou, a dále kdyby se neotáčela kolem své osy, pak by působení její na hmoty mimo ni bylo takové, jakoby ve středu všechna hmota její byla soustředěna a působení její ve všech bodech povrchu by bylo stejné. Avšak země není dokonalou koulí, není stejnoměrně hutnou, proto jest přitažlivost její v různých bodech povrchu n e s t e j n á; působení rotace zemské, síla odstředivá, ruší dále přitažlivost země na určité místo; výslednice obou sil, síly tíže a síly odstředivé v některém bodu povrchu jeví se pak co vlastní tíže bodu toho. Kdyby se země otáčela 17krát rychleji, rovnaly by se sobě výslednice síly gravitační a odstředivé na rovníku; na rovníku nebylo by pak tíže. Okolnosti uvedené a jiné činí poměry tíže na povrchu zemském velmi složitými a proto jest vyšetření zákonů tíže a určení tvaru země souvisící se zákony těmi velmi nesnadný úkol vědecký.

Izák Newton narodil se 5. ledna r. 1643. na statku Woolsthorpe u vesnice Colsterworth, vzdálené asi 6 mil na jih od města Granthamu. Přišel předčasně na svět jako pohrobek, byl slaboučký a drobný; za pečlivého ošetřování své matky (rozené Anny Ayscoughové) přece však sílil a rostl. Dětský věk prožil na statku Woolsthorpském, školu

navštěvoval v Skillingtonu a v Stoku. Nabyv 12. roku byl dán do městské školy v Granthamu. S počátku nejevil Newton zvláštní chuti ke studiu, teprve rvačka se spolužákem, jehož přes svou tělesnou slabost přemohl, vzbudila v Newtonu ctížádost překonati spolužáka též v ohledu duševním a Newton se stal brzo z posledního prvním žákem ve škole. Dřívější nedbalost Newtonova byla zaviněna jeho genialností. Již záhy věnoval svoji pozornost strojnictví, s ne-



Obr. 112. Izák Newton.

všední zručností zhotovoval Newton větrné mlýny, vodou hnané hodiny a jiné mechanické hračky. Jsa dobrým kresličem ozdobil stěny své komnaty četnými obrazy, k nimž vlastnoručně též rámce zhotovil. Po úmrtí otčima, faráře Smitha, byl Newton vzat ze školy Granthamské a musil se zabývatí ve Woolsthorpe vzděláváním půdy, prodejem obilí a dohledem na veškero hospodářství. Poněvadž touha po vyšším vzdělání Newtonu při konání povinností hospodářských stále překážela, svolila konečně matka na radu ujce Ayscougha, aby se syn věnoval studiím. V červnu r. 1661. odebral se tedy Newton do Cambridge na Trinity College, kde záhy vnikl v otázky mathematické. Již r. 1664.—65.

nalezl metodu nekonečných řad. V té době rád konal i pozorování astronomická a optická. R. 1665., kdy se stal bakalářem, objevil základy vyšší matematiky,<sup>1)</sup> učil o upotřebení fluxí (diferenciálních poměrů) k sestrojování tečen a vyšetřování poloměru křivosti čar.

V srpnu r. 1665. nucen byl Newton opustiti Cambridge za příčinou moru a v zátíši svém byl padajícím se stromu jablkem povzbuzen ku přemítání o tíži. V téže době pokoušel se dle návodu obsaženého v Descartesově dioptrici a ve spise Jakuba Gregoryho „Optica promota“ brousit optická skla a poznal záhy, že zdokonalení dalekohledů jest omezeno tím, že světlo jest různorodá smíšenina nestejně lomivých paprsků. R. 1668. stal se Newton mistrem umění (Master of Arts) a na podzim r. 1669. v Cambridgei profesorem matematiky. Tu pak pokračoval Newton ve studiích o lomu světla; s několika hranoly skleněnými provedl pokusy, jimiž dokázal složitost světla bílého a různou lomivost paprsků různobarvých.<sup>2)</sup> Mylně se však domníval, že nelze nijak vyloučiti chromatickou aberraci čoček, spočívající v různém lomu různých složek světla, a obrátiv proto svoji pozornost k odrazu, zhotovil vlastnoručně první dalekohled zrcadlový. R. 1672. byl jmenován členem Královské Společnosti Londýnské. Nová theorie barev, jak se Newtonův nález obyčejně označoval, stala se předmětem četných námitek a sporů, jež znechtily na čas Newtonovi zaměstnání s vědou. V letech 1675.—76. přemítal Newton o příčině librace měsíce v délce a našel toho příčinu v tom, že rotace měsíce jest stejnoměrná, oběh kolem země, rovný době rotace, však nestejnoměrný. Současně bádá Newton dále o světle a poslal koncem r. 1675. Kr. Společnosti pojednání: „A theory of Light and Colours containing partly an Hypothesis to explain the properties of light“, v němž se obrací proti Hookeově vibrační theorii a podává názor o emisi světla. Dlužno se zmíniti o pokusech známých dosud pod názvem Newtonových kruhů, o studiích o lomivé

<sup>1)</sup> O prioritě nálezů vyšší matematiky vzplanul r. 1696. a později mezi Newtonem a Leibnitzem vášnivý spor, jenž ani smrti Leibnitzovou (r. 1716.) neumlkl. Vyličení sporu toho podal prof. dr. Fr. Studnička ve článku „O původu a rozvoji počtu diferenciálního a integrálního“ v Časopise pro přest. math. a fys. R. VIII.

<sup>2)</sup> V pozorování rozkladu bílého světla hranolem byl předchůdcem Newtonovým Marcus Marci z Landškrouna.

síle různých látek, o pokusu výkladu jednoduchého vidění oběma očima, o vynalezení oktantu (sextantu), o studiích týkajících se sestrojení zrcadlového drobnohledu a j. Soustavný spis o optice:<sup>1)</sup> „Opticks, or a Treatise on the Reflexions, Inflections and Colours of Light“ vydal Newton r. 1704.

Nejskvělejším výkonem Newtonovým bylo objevení světového zákona gravitačního. Po dlouhém váhání, a teprve ku všestrannému přání svých přátel, jal se skládati dílo, v němž mimo výklad výzkumů týkajících se gravitace, měly býti soustavně vyloženy všeobecné zákony všeho pohybu. Dne 28. dubna 1686. předložen pak byl Kr. Společnosti rukopis: „Philosophiae Naturalis Principia Mathematica“, obsahující prozatím první knihu. Poněvadž však Kr. Společnost tisk protahovala, chtěl nadšený etitel Newtonův Halley vydati spis nákladem vlastním.

Před Newtonem již Kepler měl za to, že přitažlivá síla jest v obráceném ale jednoduchém poměru se vzdáleností od slunce. Boulliau<sup>2)</sup> však ve své „Astronomia Philolaica“ vyslovil již větu, že ubývání přitažlivé síly se musí dít se čtvercem vzdáleností. Borelli pak pokládal pohyb oběžnic za složený z pohybu tangentialního se silou středoběžnou (silou centripetální), směřující k tělesu centralnímu. Také Fermat pokládal tíži za podmíněnou vzájemným přitahováním všech těles. Huygens posléze odvodil z věty o dostředivé síle v kruhovém pohybu ve spojení s třetím zákonem Keplerovým, pokládaje běh oběžnic kolem slunce za kruhový, zákon obráceného čtvercového poměru vzdáleností. Takovou cestou byl zákon ten také samostatně nalezen od současníků Newtonových Halleye, Wrena a Hookea. Hlavní zásluha Newtonova leží však v přesném vyjádření zákona gravitace a v upotřebení zákona tohoto k odvození zákonů Keplerových a k výkladu roz-

<sup>1)</sup> Spis ten dočkal se četných vydání jak v původním, tak i v latinském jazyce. První latinský překlad obstaral Dr. Sam. Clark, jemuž za to udělil Newton honorář 500 liber št

<sup>2)</sup> Boulliau Ismael (Bullialdus, nar. r. 1605., zemř. r. 1694.) z Laudun původně kalvinista, později katolík, posléze kněz opatství v Paříži, konal mnoho cest. Pracoval na poli hvězd měnlivých. Ve své „Astronomia Philolaica“ (Paříž 1645.) nechtěje přímo uznati nauku Koperníkovu zbudoval system opírající se částečně o Ptolemaea, částečně o Koperníka.



manitých odchylek od zákonů těch, jevících se v pohybech těles nebeských.

Tisk celého díla byl v létě r. 1687. dokončen a spis setkal se s všeobecným zájmem, takže již r. 1691. byl celý náklad rozebrán. Teprve na domluvy Dr. Bentleye došlo r. 1713. k novému vydání, jež obstaral a předmluvou opatřil matematik Roger Cotes Třetí vydání, jež pořídil Pemberton, vyšlo rok před smrtí autorovou. R. 1689. zvolen byl Newton do parlamentu, kdež zasedal až do r. 1690. Nadšený ctitel Newtonův Charles Montagne jmenoval r. 1696. Newtona dozorcem v kr. mincovně. R. 1699. obdržel Newton výnosné postavení minemistra spojené s příjmem 12—15 set liber št., místo to podržel Newton až do své smrti. R. 1703. byl Newton zvolen za předsedu Kr. Společnosti Londýnské a pak každoročně až do smrti byl úřadem tím ctěn. Newton zabýval se též filosofií, theologií a chronologií, byl i horlivým alchymistou. Za svého pobytu v Londýně těšil se Newton až do 80. roku věku svého nejlepšímu zdraví, r. 1722. přihlásily se první známky bolestné nemoci, které 18. března o půl druhé v noci podlehl nejšťastnější člověk (dle poznámky Lagrangeovy, poněvadž objevení pravé světové soustavy mohlo se státi jen jednou a to podařilo se jedinému Newtonovi).

Tělo Newtonovo bylo z Kensingtonu, kde poslední čas přebýval, přeneseno do Londýna a s velikou slávou v pantheonu, v opatství Westminsterském 28. března r. 1727. pohřbeno. Nádherný náhrobek jest opatřen nápisem významným. R. 1755. byla v Cambridgei v Trinity College postavena socha Newtonova opatřená veršem: „Qui genus humanum ingenio superavit.“<sup>1)</sup> Zde použitý výborný náčrtek životopisu Newtonova s rozбором spisu „Principia“ věnoval spisovatel prof. A. Seydler ku dvěstěleté upomínce arcidíla Newtonova Jednotě Českých Matematiků; odkazujeme čtenáře na spis ten, v němž naleznou hojnost vlezajímavé a poučné látky.

<sup>1)</sup> Jenž člověčenstvo duchem překonal.

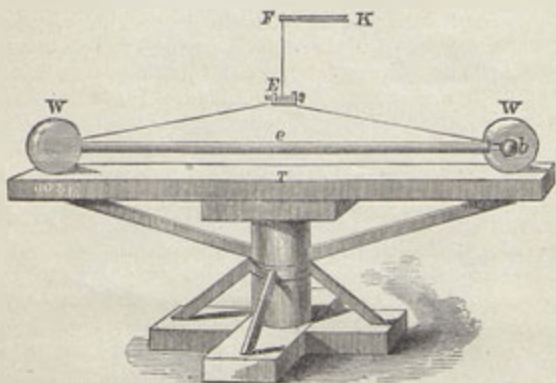


## II. Hustota země

Přitažlivost koule na bod jejího povrchu jest táž, jako přitažlivost středu koule na týž bod, je-li veškerá hmota koule ve středu této soustředěna; přitažlivost koule na bod povrchu bude tedy přímo úměrna celé hmotě koule, váze koule, a nepřímo úměrna čtveři poloměru koule. Srovnáme přitažlivosti dvou koulí stejné látky, průměrů však v poměru jako 1:2, krychlové obsahy koulí jsou úměrny třetím mocninám poloměrů; krychlový obsah, podobně i hmota neb váha koule průměru dvojnásobného bude se rovnati tedy 8 násobnému obsahu, hmotě neb váze koule průměru jednoduchého. Bod povrchu koule průměru dvojnásobného jest však dvakrát tak vzdálen od středu jako bod povrchu koule průměru jednoduchého. Přitažlivost koule průměru dvojnásobného bude tedy se míti ku přitažlivosti koule průměru jednoduchého jako příslušné součiny hmot a převratné hodnoty čtveřin poloměrů obou koulí; bude tedy přitažlivost koule průměru dvojnásobného na bod povrchu 2krát ( $8 \times \frac{1}{4}$ ) tak veliká jako přitažlivost koule průměru jednoduchého na bod povrchu; přitažlivosti jsou přímo úměrny průměrům koulí téže hustoty. Nejsou-li hustoty koulí stejné, pak jsou příslušné přitažlivosti úměrny součinům průměru a hustoty. Země má průměr 13 milionů metrů. Přitažlivost koule téže hmoty jako země, průměru však 1 metru bude tedy obnášeti  $\frac{1}{13,000,000}$  přitažlivosti země neb  $\frac{1}{13,000,000}$  hmoty (váhy) tělesa přitahovaného. Kdyby měřená přitažlivost koule olověné, průměru 1 m, se rovnala právě hodnotě  $\frac{1}{13,000,000}$  váhy tělesa přitahovaného, pak bychom soudili, že průměrná hustota země se rovná hustotě olova. Při pokusu shledáme, že přitažlivost olověné koule průměrů 1 m jest dvakrát tak veliká, má tedy olovo dvakrát tak velikou hustotu jako části zemské v průměru. Úvahy tyto vedou k methodě určení průměrné hustoty zemské.

Angličan Mitchell sestrojil váhy odchýlné (točivé), jimiž chtěl stanoviti průměrnou hustotu země; než-li však pokusy započal, zemřel. Ve směru tom pracoval pak Cavendish. Přístroj, kterým určil (1798.) Cavendish hustotu země, znázorňuje obr. 113. Na ramenu  $KF$  visí na jemné niti

hedvábné  $EF$  lehká tyč vodorovná  $e$  nesoucí na koncích malá závaží  $bb$ . K otáčení tyče v rovině vodorovné jest třeba jen velmi malé síly, jež přemáhá pouze odpor tenké hedvábné niti proti torsí (stáčení). Nepůsobí-li tedy žádné rušivé síly na přístroj, postaví se tyč do takové polohy, aby nit  $EF$  byla bez torse (stočení). Přiblíží-li se ke koulím  $bb$  na otáčecí tabuli (desce)  $T$ , na níž spočívají po různých



Obr. 113.

stranách koulí  $bb$  dvě veliké koule olověné  $WW$ , pak uvede přitažlivost těžkých koulí olověných na koule  $bb$  váhy z roviny rovnováhy, váhy (tyč  $ab$ ) se otáčejí a kývají pak nějaký čas, pak se postaví do klidu v poloze od původní polohy odchýlné. Koule  $WW$  otočí se pak opačně vzhledem ke koulím  $bb$ , takže tyč  $ab$  začne kývati v opačném směru. Kývy ty se pozorují mikroskopem; k odstranění rušivých dojmů zevnějších se celý přístroj uzavře ve skříni a postaví na místo, jež jest co možná nejméně vysazeno změnám tepelným. Z velikosti pohybů tyče se vypočte vzájemná přitažlivá síla  $f$  koulí  $WW$  a  $bb$ ; z poměru této přitažlivé síly  $f$  ku síle, kterou celá zeměkoule přitahuje malé koule  $bb$  tedy k váze  $m$  kouli  $bb$ , obdrží se dále poměr mezi hmotou  $M$  kouli  $W$  a hmotou  $Q$  zeměkoule.

Pokus Cavendishův byl novějšími zjemněnými prostředky častěji opakován. F. Reich konal nové pokusy ve

Freibergu, Baily v Londýně, Cornu a Baille v Paříži. Výsledky průměrné hustoty země plynoucí, z pokusů těch, podává připojený přehled:

Cavendish . . . . .	5·48,
Hutton (revise pokusů Cavendishových) . . . . .	5·32,
Reich (1837) . . . . .	5·44,
Reich (1849) . . . . .	5·58,
Baily (1842) . . . . .	5·66,
Cornu a Baille (1873) . . . . .	5·56.

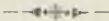
Jiná metoda určení hustoty země opírá se o stanovení změny tíže zemské. Carlini měřil délku kyvadla vteřinového na hoře Cenis a určil ze srovnání s pozorováními, jež konal Biot v Bordeaux, velikost přitažlivosti hory, z kterýchžto dat plynula hodnota průměrné hustoty země rovna 4·39, aneb po Schmidtově revisi pozorování 4·84. Podobná pozorování kyvadlem byla konána ve velikých hloubkách země; Drobisch obdržel r. 1826 hodnotu hustoty zemské 5·43, Airy (1855 z porovnání kyvadlových v dolech Harton 6·56.

Určení hustoty země bylo zkoušeno také přitažlivostí části povrchu zemského, atrakcí hor. První pokus toho druhu učinil Maskelyne, jenž stanovil r. 1774. přitažnost kopce Shehallie v Skotsku určením odchylky olovnice. Pozoruje-li se směr olovnice na obou stranách hory, shledá se, že hora přitahuje k sobě olovnici ze směru kolmého, ke středu země směřujícího. Z pozorované odchylky směru olovnice a z měřené hustoty a obsahu hory lze pak ve spojení se známým obsahem zeměkoule určití hustotu této. Cestou takovou byla odvozena hustota země rovna 4·71. Novější pozorování na téže hoře konaná Jamesem dávají hodnotu 5·32.

Jolly řešil úlohu pomocí vah. Na spodní straně misek velmi citlivých vah byly připevněny dráty délky 21 m procházející příhodnými otvory stolu, na němž stály váhy, a nesoucí dole rovněž dvě misky. Dolejší misky byly tedy o 21 m blíže středu země než hořejší. Závaží položené na spodní nitku bylo od země silněji přitahováno, než položilo-li se na misku hoření. Rozdíl ten se zvětšil, když se postavila koule olověná průměru 1 m pod misky dolní. Z pokusů těch se určil rozdíl mezi přitažlivostí země a koule olověné, z čehož dále plynula hodnota pro průměrnou hustotu

země 5·69. Podobné pokusy konal J. H. Poynting z Manchesteru a dospěl přibližně téhož čísla. König a Richarz modifikují metodu Jolly-ho určující přitažlivou sílu parallelipipedické hmoty olovené 2000 centů těžké. Pokusy ty nejsou posud ukončeny.

V letech 1887 a 1888 zkoumal Wilsing svou metodu k určení hustoty země, zakládající se v principu na vážení váhou vertikální. Koho visící kyvadlo jest zavěšeno tak, aby bod závěsu ležel jen málo nad těžištěm kyvadla, jehož doba kyvu proto několik minut obnáší. Oba konce kyvadla mají koule asi 1 kilogramm těžké, na něž působí přitažlivě dva kovové válce mnoho centů těžké, jež lze vhodně přeložiti. Pozorování dob kyvů pod vlivem těchto hmot přitahujících se pozoruje dalekohledem, odčítáním zreadlovým. Wilsing odvodil z pokusů svých pro průměrnou hustotu země hodnotu 5·58 s velmi malou chybou pravděpodobnou. Z pokusů vyličených plyne, že střední hustota země jest asi 5·6 krát tak veliká jako hustota vody. Hustota všech částí země není stejná, průměrná hustota nejvyšších vrstev zemských páčí se na 2·5, proto hustota země od povrchu ke středu roste. Bližší určení zákona, dle kterého se hustota země od povrchu ku středu mění, musí se opírat o pečlivý rozbor všech úkazů gravitačních. V té věci odkazujeme dobře vyškoleného čtenáře na výtečnou mechaniku nebeskou od Tisseranda II. díl.



### III. Praecesses bodů rovnodenních.

Praecessi bodů rovnodenních vyličili jsme na str. 44. et s. jako ponenáhlou stálou změnu polohy nebeského pólu mezi hvězdami; následek úkazu toho jest změna polohy rovníku nebeského. Učení Koperníkovo dokazuje, že póly nebeské jsou jen obrazem pólů zemských, neboť se ve skutečnosti otáčejí země a nikoli sféra nebeská; póly nebeské jsou určeny průmětem prodloužené osy zemské na sféru nebeskou; dle učení Koperníkova spočívá tudíž praecesses ve změně směru osy zemské; působením této změny zdá se nám, že průměty osy zemské na kouli nebeskou, póly nebeské, opisují na sféře nebeské kruh poloměru  $23\frac{1}{2}$



stupňů v době asi 26.000 let. Úkaz tento vysvětlil Newton působením přitažlivosti slunce a měsíce na zemský ellipsoid, vzniklý silou centrifugální. Mysleme si zemi kulovitou, obejmoutou podél rovníku hmotným prstenem  $AB$  (viz obr. 114.); průměrná přitažlivost slunce na takto vzniklý zemský ellipsoid bude v rovnováze se silou centrifugální (odstředivou), vznikající při pohybu země kolem slunce. Bod  $A$  leže blíže k slunci  $S$  bude více přitahován než střed země  $C$ , na též bod působí však menší síla odstředivá než na bod  $C$ ; výslednice obou sil bude tedy bod  $A$  přibližovati k slunci. Opačný poměr atrakce platí pro bod  $B$ : na bod  $B$ , vzdálenější od slunce, jest při-



Obr. 114.

tažlivost menší než průměrná přitažlivost slunce, výslednice této menší síly přitažlivé a stejné síly odstředivé jako u bodu  $A$ , bude bod  $B$  vzdalovati od slunce. Celistvý účinek obou výslednic, dvojice opačného směru, na prsten nakloněný ke slunci, by se jevil tedy ve stažení prstenu kolem středu  $C$ , až by rovina prstenu  $AB$ , to jest však rovina rovníková, přešla do směru ke slunci  $CS$ ; na jedné straně  $A$  přitahuje totiž slunce bližší část (prstenu), na druhé straně  $B$  odpuzuje pak vzdálenější část prstenu. Slunce sužá se rovinu rovníkovou (rovinu prstenu) přivést do polohy  $CS$ , do roviny ekliptiky, a to se silou tím větší, čím větší úhel uzavírá směr síly přitažlivé  $AS$  nebo  $BS$  s ekliptikou. V dobách slunovratů, kdy deklinace slunce jest největší, bude působivost této síly přitažlivé největší; v dobách rovnodennosti, kdy deklinace slunce se rovná nulle (když slunce stojí v rovině rovníkové), bude působivost přitažlivé síly nejmenší. S prstenem  $AB$  spojená koule zemská by se tudíž současně pomalu stáčela; osa zemská by se rovněž pomalu nakloňovala ke slunci. Působením rotace země

kolem své osy snaží se však osa zemská udržeti svou polohu; jsou tu poměry úplně stejné jako u setrvačníků (vlků, Kreisel), jak to dobře znázorňuje rotační apparat Fesslův. Výsledek bude pak ten, že místo sklánění se rovníku ke slunci nastoupí velmi pomalý otáčecí pohyb kolmý ku směru  $CS$ , a to jest právě úkaz praecessce, jak se na sféře nebeské jeví.

Kdyby rovina prstenu  $AB$  procházela sluncem, t. j. kdyby rovina rovníková splývala s ekliptikou, pak by se vzájemně rušily síly slunce, jež bod  $A$  přitahují a protilehlý bod  $B$  odpuzují, působíce právě opačně. Pak by nebylo žádné praecessce. V bodech rovníkosti, kdy prochází slunce rovníkem, vyskytá se tento případ. Úkaz praecessce není tudíž nikterak úkazem rovnoměrným, nýbrž proměnlivým; pohyb praecessce jest největší v červnu a prosinci, kdy deklinace slunce jest největší (za doby slunovratů); nejmenší v březnu a září, za doby rovníkosti. Jinou nerovnost jeví úkaz praecessce tím, že jest slunce v prosinci zemi bližší než v červnu a tudíž síla přitažlivá jest větší.

Přitažlivý vliv slunce nemění tedy celkem sklonu ekliptiky, nýbrž posouvá nazpět body rovníkosti. Vnitřní kulová hmota země, již jsme si odmyslili, zeslabuje jen působení slunce na rovníkový prsten sploštěné země. Jako slunce způsobuje i měsíce praecessi. Nepatrnou hmotu luny u porovnání se sluncem nahrazuje tu veliká blízkost, čímž se vliv přitažlivosti luny zvyšuje v poměru čtverečném. Současným působením slunce a měsíce se úkaz praecessce stává složitějším, společnou praecessi obou těles nazýváme praecessi lunisolarní.

Postavení luny k rovníku mění se periodicky, mimo to se mění poloha dráhy měsíce, hlavně pak průseky její s ekliptikou, uzly, se pohybují v periodě 18·7 roku. Veškerý tyto pohyby zobrazují se v úkazech praecessce, podmiňující tu nerovnosti stejné periody. Veškerý periodické nerovnosti praecessce nazýváme souborně nutací neb kolísáním osy zemské. Zjev ten objevil poprvé Bradley. Vlivem nutace opisuje pól světový malou ellipsu, jejíž poloosy jsou pro nutaci lunární  $a = 9\cdot22''$ ,  $b = 6\cdot88''$  a perioda 18·7 roku, pro nutaci solární (sluneční)  $a = 0\cdot55''$  a perioda pololetní. Kdyby dráha luny splývala s ekliptikou, nebylo by žádné nutace lunární. Světový pól probíhá působením

praeceesse kolem pólu ekliptiky kruh poloměru  $23\frac{1}{2}^0$  a působením nutace současně ellipsu, čímž vzniká složitý pohyb vlnitý.

PraeceSSI vyložil již *Newton* na základě gravitačního zákona a předpověděl již také nutaci. Vyšetření rotace osy zemské a úkazů s touto spojených podal *D'Alembert*<sup>1)</sup> ve spise: „*Recherches sur la précession des équinoxes et sur la nutation de l'axe de la Terre*. Paris 1749.“

PraeceSSe závisí na odchylce tvaru zemského od tvaru koule, proto lze z hodnoty praeceSSe určití naopak odchylku tuto, t. j. sploštění země. Nutace, závisle hlavně na působení luny, podává prostředek k určení hmoty našeho měsíce. Další rozbor přesahuje meze spisu toho.



#### IV. Slapy mořské.

Povrch moře kolísá pravidelně, periodicky, toto kolísání nazýváme slapy (tides — Gezeiten). Skoro po 6 hodin stoupá moře, nastává příliv, následujících 6 hodin opět hladina moře klesá, nastává odliv. Příliv i odliv dostavují se dvakrát denně. Doba, v které se dostavuje toto dvojité kolísání povrchu mořského, rovná se 24 hodinám, 50 minutám, 28 vteřinám, t. j. právě době uplynulé mezi dvěmi po sobě jdoucími kulminacemi měsíce. Doba mezi dvěma maximy přílivu obnáší 12 hodin, 25 minut, 14 sekund. Byl-li příliv některého dne právě v poledne nějakého místa, bude druhého dne na témž místě příliv v 12 hodin, 50 minut, třetího dne v 1 hodinu 41 minut atd. Mezi dva přílivy odpolední neb večerní připadá pak příliv ranní. Výškou přílivu rozumíme rozdíl hladin moře při nejvyšším a nejnižším stavu jeho; výška přílivu mění se místem a není též stálou veličinou pro totéž místo, podrobená jsouc jak periodickým tak i nahodilým změnám, jež

<sup>1)</sup> Jean-le-Rond d'Alembert (nar. r. 1717. v Paříži, zemř. r. 1783. tamže) nalezenec položený na schody chrámu „Jean le Rond“ v Paříži, vychovaný od paní sklenáře „Alembert-a“, stal se tajemníkem pařížské akademie a proslavil se mimo jiné vydáním známé „Encyclopédie“ (Paris 1751—80 33. sv.) společně s Denisem Diderotem.

podmiňují hlavně bouře a větry. Periodické měny výšky přílivu závisí celkem od fási (podob) měsíce. Výška přílivu jest největší za doby syzygií (úplňku a nového měsíce) a nejmenší za doby kvadratur měsíce. Slapy jsou úkazy závislé v první řadě na měsíci, největší příliv dostává se vždy v určitou dobu po vřeholení měsíce poledníkem místa. Doba největší vody ve dnech úplňku neb novoluní určitého místa slove dobou (časem) přístavní. (Hafenzeit, éta-blissement); tato se mění od místa k místu. Doba (čas) přístavní jest

pro Plymouth	v	5	hodin	37	min.;
" Dublin	11	"	12	"	"
" Aberdeen	1	"	0	"	"
" Newcastle	3	"	46	"	"
" Londýn	1	"	58	"	"
" List	2	"	0	"	"
" Helgoland	11	"	33	"	"
" Cuxhaven	0	"	49	"	"
" Hamburg	5	"	10	"	"
" Wilhemshaven	0	"	50	"	"
" Boulogne	11	"	0	"	"
" Cherbourg	7	"	49	"	"
" Brest	3	"	47	"	"
" Lissabon	2	"	30	"	"

atd.

Rovněž i výška přílivu závisí na poměrech místních; v moři středozeumním jsou velmi nepatrné slapy, velmi značné však na pobřeží Francie a Anglie.

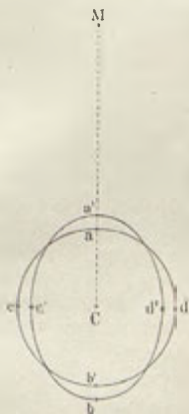
Výška přílivu za doby syzygií (příliv zvýšený, Springfluth) dosahuje v kanálu Bristolském (u Newportu) výše 11·6 m. Největší příliv na zeměkouli má Fundyba i na jihovýchodním pobřeží severní Ameriky britské (v maximu 20—23 m). Na malých ostrovech uprostřed moře jest příliv malý, na ostrově Sv. Heleny obnáší výška přílivu 0·3, na ostrovech jižního moře jen 0·2 m. Celkem ubývá výšky přílivu od rovníku k pólům; na severním pobřeží Norska jest však značná výše přílivu.

Úkaz slapů jest velmi složitý a theorii, jež by vysvětlovala ve všech směrech pozorování úkazu toho, nebude tak snadno podati. Laplace předpokládal ve svých základních úvahách o pohybu vln slapových, že celý povrch

země jest pokryt vodou, Airy pojímal slapy jako pohyb vln v poměrně úzkém kanálu, jenž objímá zemi v největším kruhu. Bez upotřebení pozorování nelze na základě theorií těch theoreticky vypočísti pro určité místo ani přibližně dobu přístavní.

Slapy mořské způsobují se přitažností měsíce a slunce. Jako měsíc gravituje k zemi, tak i země gravituje k měsíci. Jednotlivé body zeměkoule jsou nesterjně vzdáleny od měsíce a podléhají tudíž nesterjným silám přitažlivým a tím právě vznikají slapy.

Budiž  $C$  střed zeměkoule,  $M$  měsíc. Bod  $a$  zeměkoule se více přitahuje měsícem  $M$  než bod  $C$  (viz obr. 115.). Není-li  $a$  pevně spojen s bodem  $C$ , pak  $a$  silněji (větší urychlením) gravituje k měsíci než bod  $C$ . Je-li na straně k měsíci obrácené moře, bude zde hladina moře stoupati. Totéž se děje na nejodlehlejší bodě protilehlém  $b'$  zeměkoule; bod  $C$  gravituje silněji k měsíci než bod  $b'$ , v lhotách kolem  $b'$  položených bude se proto jevit snaha zůstávatí za středem  $C$ . Kdyby byla země celá pokryta vodou, pak by kulovitý tvar země nabyl podoby  $a'c'b'd'$ , v bodech  $a$  a  $b'$  voda stoupá, v bodech  $c$  a  $d$  musí tedy voda zase klesati. Pro místa, kde stojí měsíc v poledniku (v hoření neb dolní kulminaci), nastal by takto příliv; na místech pak, kde měsíc vychází neb zapadá, nastoupil by odliv. Stejně způsobuje též slunce slapy, jež jsou však menší pro větší vzdálenost slunce než slapy měsíční. Výška přílivu slunečního se rovná přibližně  $\frac{2}{5}$  výšky přílivu měsíčního. V době syzygií (novoluní a úplňku) se spojují příliv měsíce a slunce a nastávají vlny zvýšené (Springfluthen); v době kvadratur se slučuje příliv měsíce s odlivem slunce; výslední příliv slove příliv hluchý, příliv snížený (taube Fluth, Nippfluth). Za doby syzygií dostoupí příliv více než dvojnásobné výše přílivu za doby první a poslední čtvrti měsíce. V různém postavení slunce a měsíce budou



Obr. 115.



se jevíti výsledky jich přitažlivosti, výslednice bude kolísati za synodický měsíc.

Postup slapů by byl velmi jednoduchý, kdyby celá zeměkoule byla pokryta vodou, kdyby hloubka moře byla všude stejná a kdyby neměl pohyb vody odporu na dně mořském. Veškerá místa téhož poledníku měla by v týž čas příliv; vlny přílivu postupovaly by sáhajíce od severu na jih ve směru od východu k západu a vykonaly by celý oběh kolem země ve 24 hodinách (tedy na rovníku by se pohybovaly s rychlostí 225 zeměpisných mil za hodinu). Příliv by byl nejvyšší v místě poledníku, kde stojí měsíc v nadhlavníku. Pro nestejně rozdělení vody a pevniny a poněvadž pohyb vln se zdržuje odporem na dně mořském, mění se podstatně úkaz slapů. Doba nejvyšší vody nedostavuje se za vreholení měsíce, nýbrž později, i nejvyšší vlny (Springfluthen) se opozdíjí někdy o více dnů vzhledem k době novoluní neb úplňku. Rychlost vln na povrchu mořském závisí na hloubce moře a utváření (konfigurace) pevniny má taktéž značný vliv na jich postup.

Newton první vysvětlil úkaz slapů přitažlivostí měsíce a slunce, předpokládaje, že jest celá země pokryta vodou, že země má hustotu vody a že povrch moře v každém okamžiku nabývá tvaru rovnovážného.

Různá hloubka a šířka moří má veliký vliv na rychlost vln slapových, podobně působí tvar (konfigurace) pobřeží; křížením (interferencí) různých složek sil slapových mohou se jednotlivé účinky zrušiti, tak jsou na příklad u Tahiti slapy sluneční větší než měsíční a proto se dostavují zde slapy téměř v tutéž dobu denní; podobné poměry dostavují se na východním pobřeží Irska; u Tonkina jest jen jednou za den příliv a odliv atd.

Ku pozorování výšky slapů na četných místech povrchu zemského slouží stroje limnimetry zvané, jež se upravují často tak, aby samy zaznamenávaly stoupání a klesání hladiny mořské.<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Whewell pokusil se o to znázorniti na mapě graficky průběh vln slapových, spojiv pobřežní místa pevnin, na kterých nastal současně příliv neb odliv, křivkami zvanými isorachie neb homopleroty; později však seznal, že jeho isorachie nemají reálného významu, poněvadž o průběhu vln slapových v širším moři pro nedostatek pozorování není téměř ničeho známo.

Základy theorie slapů položil Newton ve svých Principia; celý problem zpracoval mistrným způsobem ve své Mécanique céleste Laplace. Dále pracoval na poli tom Lubbock („An elementary treatise on the tides“. London 1839.) Viz též A. Seydler. Základové theoretické fysiky; (díl druhý) a F. J. Studnička. „Všobecný zeměpis“.



## V. Poruchy.

V soustavě sluneční vyskytují se jen malé odchylky od pohybu dle zákonů Keplerových; příčiny toho jsou dvě, hmoty rušivé jsou u porovnání s hmotou centrální malé (u oběžnic obnáší sečtená hmota všech asi  $\frac{1}{100}$  hmoty centrálního tělesa — slunce) aneb jest vzdálenost rušivé hmoty u porovnání se vzdáleností tělesa centrálního velká, případ ten se vyskytuje u měsíců, kde rušivá hmota, slunce, má sice značnější hmotu než těleso centrální, oběžnice; vzdálenost rušivé hmoty však ne značně pozměňuje pohyb měsíců dle zákonů Keplerových. Odchylka v pohybech těles nebeských od přesných zákonů Keplerových nazývají se poruchami, p e r t u r b a c e m i. Ustanovení pohybů naší (sluneční) soustavy obsahuje velmi složitý problem: stanovení pohybu všech hmot soustavy, jež vesměs na sebe vzájemně působí dle zákona gravitace; pro malou hmotu můžeme zde zanedbat vliv měsíců, asteroidů a vlasatic (komet), dále můžeme si rozdělití úlohu tím způsobem, že určíme nejprve dráhu tělesa, jehož pohyb vyšetřujeme, jakoby žádných těles rušivých nebylo, na to bereme o sobě v úvahu vliv jedné z rušivých hmot, jakoby ostatních nebylo; potom opět určujeme vliv hmoty druhé (třetí atd.) bez ohledu na ostatní. Tím se převede všeobecný problem na vyšetření pohybu tří těles — pohybu to jednoho tělesa v soustavě tří těles, centrálního tělesa (slunce), oběžnice rušivé a oběžnice, jejíž pohyb zkoumáme. Problém tří těles zní: Tři hmotné body vrženy byvše s danou rychlostí počáteční působí na sebe přitažlivostí obráceně úměrnou druhé mocnině vzdálenosti. Má se ustanoviti pro kteroukoliv dobu

jich poloha Problem tří těles zcela všeobecný jest velmi nesnadný a není posud rozřešen; potřebami astronomie zjednodušený problem tří těles byl spojenými silami veleduchů: Newtona, Eulera, Laplacea, Lagrange-a, Hansena, Leverriera, Gyldéna, Tisseranda a j. v jistých mezích rozřešen a stále se pracuje o zdokonalení jeho. Nyní můžeme si zjednatí řešení přibližná, jež se v mezích pozorování srovnávají se skutečnosti; problem tří těles určuje poruchy těles dle zákonů Keplerových se pohybujících.

Již Kopernik a pak Kepler srovnávající dráhy planet vypočtené na základě soudobých pozorování s drahami planet z doby Ptolemaeovy shledali, že se i podoba i poloha drah oběžnic poněkud mění. Nástupci Newtonovi snažili se vysvětliti měny ty ze zákona gravitace; Lagrange pak dokázal, že změny ty jsou výsledkem celé řady pravidelných a periodických kolísání, jichž periody tak ohromné doby objímají, že během tisíciletí v pohybech oběžnic jen postupný pohyb se jeví. Kolísání ta se vztahují na celou soustavu sluneční, periody kolísání těch obsahují celé věky, 50.000 až 2.000.000 let. Pomalé takovéto měny drah oběžnic nazýváme proto variace saekulární. Výsledkem těchto kolísání obíhají přísluní a uzly oběžnic celou dráhu ( $360^\circ$ ), výstřednosti drah se mění, ale v úzkých mezích, takže stabilita soustavy sluneční se neporušuje. Za příklad uvádíme, že obnášela výstřednost dráhy zemské před 18.000 lety  $0.019$ , na to jí ubývalo a poměr ten potrvá ještě 25.000 let, kde dráha zemská bude nejvíce se přibližovati dráze kruhové.

Vzdor úsilí nejslavnějších analytiků nelze ještě dnes měsíc upoutati v určitou dráhu. Již před dvěma tisíci lety objevena byla nerovnost v pohybu měsíce, jež povstává tím, že se měsíc nepohybuje ve dráze kruhové. Staří neznali pohybu elliptického a ustanovili proto nestejnouměrnost v kruhovém oběhu měsíce, jež má periodu  $27\frac{3}{4}$  dne. Záhy bylo též poznáno, že délky uzlů měsíce mění za 18 let své místo o  $360$  stupňů. Dále bylo z pozorování odvozeno, že velká osa dráhy měsíce probíhá směrem opačným pohybu uzlů za 9 let celou dráhu. Pohyb uzlů a velké osy vykazují též oběžnice, ale perioda pohybů těch jest velmi dlouhá (statisíce let). Kromě těchto nerovností objevena byla již Ptolemaem nerovnost e v e k c e zvaná, jež vzdaluje měsíc

v periodě 31,5 dne od polohy dané oběma dřívějšíma nerovnostmi až o  $1^{\circ} 16'$ . Další nerovnost variace mění v periodě 15 dnů polohu měsíce až o 39 minut; nerovnost tu znali již arabští astronomové a hlavně Tyge Brahe ji přesně ustanovil. Jiná nerovnost objevená také Tygem Brahem má periodu jednoho roku a argument její obnáší 11 minut. Spojením těchto nerovností vzniká velmi složitý pohyb měsíce. Až po Newtona nebyl znám zdroj, z něhož by se daly odvoditi. Genius Newtonův objevil pramen nerovnosti těch ve gravitaci, a ukázal cestu jak naléztí jiné menší nerovnosti.

Dle zákona gravitačního pohyboval by se měsíc kolem země ve dráze elliptické, kdyby jen tato dvě tělesa existovala. Velká hmota slunce působí však značně na pohyb měsíce, obnášíc v době úplňku poměr sil, kterými působí slunce a země na měsíc, přibližně jednu stotinu (1 : 100). Změny, jež působí slunce na běhu měsíce, můžeme stopovati analýsí mathematickou. Newton byl první, jenž na základě přitažlivosti slunce vysvětlil pohyb uzlů, urychlení perigea (pohyb velké poloosy), variaci a rovnici roční. Clairaut a d'Alembert odvodili evekei. Výzkumy o další vývoj theorie měsíce se proslavili Euler,<sup>1)</sup> Laplace, Damoiseau, Plana, Poisson, Lubbock, Hansen, Delaunay,<sup>2)</sup> Adams, Hill a j. Příčiněním jich našla se

<sup>1)</sup> Euler Leonhard (nar. r. 1707. v Basileji, zemř. r. 1783.) žák Jana Bernoulliho, odebral se r. 1727. do Petrohradu, žil od 1741. do 1766. jako akademik v Berlíně, pak v stejném postavení v Petrohradu. R. 1735. oslepl na jedno, r. 1766. pak na druhé oko. Velmi geniální matematik a velmi plodný spisovatel. Počet uveřejněných jeho publikací obnáší 756, asi 200 spisů zbylo ještě po úmrtí. Hlavně theoretickou astronomii obohatil svými výzkumy, nejdůležitější větší dílo astron. jest: „Theoria motuum planetarum et cometarum“ Berlín 1744. Dokázal možnost sestrojení dalekohledů achromatických

<sup>2)</sup> Delaunay, Charles Eugène (nar. r. 1816. v Lusigny, departement Aube, zemř. r. 1872.), syn učitele matematiky, vstoupil odbyv návštěvu koleje v Troyes na École polytechnique, již jako nejlepší žák po dvou letech opustil a studoval pak na École des Mines. Ještě jako student byl jmenován učitelem geodesie na škole polytechnické, později se stal professorem geometrie, mechaniky a inženýrství na škole polytechnické a na École des Mines. Od r. 1850. byl ingénieur en chef na École des Mines. V březnu r. 1870. byl jmenován na místě Leverrierově ředitelem pařížské hvězdárny a osvědčil se znamenitě za doby obléhání Paříže a za hrůzovlády komuny. Pověst hvězdárny hleděl povznést. V létě 1872 utonul při vyjížďce na loďce v okolí Cherbourgulu. Delaunay vyznamenal se jako analytik a theore-

řada nerovnosti vyplývajících z působení slunce a oběžnic na měsíc; souhlas výpočtu s pozorováním podával pokaždé důkaz o správnosti zákona Newtonova

Jen jediná nerovnost v pohybu měsíce zůstala posud nevysvětlenou: saekulární akcelerace (zrychlení v periodě sto let). Při oběžnicích přibývá délky stejně s časem a střední pohyb jest veličinou stálou tedy vzorec středního pohybu zní:  $at$ . Při měsici však není tomu tak. Vzorec středního pohybu  $at$  třeba u měsíce zvětšiti o člen úměrný druhé mocnině času, tedy o člen ve tvaru  $\beta t^2$ ; tento dodatečný člen definuje právě saekulární urychlení, akceleraci. Vzorec středního pohybu měsíce zní tedy  $at + \beta t^2$ . Tuto odchylku objevil Halley a určili ji později Dunthorn, Tobiaš Mayer a Lalande na  $6''$  až  $10''$ . Akcelerace saekulární  $10''$  ( $\beta = 10$ ) působí že v jednom století vzrůstá délka měsíce o  $10''$ , ve dvou, třech atd. stoletích o 40, 90'' atd. Během doby 20 předešlých století postoupil měsíc v délce o 4000'' tedy o více než jeden stupeň. Že se střední pohyb měsíce skutečně urychlil, dokázáno jest z pozorování zatmění Almagestu, zatmění arabských a pozdějších. Jedná se o to vysvětliti nerovnost tu též theoreticky na základě všeobecného zákona gravitačního. Laplace dokázal, že nenáhlé změny výstřednosti dráhy zemské působí zvětšení středního pohybu měsíce; při pomalé změně zakřivení dráhy zemské mění se totiž vzdálenost slunce od země a měsíce, změna vzdálenosti té mění pak sílu rušivou. Výstřednosti dráhy zemské bude ubývati ještě asi 24.000 let, načež nastane nenáhlé přibývání; musí tedy časem na místě zrychlení nastoupiti ubývání středního pohybu měsíce. Laplace ustanovil také velikost akcelerace na  $10''$  souhlasně s udáním Lalandeovým.

Airy rozbiraje v létech 1853 až 1857 opět chronologických zatmění dokázal, že se musí saekulární akcelerace pohybu měsíce rovnati nejméně  $12''$  (lépe  $13''$ ). Podobným způsobem prozkoumal též Hansen dávná zatmění. Ze zatmění soudíme tedy správně na  $12''$ . Oproti tomu odvodil r. 1853 Adams, že musí býti theoretické

tický astronom. Jeho hlavní dílo, na němž od r. 1846. pracoval, jest theorie měsíce „Théorie de la Lune“, (2 svazky, 1860 a 1867) Delaunay rozřešil problem pohybu měsíce úplně původním způsobem. Různá pojednání, tak o akceleraci středního pohybu měsíce, jsou velmi duchaplná.



číslo Laplaceovo zmenšeno, aby se výpočet od pozorování příliš nelišil. Theorie vede ku číslu  $6''$  pro saekulární akceleraci měsíce. Adamsovy výpočty potvrdil také Delaunay. Theorie a skutečnost se tedy zde neshodují.

Zatmění historická stanoví saekulární zrychlení obnosem větším než theorie Laplaceova. Existuje-li tento rozdíl, pak jest dle Tisseranda velice pravděpodobno, že rozdíl ten vyplývá ze současného působení slapů mořských a ubývání teploty země.

Theoretická hodnota akcelerace ( $6.1''$ ) souhlasí však s přesnými pozorováními posledních dvou století. Že nevyhovuje pozorováním dřívějším, vysvětluje se snadno tím, že čas chronologických zatmění není dosti přesně znám, aby na jich základě mohla býti odvozena hodnota saekulární akcelerace. Rozdíl mezi akcelerací theoretickou a odvozenou z pozorování starších není snad skutečný (reálný).

Newtonův zákon vysvětlí zajisté také jednou zbývající ještě jinou neshodu mezi teorií a pozorováním měsíce. Hansenovy tabulky měsíční odehlyují se nyní od skutečnosti asi o  $15''$ ; měsíc vrcholí skorem o 1 sekundu později než-li tabulky Hansenovy udávají. Příčina nerovnosti té není posud známa; snad ji způsobuje vliv některé oběžnice (Venuše).

Také pohyb Merkuru ukazuje nerovnost, již nelze úplně vysvětliti z theorie gravitační. Leverrier ukázal totiž, že pohyb perihelu Merkurova jest asi o  $40''$  za století větším, než by dle theorie býti měl a připisuje příčinu toho skupině malých oběžníků mezi sluncem a Merkurem, jichž rovina přibližně splývá s rovinou dráhy Merkurovy. Existence těchto tělísek jest však podle přechetných pozorování kotouče slunečního a pozorování při úplných zatměních slunce velmi problematickou. Newcomb myslí, že látka světla zodiakálního způsobuje nerovnost tu.

Mimo uvedené případy souhlasí veškeré pohyby v soustavě sluneční s výsledky theorie gravitační.

O akceleraci středního pohybu měsíce napsal výtečný článek znamenitý astronom M. F. Tisserand, ředitel hvězdárny pařížské, článek ten, jehož bylo použito, přeložil Dr. V. Lásků pro Živu, ročník II. Čtenáři, jenž by se chtěl důkladněji poučiti o dějinách gravitace a problému

tří těles, odporučujeme články prof. A. Seydlera v Časopise jednoty českých math.: „Dějiny všeobecné gravitace, r. IX.“ a „Historický rozvoj problému tří těles, r. XV.“

Již Laplace pomýšlel, jestli by k vysvětlení uvedených nesrovnalostí mezi teorií zbudovanou na základě zákona Newtonova a pozorováním nebylo záhodno zavést jiný zákon. Laplace ukázal také, že působí kulovité hmoty na sebe tak, jakoby jejich hmoty v bodech středních byly soustředěny, jenom při zákoně, jenž jest naznačen tvarem  $\frac{\alpha}{r^2} + \beta r$ , kdež  $\alpha$  a  $\beta$  jsou dvě konstanty. Záhy se obrátila pozornost k obdobným zákonům v elektrodynamice, jaké podali Gauss, Weber, Riemann, C. Neumann a j. Bylo vytčeno, že problém tří těles působí již při jednoduchém zákonu Newtonově dosud nepřekonané obtíže, jak nesmírné obtíže bude vykazovati upotřebení daleko složitějších zákonů jmenovaných. Tisserand vypočetl přibližně saekulární urychlení délky perihelia oběžnice Merkura na základě zákona Gaussova a Webrova a našel, že z prvního plyne 28'', z druhého jen 14'' naproti pozorovaným 40'', které není možno vysvětliti zákonem Newtonovým. Zákon Gaussův, jenž stanoví přesněji pohyb Merkura než kterýkoliv jiný, přiči se však všeobecně uznanému principu zachování energie. Zdaž vysvětlí prof. Zenger svou electrodynamickou teorií pozorované nesrovnalosti, dokáže budoucnost.



## VI. Další metody k určení vzdálenosti slunce.

Pohyb měsíce kolem slunce pozměňuje se značně rozdílem přitažlivosti slunce na měsíc a na zemi. Část rozdílu toho závisí na poměru příslušných vzdáleností měsíce a slunce; je-li známa síla způsobující takové nerovnosti v pohybu měsíce, lze naopak určití poměr jmenovaný. Vzdálenost měsíce jest dosti přesně známa, násobíme-li ji poměrem takto ustanoveným, obdržíme vzdálenost slunce od země. Nerovnost v pohybu měsíce takto vzniklá jeví se tím, že zůstává měsíc poblíže první čtvrti dvě minuty za a poblíže poslední čtvrti dvě minuty před středním

místem; nerovnost ta slove nerovnosti parallaktickou.<sup>1)</sup> Dovedeme-li stanovití tuto nerovnost, dovedeme pak snadno z ní odvoditi poměr příslušných vzdáleností měsíce a slunce od země, a poněvadž vzdálenost měsíce jest dosti dobře známa, bude takto též určena vzdálenost slunce od země.

První našel parallaktickou nerovnost v pohybu měsíce Mason. Mayer zavedl pak nerovnost tu poprvé do tabulek měsíčních r. 1787. (Tables of the Moon improved). Největší hodnotu nerovnosti, konstantu nerovnosti, odvodil Hansen z Greenwichských a Dorpatských pozorování míst měsíce rovnou  $126.46''$ , Airy z Greenwichských pozorování měsíce z let 1811—1851 hodnotu  $124.7''$ , Stone z více než 2000 pozorování měsíce hodnotu  $125.36''$  a Newcomb z 4letých pozorování Washingtonských hodnotu  $125.46''$ . Jak z těchto udání vyplývá, není shoda určení konstanty nerovnosti parallaktické značnou. Příčina toho leží v pozorování měsíce za doby první a poslední čtvrti; při první čtvrti jest jen předcházející, při poslední čtvrti následující okraj měsíce viditelný. Při srovnání jest nutno převéstí pozorování okraje měsíce na pozorování středu jeho, k čemuž jest nutna znalost poloměru. Ačkoliv poloměr měsíce jest již dosti dobře znám, nemůže se užiti hodnoty jeho pro pozorování tohoto druhu. K určení konstanty nerovnosti parallaktické konají se průchodní pozorování měsíce buď za dne neb za soumraku, tedy za různých podmínek; zdánlivá změna průměru měsíce obnáší dle Newcomba asi  $0.92''$  dle toho, konají-li se pozorování před neb po západu slunce; o takový úhel se průměr měsíce irradiačí zvětšuje a jest tudíž konstanta parallaktické nerovnosti o polovici hodnoty zmíněné, tedy asi o  $\frac{1}{2}''$  nejistou; chyba ta má na určení parallaxy sluneční  $\pi$  vliv o  $0.035''$ . Z parallaktické nerovnosti lze tedy parallaxu sluneční stanovití přesně až na hodnotu  $+0.04''$ .

<sup>1)</sup> Analytický výraz parallaktické nerovnosti  $Q$  zní:  $\sin Q = F \cdot \frac{1 - \gamma \sin \pi}{1 + \gamma \sin p} \sin D$ , kdež  $D$  jest střední délka slunce méně střední délka měsíce,  $\pi$  jest sluneční,  $p$  měsíční parallaxou,  $\gamma$  jest hmota měsíce vyjádřená v jednotkách hmoty zemské.  $F$  jest řada postupující dle mocností poměru středního pohybu země ku střednímu pohybu měsíce, v řadě té jsou koeficienty známé úkony výstřednosti dráhy měsíce a země.

Campbell a Neison chtějíce se učiniti neodvislými na poloměru měsíce, navrhuji pozorování určitého bodu měsíce uprostřed kotouče ležícího (krater Mösting), jež jest osvětlován jak za doby prvé tak i poslední čtvrti. Jest pravděpodobno, že cestou tou se podaří určití vzdálenosti slunce od země přesněji než methodami určení parallax planet.

Jinou methodu k určení parallaxy sluneční podal Leverrier. Theorie gravitace učí, že země popisuje následkem přitažlivosti měsíce kolem společného těžiště země a měsíce malou ellipsu v periodě oběhu měsíce kolem tohoto těžiště, ze známého poměru hmoty měsíce ku hmotě země a ze známé vzdálenosti měsíce se vypočte poloměr (asi 5000 km) ellipsy označené. Tento skutečný měsíční pohyb země se zobrazuje v podobném zdánlivém pohybu slunce; pozoruje-li se tedy tato zdánlivá oscillace slunce (6.5''), lze pak stanoviti z hodnoty její hodnotu pro vzdálenost slunce.<sup>1)</sup> Leverrier našel cestou tou pro parallaxu sluneční hodnotu 8.85'' (opravenou Stonem).

Pouto všeobecné gravitace, jež víže veškerá tělesa nebeská, vede také k následující methodě určení vzdálenosti slunce od země. Theoretická methoda ta, udaná Leverrierem, opírá se o princip, že lze při známých hodnotách relativní hmoty slunce a země určití vzdálenost slunce od země, porovná-li se prostor, kterým těleso na povrchu země v jedné vteřině padá s prostorem, kterým země během vteřiny ke slunci padá. Hlavní váha při methodě té klade se na určení hmoty země,<sup>2)</sup> jež se určuje z poruchů, jež způsobuje země v pohybech planet, hlavně Venuše a Marse, aneb vlasatice Enckeovy. Takto odvodil Leverrier<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> Jest totiž  $\pi = (1 + \frac{1}{\gamma}) \cdot P \sin \pi'$ , kdež  $\pi$  jest parallaxou sluneční,  $\pi'$  měsíční,  $\gamma$  hmotu měsíce,  $P$  konstanta rovnice měsíční v theorii pohybu slunce, již dávají průchodní pozorování slunce. ( $\gamma = \frac{1}{80.44}$ ,  $\pi' = 3422.54''$ ,  $P = 6.524''$ , z čehož  $\pi = 8.86''$ )

<sup>2)</sup> Jest  $\pi = 609.49'' \sqrt{\frac{1}{V_m}}$ , kdež jest  $m$  hmotu země.

<sup>3)</sup> Leverrier Urbain Jean Joseph (nar. r. 1811 v Saint Lô, departement La Manche, zemř. r. 1877). Ve stáří 20 roků vstoupil na Ecole polytechnique, kdež se vyznamenal a obdržel již r. 1833 místo inženýra a chemika při správě tabákové. První vědecké práce týkaly se otázek chemických, později se zabýval téměř výhradně astronomií. R. 1839 podal pojednání o saekulárních změnách elementů 7 hlavních planet, r. 1843 theorii pohybu Merkura, r. 1844—45 výzkumy o periodických vlasaticích Lexellových, Payeových a De Vicoových.

pro parallaxu sluneční z poruchů Venuše a Marta hodnotu  $8.83''$  (opravenou). Z působení země na vlasatici Enckeovu obdržel v. Asten v Pulkově hodnotu  $9.01''$ .



## VII. Hmoty těles nebeských.

Dle třetího zákona Keplerova jsou čtverce dob oběhu dvou planet úměrny třetímu mocninám jejich středních vzdáleností od slunce. Značí-li  $T$  a  $t$  doby oběhu,  $R$ ,  $r$  střední vzdálenosti dvou planet, bude  $\frac{T^2}{t^2} = \frac{R^3}{r^3}$ . Zákon v této podobě není přesný a shoduje se při pohybech oběžnic jen proto, že hmoty oběžnic jsou u porovnání s hmotou slunce velmi malé. Přesný výraz zákona jest:  $\frac{T^2(M+m)}{t^2(M+\mu)} = \frac{R^3}{r^3}$ , kdež značí  $M$  hmotu slunce,  $m$  a  $\mu$  hmoty oběžnic, jejichž střední vzdálenosti jsou  $R$  a  $r$ . Poněvadž jsou hmoty planet u porovnání s hmotou slunce velmi malé, lze klásti  $\frac{M+m}{M+\mu} = 1$ .

Všecobecně zní pak zákon takto: Čtverce vzájemných dob oběhu kterýchkoliv dvou párů těles nebeských, jež se kolem sebe pohybují dle zákona gravitačního, násobeny součtem příslušných hmot jsou úměrny třetímu mocninám vzájemných vzdáleností středních. Jsou-li  $M$ ,  $m$  dále  $M'$ ,  $m'$  hmoty dvou párů kolem sebe kroužících těles,  $R$  střední vzdálenost mezi  $M$  a  $m$ , dále  $R'$  střední vzdálenost mezi  $M'$  a  $m'$ , konečně  $T$  doba oběhu hmot  $M$  a  $m$ ,  $T'$  doba oběhu hmot  $M'$  a  $m'$ , pak platí vždy poměr:  $R^3 : R'^3 = T^2(M+m) : T'^2(M'+m')$  1.) Z poměru toho plyne pro případ, že  $M = M'$  a že  $m$  a  $m'$  jsou velmi malé, třetí zákon Keplerův.

Rovnice 1.) podává nám způsob, kterým se určuje poměr

---

V stejnou dobu připadají epochální výzkumy o pohybu Uranově, jež vedly k objevu Neptuna. Po smrti Arago (1853) stal se Leverrier ředitelem hvězdárny pařížské, kteréžto místo s přestávkou v letech 1870—72, kdy byl následkem diferencí s personálem úřadu sprostěn, zastával až do své smrti. Za jeho vedení domohla se hvězdárna pařížská opět jména, jehož požívala krátce po době založení. Theorie planetárních pohybů a tabulky na základě jejich založené zajistily Leverrierovi nepomíjející slávu: obsaženy jsou v *Annales de l'Observatoire de Paris* Vol IV—XIV.



hmoty oběžnice ku hmotě slunce pro oběžnice, jež mají družice (satellity).

Je-li  $M$  hmotou slunce,  $m$  hmotou oběžnice,  $\mu$  hmotou měsíce planety,  $R$  střední vzdáleností planety od slunce,  $r$  vzdáleností měsíce od oběžnice,  $T$  dobou oběhu oběžnice kolem slunce,  $t$  dobou oběhu měsíce kolem oběžnice, pak jest dle rovnice 1.):

$$\frac{M + m}{m + \mu} = \frac{t^2 R^3}{T^2 r^3}$$

Pro měsíc naší země jest doba oběhu  $t = 27.321661$  dnů; doba oběhu země kolem slunce  $T = 365.256$  dnů, vezmeme-li vzdálenost měsíce od země za jednotku vzdálenosti, položíme-li tedy  $r = 1$ , bude vzdálenost země od slunce v těchto jednotkách vyjádřena  $R = 387$ . Dosadíme hodnoty ty do poslední rovnice obdržíme  $\frac{M + m}{m + \mu} = 324124$ , t. j. hmota slunce více hmota země jest 324124krát tak velikou jako hmota země více hmota měsíce. Přibližně značí číslo 324124 poměr hmoty slunce ku hmotě země.

Podobné jest  $t = 16.689018$  dnů doba oběhu čtvrtého trabanta Jupiterova, vzdálenost jeho od středu Jupitera 26.486 poloměrů Jupiterových, aneb vzdálenost ta vyjádřena v jednotkách vzdálenosti našeho měsíce od země  $r' = 4.8743$ . Značí-li  $m'$  hmotu Jupiterovu,  $m$  hmotu země, bude po zanedbání hmoty trabanta a hmoty našeho měsíce:

$$\frac{m'}{m} = \frac{r'^3 t^2}{r^3 t'^2} = 310.$$

Dle metody té odvodíme si obdobně pro hmotu Martovu 0.1, hmotu Saturnovu 92, hmotu Uranovu 14.7, hmotu Neptunovu 16.5 hmoty země.

Pro oběžnice, jež nemají měsíců (Merkura a Venuši), nedá se určití naznačeným způsobem hmota, hmotu jich dlužno stanoviti z poruchů, jež způsobují planety v pohybech jiných těles (blavně periodických komet).

Známe-li vzdálenost těles nebeských, můžeme si změřením úhlu, pod kterým se nám poloměr těles těch jeví, určití ihned také pravou velikost jich. Vyjádříme si poloměr měřený ve vteřinách, násobíme pak danou vzdáleností (v km) a číslem 0.000004848 <sup>1)</sup> a součin dá nám poloměr tělesa v km. Poloměr slunce se nám zjevuje pod úhlem 960 vteřin, vzdálenost slunce od země obnáší 148600000 kilo-

<sup>1)</sup> 0.000048481368 = sinus 1''.

metrů, pravý poloměr slunce obnáší tudíž 690200 kilometrů, a poněvadž poloměr země se rovná 6380 kilometrům, bude poloměr slunce 108krát větší než poloměr země.

Povrchy koulí mají se k sobě jako čtverce, krychlové obsahy (volumina) jako třetí mocniny poloměrů. Bude tedy povrch slunce 11700krát větší povrchu země a obsah 1260000krát větší obsahu země. Podobně jest volum Saturnův 820, Jupiterův 1330krát větší než obsah země.

Znajíce takto i obsah i hmotu těles nebeských, odvodíme si snadno i hustotu jich. Jeť hustota tělesa poměr hmoty k obsahu. Dělením hmoty tělesa obsahem obdržíme tedy hustotu jeho. Pro slunce byla hmota 324000 a volum 1260000, při čemž i hmota i obsah země byl považován za jednotku. Hustota slunce bude tudíž velmi přibližně  $0.25 = \frac{1}{4}$  hustoty země. Hmota Saturnova byla nalezena rovna 92 hmoty země a obsah rovný 820kráte obsahu země; hustota Saturnova bude tedy rovna 0.11, tedy asi devátému dílu hustoty země.

Přípojená tabulka podává přehled dob siderického oběhu, střední vzdálenosti, rovníkového poloměru ve vzdálenosti 1 a vyjádřeného poloměrem země (= 1) a v kilometrech, hmot vyjádřených v jednotkách hmoty slunce a země, hustot a tíže na rovníku větších oběžnic.

Jméno oběž- nice	Siderický oběh ve středních dnech	Střední vzdá- lenost od slunce		Rovníkový poloměr ve vzdálenosti 1	Rovníkový poloměr země = 1	Rovníkový poloměr v kilometrech	Hmota		Hustota	Tíže na rov- níku
		v jed- notkách astron.	Mill. Km.				slunce = 1	země = 1		
Merkur	87.969	0.38710	58	6.6''	0.37	4800	$\frac{1}{8563200}$	0.04	0.80	0.44
Venuše	224.701	0.72333	108	16.80	0.95	12100	$\frac{1}{401839}$	0.81	0.95	0.80
Země	365.256	1.00000	149	17.70	1	12756	$\frac{1}{321439}$	1	1	1
Mars	686.980	1.52369	226	9.35	0.53	6770	$\frac{1}{2680337}$	0.12	0.81	0.38
Jupiter	4332.588	5.20280	773	196.0	11.07	141300	$\frac{1}{1047.88}$	909.61	0.23	2.25
Saturn	10759.236	9.53886	1418	164.8	9.31	118800	$\frac{1}{3501.6}$	92.05	0.12	0.89
Uran	30688.390	19.18338	2851	69.4	3.92	50000	$\frac{1}{22000}$	14.74	0.25	0.91
Neptun	60181.113	30.05137	4467	86.3	4.88	62200	$\frac{1}{19700}$	16.47	0.14	1.56

### VIII. Aberrace světla.

V prvních dobách se považovala rychlost světla za nekonečně velkou; nyní víme, že rychlost ta, ač jest velmi velikou, jest přece veličinou konečnou.<sup>1)</sup> O tom nás poučila nejprve pozorování družic Jupiterových. Za příčinou malého sklonu jich drah a velikosti Jupiterovy a jeho stínu bývají družice téměř při každém oběhu, prvé tři družice při každém oběhu, zatmívány. Zatmění těch se užívalo ve století 17. k určování zeměpisných rozdílů míst; aby se doby zatmění těch napřed přesněji stanovily, byly vypočteny příslušné tabulky úkazů těch. Ole Römer<sup>2)</sup> shledal kolem r. 1676, srovnávaje takovéto tabulky předchůdců svých, hlavně D. Cassiniho, v úmyslu tabulky ty zlepšiti, že nebylo lze doby zatmění družic srovnati s rovnoměrným pohybem těchto. Shoda mezi pozorováním a tabulkami byla jen tehdy, když byl Jupiter v opposici se sluncem, když byl tedy Jupiter zemí nejbliže. Čím více se země při svém ročním oběhu kolem slunce od Jupitera vzdalovala, tím více se opožďovala pozorovaná zatmění družic oproti vypočteným dobám, při největší vzdálenosti země od Jupitera obnášel rozdíl až 22 minut. Zjev ten se současně a ve stejném obnosu jevil u všech družic. Römer soudil z toho, že světlo potřebuje jistého času, aby dospělo od Jupitera k zemi a že potřebná doba jest tím větší, čím vzdálenější jest země od Jupitera, a vypočetl z pozorování, že světlo potřebuje 22 minut k proběhnutí dráhy zemské aneb 11 minut k proběhnutí vzdálenosti země od slunce.

<sup>1)</sup> Domněnka, že světlo se rozprostírá v jakési době, byla vyslovena již v druhém století Maximem Tyriem.

<sup>2)</sup> Römer Ole (Olaus) (nar. r. 1644 v Aarhus v Dánsku, zemř. r. 1710) žák a přítel Picardův, byl od r. 1671 do r. 1681 v Paříži učitelem claifina a členem akademie, pak professorem matematiky v Kodani, kdež uvedl ve slavnou pověst hvězdárnu vystavěnou za Longomontana, ve službách městských a státních velmi zasloužilý (jako starosta, státní rada atd.). Objevil kolem r. 1676 rychlost rozprostírání se světla (první práce o předmětu tom vyšla v Journal des Savans v Paříži 1676); vynalezl kruh poledníkový a mikrometr ku pozorování zatmění. Römerova velmi cenná pozorování poledníková lehla popelem při požáru, jenž r. 1728 hvězdárnu Kodáňskou zničil. Pouze pozorování tří dnů zachránil pomocník a pozdější nástupce Petr Horrebow (1679—1764).

Čas 11 min. nazván rovníci světla a byl r. 1809. určen od Delambre-a<sup>1)</sup> na základě velikého počtu zatmění družic Jupiterových v uplynulých 140 letech (1662—1802) na 493·2 sekundy. Číslo to těšilo se veliké důvěře až do doby, kdy Glasenapp (r. 1875) ukázal, že rovnice světla obnáší 496—501 sekund na základě pozorování zatmění první družice Jupiterovy (při diskussi různých skupin).

Dělíme-li známou vzdálenost země od slunce dobou, kterou světlo potřebuje, aby vzdálenost tu proběhlo (tedy 498), obdržíme rychlost světla t. j. cestu, již světlo v jedné sekundě proběhne. Opačně, známe-li z pokusů pozemských rychlost světla, obdržíme násobením rychlosti té číslem 498 vzdálenost země od slunce.

Světlo vysílané hvězdami potřebuje celé roky, než k nám dospěje (viz parallaxu stálie). Hvězdy, jež vidíme, představují nám již uplynulý stav. Kdyby některá hvězda náhle shasla, viděli bychom ji ještě několik let svítiti, než by zmizela našemu zraku.

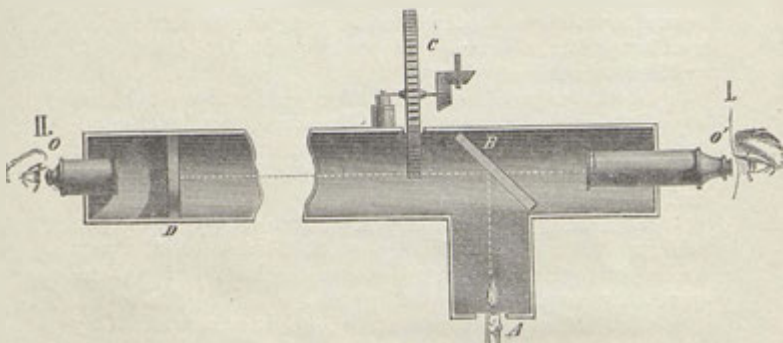
Terrestriekými prostředky určili rychlost světla Fizeau a Foucault. Metoda Fizeau-ova zakládá se na střídavém zmizení a opětném objevení se světlého bodu<sup>2)</sup> při pozorování skrze ozubené otáčející se kolo.

Obr. 116. představuje stroj, jehož Fizeau použil. Celý stroj sestává ze 2 rour (ve vyobrazení průřez) I. a II., jež se ve vzdálenosti asi 1 mile od sebe postaví a na sebe nařídí dalekohledy  $O$  a  $O'$ . Roura na stanici I. chová v  $B$  dobře leštěnou, úplně rovnou desku skleněnou, jež jest k ose  $OO'$  nakloněna pod úhlem  $45^\circ$ . V  $A$  jest plamen plynový, jenž vysílá na zrcadlo  $B$  světlo, jež z části se propouští, z části se odráží ve směru k rouře II. V této nalézá se v  $D$  kolmo ku spojnici  $OO'$  zrcadlo rovinné, jež paprsky světelné v témže směru zase nazpět odráží. Odražený paprsek prochází deskou  $B$  do oka  $O'$  pozorovatele, jenž vidí

<sup>1)</sup> Delambre, Jean Bapt. Joseph (nar. r. 1749 v Amiensu, zemř. r. 1822 v Paříži) původně domácí učitel, od r. 1782 Lalandem uveden byv do vědy hvězdářské stal se po smrti tohoto prof. astr. při Collège de France. Súčastnil se jako praktický astronom a geodét s Méchainem měření stupňového (Base du système métrique 3 díly, Paříž 1806, 7, 10): vypočetl nové tabulky slunce, velikých planet a trabantů Jupiterových. Jeho „Histoire de l'astronomie“ (6 svazků 1817—27) chová množství dat bibliografických. Dobrá byla jeho „Astronomie théorique et pratique“ (3 sv. Paris 1814)

<sup>2)</sup> Galilei byl první, jenž udal princip metody té.

světlo  $A$  ve směru ku  $D$ . Světelný paprsek proběhne takto cestu  $ABD$  a  $DBO'$ . V  $C$  jest ozubené kolo, jež se dá velikou rychlostí otáčeti kolem své osy tak, že postupně prochází nad směrem  $OO'$  vždy zub a pak prázdná mezera. Paprsek vycházející z  $A$  ve směru  $BD$  stihne zrcadlo v  $D$  jen tehdy, neleží-li mu v okamžiku tom žádný zub v cestě; rovněž tak uvidí pozorovatel v  $O'$  obraz plamene  $A$  v zrcadle  $D$  jen tehdy, stihne-li paprsek odražený (na zpáteční cestě) prázdný prostor mezi dvěma zuby. Neotáčí-li se kolo  $C$  a



Obr. 116.

stojí-li mezerou nad čarou  $OO'$ , pak proběhne paprsek od  $B$  mezerou k zrcadlu  $D$  a odtud opět nerušeně zpět do  $O'$ . Mezi průchodem paprsku tam a zpět uběhne nějaká byt i velmi malá doba. Kdyby se kolo ozubené během této doby tak rychle otáčelo, aby na místo prázdné nastoupil zub, pak by paprsek nemohl projíti a pozorovatel v  $O'$  by neuzřel žádného obrazu od  $A$ . Doba jednoho otočení kola ozubeného musí se rovnati době, kterou paprsek potřebuje ku dvojímu proběhnutí vzdálenosti mezi kolem a zrcadlem  $D$ . Fizeau měl zrcadlo  $D$  umístěné ve vzdálenosti 1·2 mile, kolo ( $C$ ) mělo 72 zubů. Při 126 otočeních kola za vteřinu nastávalo zmizení obrazu, paprsek potřeboval

$$\frac{1}{126 \times 2 \times 72} = \frac{1}{18144} \text{ vteřiny, aby proběhl dvakráte cestu 1·2 mile,}$$

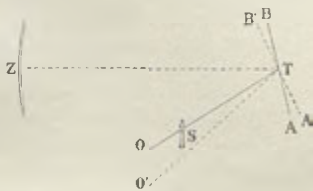
rychlost paprsku obnáší tudíž za vteřinu 43545·6 mil.

Okolnost, že není zmizení při určité otáčecí rychlosti a objevení se při jiné rychlosti náhlé, že intensita světla



bodů pozvolna při rostoucí rychlosti otáčecí od maxima k minimu klesá a zase naopak stoupá, tvoří vadu metody. Perioda změn závisí na délce dráhy světlem opsané, tedy na vzdálenosti reflektoru  $D$ .

Weatston poukázal k tomu, že lze měřiti neobyčejně malé časové intervally (př. dobu elektrické jiskry) pomocí zrcadla se otáčejícího. Na základě toho nahradil Foucault<sup>1)</sup> otáčející se kolo ozubené zrcadlem se otáčejícím. Princip metody Foucaultovy znázorňuje schematicky obr. 117.  $AB$  jest rovinné zrcadlo, jež se otáčí kolem osy  $T$ ,  $Z$  jest pevné zrcadlo vypuklé (konkavní), jehož střed zakřivení padá do bodu  $T$ .  $O$  jest světelný zdroj



Obr. 117.

vysílající paprsek  $OT$ , jenž byv odražen od zrcadla  $AB$  k  $Z$ , zde opět byv odražen zpět k  $T$  se posléze odráží k  $S$  do oka  $O$  pozorovatele. Otáčeli-li se zrcadlo  $AB$  tak rychle, aby v době, v které paprsek odražený od  $Z$  se opět ku  $T$  vrátí, nabylo polohy  $A'B'$ , pak paprsek ten se odráží směrem  $TO'$ , jenž jest od směru  $TO$  odchýlen o dvojnásobný úhel otočení zrcadla  $AB$ . Známe-li rychlost otočení zrcadla  $AB$  a úhel  $OTO'$ , můžeme z udání těch vypočísti dobu, kterou potřebuje paprsek ku proběhnutí dráhy  $TZ$  a nazpět. Paprsek bývá odražen od zrcadla  $Z$  jen tehdy, dopadne-li vůbec na některé místo zrcadla toho; pozorovatel v  $O$  nevidí proto světlo nepřetržitě, nýbrž řadu záblesků, jež povstanou jen při průchodu se otáčejícího zrcadla polohou  $AB$ . Otáčeli-li se zrcadlo  $AB$  velmi rychle, pak se zdá, jakoby tyto záblesky tvořily dojem světla nepřetržitého (ovšem slabšího než-li jest světlo,

<sup>1)</sup> Foucault Léon (nar. r. 1819 v Paříži, zemř. r. 1868), syn kněhkupece. Již záhy zabýval se problémy fyzikálními a chemickými; r. 1845 stal se vědeckým redaktorem časopisu „Journal des Débats“, od r. 1862 byl astronomem při Bureau des Longitudes a asistentem fysiky při hvězdárně. F. byl neobyčejně činným ve vědeckých výzkumech a velmi duchaplným; daleko proslul pokusem podniknutým r. 1851 k dokázání rotace země (Foucaultův pokus kyvadlový), veliké zásluhy získal si krásnou methodou určení rychlosti světla, zlepšením hodinových strojů pro dalekohledy, zhotovením postříbřených zrcadel skelných a j.

je-li zrcadlo v klidu). Methoda vylíčená jest neobyčejné jemností, jí lze určovati dosti přesně ještě jednu milliontinu vteřiny časové. Arago hleděl methodou tou rozhodnouti, je-li rychlost světla větší ve vzduchu než ve vodě.

Pozdější pokusy určení rychlosti světla byly provedeny buď methodou Fizeau-ovou nebo methodou Foucaultovou. První zvolili J. Young a G. Forbes a zdokonalili užitím dvou reflektorů ve vzdálenosti 16835 a 18212 stop. Místo stanovení maxim a minim jediného bodu při methodě Fizeau-ové lze přesněji stanoviti koincidence stejných neb opačných fází dvou proměnlivých bodů světlych. Young a Forbes našli pro rychlost světla 301382 *km* s odchylkou největší 4000 *km* a domnívali se, že dokázali rozdíl mezi rychlostí červeného a modrého světla.

Methody Foucaultovy užili zdokonalivše ji Cornu, Michelson a Newcomb. U Foucaulta obnášela vzdálenost pevných zrcadel od zrcadla rotačního 20 metrů, u Newcomba nejprve 2551, potom i 3721 metrů. Kdežto Foucault měřil odchylku obrazu při otáčení vzniklého od polohy obrazu pevného, měřil Newcomb vzdálenost obrazů při opačných směrech otáčení vznikajících, čímž dosaženo zdvojnásobnění hledaného úhlu. Zrcadlem rotačním byl čtyřstěnný hranol ocelový, počet otočení za sekundu obnášel nejvýše 230, měřená odchylka až 8 stupňů. Při naznačené rotační rychlosti se hranol deformoval. Rozdíl mezi rychlostí světla červeného a modrého nebyl Newcombem konstatován.

Připojený přehled pokusů obsahuje výsledky tyto:

Rychlost světla za 1'

1862	Foucault v Paříži,	298000 <i>km</i>	
1874	Cornu	298500	"
1878	"	300400	" (dle diskuse Listin- govy 299300 <i>km</i> .)
1880—81	Young a Forbes,	301382	"
1879	Michelson, Naval Academy,	299910	"
1882	" Cleveland,	299853	"
1882	Newcomb, Washington,	299860	"

Za nejpravděpodobnější výsledek klade Newcomb: světlo vykoná v prázdném prostoru za jednu vteřinu dráhu 299860 *km* + 30 *km*. Nejistota v hodnotě rychlosti světla obnáší pouze 5000. díl celé hodnoty.

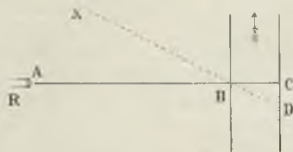
Molyneux<sup>1)</sup> postavil v Kew zenitový sektor a navrhl strojem tím pozorovati stále hvězdu  $\gamma$  Draconis v kulminacích za účelem stanovení parallaxy hvězdy té. Úmysl ten začal prováděti Molyneux začátkem prosince 1725, brzo spojil se s nim za týž účelem Bradley. Oba astronomové sledali záhy zvláštní pohyb hvězdy, jenž se neshodoval s pohybem, jaký vyžaduje vliv eventuelní parallaxy. Působením parallaxy by musila deklinace hvězdy býti největší v červnu, nejmenší v prosinci a střední na jaře a na podzim; oproti tomu vykazoval skutečný pohyb stejnou deklinaci hvězdy v červnu a v prosinci, největší v září a nejmenší v březnu (deklinace v září byla o 40" větší než deklinace v březnu). Hvězda ukazovala sice pravidelný roční pohyb, ale fáse pohybu se dostavovaly vždy o čtvrt roku později, než jak toho domnělá parallaxa vyžadovala. K vysvětlení úkazu toho konali Molyneux a Bradley mnohé duchaplné pokusy. Konečné vysvětlení podal teprve po smrti Molyneux-ově v březnu 1728 Bradley,<sup>2)</sup> jenž sledal příčinu úkazu ve spojení postupného pohybu světla s pohybem země v dráze její.

Úkaz abberace světla se objasňuje nejsnadněji takto. Necht' střelec střelí z místa *A* (obr. 118.) do pohyblivého terče, jenž sestává ze dvou v určité vzdálenosti od sebe

<sup>1)</sup> Molyneux Samuel (nar. r. 1699 zemř. r. 1728) syn bohatého soukromníka v Dublině, oblibiv si astronomii a optiku zbudoval si v Kew u Londýna soukromou hvězdárnu.

<sup>2)</sup> Bradley James (nar. r. 1692 v Shireborn v Gloucestru, zemř. r. 1762) studoval theologii a stal se farářem; kolem r. 1715. byl ůjcem svým Jamesem Poundem, farářem, dobrým matematikem a pozorovatelem uveden na dráhu astronomie a stal se již r. 1721. professorem astronomie v Oxfordu. Odtud navštívil r. 1725 Molyneuxa, sůčastnil se s tímto pozorování hvězdy  $\gamma$  Draconis, pokračoval po smrti téhož v pozorováních těch a nalezl r. 1728 vysvětlení zvláštních měn místa jmenované hvězdy v aberraci světla. List svědčící Halley-ovi: „An account of a new discovered motion of the fixed stars“ obsahuje objevení a vysvětlení zjevu toho. Po smrti Halleyově stal se ředitelem hvězdárny Greenwichské. Zde dokončil r. 1727 započatá pozorování k určení periodického členu praecesse, výsledek práce té, objevení nutace, chová pojednání: „On the apparent motion of the fixed stars“ (1748). Novými stroji, kvadrantem na zdi a strojem průchodním určoval od r. 1750 neobyčejně přesně průchodní pozorování slánc, jež později Bessel a Auwers zpracovali. R. 1761 opustil pro churavost Greenwich a usadil se na venkově v Chalfordu, kde 13. července 1762 zemřel. Bradley byl nejlepší pozorovatelem svého času a jedním z prvních pozorovatelů vůbec.

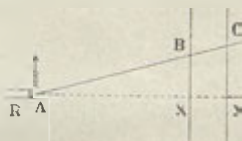
rovnoběžně umístěných desek. Střela vyletívší z ručnice  $R$ , letíc směrem  $AB$ , prorazí přední stěnu v bodě  $B$ , zadní v bodě  $D$  a ne v bodě  $C$ , poněvadž terč se mezitím po-



Obr. 118.

šínul směrem šípu. Dle polohy děr v  $B$  a  $D$  by se soudilo, že střela přiletěla směrem  $XBD$  a nikoliv směrem  $RAB$ . Směr střely  $XBD$ , zdánlivý a směr  $AB$  skutečný svírají spolu úhel, úhel aberrační. Aberrace nenastává však, střeli-li se

z ručnice pohybující se směrem šípu na terč pevný. Střela neletí tu směrem osy ručnice, nýbrž svoji setrvačností směrem poněkud odchýleným ve směru pohybu ručnice, směrem  $AB$  (obr. 119.), střela prorazí přední stěnu terče v bodě  $B$ , zadní stěnu v bodě  $C$ . Spojnice bodů  $B$  a  $C$  ukazuje pak k bodu  $A$ , odkud rána vyšla. V případě tomto nestává úhlu aberračního. Kdyby ručnice, z níž se střelí, byla pevnou a rovněž i terč, do kterého se střelí, nebyl pohyblivý, za to však vzduch, jímž střela letí, se pohyboval směrem šípu, pak by rovněž v tomto případě nebylo žádné aberrace; střela by se pohybovala prorazivší přední stěnu svou setrvačností dále směrem  $BC$  (viz též obraz), zdánlivý směr střely souhlasí se směrem skutečným.

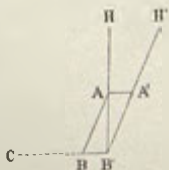


Obr. 119.

Místo vystřelené koule myslíme si nyní paprsek světelný, místo terče dalekohled. Jest jasno, že dalekohled musí býti namířen směrem  $DBX$ , (viz obr. 118.) má-li přicházející světlo z hvězdy  $A$  shrnouti v obraz hvězdy té, směr dalekohledu nesměruje tedy ke zdroji světelnému, nýbrž o jistý úhel před zdroj, dalekohled jest tedy uchýlen směrem pohybu země.<sup>1)</sup> Hvězda se jeví pošnutá ve směru pohybu země. Je-li  $HB'$  (viz obr. 120.), světelný paprsek vyslaný hvězdou se nepohybující v prostoru,  $A$  místo předmětnice

<sup>1)</sup> Rozdíl mezi obdobou střely a světla jest ten, že světlo nelze pokládati za setrvačné, kdežto střela jest setrvačnou. Tato okolnost může značně pozměnití výsledky naše.

dalekohledu za doby  $t$ ,  $AB'$  dráha paprsku za dobu  $t' - t$ , pak musí paprsek za doby  $t'$  stihnouti okulár dalekohledu v  $B'$ , aby mohl vystoupiti z dalekohledu. Je-li tudíž  $BB'$  pohyb pozorovatele neb dalekohledu za dobu  $t' - t$ , musí se pro dobu  $t$ , kdy předmětnice dalekohledu jest v  $A$ , okulár téhož nalézati v bodu  $B$ , tedy dalekohled musí míti směr  $BA$ , aby v době  $t'$ , pro kterou přejde dalekohled v polohu  $A'B'$ , dovolil paprsku výstup z dalekohledu při  $B'$ . Směr  $A'B'$  jest zdánlivý směr paprsku (hvězdy), kdežto pravý směr naznačujeme  $B'A$ .  $H$  jest pravé,  $H'$  zdánlivé místo hvězdy. Zdánlivé místo  $H'$  jest posunuto oproti pravému ve směru pohybu země  $CBB'$ .



Obr. 120.

Toto posunutí hvězd následkem pohybu světla slove aberrace světla. Velikost aberrace t. j. velikost úhlu mezi pravým a zdánlivým místem stále v pólu ekliptiky závisí na poměru rychlosti země v dráze ku rychlosti světla. Stálý úhel ten slove konstanta aberrační. Hodnotu její  $20.45''$  určil W. Struve z pozorování na velkém kruhu vertikálním hvězdárny pulkovské, Nyrén stanovil hodnotu  $20.49''$  z četných pozorování na třech různých strojech téže hvězdárny.

Určení konstanty aberrační děje se pozorováním zenitových distancí a deklinací vhodně volených hvězd po řadu několika let. Zná-li se dobře konstanta aberrační, může se opačně určit poměr rychlosti světla ku rychlosti země v její dráze, a z toho i dobu, již světlo potřebuje k proběhnutí dráhy od slunce ku zemi.

V době nejnovější stanovil S. C. Chandler na základě velké řady pozorování hodnotu aberrační konstanty na  $20.500''$ . Číslo to spojeno s Michelsonovou hodnotou rychlosti světla dává pro sluneční parallaxu  $8.794''$ ; doba, kterou světlo potřebuje, aby proběhlo poloměr dráhy zemské, odpovídající této parallaxe, obnáší  $498.92^s$ .

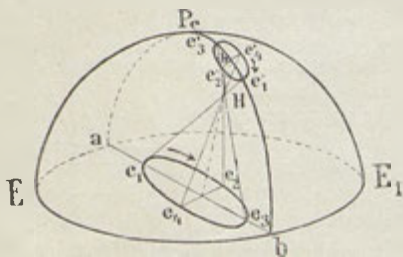
Aberrace podala první přímý důkaz o skutečném pohybu země kolem slunce, jak to Koperník vyřkl.

Následkem aberrace popisují hvězdy ročně na nebeské zdánlivé kouli malé elipsy, jichž velká osa jsou rovnoběžnou k ekliptice se rovná  $41.0''$ , malá osa se mění s šířkou hvězd. Stojí-li hvězda v pólu ekliptiky, pak popisuje zdán-



livé místo hvězdy kolem místa středního kruhu poloměru  $20\cdot5''$ . Hvězdy v ekliptice opisují následkem aberrace přímky délky  $41\cdot0''$ .

Obr. 121. znázorňuje pohyb hvězdy  $H$  následkem aberrace vzniklý.  $EE_1$  jest ekliptika, jejíž pól jest  $Pe$ ;  $e_1, e_2, e_3, e_4$



Obr. 121.

jsou 4 význačná místa země na dráze její; přímky spojující  $e_1 e_2$  a  $e_3 e_4$  protínají se v slunci  $S$ . Největší kruh položený bodem

$Pe$  a body  $a$  a  $b$ , v nichž prodloužená přímka  $e_1 e_3$  protíná kouli nebeskou, stojí kolmo na ekliptice.

Čtyřem význačným místům země  $e_1 e_2$

$e_3 e_4$  přísluší vlivem aberrace čtyři polohy hvězdy  $e_1', e_2', e_3', e_4'$ , jež leží na ellipse. (Srovnej tuto ellipsu aberrace s ellipsou parallaxickou.)

Vedle roční aberrace stálé vzniká z denního otáčení se země kolem osy daleko menší aberrace denní.

Problémy aberrace jsou velmi složité. Přehled všech ukazů podal v londýnské Royal Institution Olliver Lodge (viz Živa III. r.).

Velezajímavé úvahy o aberraci planetární a saekulární a j. přesahují meze tohoto spisku.



## IX. Spektroskopie.

Od dob Newtonových bylo známo, že paprsek bílý prošed hranolem se rozkládá v barevné částky a že vzniká pak duhovitý pruh, vidmo, spektrum. Ve vidmu tom pozoroval r. 1802 Wollaston zvláštní tmavé pruhy, jež r. 1814 neodvisle objevil též Fraunhofer, jenž zdokonaliv pozorovací metody docílil, že tmavá místa ve vidmu se zjevila jako ostře omezené čáry, na místě rozmazaných pruhů.

Fraunhofer určil pro velký počet čar těch, po něm Fraunhoferovy čáry zvaných, přesnou polohu, nakreslil celé vidmo a pojmenoval nejsilnější čáry písmeny posud užívanými; nemohl však udati příčinu tmavých čar těch, ačkoliv věděl, že nejsou způsobeny ani užitým strojem ani ovzduším našim. Teprve vyšetřování uveřejněná 1859 a 1860 od Kirchhoffa<sup>1)</sup> a Bunsena podala objasnění pravé podstaty čar těch. Téměř v stejnou dobu rozřešili aspoň částečně podstatu vidma slunečního též Stokes, Thomson a hlavně Angström. Také J. Herschel, Wheatstone, Foucault a J. W. Draper přispěli k založení vědy spektrální. Studium videm otevřelo pozorování nové pole a podalo cesty ku zkoumání fyzikálních a chemických vlastností těles nebeských.

O mezi vidma na straně ultračervené nelze nic určitého říci, začínají větší délky vln již při nejnižších teplotách; mez vidma na straně ultrafialové závisí na teplotě žhavého tělesa posunující se dále, čím vyšší jest teplota tělesa vyzařujejiho. Z okolností té lze přibližně souditi o teplotě tělesa žhavého.

Jako míru pro místa ve vidmu zavedl Angström délku vln, za jednotku míry té byla zvolena milliontina milimetru a označena  $\mu$ .

Ultračervená část spektra se může zkoumati trojím způsobem úkazy fosforescence, působením tepelným (bolometricky) a zvláštním způsobem fotografickým; ultrafialová část spektra se dá snadno zachytiti cestami fotografickými.

Přístroje, jež slouží ku pozorování a měření videm, slovou spektroskopy. Swan a Zantedeschi dali spektroskopu přibližně nynější podobu. V astronomii užívá se spektroskopů hlavně k analýsě těles nebeských. Sestrojení spektroskopů spočívá v principu v tom, že se světlo, vycháze-

---

<sup>1)</sup> Kirchhoff Gustav (nar. r. 1824 v Královci, zemř. r. 1887) habilitoval se již v 23. roce na universitě Berlínské, 1850 byl mimořádným professorem fysiky ve Vratislavi, 1854 řádným professorem v Heidelbergu, od r. 1875 pak v Berlíně, kdež byl současně členem akademie. Výtečné práce nejvíce theoretické obohatily hlavně fysiku; nejznámější jest klassický důkaz souvislosti mezi absorpcí a emisí žhavých plynů, známý pod jménem zákona Kirchhoffova, jenž tvoří základ spektrální analýse. S přítelem Bunsenem upotřebil tohoto epochálního objevu též prakticky při vyšetřování spektra slunečního. Pro fysikální konstituci slunce podal náhled, jež v hlavních rysech posud platí. Po několik roků byl též členem novězřízeného ústavu astrofysikálního v Postupími.

jší ze žřídla bodového nebo štěrbinového, rozkládá ústředím rozptylujícím, hranoly nebo mřížemi, v základní barvy; vzniklé vidmo se uvede buď do vzdálenosti zřetelného vidění, anebo se skutečný (realní) obraz vidma promítne na fotografickou desku. Nejjednodušší způsob pozorování vidma spočíval by v hledění hranolem na světelnou štěrbinu, lépe však jest pozorovati dalekohledem obraz štěrbinu, jenž vzniká disperzí hranolem. Z fysiky je známo, že pro pozorování vidma jest nejprůzračnější poměr, jsou-li paprsky na hranol dopadající rovnoběžné, a je-li hranol v nejmenší odchylce. Fraunhofer postavil proto štěrbinu do veliké vzdálenosti; také hvězdy můžeme považovati za nekonečně vzdálené body štěrbinu. Ze štěrbinu vycházející paprsky můžeme učiniti rovnoběžnými čočkou kollimační, achromatickou čočkou sběrnou, jejíž ohnisko se nalézá právě ve štěrbině. Postavení hranolu v nejmenší odchylce se zjevuje pak tím, že paprsek procházející stejnostranným hranolem probíhá rovnoběžně s plochou, ležící naproti hraně lomivé; odchylka paprsku jest pak táž před i za hranolem.

Aby pozorovatel se nemusil omezovati jen na paprsky rovnoběžné, užívá se místo obyčejných hranolů výhodně soustav hranolů přímohledných (à vision directe), jež tvoří spojení jednoho hranolu ze silně rozkládajícího skla flintového s dvěma hranoly ze skla korunového, menšího úhlu lomu, jež se připojí (obyčejně balsamem kanadským) na postranní plochy hranolu flintového. Úhly lomu a poměry lomivosti hranolů se zvolí tak, aby střední paprsek prošel všemi třemi hranoly bez odchylky, při čemž ovšem zbude vždy ještě dosti značný obnos původní disperse hranolu flintového.

V astronomii užívá se tří druhů spektroskopů: a) spektroskopu (s hranolem) objektivního (Spectroscop mit Objectivprisma), b) spektroskopu okularního (Ocularspectroskop) a c) spektroskopů složitých.

Obr. 122. znázorňuje hranol objektivní. Nekonečně vzdálená hvězda *S* se pokládá za světlý bod (štěrbinu). Rovnoběžné paprsky z hvězdy vycházející dopadají na hranol *P*, nalézající se v minimu odchylky; hranol rozkládá světlo v barvy, jež se pozorují dalekohledem, jehož objektiv *O* jest těsně za hranolem postaven. V ohniskové rovině dalekohledu se tvoří obrazy jednotlivých paprsků barevných, v bodě *R* obraz hvězdy v paprscích červených,

v bodě  $V$  obraz hvězdy v paprscích fialových, mezi  $R$  a  $V$  rozkládají se ostatní barvy. V dalekohledu vidí pak pozorovatel místo bodu hvězdy jemnou čáru (přímku) barev duhových. Aby přímkové vidmo bylo do šířky roztaženo, spojuje se okular s čočkou válcovou (Cylinderlinse), čímž se zvětšují veškeré předměty jen v jednom směru. Takováto čočka válcová se vkládá vždy do paprsků světelných na různých místech (dle různých konstrukcí spektroskopů) při pozorování videm předmětů bodových (hvězd). Aby se využítokovala celá světelná síla (Lichtstärke) dalekohledu, jest hranol  $P$  velikosti objektivu; sestavení takovýchto hranolů jest ovšem velmi obtížné a drahé. Výhody spektroskopu (s hranolem) objektivního spočívají ve velké světlosti videm a pak v tom, že lze současně pozorovati vidma všech hvězd, jež se nalézají v zorném poli dalekohledu, takový spektroskop se tedy hodí hlavně k spektroskopickým přehlídkám nebe.

Spektroskopy okularové jsou upraveny rozmanitě, nejjednodušší úprava jest (viz obr. 123.) přímohlednou soustavu hranolů  $P$  s čočkou válcovou  $H$  zasaditi do rourky, jež se snadno nasadí na okular  $O$  dalekohledu (refraktor) a opět snadno a rychle k nahlédnutí a nařizení hvězd sejme. Spektroskopy okularní a objektivní slouží hlavně jen k pozorování videm. Ku měření čar vidmových slouží výhradně spektroskopy složité a spektrometry, jež mají celkem úpravu fyzikálních apparátů spektrálních a skládají se ze štěrbin, čočky kolli-



Obr. 122.

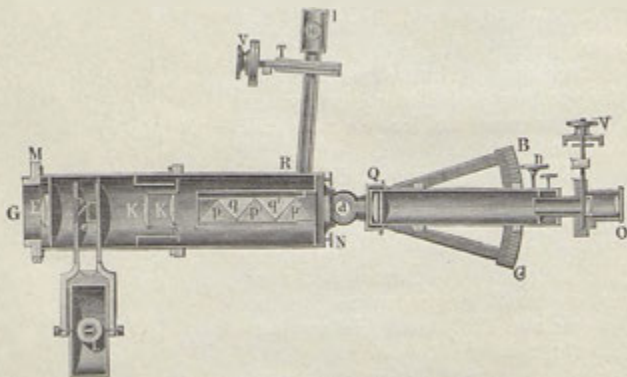
mační, hranolu a z dalekohledu. Měření se konají tím, že se vláknový kříž dalekohledu postaví na čáru, již chceme měřiti a na kruhu se odečte příslušné otočení dalekohledu; ze známých optických konstant hranolu a z měřené odchylky dalekohledu lze pak vypočísti délku vln čáry příslušné, takto se konají měření absolutní — anebo se opatří dalekohled mikro-



Obr. 123. Jednoduchý spektroskop Merzův.

metrem, jímž se v mezích zorného pole měří, v tomto případě jsou jen relativní měření možná.

Obr. 124. ukazuje hvězdný spektroskop P. Secchiho z dílny Merzovy. Úhlový pohyb dalekohledu se měří přímo na sektoru *BC*. Celý spektroskop se připevní v *G* na konec okularu refractoru závitů *M*. *E* jest (achromatická) čočka



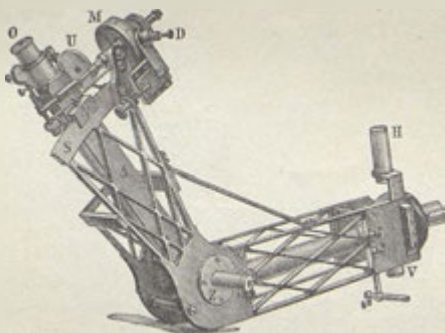
Obr. 124. Hvězdný spektroskop P. Secchiho z dílny Merzovy.

válcová, v *e* jest štěrbiná, za níž se nalézá malé zrcadélko *S* nakloněné pod úhlem 45 stupňů, jehož jedna polovice jest průhledná propouštějíc světlo hvězdy, druhá polovice, pravé zrcadlo, odráží pak světlo, jež se strany od *L* dopadá. Tím lze současně utvořiti dvoji vidmo, vidmo hvězdy a vidmo světelného zdroje pozemského (žhoucích par kovových v elektrické jiskře neb v Geisslerových rourkách), jež slouží za vidmo srovnávací. *KK* značí čočku kollimační



$p$   $q$   $p'$   $q'$  přímohlednou soustavu hranolů. Dalekohled  $QO$ , kterým se vidma pozorují, otáčí se kolem osy  $d$ ; jemný pohyb děje se šroubem  $n$ . K utvoření jemné, pohyblivé značky (marky) ve spektru slouží kollimator postranní  $RJ$ . Úzká štěrbinu, jež se nalézá v zásuvce  $T$  pohyblivé šroubem  $V'$ , se osvětluje svítilnou  $I$ . Paprsky vycházející ze štěrbinu se stávají čočkou u  $R$  rovnoběžnými a odrážejí se pak od zadní plochy hranolu  $p'$  směrem k dalekohledu, jenž jest opatřen ještě mikrometrem  $V$  k měření hustých čar vidma.

Obr. 125. znázorňuje spektrální apparát sestrojený dle udání H. C. Vogla mechanikem Hilgerem v Londýně.



Obr. 125.

V prolomeném rámcí nachází se kollimator a dalekohled pozorovací s okulem  $O$ , jenž jest upraven v rameni  $A$ , jež se dá otáčeti kolem bodu  $Z$ . Jeden hranol úhlu lomu  $45^\circ$  jest připevněn při objektivu pozorovacího dalekohledu, druhý hranol stejný při objektivu kollimatoru. Při každé poloze dalekohledu pozorovacího se dosáhne takto pro veškerý paprsky minimum odchylky. V místě  $S$  nese rámec dělený sektor, postavení dalekohledu se odečítá noniem  $N$  připevněným na rameni  $A$ . Pohyb a nařízení dalekohledu koná mikrometrický šroub  $M$ , celistvá otočení se čítají na terči  $U$ . V  $D$  jest položen registrující přístroj. Další detaily stroje toho nelze tuto probírat.

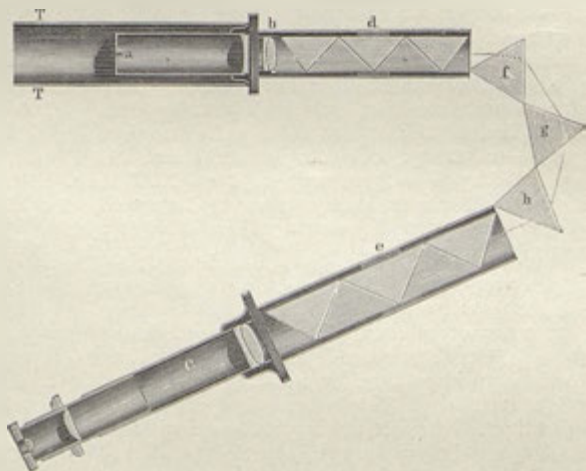
Obr. 126. znázorňuje spektrální přístroj Lockyerův, jímž tak značně obohatil naše vědomosti o chromosféře slunce. Stolek *c* s hranoly jest upevněn na ocelové tyči *aa* a dá se pomocí posouvátka kdekoli na tyči pevně umístiti. Kollimator *d* jest podobně na tyči *aa* připevněn; pozorovací



Obr. 126. J. Norman Lockyer u svého telespektroskopu.

dalekohled *e* s mikrometrem vláknovým dá se pomocí mikrometru šroubového posunovati tak, aby veškeré části spektra přišly postupně do zorného pole; otočení mikrometru šroubového odečítá se dalekohledem *h*. Obr. ukazuje spektrální přístroj, jak jest připevněn na refractoru. *P* jest pilíř refractoru *T*, *L* jest konec zásuvky okulárové, na niž jsou upraveny dva kruhy nesoucí tyče *ab*; *g* jest klíč ku změně deklinace, *S* jest hledač refractoru.

Hugginsův veliký spektroskop hvězdný jest znázorněn v obr. 127. Celý přístroj skládá se ze dvou přímohledných soustav *e* a *d* po 5 hranolech a tří hranolů *f*, *g*, *h*, z nichž dva *f*, *g* mají úhel lomu 60 a jeden hranol *h* úhel lomu 45 stupňů. Spektroskop se upevní do zásuvky okularové *TT* aequatorealu se strojem hodinovým. *a* jest štěrbina, *b* achromatická čočka kollimační ohniskové vzdálenosti 4·5 palce. Světlo rozkládá se nejprve soustavou hranolů *d*,



Obr. 127. Hugginsův velký spektroskop hvězdný.

pak hranoly *f*, *g*, *h*, na to oděť soustavou hranolů *e*, jež se nalézají v rouři pevně spojené s dalekohledem *c*. Pomocí mikrometrického šroubu lze dalekohled naříditi na libovolnou část vidma. Hranoly *e* dají se dle libosti vyjmouti aneb zasaditi.

Podrobnější popis různých soustav spektrálních přístrojů nalezne čtenář ve spise: „Nicolaus von Konkoly. Handbuch für Spectroscopiker im Cabinet und am Fernrohr. Praktische Winke für Anfänger auf dem Gebiete der Spectralanalyse. Halle a. S. 1890.“ Vědecký rozbor spektroskopů hvězdářských

chová výtečné dílo: „J. Scheiner. Die Spentralanalyse der Gestirne. Leipzig 1890.“

Spektrum lze vytvořiti netoliko lomem světla, nýbrž i ohybem světla (diffrakcí). Rozloha spektra refrakčního (hranolového) závisí na lomivém úhlu hranolu a na látce, ze které jest hranol zhotoven. Ohybem světla o jemné mříže lze též obdržeti spektrum, kteréž sluje ohybovým, diffrakčním, mřížovým, normálním. Rozloha spektra tohoto roste s jemností mříže. Mříže sestávají ze soustavy hustě vedle sebe umístěných čar rovnoběžných, jež se vryjou v stejných vzdálenostech na desku skleněnou neb kovovou (leštěnou). Výtečné mříže dodával Chapman pomocí zvláštního dělicího stroje, vynalezeného L. M. Rutterfurdem v New-Yorku. Čím jest menší vzdálenost čar, tím silnější jest rozptylnost. Veškeré práce dělání mříží překonal nyní prof. Rowland z John Hopkins - university. Jeho stroj může dodati mříže délky 6 cm a šířky 4 cm, jež mají na 1 cm 16.000 čar. Mříže takové předčí ostrostí a stejnoměrností čar a velikostí co do světlosti a rozptylnosti spektra veškeré dřívější výrobky.

Spektrum hranolové má tu vadu, že paprsky procházejí značnou vrstvou látky, z níž jsou hranoly zhotoveny. Vadly té prosta jsou spektra diffrakční, zde procházejí paprsky malou vrstvou vzduchu. Hlavní vadou spekter mřížových jest však, že se nevytvoří pouze jediné spektrum, nýbrž celá řada spekter, která se nazývají spektry řádu 1., 2., 3., 4. a kteráž jsou částečně na sebe položena. I jest nutno osamotiti paprsky spekter řádových. Jiný rozdíl mezi spektrem hranolovým a diffrakčním týká se rozlohy spektra. Ve spektru diffrakčním jsou seřaděny paprsky tak vedle sebe, že jejich poloha jest úměrna jejich délce vln. Proto se nazývá spektrum diffrakční též spektrem normálním. Spektrum hranolové jest však značně deformováno; paprsky delší jsou silně k sobě sraženy, kdežto paprsky krátké jsou značně roztaženy.

Pevné neb kapalné těleso žhoucí (hlavně je-li rozžhaveno do bílého žár), vysílá paprsky všech druhů barev; spektroskop rozkládá světlo toto ukazuje vidmo spojitě (nepřetržitě); takové vidmo jeví plameny osvětlovací (svíčky, plynu, petroleje), poněvadž částky plamene tvoří žhoucí pevné částice uhlíkové. Ve spektru žhoucího tělesa pevného neb tekutého není rozdílu v tom, zdaž vidmo

pochází od kovu, nerostu, neb jinak složené látky svítící; proto nemůže analyza světla toho poučiti o povaze látky žhoubci. Jinak jest tomu u žhoubek plynů, tyto nevysílají veškerých druhů paprsků, nýbrž jen určitý počet paprsků, jež ve vidmu způsobují světlé čáry. Vidmo plynové skládá se proto z více světlých čar; počet a uspořádání čar těch závisí na povaze látky. Tím jest právě dána možnost rozlišovati různé žhoucí plyny. Pára sodíku vytváří velmi světlou čaru podvojnou ve žluté části, pára thalia způsobuje čaru v zelené části, žhoucí páry kovů calcia, magnesia, baria atd. mají ve vidmu řadu čar, pára železa vytváří více než 1200 čar světlých v celém rozsahu vidma. Některé plyny žhoucí jeví vidma, v nichž celé skupiny čar stejného uspořádání se několikrát opakují; tak tvoří žhoucí uhlovodík vidmo svazkové (Bänderspektrum), skládající se ze 4—5 skupin čar; skupiny začínají na straně červené silnou čarou, za níž následují četné čáry slabší v stále větší odlehlosti.

Často poučí již pouhý pohled vidma o žhoucím plynu nebo páře příslušného kovu; jinak jest nutno a při směsích různých látek nezbytno, na základě přesně sestavených tabulek spektrálních čar různých látek konati ku poznání žhoucí látky příslušná měření.

Zvláštní úkaz se jeví, prochází-li světlo, jež pochází ze žhoucího tělesa pevného neb tekutého, plynem. Má-li žhoucí těleso vyšší teplotu než plyn, pak pohlcuje plyn z bílého světla tělesa žhoucího veškerý paprsky, jež sám ve stavu žhavém vysílá; ve vidmu změní se proto světlé čáry plynu v čáry tmavé, z emmissního vidma plynu stává se vidmo absorpční. Na světlé půdě vystoupí určitý počet čar tmavých, jež jak polohou tak i silou úplně odpovídají čarám světlým ve spektru emmissním. Z toho plyne, že jest úplně stejné, měří-li se poloha čar světlých ve spektru emmissním aneb poloha čar tmavých ve spektru absorpčním.

Většina hvězd a slunce ukazují takováto vidma absorpční s četnými čarami tmavými, z čehož soudíme, že tělesa ta mají vrstvu povrchu skládající se ze žhavých látek pevných neb tekutých, nad níž se rozkládá ovzduší (atmosféra) žhavých plynů, jež pohlcuje ty paprsky z bílého světla povrchu vysílané, jež samo vysílá. Z měření příslušných čar absorpčních soudíme takto na povahu látek,



jež se nacházejí v atmosférách zkoumaných hvězd. Úplná stejnost vidma emmissního a absorpčního vztahuje se netoliko na polohu čar nýbrž i na jejich vzhled.

Plyn žhoucí dává vidmo s několika světlymi čarami, ostře omezenými, vidmo to se změní, jakmile se zvětší tlak plynu aneb tloušťka vrstvy zářící, čáry světlé se více pak zjasní a současně rozšíří, omezení okrajů se stane neurčitým. Dalším stupňováním tlaku plynu neb tloušťky zářící vrstvy lze dosíci, že světlé čáry se rozšíří podél celého vidma, jež se zjeví pak jako vidmo spojité. Pozoruje-li se takovým plynem bílé světlo žhoucího tělesa pevného neb tekutého, pak se zjeví v absorpčním vidmu plynů absorpční tmavé čáry zcela stejně rozšířené a neurčité omezené, jak byly světlé čáry v emmissním vidmu plynu. Zjeví-li se úkaz takový ve vidmu některého tělesa nebeského, pak soudíme naopak o poměrně silné a husté atmosféře zkoumaného předmětu nebeského.

Spektroskop jest přístrojem, který nás poučuje nejen o chemickém složení světelného zdroje, nýbrž též o jeho poměrech tlaku a teploty i tam, kde stroj světelný jest nám nedostupným.

Úplný souhlas vidma emmissního a absorpčního jest výsledek plynoucí z věty poznané a dokázané od Kirchhoffa: „Pro veškerý druhy paprsků jest poměr mohutnosti emmissní (vyzařovací) a mohutnosti absorpční (pohlcovací) pro veškerý hmoty při téže teplotě pro určitý druh světla stejný.“ Mohutnosti vyzařovací pro určitou barvu se rozumí intensita světla této barvy, které povrch tělesa vyzařuje. Mohutnost pohlcovací jest zlomek, jež značí, kolikátý díl ze světla téže barvy na těleso dopadající tělesem se pohlcuje.

Věta Kirchhoffova pozbývá v některých případech své platnosti tak při záření fosforescence, fluorescence, záření plynů při nízkých teplotách (luminiscence). Také jest užití spektrální analýzy na tělesa nebeská, ač se zdá býti velmi jednoduchým, spojeno s neobyčejnými obtížemi. Při neobyčejně různých poměrech hmot a velikosti těles nebeských vyskytují se zajisté stavy teploty a tlaku, jež nelze uměle vyvoditi v našich pracovnách a i úkazy, jež se zjevují ve spektrech měnami tlaku a teploty, jež v laboratořích

vyvozujeme, jsou tak rozmanité, že mnohdy týž plyn vykazuje dvě úplně rozdílná vidma.

Spektrální analýse těles nebeských podává též prostředek ku měření rychlosti hvězd, umožňující přesná měření pohybů ve směru zornice. Opírajíc se o princip Dopplerův stává se spektrální analýse mohutným zdrojem bádání astrofysikálního. Princip jmenovaný stanoví vzájemnost zjevů mezi zdrojem vibračním (bodem svítícím, zvučícím) a smyslem vibrací chápajícím (okem, sluchem), pohybuje-li se zároveň zdroj vibrační neb pozorovatel aneb oba tak rychle, že se zvětšuje neb zmenšuje v jednotce časové počet vibrací, jež způsobují dojem smyslný. Bliží-li se k uchu našemu zvučící těleso, slyšíme tón vyšší než když zvučící těleso se nepohybuje, vzdaluje-li se, slyšíme tón nižší. Totéž platí, je-li zvučící těleso v klidu a pozorovatel se pohybuje. Doppler<sup>1)</sup> poukázal k tomuto subjektivnímu zjevu ve spisech král. čes. spol. nauk v pojednání „Über das farbige Licht der Doppelsterne. 1842“ a odvodil v Pogendorffových annalech (1846) obecný vzorec  $N = n \frac{v + a}{v + b}$ , kdež značí  $v$  rychlost rozprostraňování se vibrací,  $a$  rychlost postupu pozorovatele,  $b$  rychlost pohybu vibračního zřídla,  $N$  počet vibrací v jednotce časové za pohybu,  $n$  počet vibrací v jednotce časové za klidu. Je-li pozorovatel klidným, jest  $a = 0$  a vzdaluje-li se zřídlo vibrační, bude  $N_1 = \frac{nv}{v + b}$  aneb  $N_1 v + N_1 b = nv$  a tudíž  $N_1 < n$ ; blíží-li se zřídlo

<sup>1)</sup> Doppler Christian (nar. r. 1803 v Salepurku, zemř. 1854 v Benátkách) vynikající fysik, byl prof. Stampferem uveden na dráhu vědeckou. Studoval 1822–25 na polytechnice vídeňské, později soukromě v Salepurku. R. 1835 byl jmenován prof. matematiky na reálce (stavovské) v Praze, r. 1837 supploval na technice vyšší matematiku a stal se zde r. 1841 řádným professorem matematiky a praktické geometrie. R. 1847 byl jmenován prof. matematiky a mechaniky na c. k. hornické akademii v Štátnici, r. 1849. prof. praktické geometrie na polytechnice vídeňské, r. 1850 ředitelem fysikálního ústavu při universitě vídeňské a prof. experim. fysiky tamže. Byv stížen neduhem plicním odebral se r. 1852 ku zotavení do Itálie, kdež po delší nemoci v Benátkách skonl. Četné práce uveřejněny jsou ve vědeckých časopisech; o pracích obsažených ve spisech kr. č. společnosti nauk podává zprávu prof. F. J. Studnička v jubilejním spise: „Bericht über die math. u. naturwiss. Publicationen der königl. b. Ges. d. Wiss. etc. Praha 1885.“ Nejvíce se proslavil principem po něm Dopplerův princip zvaným.

vibrační, bude  $N_2 = \frac{v \cdot \lambda}{v - b}$  a tudíž  $N_2 > n$ . Blíží-li se k uchu našemu příkladně pišťala tón  $c$  vydávající rychlostí  $b = 37 \text{ m v 1 sekundě}$ , bude ucho slyšet na místě tónu  $c$  tón  $d$ . Nejsnáze lze pozorování taková konati v místech při trati železniční ležících, u pišťaly lokomotivy rychle se blížíci slyšíme tón zvýšený, u vzdalující se lokomotivy tón snížený. Pokusy ve směru tom konal Buys Ballot a E. Mach. Obdobně při bližení se zdroje světlového přijde během jedné sekundy do oka více chvějů, při vzdalování se méně chvějů než za klidu zdroje světlového, tím vzniká v oku našem pocit vyšší barvy spektrální. Při pohybujícím se zdroji světelném neb při pohybujícím se pozorovateli musí nastati změna barvy, při bližení se ke straně fialové, při vzdalování se ke straně červené. Má-li se však u světla změnití barva měrou znatelnou, musí rychlost, jakou se blíží neb vzdaluje zřídlo světelné, býti značnou při ohromné rychlosti rozprostraňování se světla. Při známých rychlostech těles nebeských nelze okem vystihnouti změny barvy, a kdyby i rychlosti těles nebeských byly tak značné, aby změna barvy následkem pohybu byla znatelnou, mohla by se změna barvy vystihnouti jen při zdrojích světlových, jež vysílají světlo stejnorodé (homogenní), na př. žhavý plyn natriový. Neboť se nahrazují při hvězdách bílých v část neviditelnou pošinuté barvy opět částí dříve neviditelných paprsků ultrafialových neb ultračervených. Ve spektroskopu jeví se při bílé hvězdě za pohybu opět všechny barvy jako za klidu, určité místo spektra hvězdy v klidu není však již táž barva spektra hvězdy za pohybu; barva na určitém místě, označeném třeba vláknem, jeví se ve spektru hvězdy od nás se pohybující na levo od místa označeného, ve spektru hvězdy k nám se blížíci pak na pravo. Je-li na označeném místě ve spektru čára Fraunhoferova, bude se tato následkem pohybu ve směru zornice pošinovati. Co se okem nevystiňuje jako změna barvy, vystiňuje se spektroskopem jako pošinutí spektrálních čar. Při bližení se těles nebeských pošinují se spektrální čáry na stranu fialovou, při vzdalování se na stranu červenou. Ku posouzení pošinutí čar spektrálních pohybem těles nebeských se volí jako srovnávací čáry příslušné čáry žhavých plynů. Často rozhodne pouhý pohled o směru pohybu, velikost pohybu může rozhodnouti jen měření. Pošinutí čar jsou i při značných

rychlostech kosmických (50 km za sekundu) tak nepatrné, obnášející málokdy vzdálenost složek podvojně čáry natriové, že se nelze diviti, že teprve v nejnovější době se podařilo zlepšením spektroskopů a zjemněním method pozorovacích dosíci uspokojujících výsledků.



## X. Fotometrie.

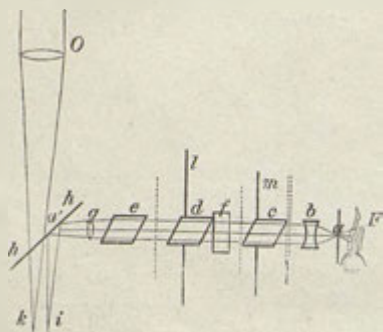
Astrofotometrie jest odvětví astrofysiky, jež jedná o methodách ku vyšetřování množství světla, vysílaného hvězdami, a o zákonech, jimiž se řídí rozdělení světla na tělesích nebeských. Z údajů těch soudí o některých všeobecnějších fysikálních vlastnostech těles těch.

Theoretické základy astrofotometrie položili téměř současně L a m b e r t<sup>1)</sup> (Photometria, Augsburg 1760) a B o u g u e r<sup>2)</sup> (Traité d'optique, Paris 1760). Důležitost fotometrického měření těles nebeských vyslovena byla hlavně

<sup>1)</sup> Lambert Johann Heinrich (nar. r. 1728 v Mühlhausen v Alsbachu, zemř. r. 1777 v Berlíně), syn krejčího, vyšinul se vlastním přičiněním za ředitele železáren, tajemníka profesora v Basileji a posléze za domácího učitele praesidenta v Churu. Se svými chovanci konal v letech 1756—58 cesty po Německu, Nizozemí a Francii, žil delší dobu v Bavorsku a pak jakožto člen akademie věd (1765) v Berlíně, kdež zemřel jako vrelní rada stavební. L. byl ve veliké míře u Bedřicha Velikého. Velmi ostrovtipný fysik i matematik a duchaplný filosof, literárně velmi činný. Hlavní zásluhy o astronomii si získal položením mathematických základů fotometrie („Photometria. Augsburg 1760“), příspěvky k theorii vlasatice („Insigniores orbitae cometarum proprietates. Augsburg 1761“) a kosmologickými úvahami, jež jsou velmi příbuzné myšlenkám Kantovým („Cosmologische Briefe. Augsburg 1761.“).

<sup>2)</sup> Bouguer Pierre (nar. r. 1698 v Croisicu v Bretagni, zemř. r. 1758 v Paříži) stal se r. 1731 členem pařížské akademie a účastnil se s Godinem, Condaminem a Jusionem měření poledníkového stupně v Peru, kde strávil 7 let. Vynalezl pyrometr, zabýval se studii o vztahu objemu kovů s teplem, sestrojil fotometr a heliometr (1748), určil přitažlivost Chimborassa, pozoroval ubývání hustoty vzduchu v různých výškách a m. j. Vedle Lamberta položil základy (experimentální) k vědecké fotometrii ve spisech: „Essai d'optique“ (Paříž 1729) a „Traité d'optique“ (1760). Byl výborným pozorovatelem.

Zöllnerem,<sup>3)</sup> jehož spisem: „Photometrische Untersuchungen, Leipzig 1865“ astrofotometrie neobyčejného rozvoje dosáhla. Spis Zöllnerův obsahuje soustavně základy astrofotometrie, podává nový, posud nejlepší přístroj astrofotometrický a chová dalekosáhlé myšlenky o dějinách vývoje těles nebeských. Před Zöllnerem položeny byly vynalezením



A 177)

Obr. 128. Zöllnerův astrofotometr. (Schematický průřez.)

branolového fotometru Steinheillem a upotřebením jeho Seidelem pevné základy fotometrie nebes. Na základech těch buduje se dále; novější pokrok jeví se hlavně vynalezením nových strojů ku měření světlosti hvězd — astrofotometrů.

Princip astrofotometrů spočívá v tom, že světlost jasnějšího zřídla se zeslabuje, až se světlosti slabšího předmětu

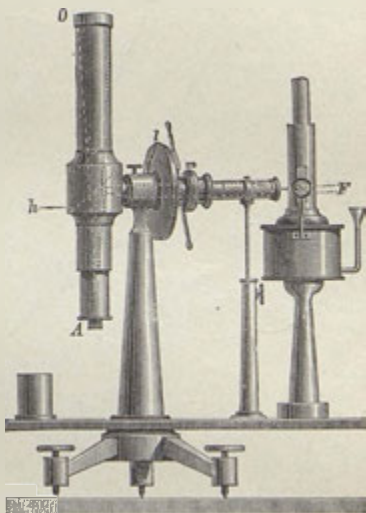
rovná. Způsob, jímž zeslabení světla se děje, různí astrofotometry od sebe. Nejstarší fotometry (Lambertův, Bouguerův, Rumfordův, astrometr Herschelův a branolový fotometr Steinheilův zeslabují světlost zřídla na základě zákona, že světlosti ubývá v čtvercovém poměru vzdálenosti od oka.

<sup>3)</sup> Zöllner Johann Carl Friedrich (nar. r. 1834 v Berlíně, zemř. r. 1882 v Lipsku) studoval v Berlíně a Basileji a oddal se zprvu hlavně výzkumům fotometrickým, r. 1865 se habilitoval v Lipsku prací theoretickou: „Über die Lichtstärke der Mondphasen“. Brzo následovala znamenitá práce: „Über die physische Beschaffenheit der Himmelskörper mit besonderer Rücksicht auf die Photometrie.“ R. 1866 stal se mimořádným, r. 1872 řádným professorem astrofysiky v Lipsku; uveřejnil veliký počet velmi ostrovtipných výzkumů fyzikálních. Dílem: „Über die Natur der Cometen“ vstoupil na půdu subjektivní kritiky, později se klonil ke spekulacím spiritistickým, jež se snažil odůvodnit pomocí prostoru čtyř dimenzí. Ochnutí srdce vysvobodilo velkého myslitele před dědičnou chorobou duševní, jejíž známky ukazovaly již poslední jeho vědecké práce.

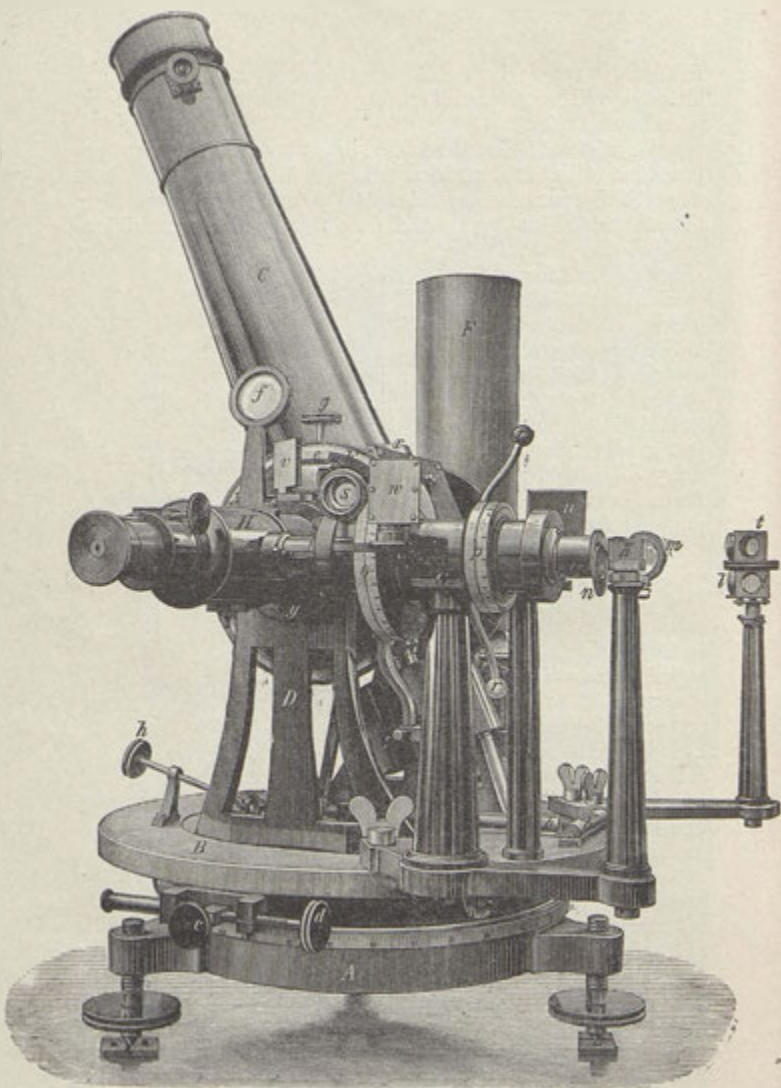


Fotometry ty vyšly úplně z užívání a mají jen zájem historický. Novější astrofotometry zakládají se na principu polarisace světla.

Největší oblibě těší se Zöllnerův astrofotometr polarisační. Obr. 128. podává schematické znázornění stroje toho. Diafragmem *a* dopadá světlo petrolejové lampy *F* na bikonkavní čočku *b*, prochází dále třemi polarisačními hranoly Nicolovými *c*, *d* *e*, deskou křišťálovou *f* a bikonvexní čočkou *g* k desce skleněné *h*, kde se paprsky odrážejí a v bodě *i* obraz otvoru *a* vytvářejí. Skleněná deska *h* jest zasazena uvnitř roury dalekohledu. Paprsky hvězdy dopadající na objektiv *O* dalekohledu toho se lámon a prošeďse deskou *h* spojují se v obraz hvězdy v bodě *k*. Oko *A* vidí stejně ostře v *i* a *k* obraz umělé a obraz přirozené (skutečné) hvězdy vedle sebe. Hranoly *c* a *d* se dají kolem osy *aa'* otáčeti, hranol *c* buď sám aneb společně s hranolem *d*. Otočením hranolů *d* a *c* se mění intensita paprsku světelného, jenž jest Nicolovým hranolem *c* polarisován, rovněž tak mění se intensita obrazu *i* v poměru se čtvercem sinusu úhlu otočení, jenž se odečítá na děleném kruhu *l*. Otáčeli se hranol *c* sám, mění se tím barva obrazu *i*; velikost otočení příslušného určité barvě se odečítá na děleném kruhu *m*. Zöllnerův fotometr dovoluje stanoviti takto jak světlost tak i barvu hvězd. Colorimetr (barvoměr) slouží hlavně při stanovení světlosti k tomu, by barva hvězdy umělé se přibližovala barvě hvězdy skutečné. Obr. 129. představuje stroj z dílny Ausfelda v Gothě; chod



Obr. 129. Zöllnerův astrofotometr.



Obr. 130. Veliký fotometr od Wanschaffa.

paprsků a skleněná deska jsou označeny čarami bodovými. Vlastní fotometrický přístroj  $F-h$  lze též spojit s libovolným dalekohledem a určovati světlosti hvězd, jež dalekohled vůbec ukazuje. V době novější zlepšila firma Wanschaff v Berlíně fotometr Zöllnerův, obr. 130. představuje fotometr z dilny jmenované zhotovený pro hvězdárnu v Postupími.

Podobný fotometr jest Pickeringův fotometr poledníkový, jenž se skládá z dalekohledu vodorovně ležícího, orientovaného v rovinu poledníkovou s dvěma stejnými objektivy, před nimiž se nalézají totalně odražející hranoly. Jeden hranol jest pomocí jemného pohybu v úzkých mezích pohyblivý tak, aby obraz polárky, jež slouží za hvězdu srovnávací, v zorném poli dalekohledu trval. Druhý hranol, opatřený kruhem posícním, dovoluje uvést světlo libovolné hvězdy poblíže roviny poledníkové do zorného pole dalekohledu. Poblíže roviny ohniskové obou předmětnic nalézá se dvojlomný hranol z vápence, jehož rozměry jsou tak voleny, aby obrazy vzniklé oběma předmětnicemi byly blízko sebe, aby světlo jich procházelo přibližně týmiž místy okularu a oka. Před okularem jest hranol Nicolův, jeho otáčením lze dosáti stejné světlosti obrazů podobně jako u fotometru Zöllnerova.

Platné služby koná též fotometr klínový, jež nejprve sestrojil Kayser v Danzigu. V širší známost uvedl přístroj ten blavně Pritchard v Oxfordu. Fotometr ten skládá se z klínu temného skla neutralně absorbujícího, jenž se vede polem dalekohledu. Stupnice označuje, při které tloušťce klínu světlo hvězdy zaniká neb opět vystupuje. Ze známých poměrů absorpce klínu lze pak převáděti vzájemně různé světlosti. Omezená citlivost oka při velmi slabých dojmech jest na závadu většímu rozšíření přístroje toho.

Pouhým okem neb použitím dalekohledu lze bez zvláštních strojů dobrá měření fotometrická konati, omezí-li se pozorovatel na měření malých rozdílů světelných.

Argelander navrhl metodu pozorování hvězd spočívající ve srovnávání světlosti hvězd měnlivých se světlostí sousedních hvězd, jež jsou o něco jasnější neb slabší. Nejmenší ještě poznatelný rozdíl ve světlosti dvou hvězd označuje Argelander jako 1 stupeň (Stufe). Rozdíl již znatelnější označuje se jako 2 stupně, rozdíl ihned znatelný jako 3 stupně, ještě větší rozdíl v jasnostech jako 4 stupně. Označování děje se tím, že se napřed píše jasná

hvězda, načež následuje počet stupňů rozdílu v jasnosti a na to sleduje hvězda slabší. Je-li hvězda  $a$  o 2 stupně jasnější než hvězda  $b$ , píše se krátce  $a\ 2\ b$ . Kolem proměnné hvězdy zvolí se řada hvězd jasnějších a méně jasných a měnlivá hvězda srovnává se nejméně se dvěma jinými. Jsou-li voleny příkladně jako hvězdy srovnávací  $a, b, c, d$ , z nichž  $a\ b$  jsou jasnější,  $c\ d$  slabší než proměnná hvězda  $x$ , bude sloužiti tento příklad:

$$a\ 4\ x, \ b\ 2\ x, \ x\ 3\ c \ x\ 4\ d$$

jako schema, kterým pro určitý čas pozorovací jest jasnost měnlivé hvězdy  $x$  úplně stanovena. Při srovnávání hvězd od 3. do 5. velikosti užívá se kukátka, pro hvězdy 6. a 7. velikosti menšího dalekohledu ručního, při čemž okular tohoto se z obniska pošine tak, aby hvězdy se jevily jako malé terče. Na úsudek srovnání působí silně stav atmosféry, mlha, oblačnost, soumrak, světlo městčné a hlavně škodlivě blízkost u obzoru následkem značného rozdílu v průhlednosti a klidu vzduchu. Za příčinou vlivu ovzduší srovnával Argelander jen hvězdy ve vzdálenosti nejvýše 10.—12°. Srovnávání děje se postupně, nepozorují se obě hvězdy současně, simultanně. Dle Argelandra fixuje se nejprve jedna hvězda a přivede se otočením oka obraz hvězdy na místo sítnice, kde se nejjasněji vidí; pak se přistoupí týmž způsobem k druhé hvězdě, což se vícekrát opakuje, až se úsudek o rozdílu v světlosti ustálí. Obvyčejně odhaduje začátečník stupně větší, zkušenosti přibývající přibývá schopnosti lišiti jemnější rozdíly v světlosti a velikost stupně se ustálí. I fyziologické momenty působí tu značně.



## Hlava IV.

### I. Slunce.

Slunce jest jen jednotlivou hvězdou mezi milliony hvězd, z nichž snad tisíce jsou větší a jasnější. Pro naši zemi jest však slunce zdrojem všeho pohybu a všeho života, jemu jest děkovati za veškeru energii, s níž se setkáváme v pochodech mechanických, chemických a životních. Kdyby byly jen po dobu jednoho měsíce odňaty zemi paprsky sluneční, zanikl by veškeren život pozemský.

Slunce, srdce naší soustavy, považovala proto většina národů starověkých za boha. Slunce jeví se člověčenstvu jako nejdokonalejší obraz boží. Jemu děkujeme právě jako Bohu vše (Secchi).

Ohromné jsou rozměry slunce. Z výpočtu pozorování přechodů Venuše před sluncem expedic německých z let 1874 a 1882 obdržel Auwers pro průměr slunce hodnotu  $1919.26''$ ; hodnota ta bude již asi na  $+0.1''$  správnou. Průměr polární a průměr rovníkový slunce neukazuje žádného značného rozdílu. Otázka, zdaž průměr sluneční není podroben periodickým změnám během periody skvrn (viz později), jak to P. Rosa tvrdil, není posud zodpověděna přes to, že A. Auwers na základě rozsáhlých vyšetřování pozorované změny průměru slunečního přičítá chybám pozorovacím. (A. Auwers. *Neue Untersuchungen über den Durchmesser der Sonne*. Berlin 1886—87.) Přibližíme-li k nejistotě měření hodnoty průměru a hodnoty parallaxy slunce ( $8.88''$ ), můžeme průměr slunce položití rovný  $1,380.000\text{ km} = 186.000\text{ mil}$  při vzdálenosti 149 millionů kilometrů  $= 20\text{ mill. mil}$ . Průměr slunce jest tedy 108 krát tak veliký jako průměr země. Proto jest obsah  $108^3$  tak veliký jako obsah země a poněvadž hmota slunce se rovná asi (dle Leverriera)



355.000 násobné hmotě země<sup>1)</sup>, bude střední hutnost slunce jen asi 0·21 hutnosti země aneb 1·3 hutnosti vody; při tom dlužno v úvahu vzíti vysokou teplotu slunce (i železo má při teplotě 10.000 stupňů pouze ještě hustotu 1·3). Kdo vykoná cestu kolem země za 80 dnů, potřeboval by k cestě kolem slunce za stejných okolností 24 roků. Kdyby se nalézala země ve středu slunce, pak by nejen měsíc kroužil ještě v jeho nitru, nýbrž zbýval by ještě prostor zšíří 40.000 mil. Kdyby země byla koulí 1 *dm* v průměru, pak by slunce bylo koulí 11 metrovou a obě koule postavené ve vzdálenosti 1200 metrů znázorňovaly by poměr slunce k zemi.

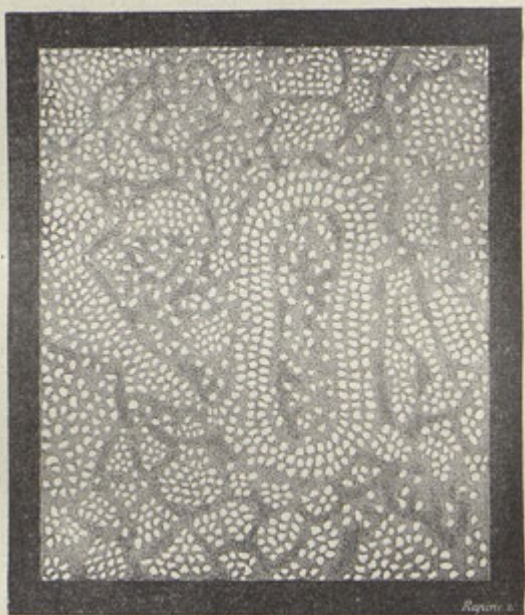
Síla, kterou slunce zemi přitahuje, jest ohromná a rovná se váze  $36 \times 10^{20}$  *kg*. K pochopení této síly slouží toto přirovnání. Myslíme si na okamžik, že gravitace neexistuje, že jest nahrazena hmotným pásmem, jež sáhá od země k slunci a se skládá ze samých drátů tloušťky asi drátů telegrafických. Dráty takové bychom musili po celé polokouli zemské k slunci obráceně připevniti od centimetru k centimetru, aby byly s to, zemi ve vzdálenosti od slunce udržeti jako gravitace.

Vypočteme-li velikost přitažlivosti na povrchu slunce, shledáme, že jest 27·5 krát tak velkou jako přitažlivost na povrchu země. Člověk, jenž váží na zemi 75 *kg*, vážil by na slunci více než 2000 *kg*; nemohl by se však na povrchu slunečním, kdyby tento byl přístupným, pohybovati, poněvadž by nestačovala síla jeho svalů. Prostor volně padajícího kamene obnáší na zemi v první vteřině 4·9 *m*, na slunci by padal kámen za vteřinu 135 *m*. Vteřinové pozemské kyvadlo by na slunci v jedné vteřině vykonalo 5 kyvů.

Díváme-li se dobrým dalekohledem za příznivých podmínek atmosferických na slunce, shledáme, že není fotosféra čili svítící povrch slunce rovnotvárným, nýbrž že se skládá z malých, velmi lesklých zrněk nepravidelného tvaru, jež rozložena na temnější půdě tvoří pruhy a různé skupiny. Při malém zvětšení jest vzhled slunce podobný vzhledu drsného papíru kreslicího nebo vzhledu sraženého mléka. Při větším zvětšení, jehož ovšem lze užiti jen za velmi příznivých okolností, jeví se zrna neb uzly jako nepravidelné kulaté hmoty

<sup>1)</sup> Chyba velikosti 1 procenta pro vzdálenost slunce od země má za následek chybu velikosti více než 3 procent pro hmotu kteréhokoliv tělesa nebeského.

průměru 50 až 100 mil, jež spočívají roztroušeny na temnější půdě, činíce dle porovnání Langleyova dojem sněhových vloček napadlých na bělošedé sukno. Obnáší-li průměr užitého dalekohledu aspoň 25 cm, pak možno za příznivých podmínek jednotlivá zrna rozlišiti v jemnější



Obr. 13 . Zrnitý povrch slunce dle W. Hugginse.

zrníčka, malé světelné skvrny průměru asi 20 mil; ze zrníček těch se skládají zrna způsobem podobným jako povrch slunce ze zrn. Dle Langleye tvoří zrníčka ta asi pátý díl povrchu, vysílající  $\frac{3}{4}$  světla slunečního. Zrníčka ta vidělo jen málo pozorovatelů (snad jen Langley a Secchi). Zrna byla již častěji pozorována a popsána: popisy různých pozorovatelů se však málo spolu shodují. N a s m y t h po-

rovnával r. 1861 tvar zrn s listy vrbovými a určil jich délku na několik tisíc anglických mil. Povrch sluneční tvoří dle toho jakýsi druh pletiva z těchto tvarů. Dawes popíral existenci popsaných útvarů, Stone a Secchi porovnávali je se zrny rýže a cenili je menšího rozměru. Huggins podal jiné znázornění povrchu slunečního (viz obr. 131.), jež nejlépe odpovídá vzhledu slunce dobrým dalekohledem za příznivých podmínek pozorovaného. Místy se podobá úprava povrchu slunečního dlouhým, úzkým proužkům na koncích otupeným, jež se porovnati dají spíše s téměř rovnoběžnými stébly slámy než s listy vrbovými. Útvar takový se jeví hlavně v polostínech skvrn anebo v sousedství těchto.

Značný pokrok v poznání slunce učiněn fotografickými pracemi Janssenovými. Mnohé fotografie, jejichž kotouč sluneční má průměr 55 cm, nejen jeví tolik podrobností, kolik přímé pozorování podati může, nýbrž i tu výhodu poskytují, že pozorovatel, maje před sebou určitý obraz slunce, může jej delší dobu pohodlně zkoumati a jednotlivé části povrchu slunečního vzájemně porovnávat. Na fotografických obrazech jest viděti místa průměru 2—3 cm úplně ostré omezená, jiná místa však nepřesná a nejasná. Zjev ten, jež Janssen nazývá fotosferickou sítí, má původ ve slunci. Obrazy, jež byly bezprostředně za sebou zjednány, ukazují tytéž jednotlivosti ve fotosferické sítí; obrazy zjednané v mezerách časových 1 až 2 hodin ukazují oproti tomu veliké změny, jevíci se hlavně na blízkou skvrn a pochodni. Janssen se domnívá, že nejasná místa obrazu představují krajiny, na něž hledíme částí atmosféry sluneční, v níž se dějí silné pohyby; místa ostrá, v nichž vystupuje zřetelně granulace (zrnitý povrch slunce), představují pak krajiny pokryté klidným a rovnoměrným ovzduším. Tvářnost krajin těch neustále mění svá místa. Na granulaci a jiné útvary slunečního povrchu hledíme ovzduším vysokým mnoho set mil, jež se skládá částečně z plynů, částečně ze hmot na způsob kouře a jež jest neustálým dějištěm velmi pohnutých pohybů. Není posud rozhodnuto, zdaž ona nejasná místa slunce blízko povrchu nebo ve značných výškách nad povrchem leží.

Světla slunečního kotouče ubývá velmi rychle k okraji, na němž se často vyskytují zvláštní útvary, pochodně (fakule), jež uprostřed slunce méně často vystupují. Pochodně jsou nepravidelné pruhy jasnosti větší ostatního po-

vrchu, podobné vločkám pěny, jež pod vodopádem volně plovou na povrchu řeky. Rozměry pochodní jsou někdy ohromné, délky 1—4000 mil, plochy jimi pokryté jsou daleko větší než kterýkoliv díl země.

Pochodně jsou zvýšené části povrchu slunečního, temena a hřbety svítící hmoty, vyčnívající nad obyčejnou hladinu sluneční. Na okraji slunečním se pozorují pochodně jako předhoří v podobě zubu; musí mít však průměr aspoň 1 vteřiny, mají-li býti vůbec znatelný. Skutečná výška pochodně průměru 1 vteřiny obnáší 50 mil, pochodeň taková jest tedy 40krát větší než výše Himalaje. Pochodně jsou



Obr. 132. Pochodně pozorované kolem skvrny (dle Tacchiniho).

po celém povrchu slunce roztroušeny, málo jich bývá v krajinách polárních. Velmi hojně vyskytují se v bezprostředním okolí skvrn (viz obr. 132.). Škoro nikdy nejsou skvrny bez pochodní, opáčně přicházejí často pochodně, aniž v sousedství jest skvrna. Podoba i tvar pochodní se celkem mění velmi pomalu; pochodně stojící na blízku skvrn se však tak rychle mění, že kreslič zručný si musí pospíšiti, aby jich tvar a místo stanovil.

*Skvrny.* Skvrny sluneční poutaly již v době předteleskopické pozornost různých národů. Četné zprávy o úkazech těch jsou zachovány hlavně v annalech čínských. R. 807 po Kr. byla viděna v Evropě po dobu 8 dnů skvrna, již mnozí pozorovatelé považovali za planetu Merkura. I Kepler považoval skvrnu, jež se v roce 1601 objevila, za Merkura. Představa o nečistém povrchu slunce odporuje zásadám theologické



filosofie středověku byla zavrhována, a i když správnost její byla potvrzena, byla uznávána jen poněkud. Skvrny sluneční objevili v letech 1610 a 1611 neodvisle Jan Fabricius,<sup>1)</sup> Scheiner<sup>2)</sup> a Galilei. První pozorování skvrn uveřejnil Fabricius ve spise „De maculis in sole observatis“ (Wittenberg 1611). Fabricius konal první pozorování skvrn slunce v prosinci 1610, Galilei v říjnu 1610 a Scheiner pozoroval skvrny nejprve v Ingolstadtě v březnu 1611. Představený jeho varoval ho věřit více svým očím nežli autoritě Aristotelově, jenž se nezmiňuje o skvrnách slunečních. Tím se vysvětluje, že Scheiner uveřejnil svá pozorování teprve v listopadu a prosinci 1611 ve 3 listech poslaných Welserovi, angsburskému radnímu.

Fabricius a Galilei poznali ihned, že skvrny jsou na povrchu slunce a že slunce se otáčí kolem osy. Scheiner považoval s počátku skvrny za oběžnice nacházející se v malé vzdálenosti od slunce, později však upustil od tohoto náhledu; skvrny pozoroval tím, že promítl obraz slunce na papírovou desku; svá pozorování uveřejnil v obsažném díle „Rosa Ursina“, ustanovil dobu rotace

<sup>1)</sup> Fabricius David nar. r. 1564 v Esensu ve Východním Frisku, studoval původně teologii; do matematiky a astronomie byl uveden Jindř. Lampadiem. V 20. roce věku svého byl kazatelem v Resterhavě u Dornumu. R. 1601 pobyl nějaký čas v Praze u Keplera a Tycha Braha. Po smrti tohoto prohlásil Kepler Fabricia za největšího astronoma. Pro Keplera dodal četná pozorování Marsa a pomáhal též při Keplerových tabulkách Rudolfských. Dopisy mezi Keplem a Fabriciem vydal Frisch v sebraných spisech Keplerových. R. 1603 byl F. přeložen do Ostseelu a byl zde (r. 1617) zabít od sedláka, jehož obvinil z krádeže hus. F. sestavil vlastní rukou několik strojů astr., určil výšku polární v Resterhavě ( $53^{\circ} 38'$ ) a vydal r. 1589 mapu Vých. Friska. Objevil též 3. srpna 1596 první hvězdu měnlivou, jež byla pojmenována od Keplera Mira Ceti, pozoroval vlastně r. 1607 a novou hvězdu v souhvězdí Ophiucha, konal pozorování meteorologická a se svým synem účastnil se pozorování skvrn slunečních. Syn jeho Fabricius Jan nar. r. 1587 v Resterhavě studoval lékařství v Helmstedtu, objevil první dalekohledem v Ostseelu skvrny sluneční (před 1. pros. 1610). Bližší viz: „Gerh. Berthold. Der Magister Joh. Fabricius u. die Sonnenflecken etc. Lipsko 1891.“

<sup>2)</sup> Scheiner Krištof nar. r. 1575 ve Walda u Mindelheim. jezuita, professor ve Freiburgu. 1610—16 v Ingolstadtě, pak několik roků v Římě, posléze rektor kollegia jezuitského v Neisse. Dobrý pozorovatel a důvtipný badatel. Vynalezl r. 1603 pantograf, objevil ihned po Fabriciu a Galileim skvrny sluneční. Byl velmi činným na poli optickém, hlavně fyziologicko-optickém, o čemž svědčí hlavně dílo: „Rosa ursina etc. Bracciano 1630.“ Scheiner zemřel r. 1650.



slunce a polohu slunečního rovníku. Od té doby byly skvrny předmětem častého pozorování; systematicky byly pozorovány však teprve v posledních 40 letech, když se poznal úzký vztah jich ke konstituci slunce, kdežto dříve byly považovány za přechodní útvary oblačné.

Výhodně užívá se i podnes ke studiu ukazů a zjevů na slunci metody, že se v určité vzdálenosti od okularu dalekohledu promítne na bílou plochu (papír) obraz slunce: větším neb menším vytažením okularu lze dle libosti měniti



Obr. 193. Skvrna sluneční dle Nasmytha.

velikost obrazu slunečního. Přímé vedle dalekohledu dopadající paprsky se zasloňují příhodnými stínidly.

Vyvinutá skvrna skládá se z velmi tmavé, nepravidelné části vnitřní, jádra (Kernfleck) a z tak zvaného polostínu — penumbry (Halbschatten), jenž je méně tmavý a skládá se celkem z vláken seřazených obvykle paprskovitě ku středu obklopuje jádro. Vzhled skvrny jest ten, že se jádro skvrny zdá býti prohlubinou (jámou), penumbra pak že se skládá z četných vláken, jež přes okraj prohlubiny visí zakrývající ji z části jako křoviny otvor jámy (viz obr. 193.). Střední část jest nejspíše skutečně prohlubinou,

jež jest vyplněna hmotou méně svítivou, přes jejíž okraj visí polostín. Jádru skvrn není velmi temné (černé), nýbrž porovnáme-li je s planetami přes sluneční kotouč přecházejícími (Merkurem a Venuší), jsou šedé. Langley shledal, že jádro skvrn předčí světlostí úplněk ještě 500 krátě.

Podoba skvrn jest po dlouhou dobu jich trvání téměř kruhovitou, za doby vzniku neb zániku velmi často však nepravidelnou. Přejchod mezi jádrem a polostínem, ano i mezi tímto a okolím fotosféry není pohněhlý, jednotlivé části skvrny jsou proti sobě ostře omezeny. Polostín jest na straně k jádru jasnější, na straně k fotosféře temnější, nepravidelnosti vnitřních obrysů polostínu jsou na straně k jádru opáčné vůči nepravidelnostem na straně k fotosféře. Některá vlákna polostínu zakončují se izolovanými zrny svítící hmoty, na místech těch lze často zřítí též závoj hmoty méně světlé, něco růžovité, jež se zdá, jakoby plovla na jádru skvrny. Někdy jest viděti v jádru skvrny několik malých, kruhovitých skvrn, tmavějších než ostatní část jádra: tyto malé skvrny, jež nejprve pozoroval Dawes, jsou nejspíše otvory prohlubenin tvaru šachet, jež vnikají do neznámých hloubek.

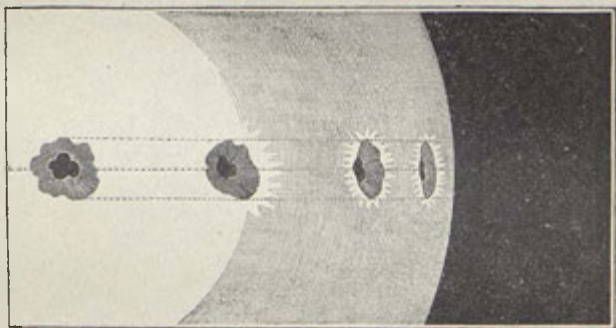
Stav skvrny se neustále mění. Lehký povlak mračnovitý někde mizí, někde opět znovu vystupuje. Světlá zrna na koncích vláken polostínových klesají a se rozplývají a nové části vláken se oddělují. Po celém obvodu polostínu se pozoruje nepřetržité proudění hmoty svítící.

Několikadenní pozorování poučí nás, že se skvrna pohybuje na kotouči slunečním od východu na západ, na okraji slunce jest skvrna tvaru eliptického, polostín se sžuje na straně obrácené ku středu kotouče slunečního a mizí docela, skvrna vypadá pak jako tmavá čára, jež na okraji západním obklopená skupinou pochoďní zmizí, aby snad po 14 dnech se opět objevila na okraji východním. Průměrná doba života skvrn obnáší 2 až 3 měsíce. Nejdelší dobu trvání, 18 měsíců, vykazovala skvrna z roku 1840 až 1841. Občas vyskytne se krátce po zaniknutí některé skvrny na témž místě nová skvrna. Mnohé skvrny mizí několik dní, ba i hodin po jich vzniku.

Celkem vyskytují se skvrny ve skupinách; ojediněle větší skvrny jsou ukazy řidšími než celé skupiny. Velkou skvrnu doprovází často na straně východní skupina skvrn malých, velmi nedokonalého útvaru. Malé tyto skvrny ne-

mají často záduého anebo jen jednostranný polostín a jsou tvaru velmi nepravidelného. Značnější změna podoby neb útvaru větší skvrny se jeví na povrchu slunečním v postupném pohybu skvrny na západ, čímž doprovázející menší skvrny zůstávají pozadu.

Rozloha skvrn jest někdy neobyčejně veliká. Pozorovaly se již skvrny zdánlivého průměru přes 2' aneb skutečného průměru 85.000 km, jež tudíž velikostí předčí zemi více než sedmkrát. Pozorovaly se skupiny skvrn, jež zaujímaly plochu větší 5000 mil čtverečných, a jednotlivé skvrny průměru 8—10.000 mil, při nichž vlastní jádro mělo průměr



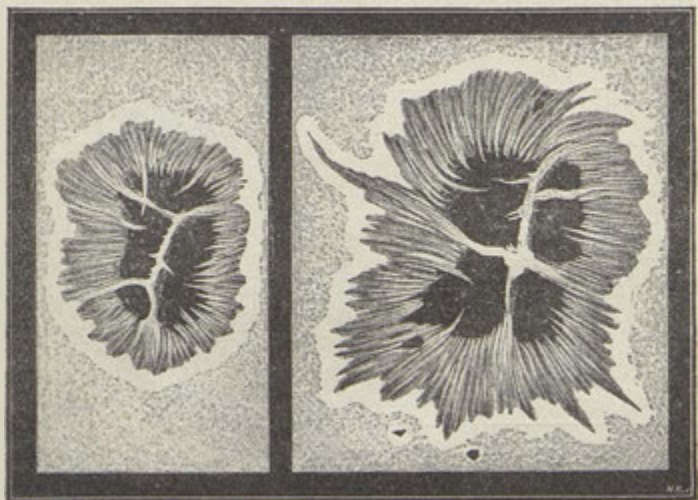
Obr. 131. Zdánlivá změna podoby skvrny sluneční od okraje ku středu slunce.

5—6500 mil. Skvrnu průměru 6500 mil jest na povrchu slunečním již prostým okem pomocí temnidla<sup>1)</sup> viděti. Velmi ostré oko uvidí již skvrnu průměru 5000 mil. V letech 1871 a 1872 byly skvrny delší dobu viděny prostým okem. Největší posud pozorovaná skvrna byla viděna v roce 1858. Šířka její obnášela asi 31.000 mil, rovnala se tudíž 18ti násobnému průměru zemskému. Celá plocha skvrny té pokrývala  $\frac{1}{36}$  povrchu slunečního.

Skvrny sluneční byly pokládány za prohlubeniny (Vertiefungen) povrchu slunečního. Náhled ten vyslovil poprvé

<sup>1)</sup> Skrze mračna, nebo stojí-li slunce na blízku obzoru, lze pozorovati skvrnu takovou bez temnidla.

r. 1769 Wilson v Glasgově opíraje své tvrzení o chování se polostinu pozorované skvrny. Na východní straně slunce jest polostin velmi zřetelně vyvinut ve směru k okraji slunce, na straně obrácené není polostinu znáti, také jádro skvrny jest zakryto. Skvrna blíže se ku středu kotouče slunečního vystupuje v jádru a polostin se zjevuje na vnitřní straně jako úzká čára. Uprostřed kotouče má polostin kolkolem tutéž šířku (viz obr. 134.). Jakmile se však blíží skvrna



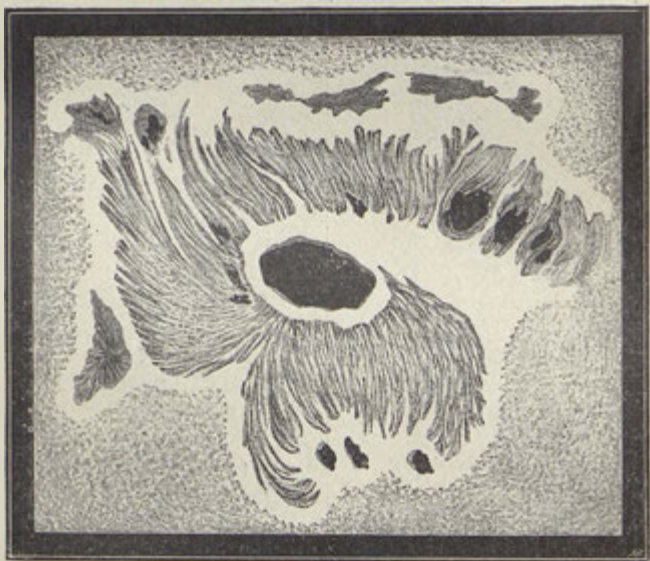
Obr. 135. Skvrny pozorované Tacchinim dne 21. čce a 16. srpna 1873.  
Dělení jádra světelnými proudy.

k západnímu okraji slunce, ůží se polostin rychleji na straně vnitřní než na straně zevnější, zmizí pak na straně vnitřní a zakrývá posléze téměř celý den před zmizením skvrny na okraji slunce z větší části jádro skvrny.

De la Rue, Stewart a Löwy zkoumali více než 600 skvrn s měřitelným polostinem a shledali, že byl ve více než 75 proc. všech případů polostin vždy na straně obrácené k okraji slunce nejširším, právě jak to vyžaduje theorie Wilsonova. Byly také pozorovány veliké skvrny právě na

okraji slunce a ty ukazovaly značné vyhloubení obrysu kotouče slunečního. Pozorování taková pocházejí od Cassiniho (r. 1719), Herschela, De La Rue a Secchiho.

Veliká skvrna rozpadne se často ve dva nebo více dílů, jež se zdánlivě někdy odpuzují velikou rychlostí. Rychlosti 60—90 mil za hodinu jsou na slunci úkazy všední, často se pozorují též rychlosti 200 a více mil.<sup>1)</sup>



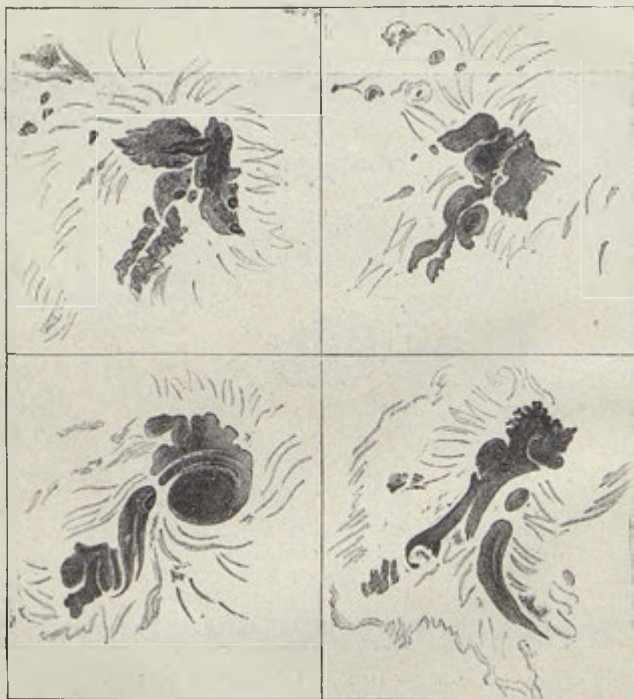
Obr. 136. Penumbra oddělená od jádra. (Dle Tacchiniho).

Ve způsobě vývoje různých skvrn jeví se značné rozdíly. Mnohá skvrna potřebuje ku svému vývoji dny a týdny, jiná se vyvine úplně během jediného dne. Před vystoupením skvrny jest na povrchu slunečním pozorovati zvláštní činnost, mnoho pochodní se ukáže, mezi nimiž jsou roztroušeny

<sup>1)</sup> Pozorovatel může i nejsilnějším zvětšením dalekohledu na povrchu slunečním poznati pouze pošinutí 40 mil.



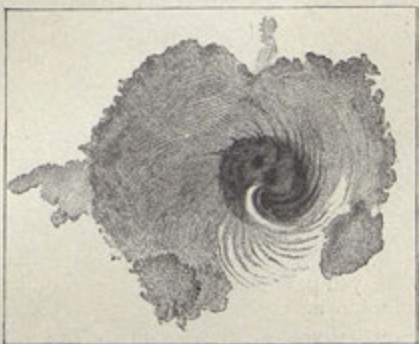
malé černé skvrny, pory zvané; tyto rostou a mezi nimi vyskytnou se šedivé skvrny, činící dojem, jakoby je způsobila tmavá hmota zastřená tenčí vrstvou svítících vláken. Závoj se stává tenčím a průhlednějším a hotová skvrna



Obr. 137. Rychlá změna skvrny dle pozorování Dawese 21., 29. a 31. října a 2. listopadu 1859.

s polostínem vystupuje. Část porů splyne se skvrnou, druhá část zmizí a třetí část tvoří malé skvrny, jež doprovázejí skvrnu hlavní, jež mívá tvar kruhovitý až do doby rozkladu. Když se blíží konec života skvrny, vniká zdánlivě sousedící fotosféra do polostínu a zakrývá jej. Často jest jádro pro-

tknuto světelnými můstky (Lichtbrücken) (viz obr. 135.), utváření se vláken polostínu se mísí a svitící hmota fotosféry se zdánlivě rozlévá ve zmateném proudu do mezery, jež tím mizí; na místě jejím utváří se neklidný povrch označený pochodněmi, jež rovněž brzy mizí. Někdy po krátkém čase nastává na místě tom opětův poruch fotosféry a nová skvrna zde vzniká. Stává se také, že jádro skvrny jest vrstvou fotosférickou odděleno od penumbry (viz obr. 136). Na obrazei 137. lze stopovati rapidní změny skvrny jádra, polostínu, rozměru a podoby skvrny během krátké doby.



Obr. 138. Skvrna podoby víru, pozorovaná 5. května 1857 Secchim.

Téměř každá skvrna má ve fasi svého vývoje své zvláštnosti, překvapující neustále pozorovatele.

Vlákna, jež tvoří polostín, směřují obyčejně ku středu skvrny. Ne zřídka jsou však vlákna ta zakřivená a seřazena spirálovitě, ukazující pohyb vírovitý (viz obr. 138.). Skvrna se pak otáčí a vykoná často v málo dnech celé otočení. Někdy mění se pohyb jednoho směru ve směr opačný. Ve velkých skvrnách se jeví v různých místech polostínu spirální pohyby směrů opačných. Také ve skvrnách sousedících se jeví brzy pohyb v tomto neb opačném směru. Počet skvrn, v nichž jest znamenati zjevný pohyb vírovitý, jest celkem malý, obnáší dle pozorování Carringtona a Secchiho jen 2—3 procenta počtu všech skvrn. Příčina vzniku virů v po-

vrchu slunečním bude proto asi nahodilá. Zajímavý jest poměr mezi roční plochou skvrn a pochodni. Dle velmi četných fotografií slunce z hvězdárny Greenwichské byla denní průměrná plocha útvarů těch, vyjádřená v milliontinách viditelného povrchu slunečního, pro rok:

	skvrn a jádry	skvrn vůbec	pochodni
1873	116	678	2882
74	83	582	1300
75	45	255	475
76	25	132	226
77	20	94	168
78	5	25	84
79	10	44	163
80	45	208	635

Z přehledu toho jest viděti, že současně přibývá a ubývá skvrn i pochodni. V průměru zaujímají pochodně asi  $2\frac{3}{4}$ krátě větší plochu než skvrny.

Dřívější pozorovatelé slunce se domnívali, že změna množství skvrn není podrobena určitému zákonu; pouze Kristian Horrebow dospěl kolem r. 1775 na základě dlouholetých pravidelných pozorování slunce k závěrku, že množství skvrn jest vázáno na určitou periodu.

Pozorování skvrn Schwabem<sup>1)</sup> v Dessavě v letech 1826—51 dokázala pak, že počet skvrn vykazuje pravidelné přibývání a ubývání. Doba periody od maxima k maximu obnáší dle pozorování těch asi 10 roků. Rudolf Wolf sebral a zpracoval z různých pramenů celý pozorovací materiál skvrn a odvodil z něho řadu čísel relativních<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Schwabe, Samuel Heinrich nar. r. 1789 v Dessavě, syn dvorního medika. Po odbyté přípravě v Berlíně převzal po svém dědu lékarnu, již však r. 1829 prodal, aby se mohl s klidem zabývatí svými zamilovanými předměty: botanikou a astronomií. Za své zásluhy o vědu stal se později dvorním radou. V astronomii se proslavil objevením periodicity skvrn slunečních; velmi se zasloužil též měřením Saturna a jako kruhů a pozorováním Halleyovy vlasatice. Zemřel r. 1875.

<sup>2)</sup> Čísla relativní  $r$  odvozuje Wolf pomocí vzorce  $r = k(f + 10g)$ ,  $g$  značí počet pozorovaných skupin a ojedinelých skvrn,  $f$  počet všech skvrn,  $k$  jest koeficient, jenž závisí na použitém dalekohledu a osobě pozorovatele.

(Relativzahlen), jež vyjadřují stav skvrn slunečních pro každý rok od roku 1745 začínaje.

Roční Wolfova čísla relativní podává připojený přehled:

1750	83,4	1786	82,9	1822	4,0	1858	54,8
51	47,7	87	132,0	23	1,8	59	93,8
52	47,8	88	130,9	24	8,6	1860	95,7
53	30,7	89	118,1	25	15,6	61	77,2
54	12,2	1790	89,9	26	36,0	62	59,1
55	9,6	91	66,6	27	49,4	63	44,0
56	10,2	92	60,0	28	62,5	64	46,9
57	32,4	93	46,9	29	67,3	65	30,5
58	47,6	94	41,0	1830	70,7	66	16,3
59	54,0	95	21,3	31	47,8	67	7,3
1760	62,9	96	16,0	32	27,5	68	37,3
61	85,8	97	6,4	33	8,5	69	73,9
62	61,1	98	4,1	34	13,2	1870	139,1
63	45,1	99	6,8	35	56,9	71	111,2
64	36,3	1800	15,3	36	121,8	72	101,7
65	20,9	01	34,0	37	138,2	73	66,3
66	11,4	02	55,0	38	103,1	74	44,6
67	37,8	03	71,2	39	85,8	75	17,1
68	69,8	04	73,1	1840	63,2	76	11,3
69	106,1	05	47,6	41	36,8	77	12,3
1770	100,8	06	28,9	42	24,2	78	3,4
71	81,6	07	9,4	43	10,7	79	6,0
72	66,5	08	7,7	44	15,0	1880	32,3
73	34,8	09	2,5	45	40,1	81	54,2
74	30,6	1810	0,0	46	61,5	82	59,6
75	7,0	11	1,4	47	98,4	83	63,7
76	19,8	12	5,5	48	124,3	84	61,4
77	92,5	13	12,8	49	95,9	85	52,2
78	154,4	14	14,4	1850	66,5	86	25,1
79	125,9	15	35,4	51	64,5	87	19,1
1780	84,8	16	46,4	52	54,2	88	6,7
81	68,1	17	41,5	53	39,0	89	6,1
82	38,5	18	30,0	54	20,6	1890	6,5
83	22,8	19	24,2	55	6,7	91	35,6
84	10,2	20	15,0	56	4,3	92	73,8
85	24,1	21	6,1	57	22,8	93	79,3

Čísla relativní jsou přibližně úměrná dle pozorování De La Rue a Stewarta povrchu, jež skvrny zaujímají.

Wolf podává připojenou tabulku maxim a minim skvrn slunečních:

Léta maxima,	minima skvrn.
1750·3	1745·0
1761·5	1755·2
1769·7	1766·5
1778·4	1775·5
1788·1	1784·7
1804·2	1798·3
1816·4	1810·6
1829·9	1823·3
1837·2	1833·9
1848·1	1843·5
1860·1	1856·0
1870·6	1867·2
1883	1878·9
	1889·6

Střední perioda jest dle toho, zdali se za základ položí minima aneb maxima,  $11\cdot295 \pm 0\cdot318$  aneb  $11\cdot284 \pm 0\cdot439$  roku s průměrnou variací délky  $\pm 1\cdot459$  aneb  $2\cdot037$  roků. Jest pravděpodobno, že vedle této periody podléhá počet skvrn delší periodě (60 až 80 let.<sup>1)</sup> Slunce bylo celkem prosto skvrn v letech 1833, 1843, 1856, 1867 a 1879. Minima skvrn by měla dáti léta 1900 a 1911; maximum rok 1904.

Příčina periodicity v počtu skvrn není posud uspokojivě zjištěna. Někteří astronomové hledají ji v působení oběžnic, hlavně Jupitera, Venuše a Merkura. Jiní badatelé se domnívají, že skvrny způsobují jeden aneb více rojů meteorů do slunce padajících, jež podél dlouhé dráhy své nestejnoměrně rozloženy jsouce kolem slunce obíhají. Pravdě nejpodobnější se zdá býti, hledati příčinu periodicity skvrn v slunci samém, v konstituci fotosféry a ve ztrátě tepla slunce. Young porovnává děje atmosféry sluneční s periodickými výbuchy pramenů Geysir; po dobu zdánlivého klidu vyvíjejí se v hlubších vrstvách síly, jež mají v zápětí

<sup>1)</sup> R. Wolf se domníval, že vedle hlavní periody  $11\frac{1}{3}$  roku existují ještě vedlejší periody  $8\frac{1}{3}$  a 10 roků.



mocné erupce. Dále dlužno uvést důležité faktum, že se děje první vývoj skvrn po minimu skoro vždy ve vyšších šířkách: vlastní pás skvrn, pás rovníkový, se stává později jevištěm vzniku skvrn.

Další důležitá otázka, zdaž toto pravidelné přibývání a ubývání počtu skvrn má znatelný vliv na naši zemi, rozdělila astronomy ve dva tábory, jež zastávají úplně odchylné náhledy. Dle náhledu jednoho jest stav povrchu slunečního činitelem podmiňujícím meteorologii našeho ovzduší, (u nás prof. K. Zenger), což se zjevuje v teplotě, tlaku vzduchu, velikosti srážek dešťových, v bouřích, ve výsledku žní;<sup>1)</sup> druhý tábor popírá, že by malé změny světla a tepla slunečního mohly způsobovati znatelný vliv na naši zemi. Větší soubhlas v náhledech jest v ohledu souvislosti skvrn slunečních s magnetickým stavem země. R. 1850 upozornil Lamont v Mnichově na to, že denní odchylky magnetické jehly ukazují periodu  $10\frac{1}{3}$  roku. Od východu slunce až do 2 hodin odpoledne pohybuje se severní konec jehly k západu, pak zpět, dosáhne asi v 10 hodin večer své původní polohy, v níž setrvá po celou noc. Velikost odchylky (variae) jest různá na různých místech a v různých dobách a mění se na témž místě pravidelně v periodě  $10\frac{1}{3}$  roku. Sabine v Anglii, Gautier ve Francii a Wolf ve Švýcarsku poukázali na shodu maxim skvrn a maxim této denní magnetické variae. Stejně dokázáno jest, že i variae intensity síly pozemského magnetismu a variae magnetické inklinace stejnou periodu sledují. Další doklad souvislosti obou úkazů podávají severní záře, jež jsou provázeny vždy magnetickými bouřemi (poruchy). Loomis porovnal pozorování severních září s pozorováními skvrn a shledal úplnou shodu mezi průběhem obou úkazů, čímž se zdá, že jest dokázáno bezprostřední magnetické působení slunce na zemi.<sup>2)</sup>

Velmi rozumný jest výklad Tacchiniho o tomto velmi důležitém tematě. Tacchini praví: „Popíráti souvislost mezi postupem magnetismu zemského a činností sluneční,

<sup>1)</sup> Většina zastaneů učení toho počíná si velmi nekriticky, ne-logické úsudky jich pozbývají proto veškeré důvěry.

<sup>2)</sup> Dostí úplnou literaturu o těchto otázkách najde čtenář ve spise: „H. Fritz. Die Beziehungen der Sonnenflecken zu den magnetischen und meteorologischen Erscheinungen der Erde. Haarlem 1878.“ a v díle téhož: „Die wichtigsten periodischen Erscheinungen der Meteorologie und Kosmologie. Leipzig 1889.“

není více možno, neboť jest tolik pozorování sebráno, jež souvislost tu přímo dokazují. Avšak pod názvem „činnost sluneční“ dlužno rozuměti, komplex úkazů, jež posaváde byly zobrazovány skvrnami, pochodněmi a protuberancemi. Zemský magnetismus jest v souvislosti aneb v přímém vztahu s činností sluneční, již repraesentuje komplex všech pozorovaných úkazů na slunci.“ Tacchini soudí proto takto: „Když při přechodu velké skvrny na kotouči slunečním se zjeví magnetický poruch na zemi, pak jest to známkou, že na skvrně té a v krajinách sousedících se dějí neobyčejné úkazy protuberancí, erupcí slunečních, polárních září atd., jež způsobily právě magnetický poruch; jestli však se ničeho abnormního v zemském magnetismu při přechodu velké skvrny neukázalo, pak přechází skvrna aneb skupina skvrn ve stavu klidu přes kotouč sluneční.“

Pro kratší doby dokázal Karel Hornstein<sup>1)</sup> vliv stavu skvrn slunečních na poměry magnetické.

Slavný fysik, lord Kelvin, nepokládá ani souvislost mezi magnetickými zjevy a skvrnami slunečními za skutečnou, zdánlivá shoda period obou úkazů jest jen nahodilou. Dosaváde lze jen tolik tvrditi, že oba zjevy jsou současné a že existuje pro oba snad nám neznámý stejný původ.

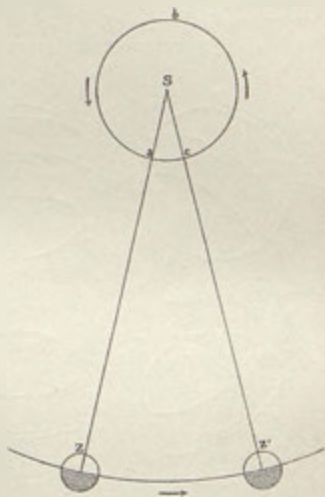
*Rotace slunce.* Skvrny pohybují se na kotouči slunečním od východního okraje k okraji západnímu. Z toho plyne, jestliže skvrny náležejí povrchu slunečnímu, že slunce samo

<sup>1)</sup> Hornstein Karel nar. r. 1824 v Brně, studoval ve Vídni, stal se r. 1843 asistentem hvězdárny Vídeňské, r. 1847 provisorním adjunktem hvězdárny v Krakově, musil se však za rok místa svého vzdáti pro neznalost jazyka polského. Vrátil se do Vídne působil rok jako professor matematiky na akademickém gymnasiu tamže, přešel r. 1850 opět jako asistent na hvězdárnu, promoval též rok na universitě v Bonnu a habilitoval se později pro astronomii na universitě Vídeňské. R. 1851 stal se adjunktem hvězdárny ve Vídni, r. 1862 professorem matematiky na universitě v Štýrském Hradci a brzo po tom professorem těžké vědy na universitě Pražské. R. 1868 byl jmenován ředitelem c. k. hvězdárny pražské a professorem astronomie na universitě Karlo-Ferdinandově. Zde zabýval se hlavně theoretickými pracemi. Proslavil se svou methodou přechodu od dráh parabolických ku drahám elliptickým, svými výzkumy o vlivu rotace slunce na magnetické a některé meteorologické úkazy. H. měl neobyčejný talent vyučovací, nejtěžší partie theoretické přednášel nad míru jasně a srozumitelně. Zemřel v prosinci 1882. Vřele podporoval z počátku vědecké snahy některých svých žáků českých.

se otáčí kolem osy. Pravá doba rotace obnáší přibližně 25 dní, zdánlivá jest o 2 dny delší, poněvadž země sama taktéž ve své dráze postupuje.

Budiž  $a$  (viz obr. 139.) skvrna viděná ve středu kotouče slunečního  $S$  pozorovatelem umístěným na povrchu země  $Z$ . V době asi 27 dnů opíše skvrna celý obvod  $aba$  i oblouk  $ac$  a pozorovatel, jenž v době té postoupil do  $Z'$ , uvidí skvrnu opět ve středu kotouče slunečního v bodě  $c$ . Velmi jednoduchý výpočet ukazuje, že pravá doba rotace sluneční jest asi o dva dny menší zdánlivé doby rotace slunce (synodické doby otočení).

Důkladnější pozorování pohybu skvrn ukázalo, že i skvrny mají vlastní pohyb a to jak ve směru šířky, tak i ve směru délky. Kurčení doby rotace slunce a polohy osy jest proto třeba zkoumati velikou řadu skvrn. Delambre určil za dobu rotace slunce 25·01 dne (r. 1775), Cas-

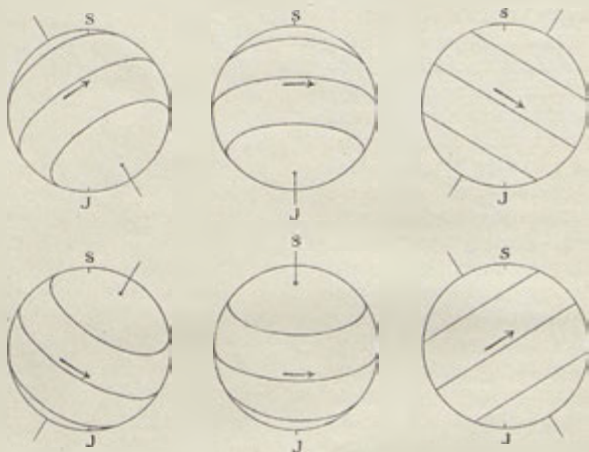


Obr. 139.

sini 25·58 dne. Mezi těmi hodnotami kolisají různě odvozené hodnoty rotace slunce. Pro sklon rovníku slunečního k ekliptice jsou odvozeny hodnoty v mezích  $6^{\circ}50' - 7^{\circ}50'$ , pro délku uzlu v mezích  $70^{\circ} - 80^{\circ}$ . Nejspolehlivější data podali Carrington a Spörer. Carrington udává za průměrnou dobu rotace 25·38 dne, Spörer 25·23 dne. Ostatně se zdá, že perioda rotace jest v rozdílných dobách t. j. při různém stavu skvrn různá. Zákony změn těch nejsou však posud vyšetřeny.

Poněvadž jest rovník sluneční k rovině dráhy zemské nakloněn o 7 stupňů, bude přímka spojující poly sluneční k ekliptice nakloněna o 83 stupňů. Země se bude při svém ročním oběhu kolem slunce nalézati brzo nad rovinou rovinou

rovníku slunečního — vidíme pak, že skvrny popisují na kotouči slunečním ellipsy, jichž část vydutá směřuje k polu severnímu, — brzo pod rovinou rovníku slunečního, — zříme pak jižní pol sluneční a skvrny popisují ellipsy, jichž část dutá jest nyní v opačném směru obrácena. — Ve dvou (protilehlých) bodech, uzlech, nalézají se země právě v rovině slunečního rovníku. Dráhy skvrn budou pak přímkami v obou případech v opačném směru položenými. To se stává



Obr. 140.

jednak 4. června, jednak mezi 5. a 6. prosincem. Obr. 140. ilustruje dobře poměry ty, *S* značí sever, *J* jih. Obrazce, jak po sobě sledují, ukazují podoby křivek opsaných skvrnami na kotouči slunečním, řada hoření: pro únor, březen, 4. červen; řada dolení: pro červenec, září a 6. prosinec.

Vyšetřování Carringtonova<sup>1)</sup> v letech 1853—61 ukazují, že různé části povrchu slunečního se otáčejí v různých

<sup>1)</sup> Carrington Richard Christopher nar. r. 1826 v Chelsea, syn bohatého sládka. V letech 1849—51 assistoval při Chevalierovi v Durhamu, roku 1851 odebral se do Švédska pozorovat zatmění slunce; vystavěl si pak soukromou hvězdárnu v Redhillu, kde zhotovil katalog hvězd cirkumpolárních. Po smrti svého otce převzal vedení pivovaru, vystavěl si pak soukromou hvězdárnu v Churtu u Farnhamu,

dobách. Krajiny rovníkové od osy rotační dále vzdálené otáčeji se rychleji, než ostatní části povrchu a vykonávají celou rotaci v kratší době. Doba rotace odvozená ze skvrn rovníkových obnáší téměř 25 dnů, ze skvrn šířky 20 stupňů odvozená doba rotace jest téměř o 18 hodin delší, v šířce 30° jest perioda rotace 26·5, v šířce 45° již 27·5 dne. Pozorování rychlostí na okraji slunce ve směru zornice, jež byla spektroskopicky konána dle principu Dopplerova, potvrzují ubývání úhlové rychlosti směrem k polům. N. Dunér konal velmi důkladná měření ve směru tom. Pro různé heliocentrické šířky  $b$  nabyl Dunér pro úhel  $\xi$  denní rotace těchto hodnot:

$b$	$\xi$
0·4	14·14
15·0	13·66
30·0	13·06
45·0	11·99
60·0	10·62
74·8	9·34

Z pohybu pochodní odvodil Wilsing v Postupní větě, že pochodně mají úplně rovnoměrnou rotaci. Výsledek ten se však posud nepotvrdil.

Zákony, jimiž se řídí rotace slunce, lze těžko stanovit, poněvadž pozorování skvrn jest vázáno na úzký pás slunce. Skvrny vyskytují se totiž celkem mezi 10—35 stupni šířky po obou stranách rovníku. Skvrny mimo tento pás, hlavně na blízkou polů, jsou velmi vzácné zjevy.<sup>1)</sup>

onemocněv však byl C. nucen zřít se praktické astronomie. V druhém hlavním díle *Observations of the Spots on the Sun made at Redhill 1853—61* obsaženy jsou důležité výsledky studií o pohybu skvrn a odvozené z nich rotace slunce. C. zemřel r. 1875.

<sup>1)</sup> Z více než 5000 pozorování asi 950 různých skupin skvrn odvodil Carrington pro denní pohyb  $X$  skvrny v různých šířkách  $l$  empirický vzorec:  $X = 865' - 165' (\sin l)^4$ . Faye z těchto pozorování vyvodil vzorec  $X = 862' - 186' \sin^2 l$ , při čemž z theoretických důvodů položil z předu exponent rovný 2.

Tisserand odvodil z pozorování 325 skvrn z let 1874—1875 vzorec  $X = 857·6' - 157·3' \sin^2 l$ . Spörer klade  $X = 1011'' - 203' \sin (41^\circ 13' + l)$ . Zöllner udává vzorec  $X = \frac{863' - 619' \sin^2 l}{\cos l}$ . Všecky

vzorce tyto shodují se přibližně s pozorováním. Žádný ze vzorců těch není však theoreticky odůvodněn.



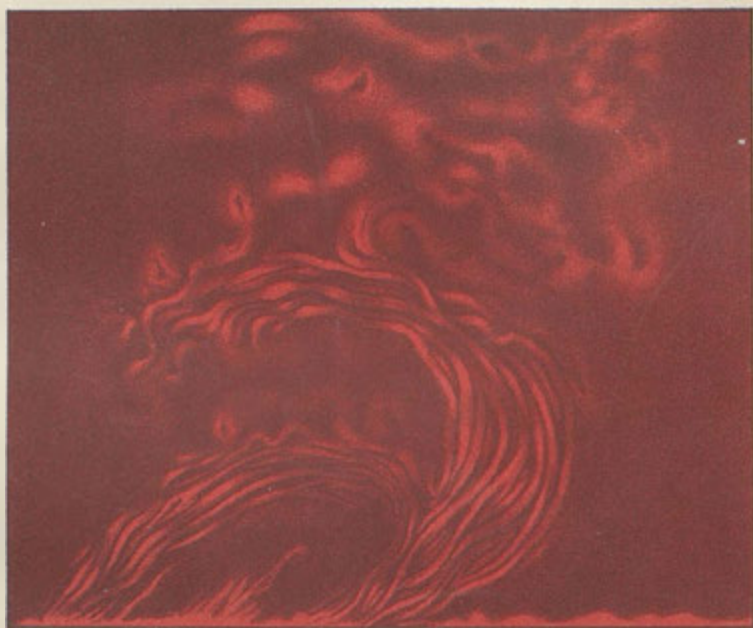
Nad fotosférou rozprostírá se veliká část slunce, jež se skládá z atmosféry, jejíž průměr jest nejméně dvakrát tak veliký jako průměr fotosféry; hlavní část atmosféry té jest plynová, tvaru velmi nepravidelného a proměnlivého. Obal ten se neskládá, jak se zdá, z vrstev na sobě ležících různé hustoty, nýbrž z plamenů, paprsků a proudů přechodních a nestálých a rozlišuje se pak ve dvě části ostře od sebe omezené, část zevnější, rozsáhlejší, korunu zvanou, skvostný to obal paprskovitý, obklopující slunce a viditelný jen za úplného zatmění; část vnitřní leží bezprostředně na fotosféře, tvoří tenkou vrstvu barvy růžové a činí dojem, jakoby podél celého povrchu slunečního z nesčetných zdrojů vytryskovaly paprsky žhavých plynů, jež obklopují slunce jako plameny za velikého požáru. Tuto vrstvu nazvali r. 1869 Frankland a Lockyer pro její růžovou barvu chromosférou (barevný obal). Z této vystupují místy hmoty vodíkové, smíšené s jinými látkami, do značné výše, jež daleko do krajiny korony sáhnají, někdy též jako mračna se vznášejí a proudy v kusy se trhají, zvané protuberance (prominence).

Mnohoslibné jsou pokusy, jež v nejnovější době koná H. Deslandres,<sup>1)</sup> jenž zkoumá slunce na základě jednotlivých, izolovaných, jednoduchých paprsků jasných neb tmavých, čímž se poznají jednotlivé na sobě ležící vrstvy a atmosféra slunce. Vrstvy ty vytvářejí následkem jich světelných emmisí a absorpci nepravidelnosti spektra a právě těchto nepravidelností používá Deslandres nazpět k odhalení vlastností vrstev a podává první výsledky, jež obdržel novou touto cestou. Přístroj, jehož Deslandres použil, sestává ze siderostatu, obyčejného objektivu a zapisujícího spektrografu se dvěma štěrbinami, jež připouštějí vyjmutí ze světla libovolného zřídla jednotlivé paprsky monochromatické. Nejdříve se izoluje spektrografem jasná část mezi dvěma čarami tmavými, sluneční obraz části té se shoduje s obrazem, jež dává obyčejný dalekohled, ukazuje fotosféru se skvrnami a pochodněmi, jež jsou hlavně na kraji světlé. Upotřebí-li se paprsků nejlomivějších, vystoupí nejvýraznější rozdíl mezi jasnou půdou kotouče slunečního, skvrnami a pochodněmi. Jasné paprsky par calcia izolované spektrografem podaly obraz celé chromosféry

<sup>1)</sup> Comptes rendus 1894.

# PROTUBERANCE

pozorované r. 1871 na hvězdárně v Římě.

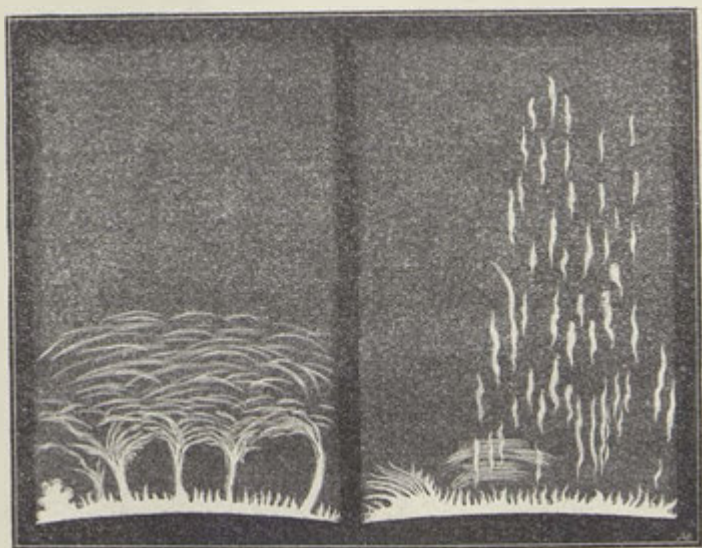


slunce tak, jak by byla chromosféra viditelná, kdyby byla odloučena od fotosféry. Jasnější místa chromosféry jevila stejné tvary jako pochodně fotosféry a ukazovala na celém povrchu stejnou jasnost a větší rozsáhlost, takže pokrývala často skvrny, jichž polostínové obaly nebyly k poznání. Paprsky tmavé izolované spektrografem podávaly docela jiný obraz. Světlá místa pochodní zjevila se sice zase na týchž místech kotouče, ale byla u porovnání s půdou méně jasná a méně rozsáhlá, téměř stejně jasná jak ve středu tak i na okraji. Skvrny byly naproti tomu ostré, penumbra jich velmi zřetelná. Z ukazů těch plyne, že obrazy čar tmavých leží uprostřed obrazů fotosféry a chromosféry; obrazy ty vytvářejí hlavně vrstvy slunce, v nichž vznikají čáry tmavé; vrstvy ty hraničí nejspíše s fotosférou i chromosférou a zaujímají nehlubší místa chromosféry. Také E. Halemu podařilo se pomocí fotoheliografiu fotografovati protuberance s chromosférou slunce.

*Protuberance.* (Viz přílohu sešitu 8.). Povaha útvarů těch byla nejprve úplně neznámou, nevědělo se ani, patří-li slunci neb měsíci, neb našemu ovzduší, anebo nejsou-li úkazy ty pouze optickým klamem. Dříve mohla se atmosféra sluneční pozorovati pouze za úplného zatmění slunečního; nyní lze pomocí spektroskopu atmosféru kdykoliv pozorovati. Protuberance mohou se nyní téměř rovněž tak snadně studovati jako pochodně a skvrny.

Při úplném zatmění slunce r 1860 bylo poprvé se zdarem užito fotografie. Secchi a De La Rue dokázali tu, že protuberance skutečně náležejí slunci; fotografické obrazy ukázaly totiž, jak byly protuberance zakryty přechodem měsíce na jedné straně slunce, kdežto na druhé tím více vystupovaly. Secchi dokázal, že protuberance jsou nahromaděné intenzivně svítící hmoty, jichž paprsky mají velikou fotografickou působivost, takže na deskách fotografických jsou mnohé protuberance viditelné, jež nelze přímo pozorovati i nejlepšími dalekohledy. Mnohé protuberance vznášejí se úplně volně jako mračna v atmosféře sluneční. Vrstva téže svítivé látky obklopuje slunce; z vrstvy té vystupují nad obyčejnou hladinu povrchu slunečního protuberance, jichž počet jest neurčitý. Při přímém pozorování dalekohledem za úplného zatmění jeví se slunce kolkolem obklopeno takovým množstvím plamenů, že nelze počet jich stanoviti. Výška mnohých protuberancí jest ohromná.

Úplné zatmění slunce ze dne 18. srpna 1868 pozorované v Indii objasnilo konečné pravou povahu protuberancí. Tehdy bylo užito spektroskopu a tu všichni pozorovatelé (Herschel, Tennant, Pogson, Rayet, Janssen) shledali, že spektrum protuberancí se skládá z několika světlých čar, z nichž některé přináležejí vodíku. Z pozorování těch bylo



Obr. 141. Protuberance pozorovaná 7. září 1871 o 12<sup>h</sup> hodině a táž protuberance o 1/2 hodinu později (výše 40.000 mil.) (Dle Younga)

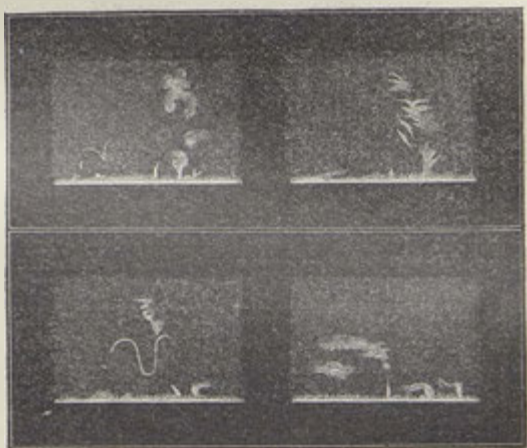
dokázáno, že jsou protuberance ohromné žhavé hmoty plynové, jichž hlavní součástku tvoří vodík.

Janssen shledav, že čáry pozorované za doby zatmění byly tak světlé, nabyl přesvědčení, že čáry ty musí opět viděti i za úplného světla slunečního, a nařídív následujícího dne stroj svůj na místo okraje slunečního, viděl hned zřetelně ve spektru tytéž čáry světlé, jichž polohu ve spektru nyní klidně určil; většina čar patřila vodíku, žlutá čára, o níž se za doby zatmění myslelo, že přísluší

natriu, ukazovala však větší lomivost. Janssenovi se podařilo též určit podobu protuberancí a měřiti rozměry jejich. Zasláná zpráva o objevech těchto přišla do Paříže současně se zprávou Lockyera jenž oznamoval tytéž objevy. Lockyer vyslovil již dva roky dříve náhled: jsou-li protuberance hmoty plynové, jež způsobují spektrum s čarami světlými, pak musí býti světlé čáry viditelný též upotřebením

10 h 34 m

10 h 45 m



3 h 36 m

4 h 15 m

Obr. 142. Změna protuberance pozorovaná v Ženevě dne 11. dubna 1872., (dle M. E. Gantiera)

dostatečně mocného stroje i za jasného světla denního. Za obyčejných poměrů nejsou protuberance z téže příčiny viditelný, pro kterou nejsou viděti hvězdy ve dne; jsou zakryty světlem, jež odrážejí částice našeho ovzduší na blízku místa, kde stojí slunce. Abychom učinili protuberance viditelnými, musíme dostatečně zeslabiti toto osvětlení vzduchové, při čemž nemá se však světlo protuberancí zmenšiti. K tomu napomáhá spektroskop. Světlo vzduchu jest odražené světlo sluneční, spektrum jeho jest barevný pruh s čarami tma-



vými, světlost spektra toho se zeslabí zvětšením rozptylnosti spektroskopu: neboť tím se barevný pruh prodlouží, světlo se rozprostře po větší ploše. Spektrum ze světlych čar nemění se však ve světlosti zvětšením rozptylnosti spektroskopu; vzdálenost jednotlivých čar světlych se zvětší, světlost čar těch se však nezmění. Na okraji slunce musí býti tedy viditelný světlé čáry protuberancí, jsou-li tyto skutečně plynové, pozoruje-li se obraz slunce utvořený dalekohledem pomocí velmi rozptylujícího spektroskopu.

Počet velikých protuberancí, jichž výška přesahuje 2000 mil, není veliký. Z pozorování Tacchiniho a Secchiho plyne, že počet protuberancí se mění souhlasně s počtem



3 h 30 m

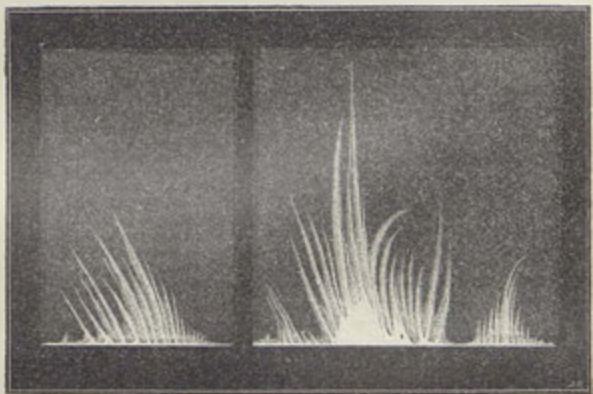
3 h 55 m

5 h 10 m

Obr. 143. Změna protuberance dle pozorování v Ženevě dne 15. dubna 1872, (dle M. E. Gantiera).

skvrn. Protuberance jsou nejčetnější, kde jsou také skvrny nejčetnější, vyskytují se však i v šířkách vyšších 40 stupňů, i na polcech slunce přicházejí a počet jich vykazuje v krajině od 60 do 70 stupňů znatelný přírůstek. Zdá se, že jsou protuberance v užším spojení s pochodněmi než se skvrnami. Mnohdy byly pochodně sáhající k okraji slunce obklopeny protuberancemi. Velikost protuberancí kolísá v širokých mezích. Průměrná výše chromosféry jest 10"—12" (1000—1300 mil), zvýšení chromosféry pokládáme teprve tehdy za protuberance, obnáší-li jejich výška 15"—20" (1500—2000 mil). Mnohé protuberance dosahují výše 1' (6000 mil), některé převyšují 1' (18000 mil). Young pozoroval protuberance vyšší 30.000 mil, Secchi studoval protuberanci, jež dosahovala výše 65.000 mil. Young viděl 7. října 1880 protuberanci, jež v 10 hodin 30 min. do-

poledne měla výši 9000 mil, po půl hodině se zjasnila a dosáhla dvojnásobné výše; během následující hodiny protuberance stále rostla, až dostoupila výše 13' (76.000 mil). Potom se rozlišila v jednotlivá vlákna poněkud slabnější; kolem 12 hodin 30 min. posléze celý zjev zmizel. V době, kdy protuberance s ohromnou rychlostí do výše vystupovala, bylo v dolní části pomocí pošinutí čar spektrálních pozorovati mocný pohyb vírovitý. Někdy se zjeví



13. března 1871 11 h 11 m

13. března 1871 11 h 13 m

Obr. 144. Protuberance přímočaré, dle výkresů P. Tacchiniho.

veliké protuberance na diametrálně protilehlých místech okraje slunečního. Tak pozoroval P. Fényi 19. a 20. září 1893 dvě ohromné protuberance na protilehlých místech slunce. Deslandres v Paříži pozoroval 11. dubna 1894 přímo a fotograficky vysokou protuberanci (24.000 mil) blízko jižního pólu slunce. 13. dubna zmizela protuberance, za to na protilehlém místě okraje slunečního povstala jiná velmi krásná protuberance.

Protuberance dělí astronomové ve dvě hlavní třídy: *a*) v protuberance klidné, mračnovité, protuberance vodíkové; *b*) v protuberance eruptivní, metalické. Protuberance klidné podobají se útvarem mračen našeho

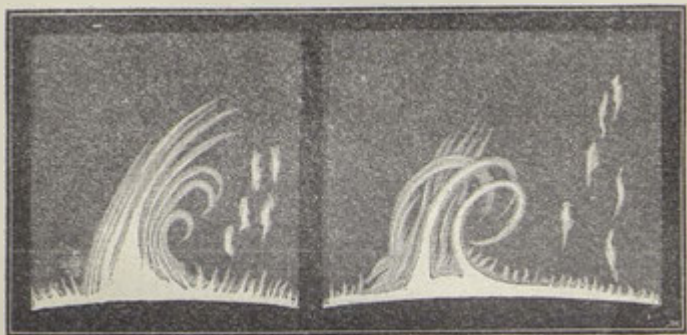
ovzduší. Obvyčejné tvary jich jsou srovnatelný s mračky řasovitými (cirrus) a s mračky stratus (slohy), řidčeji přicházejí protuberance podobné kupám (cumulus) neb mračnům cumulostratus. Protuberance mračnovité majíce někdy ohromné rozměry, hlavně ve směru vodorovném, jsou poměrně dosti ustálené; jich podoba se často nemění podstatně po celé hodiny i dny: na blízku polů trvají po celé otočení slunce.



Obr. 145. Protuberance dle pozorování na Harvard Collège.

Občas se zdá, jakoby ležely na okraji slunečním jako mračna na obzoru. Jsou-li protuberance ty v celém rozložení viděti, pak jsou s chromosférou spojeny tenkými sloupy, jež se nahoru rozšiřují a často se skládají z jednotlivých pletených vláken. Někdy jest protuberance na spodní straně poseta visícími vlákny, dojem takovéhož úkazu jest dojem lijáku z těžkého mračna bouřkového. (viz obr. 141.) Někdy opět se vznášejí volně bez spojení s chromosférou, hlavní mračno provází odloučené mráčky. Obr. 142. a 143. znázorňují některé

typy. Vidmo protuberanci těch jest obyčejně velmi jednoduché skládající se ze 4 čar vodíkových a ze žluté čary  $D_3$ . Někdy se zjeví také čary natria a magnesia i v nejvyšších částech. O vzniku protuberanci těch nevíme nic určitého, snad jsou to zbytky hmot eruptivních, jež vnikly z dolních částí atmosféry sluneční v krajiny vyšší, když panujícími tam proudy dále jsou hnány. Jiný náhled vykládá vznik protuberanci těch tím, že se na tom místě nalézají vodík zahřeje a svitivým se stane. Lockyer dokázal, že jest slunce obklopeno do značné výše slabě svitivým vodíkem.



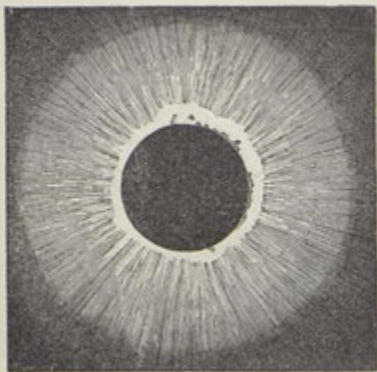
Obr. 146. Zvláštní změna protuberance dle Younga.

Protuberance eruptivní sestávají obyčejně ze silně svitivých paprsků, jejich tvar a světlost se rychle mění, dosahují obyčejně jen výše 4000—6000 mil. Vidmo jich jest velmi složité proložené jsouc četnými čarami světlymi, z nichž jsou nejznatelnější čary natria, magnesia, baria, titanu a železa. Také čary calcia, chromu a manganu a snad i síry často se vyskytují. Secchi nazývá pro hojnost čar kovových protuberance ty metallickými. Vyskytují se obyčejně na blízku skvrny, scházejí však blíže polů. Vzhled a tvar jich mění se rychlostí úžasnou. Takovýto plamen výše 10.000 mil změní se k nepoznání během 15 až 20 minut. Někdy mají na konci tvar ostrých paprsků na všechny strany se rozstupujících (viz obr. 144.), jindy mají vzhled plamenů, snopů neb vodních smrští, mnohé vypadají jako

paprsky tekutého ohně vystupující a klesající v krásných parabolách. (Vyobr. 145. a 146. znázorňují nejobyčejnější typy protuberancí těch).

Rychlost, kterou se pohybuje hmota protuberancí erupтивních, překročuje občas 20 mil za vteřinu a dosahuje řidčeji i dvojnásobné hodnoty. Ve vidmu protuberancí těch ukazují čáry pošinutí a zkrouceniny, jež označují pohyb hmot ve směru zornice.

Otázka, které příčiny způsobují tyto ohromné rychlosti, není posud zdařile zodpověděna.



Obr. 147. Úplné zatmění slunce dne 28. července 1851 (dle Dawese).

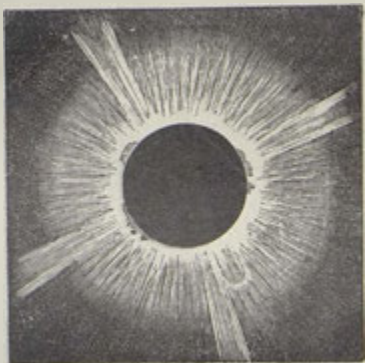
*Korona.* Při úplných zatměních slunce ob-  
jímá světlý, stříbrojasný  
obal paprsků, korona  
zvaný, zatemněné slun-  
ce. Měsíc se zjevuje  
úplně temný a kulovitý  
(ne jako terč), za kouli  
jeho vystupují na vše-  
chny strany paprsky a  
vrstvy jasného světla,  
jež občas až do výše  
mnoha stupňů nad po-  
vrch slunce vystupují  
tvoříce nepravidelný  
obal, v jehož středu  
stojí temný měsíc. V bez-

prostředním okolí slunce jest korona světlosti oslňující, slabší však než protuberance, jež ve svém světle červeném touto prosvítují. Tato vnitřní korona mívá celkem dosti stejno-  
měrnou výši, její kruh průměru 3—4 min. jest dosti ostře  
omezen oproti zevnější koruně, jež, rozkládajíc se do  
značné vzdálenosti od slunce, jest tvaru nepravidelného.  
Obyčejně ukazuje korona na některých místech výřezy (rifts)  
podobné stínům mračen, jevícím se před bouřkami; vý-  
řezy ty rozkládají se od kraje slunce až k nejzazším částem  
korony, okraje výřezů těch jsou často zakřiveny. Někdy  
pozorují se úzké, světlé trsy paprskové, jež jsou tak dlouhé,  
ne-li delší, jako jmenované výřezy. Obyčejně jest korona na  
polech slunce méně rozsáhlá a slabší než v krajinách  
středních šířek. Různost výše a rozsáhlosti v různých šířkách



způsobuje tvary korony podoby čtyřhranné, měnící se nejrůznějším způsobem v jednotlivých případech následkem ohromných proudění, jež se zjevují na různých místech.

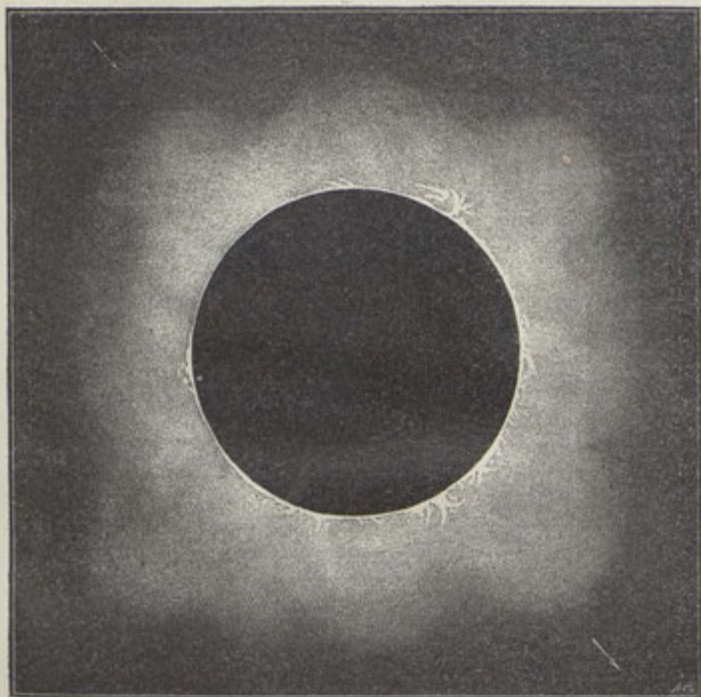
Korona byla již ve starověku známa; Philostratus a Plinius popsali ji dosti správně. Viditelnou jest korona pouze za krátké doby úplného zatmění slunečního, tedy celkem jen málo dnů za století; proto jest vlastní podstata její ještě nyní neznámou. I za doby úplného zatmění slunce jest pozorování úkazu toho velmi nesnadné; malé rozdíly v průhlednosti ovzduší, citlivost oka pozorovatele, upjatá pozornost na různé jednotlivosti úkazu, znázornění toho, co pozorovatel viděl, a jiné okolnosti způsobují, že popisy a výkresy dvou pozorovatelů za týchž podmínek často se ani přibližně neshodují. Fotografie korony jsou v ohledu tom spolehlivější, ač i fotografické obrazy se vzájemně



Obr. 148. Úplné zatmění slunce  
ze dne 18. června 1860 (dle Feilitzsche).

různí citlivostí desek, dobou expozice a vývojky a j. Ranyard srovnal ve práci uveřejněné v 41. sv. pojednání Kr. Astr. Společnosti Londýnské skoro 100 výkresů a fotografií korony, jež od roku 1850 byly zhotoveny. Několik vyobrazení (č. 147., 148., 149.) znázorňuje velkolepý úkaz v hlavních rysech, při čemž dlužno podotknouti, že nedostihne dřevoryt jemné, mlhovitě povahy jednotlivých částí úkazu. Obr. 150. ukazuje listovité tvary korony při úplném zatmění ze dne 7. září 1858. Korona z r. 1867 ukazovala velmi rozšířenou, ale slabou svazky světelné ve směru rovníku, a krátké, ale světlé svazy (Büschel) v krajinách polárních. Totéž jevila korona při zatmění z r. 1878. Obě zatmění připadla na dobu maxima skvrn slunečních. Ve vyobrazení 151. a 152. zatmění z r. 1868 jest korona větší a nepravidelnější než obyčejně. R. 1869 (viz vyobr. 153.) byla oproti tomu korona daleko menší a jasnější než obyčejně.

Kepler a pozdější astronomové připisovali koronu atmosféře měsíce; náhled ten se udržel až do začátku tohoto století. Od té doby do r. 1869 až na jednotlivé případy ovládal náhled, že jest korona pozemského neb čistě optického původu. Roku 1869 byla otázka původu korony roz-



Obr. 149. Zatmění 12. prosince 1871 v Shoolor (dle M. J. Janssena).

hodnuta Harknessem a C. A. Youngem tím, že oba neodvisle od sebe shledali ve vidmu korony světelnou čaru v části zelené (1474 stupnice Kirchhoffovy<sup>1)</sup>, čímž bylo do-

<sup>1)</sup> Čára ta, koroniová zvaná, zjevuje se též ve vidmu protuberancí, nekoinciduje však s žádnou tmavou čarou sluneční. Čára koroniová se přičítá plynu na zemi neznámému, jenž musí býti značně lehčí než vodík.

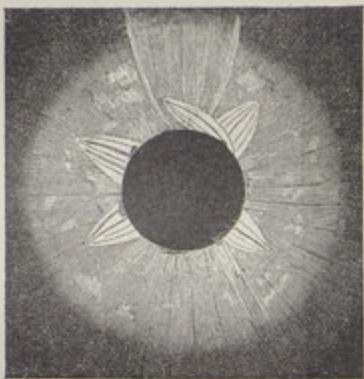
kázáno, že korona obsahuje žhavý plyn a že tudíž náleží ke slunci. Roku 1870 bylo dále stvrzeno, že úkaz jest neodvislý v blavních rysech na ovzduší pozemském a měsíčním; fotografie korony na stanicích v Indii a Ceylonu ukazovaly totiž tytéž podobnosti, co se týče podoby a ustrojení (stavby).

Význačné tvary korony mění se nejspíše periodicky s počtem skvrn slunečních a severních září v období 11 let. Jak daleko korona sabá, není dosud určité známo; Jaussen dokázal (1883) fotografiemi, že se rozkládá dále, než možno viděti pouhým okem nebo dalekohledem.

Jasnost korony závisí na činnosti sluneční a na stavu našeho ovzduší.

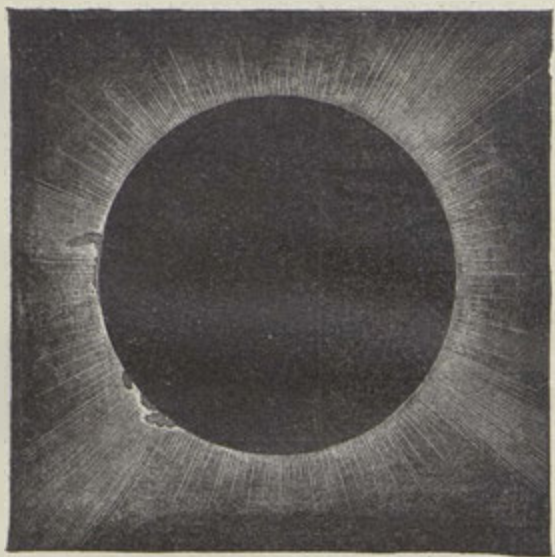
Secchi porovnává jasnost korony s jasností úplňku za příznivých okolností. Dle Smitha obnášela r. 1870 jasnost korony 3·8 jasnosti měsíce. Dolní části prstenu korony jsou tak jasné, že třeba při pozorování jich dalekohledem užiti temnidla. Občas jest viděti koronu několik vteřin ba i minut před začátkem zatmění a po konci zatmění úplného. Tak viděl Lockyer r. 1871 koronu ještě 3 minuty po opětném zjevení se slunce. Jiná fotometrická určení světlosti korony vykonali r. 1878 Langley a Smith. Množství vyzářeného světla kolísá v širokých mezích. Celistvé světlo korony z r. 1878 rovnalo se 0·072 světla normalní svíčky ve vzdálenosti 1 stopy aneb 3·8 světla úplňku aneb 0·0000069 světla slunce. Fotografie ukazují, že světla korony ubývalo obráceně se čtvercem vzdálenosti od kraje slunečního. Nejjasnější část korony byla 15krát jasnější než povrch úplňku aneb 37·000krát slabší než povrch slunce.

Jasnost korony studovali fotometricky při zatmění slunce dne 29. srpna 1886 Abney a Thorpe; jasnost obnášela jen 0·0124 jasnosti normalní svíčky ve vzdálenosti 1 stopy.



Obr. 150. Úplné zatmění slunce ze dne 7. září 1858 (dle Laisse).

Dlouhé zakřivené paprsky aureoly dokazují, že panuje ve vyšších vrstvách slunečního ovzduší silné proudění. Huggins myslí, že jest korona původu elektrického. Také Zöllner a Becquerel se domnívali, že částice korony se udržují ve výši elektrickým odpuzováním. Schuster, Young a Tacchini naproti tomu soudí, že jest v koruně hmota kosmická, snad prach meteo-



Obr. 151. Začátek úplného zatmění slunce 18. srpna 1868.  
(dle Majora Tennanta).

rický. Vidmo trsů ukazuje analogii s vidmem vlasatic. Na otázku po původu a podstatě korony nelze tedy dosud přesně odpovědět. Že se mohou částice korony ve výši až i 800.000 km udržeti, dá se snad tím vysvětliti, že slunce částice ty jako plyny do takové výše metá, kdež se pak ochlazuje, sráží a zpět na slunce padají.

J. M. Schaeberle zbudoval mechanickou theorii korony, která však nebyla posud potvrzena.

Při úplném zatmění slunce 16. dubna 1893 podarilo se Deslandresovi dokázat rotaci korony pomocí posunutí čar ve vidmu. Korona se otáčí jako celek a skoro s touže rychlostí jako povrch slunce.

Veškeré pokusy, jež byly provedeny k pozorování korony i v době, kdy úplného zatmění není, se nezdařily. Původně se myslelo, že bude lze uzříti koronu, zadrží-li se



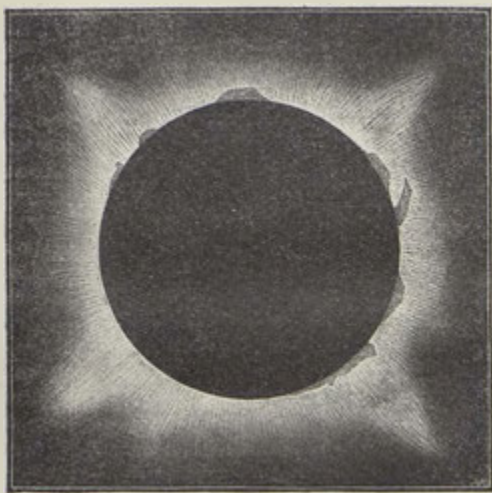
Obr. 152. Konec úplného zatmění slunce 18. srpna 1868  
(dle Tennanta).

od oka přímé světlo sluneční a pozoruje-li se pouze světlo v bezprostřední blízkosti slunce. Také pokusy konané na vysokých horách, kde jest nad hustými, parami naplněnými, vrstvami vzduchovými rozptylnost světla a osvětlení vzduchové méně intenzivní, nevedly k cíli zrovna tak, jako snahy pozorovati koronu spektroskopem na způsob, jakým se pozorují protuberance. Pozorování korony za doby zatmění ukázala, že světlo korony má hojnost paprsků fialových a ultrafialových; proto se domníval Huggins, že se mu po-



daří cestou fotografickou obdržeti obrazy korony. Avšak i pokusy toho druhu se posud nezdařily.

*Světlo slunce.* Světlo sluneční jest nejintenzivnější světlo, jež známe; světlostí předčí i nejmocnější elektrické světlo obloukové, jež se jeví na kotouči slunečním jako temná skvrna, představíme-li je před slunce. Počet svíček, jichž světlo se vyrovná světlu slunečnímu, obnáší 1575 kvadrillionů (billionů



Obr. 153. Úplné zatmění slunce 7. září 1869 (dle Eastmana).

billionů)  $= 1575 \times 10^{24}$ . Za srovnávací svíčku (normální) slouží svíčka z velrybího tuku (Walrathkerze), jež váží 100 gr a z níž za hodinu shoří 7.77 gr. Obyčejný hořák plynový, jenž spotřebuje za hodinu  $\frac{1}{2} m^3$  dobrého plynu, jest 12—16krát tak světlý jako jmenovaná svíčka; obnos světla slunečního rovná se tedy asi 100 kvadrillionům takovýchto plynových plamenů. Udání ta zakládají se na obtížných měřeních, jež konali Bouguer (1725) a Wollaston (1799).

Ku zodpovězení otázky příbuzné, jak veliká jest vlastní světlost povrchu slunečního, jest třeba v úvahu vzíti i velikost zářivých ploch. Stojí-li slunce v zenitu, osvětlo-

valo by bílou plochu, kdyby nestávalo žádné absorpce v atmosféře pozemské, 70.000krát silněji, než normalní svíčka ze vzdálenosti 1 m. Plamen svíčky se jeví teprve ve vzdálenosti 1.65 m ve stejné zdánlivé velikosti jako kotouč sluneční; proto jest světlost povrchu slunečního asi 190.000krát mocnější než světlost plamene normalní svíčky.

Foucault a Fizeau srovnávali r. 1844 světlost povrchu slunečního se světlem Drumondským a elektrickým; pokusy jich podaly výsledek, že povrch sluneční jest 146krát světlejší než světlo Drumondské a jen asi 4krát světlejší než obloukové světlo elektrické.

Professor Langley srovnával r. 1878 světlost světla slunečního s oslňujícím povrchem roztaveného kovu v Bessemerovu converteru. Fotometrické měření ukázalo, že světlo sluneční jest 5300krát světlejší než oslňující světlo, jež vyzařoval roztavený kov.

K okraji slunce jest znáti ubývání světlosti. Úkaz ten se již pozoruje, promítne-li se pomocí malého dalekohledu otvoru asi 5 cm na bílý papír obraz sluneční průměru asi 30 cm. Měřením se srovnávala jasnost různých částí kotouče slunečního. Přesná srovnání intensity záření na různých místech povrchu slunečního dokazují, že ubývání k okraji se děje sice stejným způsobem, ale v nestejném poměru jak pro paprsky tepelné, tak i pro paprsky světelné a chemické. Nejspolehlivější měření taková vykonali v Americe Pickering a Langley, v Německu pak H. C. Vogel. Pickering shledal, že světlost na okraji slunce obnáší jen 37 procent světlosti středu slunečního. H. C. Vogel srovnával i světlost paprsků různých barev na různých místech kotouče slunečního pomocí spektrofotometru a dokázal, že světlo na okraji musí míti jinou barvu než uprostřed kotouče slunečního, poněvadž na okraji více paprsků fialových schází než červených. Poměry ty dokazuje připojený přehled měření Vogelových. Vzdálenost od středu kotouče slunečního jest vyjádřena v dílech poloměru slunce, jež položen rovný jednotce. Intenzita záření ve středu položena rovná 100.

Vzdálenost od středu.	Paprsky světelné		
	červené	zelené	fialové
0·00	100	100	100
0·125	100	100	99
0·25	99	98	98
0·375	98	95	94
0·50	97	91	89
0·625	94	85	81
0·75	88	76	69
0·85	79	65	57
0·95	58	44	35
0·96	53	39	31
0·98	42	28	22
1·00	30	16	13

Každá čtverečná minuta blíže okraje dává přibližně  $\frac{1}{3}$  červeného,  $\frac{1}{6}$  zeleného a  $\frac{1}{8}$  fialového světla středu.

Příčinou menší světlosti okraje slunečního jest pohlcovací schopnost sluneční atmosféry. Podobně jako při průchodu světla ovzduším pozemským musí paprsky vycházející z fotosféry sluneční ve směru vodorovném, tedy z okraje slunečního, projítí větší vrstvu atmosféry sluneční než paprsky vycházející vertikálně ze středu. Poněvadž nemáme o konstituci vyzařujícího povrchu a jakosti sluneční atmosféry přesných údajů, nemůžeme zodpovědětí posud určitě otázku, oč světleji by se slunce zjevilo, kdyby náhle se zbavilo svého ovzduší. Můžeme jen počet opíratí o určité předpoklady a odvoditi vzorec, jimiž se vyjadřují pozorované úkazy. Pickering dokázal tak, předpokládaje stejnorodou atmosféru, že se ubývání světlosti od středu k okraji kotouče slunečního vysvětliti dá tím, že výše sluneční atmosféry přibližně se rovná poloměru slunečnímu a že ovzduší sluneční pohlcuje 74 procent světla ze středu kotouče slunečního, propouštějíc jen 26 procent. Celistvý obnos světla slunečního by byl  $4\frac{1}{2}$ krát větší, než ve skutečnosti jest, kdyby nebylo takového atmosféry. Laplace páčil obnos absorpce na  $\frac{11}{12}$ , Secchi opíraje se o tytéž předpoklady na  $\frac{9}{10}$  celistvého obnosu. Vogel vypočetl, že by se slunce musilo jevití bez atmosféry pro světlo fialové 3krát, pro světlo červené  $1\frac{1}{2}$ krát

světlejší. Celkem lze jen říci, že by slunce bez atmosféry bylo značně světlejší než jest. Nejspíše by země dostávala dvojnásobné množství světla. Bez atmosféry by slunce mělo také jinou barvu, dle Langleye by bylo slunce spíše modré.

Sluncem vysílané světlo jest u porovnání se zdroji pozemskými ohromné; ještě větší jest teplo, jež slunce vyzařuje. Pouillet a Sir John Herschel byli první, kteří určovali množství tepla, jež slunce v 1 minutě neb v 1 dni vyzařuje. Herschel dospěl k výsledku, že povrch země obdrží od slunce, stojí-li v nadhlavníku, takové množství tepla, jež dostačí, aby roztálo ledovou vrstvu tloušťky 25 cm během 2 hodin a 13 minut. Kdyby bylo slunce obaleno ledovou vrstvou tloušťky  $2\frac{1}{2}$  cm a průměru 40 millionů mil, způsobilo by vyzářené teplo během naznačené doby roztání celého obalu. Během minuty musí se ledová vrstva asi 12 m proměnit ve vodu. C. A. Young<sup>1)</sup> užívá porovnání: Kdybychom spojití dovedli zemi se sluncem ledovým sloupem průměru  $\frac{1}{2}$  míle, pak by sloupec ten, kdyby se na něj soustředilo veškeré sluneční teplo, roztál za jedinou vteřinu a v dalších sedmi vteřinách by se proměnil v páru.

Za jednotku tepelnou, kalorii, bereme množství tepla, jež zvyšuje teplotu jednoho kilogramu vody o 1 stupeň Celsia (z 0 stupně na 1 stupeň). Tepelné vyzařování slunce rovná se tedy více než 1 millionu kalorií v minutě na každý čtverečný metr svého povrchu. Kdyby se mělo horko to vyvoditi spalováním, musila by za hodinu shořeti vrstva uhlí tloušťky 5 m pokrývající celý povrch sluneční, množství to repraesentuje nepřetržitě vyvinování a i 100.000 koňských sil na každý čtverečný metr povrchu slunečního.

Z ohromného tepla toho, jež slunce vyzařuje, dostává země jen nepatrný díl, asi  $\frac{1}{2200,000,000}$ . Část ta by však dostačovala, aby roztála na rovníku pozemském každý rok ledovou vrstvu tloušťky o něco větší než 33 m. Teplo to rozděleno na celý povrch pozemský repraesentuje průměrnou energii, již země od slunce dostává, rovnou jedné nepřetržitě působící síle koňské na každý 2·8 čtverečný metr povrchu. Větší část energie té se spotřebuje

<sup>1)</sup> Při výpočtu tom předpokládá Young dle novějších pozorování, že slunce by roztálo na povrchu svém během 2 hodin a 13 min. vrstvu ledovou tloušťky 15 m (a ne 12 m).

k udržení teploty pozemské na stejné výši, asi  $\frac{1}{1000}$  podržují dle Helmholtze zvířata a rostliny, část ta tvoří pak bohatý zdroj síly pro člověka.

Zajímavá otázka, co se stane z tepla slunečního, jež není zachycováno oběžnicemi, nýbrž se vyzařuje do prostoru světového, se snad dá zodpovědět tím, že každý paprsek sluneční dopadne dříve neb později, ve větší nebo menší vzdálenosti na hmotné těleso.

Jako Herschel měřil i Pouillet (1838) teplotu slunce pozoruje zvýšení teploty, jež vykazuje určité množství vody pod vlivem světla slunečního v určité době. Stroj, jehož Pouillet za účelem tím použil, slove *pyrheliometr*. Podobného stroje užil také Crova (1880).

Waterston, Ericson, Secchi, Violle a j. užili metody, jež pozůstává v tom, že se pozoruje, oč zvýší slunce teplotu tělesa vysazeného paprskům slunečním nad teplotu obalu, jenž se udržuje na určité, známé teplotě pomocí stálého proudu vody aneb jiným způsobem. Stroje, jež k účelu jmenovanému slouží, nazýváme *aktinometry*. Nejdokonalejší přístroj takový popsal Violle ve svém pojednání o střední teplotě povrchu slunečního v „*Annales de Chimie*“ (1877).

Množství tepla, jež dostává v 1 minutě plocha vysazená paprskům slunečním, se mění s výškou slunce a se stavem ovzduší. Na hladině mořské pohlcuje se ovzduším za krásného dne asi 30 procent slunečního záření, stojí-li slunce v nadhlavníku, a nejméně 75 procent, stojí-li slunce na obzoru. Ovzduším pohlcené teplo se však neztrácí pro zemi. Vzduch se jím otepluje a tento sdílí teplo zase zemi, tím se stává teplota země o něco vyšší.

Záření sluneční měříme počtem kalorií, jež dostává plocha 1 čtverečného metru v jedné minutě od slunce, jestliže na hoření hranici atmosféry dopadají paprsky sluneční kolmo na plochu tu. Číslo kalorií těch, sluneční konstantu, určil Pouillet rovnou 176, Forbes 282. Nejspolehlivější určení, jež podali Crova a Violle, dávají hodnotu 232 a 254. Nová pozorování Langleye dávají o něco větší číslo.

Jako ubývá světla od středu k okraji, rovněž tak ubývá i tepla vyzařovacího z kotouče slunečního. První pozorování toho druhu konal pomocí thermických článků r. 1845 Henry v Princetonu, další pokusy pocházejí



od Secchiho a Langleye. Tento udává teplo, jež vyzařuje bod, jenž jest od okraje asi 20" vzdálen, rovné polovici tepla, jež jest vyzařováno od středu kotouče slunečního. Výsledek zajímavých pozorování Langleyových podává připojená tabulka:

Vzdálenost od středu	Tepelné záření
0.00	100
0.25	90
0.50	95
0.75	86
0.95	62
0.98	50

Poněvadž jádra skvrn méně, pochodně pak více tepla vyzařují než ostatní části slunečního povrchu, jak to dokazují pokusy s články termickými, musíme souditi, že množství vyzařovacího tepla za různých dob se mění. Změna ta kolísá však v příliš úzkých mezích, tak že ji nelze nyníššími pozorovacími pomůckami s jistotou měřiti. Nelze nám ani rozhodnouti, zda-li záření v době maxima nebo minima skvrn jest mocnější než za poměrů obyčejných. Z pozorování v r. 1874 a 1875 nalezl Langley poměr záření skvrn slunečních ku záření fotosféry rovný 0.54. W. E. Wilson nalezl z pozorování r. 1893 za hodnotu tu číslo menší totiž 0.36.

Neméně zajímavou jest otázka o velikosti teploty slunce. Číslo, jež udávají nejlepší vědecké autority, kolísají v širokých mezích. Secchi páčil původně teplotu slunce na 10 millionů stupňů (Cels.), později na 140.000 stupňů. Ericson cení teplotu slunce na 2.2—2.8 millionů stupňů. Udání Zöllnera, Spörera a Lanea kolísají mezi 35.000 a 70.000 stupni, naproti tomu cení Pouillet, Vicaire a Deville teplotu slunce jen od 1600 do 5500 stupňů. Ke srovnání sloužíž poznámka, že nejvyšší teplota, již dove-  
deme uměle vyvoditi, obnáší asi 2200 stupňů C.

Různé části sluneční atmosféry mají velmi rozdílnou teplotu, teploty bude zajisté velmi rychle přibývati shora

dolů. Teplota hoření části fotosféry bude se nejspíše o tisíce stupňů lišiti od teploty vnitra tělesa slunečního.

Poněvadž nemůžeme určití skutečnou teplotu různých částí povrchu slunečního, musíme se obmeziti jen na vyšetření teploty, jakou by stejnotvárný povrch slunce určité schopností vyzařovací vykazovati musil, aby dával totéž množství tepla, jaké ve skutečnosti se vyzařuje ze slunce. Řešení této již zjednodušené úlohy jest velmi obtížné, poněvadž neznáme dokonale zákonů vyzařování tepla; hlavně vztah mezi teplotou tělesa zářícího a množstvím vyzařovaného tepla není dobře znám. Víme jen, že vyzařované teplo jest téměř úměrné nadbytku teploty tělesa nad okolím jen potud, pokud teplota zářícího tělesa nepřesahuje značně teploty okolí. Zákon ten neplatí však pro teploty vyšší, při nichž přibývá rychleji záření tepla než teploty tělesa zářícího. Dulong a Petit odvodili z řady pokusů empirický vzorec, jenž se se skutečností dobře shoduje, pokud se jedná o teploty až do  $700^{\circ}\text{C}$ . Na základě tohoto vzorce odvodili Pouillet a Vicaire pro teplotu slunce tak nízké hodnoty. Rosetti odvodil jiný zákon záření a na základě tohoto určil pro teplotu slunce hodnotu  $10.000^{\circ}\text{C}$ .

Jiný doklad neobyčejně vysoké teploty slunce jest následující. Teplota čočkou koncentrovaného tepla nemůže převyšovati teploty zřídla tepelného, neboť působivost čočky pozůstává jakoby v přiblížení ke slunci předmětu nalézajícího se v ohnisku. Zanedbáme-li snížení teploty následkem průchodu čočkou, obdržíme teplotu v ohnisku rovnou teplotě bodu, z něhož by kotouč sluneční byl pod týmž úhlem viděn, pod kterým se jeví čočka z ohniska svého. Nejsilnější čočka přivádí předmět nalézající se v ohnisku jejím jakoby do vzdálenosti 54.000 mil od slunce. V ohnisku takovéto čočky se okamžitě roztaví a v páru promění i platina a diamant. Kdyby se slunce přiblížilo ku zemi na vzdálenost měsíce od země, pak by země se roztavila jako vosk.<sup>1)</sup>

Langley srovnával pomocí článků thermických teplo vyzařované sluncem s teplem kovu v Bessemerovu konverteru a shledal, že teplo vyzařované sluncem jest asi 150krátě intensivnější než teplo kovu při processu Bessemerově. Ericson vykonal podobné srovnání r. 1872, nechav plovati kalorimetr, jenž obsahoval asi 10 liber vody, pomoci

<sup>1)</sup> C. A. Young. Die Sonne. p. 240 - 270.

zvláštního zařízení z ohnivzdorných kamenů na tekutém železe. Pozorované vyzaření tepla od kovu obnášelo na čtverečný metr 2790 kalorií, což jest pouze  $\frac{1}{400}$  vyzařovaného tepla sluncem. Teplotu roztaveného kovu páčil Ericson na  $1540^{\circ}\text{C}$ . Veškeré pokusy posud vykonané dokazují, že teplota slunce jest vyšší než teplota kteréhokoliv pozemského zřídla tepelného.

V nedávné době podařilo se J. Scheinerovi<sup>1)</sup> určití přibližně teplotu slunce pomocí výsledků spektrální analýse. Scheiner srovnává fotografické obrazy spekter jasnějších hvězd, shledal, že čára ( $448,2\text{ }\mu\mu$ ) příslušící magnesiū se různě chová ve hvězdných spektrech různých typů. Téměř ve všech spektrech třídy Ia (viz později) vyniká čára ta svou tloušťkou a intenzitou a ve spektrech na čáry chudších třídy jmenované dosahuje docela i tloušťky čar vodíkových. Také ve spektrech na čáry bohatších (Siria, Procyonu, Wegy a j.) jest čára ta nápadnou; oproti tomu jest ve spektru slunečním a ve vidmech třídy IIa slabou a stává se tím slabší, čím více se vidmo blíží třídě III. Ve vidmu magnesia uměle vytvořeném podléhá taktéž čára ta velikým změnám ohledně intenzity a šířky. Ve vidmu volně hořícího magnesia a ve vidmu par magnesiových v elektrickém světle obloukovém není čára jmenovaná k poznání, jest však velmi širokou a vyniká intenzitou ve vidmu jiskrovém. Jiná čára vidma magnesiového ( $435,2\text{ }\mu\mu$ ) chová se zrovna opačně. nevystupuje v žádném ze spekter na čáry chudých třídy Ia, začíná se jevití ve spektrech této třídy, jež mají hojnost čar, vyniká ve spektru slunce a ve spektrech hvězd třídy IIa a jest ve spektru  $\alpha$  Orionis (třída IIIa) jednou z nejsilnějších čar. Ve vidmu v laboratoři vytvořeném se chová takto. Ve spektru jiskry jest s tíží k poznání, oproti tomu jest ve vidmu elektrického oblouku velmi silnou a širokou. Dvě téže hmotě příslušné čáry se tedy opačně chovají, z čehož se soudí, že tyto úkazy čar ve vidmech hvězd pouze závisí na teplotě a ne na tlaku. Při zvýšeném tlaku vystupují veškeré čáry plynů a rozšiřují se; dle důsledků plynoucích ze zákona Kirchhoffova nemůže se čára státí při rostoucím tlaku tenčí; jest však známo, že jedno-

<sup>1)</sup> J. Scheiner. Die Temperatur an der Oberfläche der Fixsterne und der Sonne, verglichen mit derjenigen irdischer Wärmerquellen (Sitzungsberichte der Berliner Akademie der Wissenschaften 1894).

tlivé čáry při vyšších teplotách se seslabují a sňžují, ačkoliv celkem čáry rostoucí teplotou se sesilují a rozširují. Na základě těchto fakt vyslovil Scheiner větu: „Teplota nejhořejší vrstvy fotosféry (tak zvané vrstvy absorbující) u hvězd spektrálního typu III $\alpha$  jest přibližně rovna teplotě elektrického oblouku (3000<sup>0</sup> až 4000<sup>0</sup>); u slunce a u hvězd třídy II $\alpha$  jest teplota vyšší, nedostoupí však výše teploty jiskry láhve Leydenské; u hvězd třídy I $\alpha$  jest teplota přibližně rovna teplotě jiskry (hořejší mez asi 15·000<sup>0</sup>).“

Podle věty té jest teplota nejhořejší vrstvy fotosféry sluneční asi 10·000<sup>0</sup> C.

Nové experimentální vyšetřování teploty slunce podnikli nedávno též W. E. Wilson a R. L. Gray.<sup>1)</sup> Teplotu slunce balansovali teplotou žhoutuého proužku platinového známé vysoké teploty. Váhy záření tvořil Boys-ův radio-mikrometr. Na stroj ten působily paprsky sluneční procházející úzkým otvorem a otáčely zrcadlo vah o úhel; v opačném směru otáčel zrcadlo umělý zdroj zářící (platina), jehož paprsky procházely proměnlivým otvorem. Otvor ten se tak dlouho rozširoval, až umělé záření kompensovalo záření slunce. Z měření plynula hodnota 6200<sup>0</sup> C pro efektivní teplotu slunce.

Máme několik důvodů, že země byla v pravěku sluncem více teplem zásobována než nyní. Mnohé nálezy zbytků pravěkých organismů ukazují k tomu, že krajiny točnové těšily se podnebí tropickému. Buď slunce mělo v pravěku vyšší sálavost a zahřívalo více povrch zemský, aneb země sama byla tehda ještě zdrojem tepelným, aneb působily obě příčiny společně. T h o m s o n se klání k náhledu, že slunce ponenáhlu chladne a že se jevila již v dobách historických značná změna v tepelné působivosti slunce.

Množství tepla vyzařovaného sluncem do prostoru jest ohromné. Dle Pouilleta obnáší množství to ročně 2·7 kvintillionů kalorií. Výpočet, o kolik stupňů by teplota slunce následkem vyzařování povrchu ročně klesnouti musila, podává veličinu asi 2 stupňů Celsia, běre-li se specifická teplota slunce rovna teplotě vody, a 4 až 8 stupňů, kdyby specifická teplota slunce se rovnala hodnotě specifické teploty většiny látek, z nichž se naše země skládá. Kdyby

<sup>1)</sup> Naturwissenschaftliche Rundschau 1894 č. 38.

sluneční hmota byla uhlím kamenným, shořela by již za 4600 let, kdyby stále planula stejným žářem. Poněvadž jest slunce zásobeno na dlouhé věky palivem, naskytá se otázka, odkud čerpá slunce nové zásoby paliva.

Obnovování zásoby tepelné na slunci hledělo se vysvětliti postupnou přeměnou hybné síly, energie pohybové, kinetické, v energii tepelnou. Tvůrce mechanické theorie tepla, Robert Mayer, měl za to, že náhradu tepelných ztrát způsobují proudy kosmických hmot, meteoritů, které přitahlivosti slunce se řítí ohromnými rychlostmi několika set kilometrů za sekundu na povrch sluneční, kdež se živá síla jejich mění v energii tepelnou. Tím se vyvinuje ohromné množství tepla, jež se páčí na 4000 až 8000násobný obnos tepla, jež by se vyvinulo spálením kamenného uhlí stejné váhy. Letavice, jež se v určitých periodách zvláště četně vyskytují, dokazují, že jest prostor světový naplněn četnými meteority. Kdybychom přibližně určili množství meteoritů, jež by na povrch slunce dopadnutí musily, aby uhradily přeměnou jich pohyblivé energie v energii tepelnou ztrátu tepla, jež v téže době vzniká vyzařováním do světového prostoru, shledali bychom úžasné množství asi 1500 billionů metrických centů čili na jeden čtverečný metr by musilo v minutě asi 25 grammů meteoritové hmoty spadnouti, aby se kryla tepelná spotřeba slunce. Celistvá hmota meteoritů by musila obnášeti ročně přibližně  $\frac{1}{47}$  hmoty zemské neb  $\frac{1}{15}$  milliontiny hmoty sluneční. Žár sluneční dal by se tedy udržovati jen stálým hustým deštěm meteoritů.

Takovým hojným, nepřetržitě trvajícím dopadáním hmot na povrch slunce by se objem slunce zvětšil a přírůstkem hmoty sluneční by se zvětšovala přitahlivost slunce na všechny oběžnice soustavy. Zvětšení zdánlivého poloměru slunce jest však tak nepatrné, že by se nedalo zjistiti ani za dobu, z níž máme spolehlivá pozorování poloměru slunečního. Přírůstek průměru slunečního obnášel by sotva 1 obloukovou vteřinu ve 33 tisících let.

Zvětšování hmoty sluneční by se však zjevilo úkazy zvýšení přitahlivosti slunce; touto by nastalo urychlené obíhání všech oběžnic kolem slunce, nastalo by zkrácení roku siderického. Pro naši zemi obnášela by tato veličina za rok asi  $\frac{5}{8}$  sekundy časové, hodnoty to, jež by se snadno dala pozorováním zjistiti. Zkrácení siderického roku zemského se však nepozoruje; z toho plyne, že předpokládané množství



meteoritů dopadajících na povrch sluneční není takové, aby postačovalo k udržení stálé tepelné sálavosti sluneční. Ostatně může jen nepatrná část meteoroidů a podobných těles, jež vyplňují prostor světový, na slunce dopadnouti. Neboť kdyby byl počet meteorů tak četný, jak toho vyžaduje meteorická theorie zásobování slunce tepelnou energií, musila by i země býti tělisky těmi zasypána tak, že by přeměnou jich živé síly v teplo celý povrch pozemský byl uveden v žár a veškeren život by zde zanikl.

Kdyby nebylo jiných zdrojů, jež by slunce zásobovaly tepelnou energií, musilo by se umenšovati teplo ročně sluncem vyzařované, slunce by musilo poněkud bez ustání chladnouti a jednou docela zhasnouti.

I oběžnice stále rostoucí přitažlivostí slunce jednou na slunce stržené by pádem svým poskytly zásobu tepelné energie jen na krátkou dobu, ač množství tepla tím získané by bylo ohromné. W. Thomson vypočetl, že by Merkur vynahradil pádem svým na povrch sluneční veškeré teplo, jež slunce během 7 let vyzařuje, země poskytla by pádem svým tepla na 100 let, Jupiter na 30.000 let.

Jest pravděpodobno, že slunce v pradávných časech a snad i nyní část tepla pádem meteoritů nabývá; nelze však způsobem tím ztráty tepla uhraditi.

Někteří astronomové hleděli stálou tepelnou mohutnost slunce vysvětliti deštěm světla zodiakálního na povrch sluneční, domnívajíce se, že hmota světla toho udržela teplo sluneční po 3000 let na stejné výši. Kdyby tomu tak bylo, musila by hmota ta obnášeti  $\frac{1}{5}$  tisíceiny hmoty sluneční a musila by se, nalézajíc se uvnitř dráhy Merkurovy, jeviti v perturbacích planety té a vlasatice by musily doznati ve dráze své při průchodu přísluním znaatelných změn, což se posud nepozorovalo.

Poněvadž slunce nedostává ze zdrojů jiných náhrady k udržování stálé tepelné sálavosti, musí chladnouti. Rozžhavené hmoty chladnouce zmenšují svůj objem; chladne-li tedy hmota sluneční, zmenšuje svůj objem. Zmenšováním objemu slunečního zvětšuje se nutně hustota jeho hmoty. Zhuštění hmoty má však za následek vybavení tepla a toto stačí, jak Helmholtz dokázal, aby krylo celou tepelnou spotřebu na dlouhé doby. Výpočet dává, že by při nynější velikosti slunce průměr jeho ročně jen o 70 metrů se zmenšovati potřeboval, aby se vybavilo tolik tepla, kolik ho slunce

vyzařuje. V 25 letech obnášelo by zmenšení průměru asi  $1\frac{1}{2}$  kilometrů, v století 6 kilometrů. Kdyby se průměr jen o  $\frac{1}{1000}$  hodnoty své zmenšil, stačilo by vybavené teplo na 21.000 let k náhradě ztráty tepelné; kdyby dokonce kdys slunce dosáhlo hustoty naší země, stačilo by teplo tím získané na mnoho millionů let.

Teplota slunce může následkem zhuštění hmoty klesati anebo stoupati, dle toho, je-li vnitro plynné aneb pevné či kapalné. Plyny se stahují působením vyzařování tepla, zhuštěním tím vybavené teplo převyšuje však teplo, jež ztratily vyzařováním, aby mohlo vůbec nastati zmenšování objemu. Když plyny posléze tak se zhustily, že začínají býti pevnými nebo tekutými, pak další zhuštění má za následek jen ochlazení.

Velikosti zhuštění slunce, jehož jest třeba k udržení přítomné zásoby tepelné, ubývá v takové míře, že v 5 millionech let bude objem slunce obnášeti polovinu nynějšího objemu. Nezačalo-li slunce ještě nyní tuhnutí, nastane to zajisté někdy a pak bude brzo teploty slunce ubývatí.

Tato theorie (kontrakční) podává nám cestu k odhalení minulosti slunce. Před 100 lety bylo slunce o 6 km větší než nyní, před 1000 lety asi o 60 km větší. Předpokládajíce, že zhušťování se dalo od počátku v míře stejnoměrné, vypočítáme snadno přibližně pro kteroukoliv dobu minulou průměr sluneční. Snadno vypočteme též dobu, kdy koule sluneční sáhala až ku dráze Merkurově, ku dráze zemské a tak dále až tam, kde vyplňovala celý prostor, jež nyní soustava sluneční zaujímá.

Theorie kontrakční dovoluje též vypočísti celistvý obnos tepla, jenž se vybavil zhuštěním slunce od některého zvoleného objemu začínaje. I shledalo se, že by zásoba tepla získaná zhuštěním slunce ze stavu, kdy slunce v počátku jako mlhová koule vyplňovala celý prostor naší nynější soustavy planetární na nynější objem vystačovala po 18 millionů let za nynější míry vyzařování slunce. Z toho plyne s jistotou, že slunce nemohlo po delší dobu vyzařovati teplo v míře takové jako nyní, jinak by musilo v mezidobí obdržeti ze zdroje zevnějšího zázračný přírůstek síly. Celý výpočet opírá se o předpoklad, že množství vyzářeného tepla bylo vždy totéž. Bylo-li dříve množství to menší než nyní, pak jest životní doba slunce delší, bylo-li větší, jest doba ta kratší. Množství

to závisí na různých příčinách, jež se nedají tak snadno podrobiti počtu, tak na velikosti, teplotě a jakosti sluneční koule. Při stejnoměrném vyzařování byl průměr koule sluneční před 9 milliony let dvakrát tak velký jako nyní, povrch tedy čtyřikrát větší nynějšího; za nynější jakosti a teploty tělesa slunečního musilo by býti vyzařování slunce čtyřikrát mocnější než nyní; avšak hustota slunce byla jen osminou nynější hustoty a teplota byla nižší, kteréžto okolnosti mohly způsobiti, že se zmenšovalo vyzařování a že celistvý obnos vyzařného tepla byl nižší nynějšího množství. Geologie poučuje však, že země byla v dobách dřívějších teplejší než nyní, tak že jest pravděpodobno, že slunce dříve vyzařovalo mocněji než nyní. Uvážíme-li, že zmenšení tepla slunečního asi o  $\frac{1}{4}$  obnosu by mělo za následek tak silné ochlazení země, že by veškerá voda povrchu zemského zmrzla, že pak zvýšení tepla o polovici obnosu by proměnilo veškerou vodu v páry, doznáme, že doba, po kterou příčiny způsobující vyzařování tepla slunečního se udržovaly v mezích, jež dovolovaly trvání země v nynějším stavu, nebyla nejspíše delší 10 millionů roků.

*Vidmo slunce.* Dopadá-li světlo sluneční přímo na šterbinu spektroskopu, vniká touto světlo ze všech částí kotouče slunečního. Takto utvořené vidmo jest střední (průměrné) vidmo slunce, jež se různí od spektra určitého bodu povrchu slunečního, jež obdržíme, promítneme-li č o č k o v obraz bodu slunce na šterbinu. Střední vidmo sluneční skládá se ze 3 částí: a) ze spektra s p o j i t é h o, jež pochází od žhavých částí pevných neb kapalných fotosféry; b) z č a r a b s o r p č n í c h, jež vznikají ve vidmu spojitým průchodem světla vrstvy nad fotosférou ležícími a naším pozemským ovzduším; c) z č a r j a s n ý c h (světlych), jež způsobují žhavé plyny mimo zdánlivý okraj sluneční se nalézající. Jasné čáry ty nejsou ve vidmu slunečním viděti, jsou buď úplna spojitým vidmem přezářeny aneb způsobují jen nepatrné zjasnění tmavých čar Fraunhoferových. Viditelným vidmem slunečním rozumí se část vidma od čáry A až ku čáře H. Pro délky vln jednotlivých míst vidma slunečního dlužno považovati system Rowlandův<sup>1)</sup> za nejlepší a nejpresnější. Dlužno se též zmíniti o velké mapě spektra

<sup>1)</sup> Spektrum Rowlandovo bylo vytvořeno cestou fotografickou pomocí mřížky konkavní a sahá od A až do H.

slunečního, za kterou Thollon obdržel r. 1886 Lalandeovu cenu od francouzské akademie a o mapách od Fievez a Vogla.

Z koincidence většího počtu čar kovů s čarami Fraunhoferovými dokázal již Angström, že existují na slunci tyto kovy:

počet koincidencei	
železo	450 (nyní přes 1000)
titan	118
calcium	75
mangan	57
nikl	33
kobalt	19
chrom	18
barium	11
natrium	9
magnesium	4
vodík	4.

Lockyer shledal na slunci ještě přítomnost elementů: aluminia, kalia a vanadia. Nejspíše přichází i lithium (1 koincidence) a beryllium (3 koincidence) na slunci. Mimo to považuje Lockyer za dokázané, že jsou přítomny kovy:

počet koincidencei		počet koincidencei	
zinek	2	cerium	2
strontium	4	uran	3
olovo	3	palladium	5
cadmium	2	molybdän	4.

Čary metalloidů nebyly posud ve spektru slunečním nalezeny (vodík se čítá ke kovům), tím však není řečeno, že by vůbec na slunci nebylo žádných metalloidů. Při žhavé směsi plynů z par kovových a metalloidických ustupuje vždy vidmo metalloidů oproti vidmu kovů.<sup>1)</sup>

1) Důležitá otázka, zda v atmosféře sluneční existuje kyslík, není posud zodpověděna. Že se nenalezly ve spektru slunečním známky kyslíku, toho příčina může býti různá. Snad jest kyslík dissociován, aneb jest vidmo jeho potlačeno přítomností jiných plynů, aneb jest vidmo jeho vysokou teplotou pozměněno. Nejpravděpodobnější jest, jak Dunér udává, že kyslík jest v pohlcující vrstvě slunce obsažen v tak zředěném stavu, že nezpůsobuje znatelné absorpce.

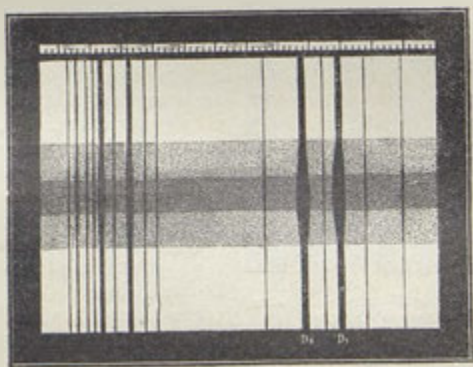
Změny, jichž světlo v naší atmosféře dozná, vznikají absorpcí ovzduší našeho; tím přistupují k čistému vidmu slunečnímu tmavé absorpční čáry neb absorpční pruhy. Absorpční čáry ovzduší vystupují tím silněji, čím větší dráhu v atmosféře urazí paprsky světelné, čím jest tedy výška slunce (hvězdy) menší. Hlavně čáry vodních par ukazují ve spektru dle množství vodních par v ovzduší různou intenzitu. Na základě toho založila se dokonce i metoda předpovídání počasí pomocí spektroskopu. Absorpce v atmosféře jeví se v různých částech spektra způsobem různým. V části modré a fialové jest velmi silná absorpce. O širokých pruzích označovaných *A* a *B* dokázal r. 1883 Jegorov, že jsou způsobeny kyslíkem zemské atmosféry. Světlo procházelo trubicemi naplněnými stlačeným kyslíkem, majícími délky přes 60 stop. S určením čar atmosferických, jež poprvé Brewster poznal, zabývalo se mnoho fysiků. Nejúplnější seznamy podali Angström a H. C. Vogel. Výzkumy Jausenovými se dokázalo, že větší část čar atmosferických pochází od vodních par. V této věci odkazujeme čtenáře na výtečný spis: J. Scheiner. Die Spectralanalyse der Gestirne, v němž nalezne dalšího poučení. Poněvadž rotace slunce způsobuje pošnutí čar ve spektru ke konci lomivějšímu neb méně lomivému dle toho, vychází-li světlo z kraje slunce k nám se přibližujícího neb od nás se vzdalujícího, lze na základě principu toho rozeznati čáry tellurické (atmosferické) od solárných. Cornu-mu se podařilo s upotřebením přístroje, jímž se obraz slunce před štěrbinou spektroskopu dva-až třikráte za sekundu mihnul, dokázati, že čáry tellurické zůstávají na svém místě, solární čáry že však sem tam kolísají. Dlužno se též zmíniti o Zöllnerově<sup>1)</sup> „reversionsspektroskopu“, jímž se pošnutí čar zdvojnásobňuje. Studium videm s k v r n slunečních vedlo k poznání, že rozdíly videm skvrn od vidma povrchu slunečního prostého skvrn se vysvětlují sesílenější absorpcí na skvrnách. Ve vidmech skvrn pozorujeme celkem rozšířené a sesílené čáry, mnohá slabá čára stane se tu neobyčejně tmavou a širokou. (viz vyobrazení 154.). Vedle toho jest znamenati někdy obrácení čar tmavých v čáry jasné, ukaz, jenž jest v úzkém vztahu s protuberancemi; dále i zkomolení

<sup>1)</sup> Zöllner byl první, jenž pošnutí čar následkem rotace slunce znamenal.



a pošinutí čar působením ohromných pohybů ve směru zornice. Spojité vidmo jest zeslabené všeobecnou absorpcí. Počet rozšířených čar ve spektru skvrn jest velmi veliký a mění se pro každou skvrnu. Hlavně čáry železa se zesilují ve spektru skvrn.

Velmi zajímavý jest zjev, že některé čáry železa (a jedna čára calcia) se assymetricky (jednostranně) rozšiřují. Dale byly celé pruhy absorpce pozorovány, z nichž většina se rozlišiti dala v jemné čáry. Pruhy v části červené se



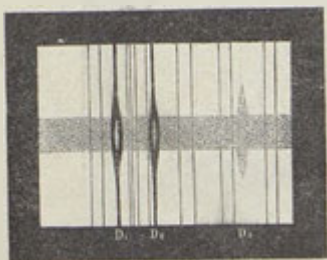
Obr. 154. Spektrum slunce v okolí skvrny. Vidmo fotosféry, penumbry a jádra.

však i při nejsilnější dispersi nerozlišily; zdá se, že pruhy ty způsobují chemické sloučeniny (ne jednoduché elementy), z čehož by se souditi mohlo o nízké teplotě skvrn. Ve vidmech skvrn se hlavně čáry železa, titanu, natria, calcia a magnesia rozšiřují. Dle výzkumů Janssena se způsobuje pruh označovaný  $\alpha$ , jenž se dříve přičítal absorpci naší atmosféry, působením absorpce kyslíku.

Mnohé čáry vystupují občas ve vidmu skvrn jako čáry jasné, aneb aspoň jako čáry užší než ve vidmu slunečním. Čáry vodíkové se jeví nejúžšími vzhledem k vidmu slunečnímu a dosti často jasnými. Ukaz jasných čar lze tu vysvětliti tím, že nad skvrnou se nalézají intensivně žhavé hmoty vodíkové teploty vyšší než jest teplota vrstvy, jež způsobuje uvnitř skvrny vidmo spojitě.

Důkaz správnosti náhledu toho podal *Tacchini*, jenž 19. října 1882 na místě čáry *C* uviděl otevřenou štěrbinou spektroskopu na skvrně protuberanci. Mimo čáry vodíkové zjasňují se i jiné čáry, tak na př. čára koroniová. Zajímavé jest, jak se někdy jeví čáry natriové. Tyto se neobracejí v celé šířce, nýbrž se místy značně rozšiřují, a tu se zjevuje uprostřed těchto rozšířených čar úzká, velmi jasná čára (viz vyobr. 155.).

Vidma *pochodní* jeví přibývání intensity části spojitě, jinak se nemění. Z toho se soudí, že pochodně se liší



Obr. 155. Obrácení čar natria v jádru skvrny dle Younga.

od ostatních částí fotosféry jen tím, že mají buď vyšší teplotu a proto silněji září, aneb že jest u nich menší všeobecná absorpce, jež způsobuje atmosféra sluneční, za přítčinou jich vyšší polohy.

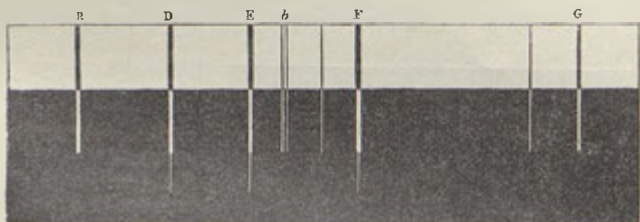
*Vidmo okraje slunečního.* Postaví-li se štěrbinu silně rozptylujícího spektroskopu (protuberančního) radialně k okraji slunečnímu, zjeví se vidmo sluneční a vidmo osvětlené atmosféry pozemské pro

část štěrbinu, jež přes okraj slunce vystupuje; postaví-li se štěrbinu tangentialně, zjeví se vidmo osvětlené atmosféry pozemské po celé délce štěrbinu. Svitivé částky *sluneční* atmosféry, jež se promítají na štěrbinu, dávají pak vidmo s čarami světlými (jasnými), z nichž jsou jen ty čáry viditelné, jež jsou jasnější než spojitě vidmo osvětlené atmosféry pozemské. Otevře-li se více štěrbinu, uří se útvary okraje slunečního v jich skutečné podobě a v barvě příslušných čar, jež útvary ty ve vidmu způsobují; při větším otevření štěrbinu jsou přezářovány slabší části pozorovaných předmětů rostoucí jasností spojitěho vidma.

Sluneční vrstva *absorbující* se nikdy takto neuzří, jeť viditelnou jen za totalních zatmění slunečních. V okamžiku, kdy okraj měsíce dostihne při vnitřním doteku okraje slunečního, zjasní se náhle čáry sluneční na velmi krátkou dobu. Z krátké doby, po kterou se čáry zjasňují, soudí se, že absorbující (nebo tak zvaná obracející vrstva) jest velmi tenkou (asi 120 mil). Vrstva ta jest jen nej-

hořejší částí fotostěry, v níž jest jen málo kondensovaných produktů suspendováno.

Vrstva následující, chromosféra zvaná, jest vždy viditelná; vidno chromosféry dává obyčejně jen málo čar, hlavně vodíkových. Otevře-li se více štěrbina, uží se chromosféra ve svém zvláštním ustrojení, chromosféra tvoří pak vrstvu měnivě tloušťky; zevnější omezení chromosféry jest podobné ploše trávy, na niž hledíme se strany. Z chromo-



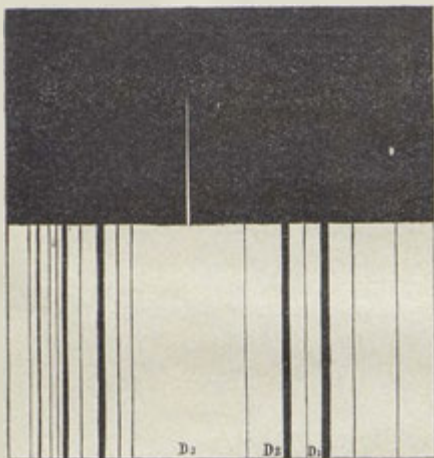
Obr. 156. 9 jasných čar protuberanci dle pozorování M. G. Rayeta dne 18. srpna 1868 v Wha-Tonne.

sféry vyčnívají protuberance, jež se většinou skládají z vodíku a helia. Čáry, jež ve spektru chromosféry vždy vystupují, jsou :

délka vlny	element
705.6 $\mu\mu$	?
656.3 " ( $C = H_\alpha$ )	H (vodík)
587.6 " $D_3$	Helium
531.7 "	Coronium
486.1 " $F (H_\beta)$	vodík
447.2 "	?
434.1 " ( $H_\gamma$ )	vodík
410.1 " ( $H_\delta$ )	"
396.9 " ?	?
396.8 " ( $H_1$ )	vodík ?
393.3 " ( $H_2$ )	vodík ?

Young našel ve spektru chromosféry 273 jasných čar, z nichž většina přísluší železu; dále jsou úplně zajištěny čáry natria, calcia, baria, titanu, manganu, chromu,

magnesia. Vzhled čar chromosférických jest zvláštní. V místech, kde není žádné protuberance, objevují se vodíkové čáry chromosféry jako krátké, jasné násadky (Ansätze) na koncích příslušných čar vidma slunečního při radialní štěrbině; jsou dole rozšířeny a přiosťrují se na venek. Je-li však v těch místech protuberance, mění se vzhled vodíkových čar; tyto lze stopovati daleko od okraje slunečního, mnohdy jsou přetrženy dle podoby protuberance; tloušťka jich se mění, na jasných místech protuberance jsou obvykle nejširší (viz vyobr. 156.). Čára  $H_\alpha$  jest obvykle delší než čáry  $H_\beta$ ,  $H_\gamma$ , a  $H_\delta$ . Také vzhled



Obr. 157. Jasná čára  $D_3$  ve vidmu chromosféry.

protuberance jest různý dle příslušných čar vodíkových. Úplně různý jest vzhled čáry  $D_3$ , čára ta sleduje celkem podobu protuberance, nikdy však nesedí široce na okraji slunečním, nýbrž blíže se tomuto se přiosťruje a snad se okraje vůbec ani nedotýká (viz vyobr. 157.). Úkaz ten nás poučuje, že helium, ježmuž přísluší čára  $D_3$ , má na okraji

slunečním menší hustotu než ve vyšších vrstvách atmosféry sluneční.

U čar natriových, jež se velmi často zjevují na okraji slunečním jasnými, pozorovalo se někdy mnohonásobné obrácení; jedno místo čar se zjevilo totiž jasným a silně rozšířeným, uprostřed místa toho vystoupilo pak jemné, temné jádro. Čáru jasnou způsobila hlavní část natriových par protuberance, zevnější chladnější vrstvy její pak absorbovaly opět díl části té.

Výše nad okraj slunce, do které lze jasné čáry po-

zorovati, různí se povahou prvku. Největší výše dosahují čáry vodíkové, následují pak  $D_3$ ,  $D_1$  a  $D_2$ , čáry magnesia a j.

Konečně dlužno se zmíniti o methodě Lockyerově, jež jest známou pode jménem metody čar dlouhých a krátkých. Promítneme-li obraz elektrického obloukového plamene, v němž určitý kov se mění v páru, na šterbinu spektroskopu, obdržíme paprsky, jež ve směru šterbiny od různých částí obloukového plamene přicházejí, taktéž ve spektroskopu oddělené. Shledáme pak ve vidmu, že některé čáry zaujímají celou délku obloukového plamene na šterbinu promítnutého, kdežto jiné čáry jsou kratší. Celkem jest střední část vidma bohatší na čáry než části krajní. V zevnějších částech obloukového plamene panují jiné poměry tepelné a tlakové než v částech vnitřních. Pokusem tím se jednoduchým způsobem oddělují vidma týchž kovových par při různých teplotách. Poněvadž převládají hlavně dlouhé čáry par kovových, jež se v chromosféře obracejí (zjasňují), lze souditi, že v chromosféře panují podobné poměry, jako v zevnější části plamene obloukového, že tudíž teplota v chromosféře není tak příliš vysokou.

Vidmo korony jeví světlou čáru v části zelené, čáru koroniovou délku vlny  $531.7 \mu\mu$ , pak jasné čáry vodíkové, jež lze daleko stopovati. Jiné čáry jasné není viděti. Dostí intensivní vidmo spojitě lze také velmi daleko od slunce pozorovati (rozumí se jen za totalních zatmění slunce, kdy jest koronu vůbec viděti). Polarisační pozorování dokázala, že jest malá část světla korony odražené světlo sluneční. Větší část vidma spojitěho pochází od skutečných žhavých částek (meteoritů). Young podal již r. 1871 vysvětlení vidma korony, jež až posud platí: „Vidmo korony skládá se ze 4 na sobě uložených videm: a) z vidma spojitěho bez čar jasných a tmavých, pocházejícího od rozžhavených částek meteorických; b) z vidma plynového více méně jasného pozadí, z jasné čáry koroniové a několika jasných čar vodíkových; c) z vidma slunečního vzniklého odrazem od plynů a částic meteorových korony; d) z vidma způsobeného naším ovzduším, jest to směs tří prvních druhů světél s vidmem chromosféry.

*Theorie o konstituci slunce.* Projdeme-li theorie, jež od objevení skvrn slunečních byly podány, shledáme, že jsme vstoupili na pole, na němž jest dovoleno vyjádřiti bez trestu



nejpodivnější ideje; i jest podivuhodné, že mnohý znamenitý badatel podal theorii, již nutno hned z počátku zavrhnouti.

Předpokládáme-li konstituci slunce, jež jest fysikalně možnou, pak musíme zamítnouti veškerý theorie, jež se opírají o předpoklad pevného, chladnějšího jádra slunečního. Při všech teoriích takových se předpokládá, že ohnivé moře pokrývá pevný povrch sluneční zrovna tak, jako pokrývají kůru zemskou naše oceany. Dle Scheinera plovou tu skvrny jako tělesa pevná, Lahire pokládal skvrny za neprůhledná místa roztavené hmoty kovové a Lalande za vysoké hory, jichž vrcholy občas vyčnívají z ohnivé moře oceanu, jenž podléhá vlivům slapů, občas se v něm noří. Derham myslil, že jsou skvrny vulkany podobné sopkám našim. Wilson a W. Herschel posléze vyslovili náhled, že na pevné, tmavé a chladné kůře sluneční plovou dvě mračnovité vrstvy, vrstva temnější a svítivá. Zevnější vrstva, intensivního lesku, tvoří tu viditelnou fotostéru; vnitřní, temnější vrstva jest místem vzniku penumbry skvrn. Skvrny jsou jen otvory v těchto vrstvách, jimiž tmavé těleso sluneční vidíme. Tmavé těleso sluneční jest prý obydleno intelligentními tvory, jimž vrstva chladnějších vnitřních mračen skýtá ochrany před ohnivým zářením fotosféry; občasné otvory pak podávají pohled do vesmíru. Theorie ta byla později velmi propracována a ovládala po 60 let celý vědecký svět. Také J. Herschel a Arago<sup>1)</sup> theorii tu vše zastávali. Spektrální analýse při-

<sup>1)</sup> Arago Dominique François nar. r. 1786 v Estagelu u Perpignanu, syn juristy a malostatkáře, studoval na collège v Perpignanu a r. 1803 na École polytechnique v Paříži. Veliké vědomosti a výtečné vědecké články rázu populárního razily A.-ovi cestu do hvězdárny pařížské, kde se již r. 1805 stal adjunktem. R. 1809 nastoupil místo po Monge-ovi na École polytechnique a byl členem akademie (Académie des sciences) a Institutu; později stal se tajemníkem akademie a ředitelem hvězdárny pařížské. Politického života účastnil se velmi činně jako republikán, byl též v bojích červencové revoluce poraněn a stal se v revolučním roce 1848 členem vlády prozatímní. R. 1851 zdráhal se přísahati věrnost císaři Napoleonu III. Zemřel po velmi trapné nemoci r. 1853. A. byl v první řadě fysikem, hlavně optikem; velikých zásluh dobyt si však též na poli astronomie a geodézie svými genialními ideami a pracemi, k nimž dal podnět. Vynalezení polariskopu, fotometru, výzkumy o scintillaci hvězd a mnohé jiné velmi cenné práce děkuje mu astrofysika. S Biotem účastnil se měření poledníkové ve Španělsku, kdež zažil mnoho nebezpečných dobrodružství, zvláště po vpádu franc. vojska do Španěl. Vraceje se po moři do vlasti, byl od mořského loupežníka jat a do

vodila pak tak náhlý obrat v náhledech o konstituci slunce, že veškery jmenované theorie mají nyní cenu pouze historickou. Kirchhoff to byl, jenž dovedl pevné základy položití pro theorii konstituce slunce. Jeho výklad spektra slunečního, jenž byl doložen i theoreticky i experimentálně, vyžadoval nutně přijetí žhavé, plynné atmosféry sluneční a pod touto ležícího jádra slunečního. V atmosféře sluneční mohl Kirchhoff dokázati přítomnost železa, natria, kalía a jiných pozemských látek ve stavu par. Pro zevnější část jádra slunečního zůstalo však nerozhodnuto, je-li část ta plynná nebo kapalná. Otázka ta jest posud předmětem diskussí astrofysiků, a rozhodnutí otázky té rozhoduje též o oprávněnosti a dalším vývoji různých teorií skvrn.

Kirchhoff a po něm Zöllner pokládali za nejpravděpodobnější, že slunce se skládá z kapalného jádra, jež se nachází v nejvyšším žáru; jádro to obklopuje atmosféra o něco nižší teploty. Secchi, Faye, Young, Langley a téměř všichni novější astrofysikové pokládají stav takový za fysikálně nemožný a považují dle Secchiho konstituci slunce za úplně plynnou. Kirchhoff udává ve prospěch své theorie shodu její s theorií Kant-Laplaceovou a analogií se stavbou naší země; jako při zemi pevná kůra odděluje kapalnou část vnitra zemského od atmosféry, podobně se na slunci vytvořila ochlazením povrchu ve světovém prostoru vrstva tekutá, objímající teplejší plynné hmoty vnitra, a nad vrstvou tou se rozprostírají ve způsobě atmosféry hmoty, jež jsou při nižší teplotě ve stavu plynném.

Alžírín zavezen, odkud z vazby byv propuštěn do Paříže se navrátil, kde své zápisky o měření poledníkovém odevzdal vědecké komissii, která je vydala tiskem. Proslulé byly jeho výklady hvězdářské (od r. 1812 do r. 1845). Roku 1828 založil znamenitý hvězdářský ročník: „Annuaire“. Vzorem vědeckého slohu populárního jest dílo: „Astronomie populaire“, jež bylo přeloženo do mnohých jazykův evropských. Mistrným slohem psal pamětní řeči akademické (éloges académiques), některé z nich vyšly po česku v časopise česk. mathem., roč. VI—X. Ubrnné jeho spisy vyšly tiskem v Paříži 1854—59, 17 sv. Po německu vydal je Hankel v Lipsku (1854—1861). Vědecké práce Aragoovy spadají do oboru astronomie, astrofysiky, optiky, elektromagnetičnosti a fysikálního zeměpisu. Optika mu děkuje objevení chromatické polarisace, výjevy barev tenkých listků sliďových a křišťalových. A. upozoroval první, že drát, kterým prochází galvanický proud, jeví vlastnosti magnetické. Objevení rotační magnetičnosti Aragem vedla Faradaye k objevení elektrické indukce atd.

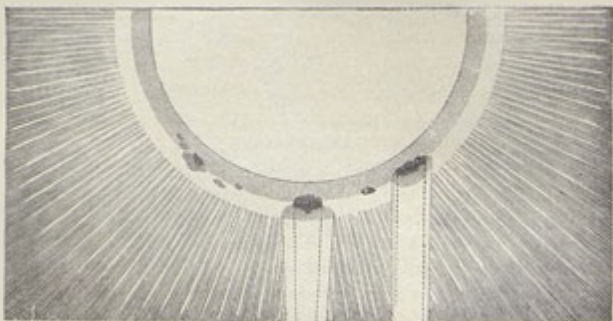
Kirchhoffovi nebyla za doby jeho výzkumů ještě známa chromosféra, vrstva žhavého vodíku, z níž vyčnívají protuberance. Teprve Zöllner hleděl z úkazů jich podati přímý důkaz náhledu Kirchhoffova o konstituci slunce. Hlavní námitka, již lze učiniti proti kapalně fotosféře, týká se její vysoké teploty. Také jádra skvrn jeví velikou pohyblivost, jež se těžko dá srovnati se stavem kapalným. Snad změny ty pocházejí od částí penumbry, jež se nalézá nejspíše ve stavu par.

Ještě více než o konstituci slunce rozcházejí se náhledy o příčinách vzniku skvrn slunečních. Tu musí theorie vysvětliti v první řadě místní a časové úkazy skvrn, t. j. jich heliografické rozšíření a jich periodicitu. Nejdůkladnější studie o předmětu tom podal již r. 1870 Zöllner. Tento badatel upozornil, že v samém tělese slunečním spočívají podmínky pro časovou a místní pravidelnost ve vývoji skvrn. Periodičnost úkazů skvrn jest jen vlastností mocných processů fysikálních, jež v sobě chovají příčiny vzniku a zániku skvrn a jež při stále stejně působících příčinách se opakovati musí též ve stálých dobách časových. Heliografická poloha processů těch jest pak jen výsledkem příčin, jež jsou založeny v rotaci slunce. Jedná se tedy jen o to, naléztí process takový, jenž by odpovídal úkazům. A právě v tom, že process ten nabývá různého tvaru dle toho, jaký náhled o konstituci sluneční se za základ položí, spočívá různost teorií. Posud se však nenašla theorie ani jediná, jež by se mohla všeobecně za správnou uznati.

Spörer objevil zákon, jenž poutá počet a průměrnou heliografickou šířku skvrn. Ve dvou pásmech po obou stranách rovníku, v šířce asi  $30^0$  nastává vzrušení, jež podmiňuje vznik skvrn. Pásma ta se poněmáhlu blíží rovníku; maximum skvrn pak nastává, když průměrná šířka asi  $16^0$  obnáší; na to ubývá skvrn a tyto mizí úplně, když jich průměrná šířka klesla na  $8-10^0$ , a to se stává 12—14 let po jich prvním objevení se. Dvě až tři leta před tímto zmizením objevuje se nové pásmo vzrušení na téměř místě. Okolo doby minima existují pak dvě oddělená pásma skvrn po každé straně rovníku. Výklad toho zjevu dělá nové obtíže stávajícím teoriím.

Kirchhoff považoval jako Galilei skvrny za mračovitě útvarv v atmosféře sluneční. V této musí se vyvinovati úkazy podobné jako v našem ovzduší. Místní snížení teploty

podmiňuje vývoj mračen, ovšem jsou sluneční mračna za příčinou různé chemické jakosti rozdílny od našich mračen. Jakmile se mračno takové utvoří, ochlazuje se veškerý nad ním ležící část atmosféry, teplota mračna klesne pod teplotu žáru, mračno se stane neprůhledným a tvoří jádro skvrny sluneční. Nad mračnem vznikne pak z těchto příčin druhé mračno větší, avšak tenší, jež vysvětluje úkazy penumbry. Zdánlivé změny skvrny, jež se pohybuje od okraje slunečního ku středu a odtud k druhému okraji, vysvětlují se tu účinky perspektivy, jak to naznačuje vyobr. 158. Jádro



Obr. 158.

skvrny viděné ve středu slunečního kotouče zaujímá zdánlivě střed penumbry. Jakmile se skvrna přibližuje k okraji kotouče slunečního, tu část hořeného mračna, jež leží na straně středu, se promítá na tmavé jádro a s ním splývá, kdežto část téhož mračna, jež leží na straně okraje, se rozšiřuje. Tato theorie Kirchhoffova vysvětluje nenuceně mnoho úkazů, nemůže však vysvětliti zvláštní strukturu penumbry, nemůže vysvětliti dokázanou okolnost, že jádra skvrn leží hlouběji než povrch fotosféry. Neshody ty hledí vysvětliti theorie Kirchhoffova doplněná Zöllnerem. Dle toho vznikají ve sluneční atmosféře, jež se nachází v labilním stavu rovnovážném, výsledkem rotace poruchy na rovníku a polech. Střední pásmo (pásmo středních heliografických štřek), jež vyuká klidem a jasností svého ovzduší, podmiňuje pak velmi mocné vyzářování; v něm jsou tedy příznivé pod-

mínky pro lokální ochlazení povrchu, jež má za následek k o n d e n s a c i tekuté hmoty aneb tvoření se trusek, jež — jako u nás ledové kry na vodě — plovou na ohnivě teklém povrchu. Trusky zabraňují další vyzařování a způsobují jen částečné zhuštění atmosféry, jež ve tvaru mračna nad truskou se vznáší a penumbru skvrn tvoří. Tím se však pásmu, kde se skvrny vyvíjejí, poněkud odulmávají podmínky pro tvoření se skvrn, totiž klid a jasnost, a tím se utvářejí pak zase podmínky pro rozklad skvrn; podmínky ty trvají pak tak dlouho, až opět nastoupí klid a jasnost atmosféry, a celý pochod se znovu opakuje.

Zdá se, že theorie, jež se zakládají na plynné konstituci slunce, v menší míře vysvětlují úkazy na slunci. Zbudovatelem theorie té byl Secchi, hlavní zastanci theorie té jsou Faye, Young, Lockyer a j.

Dle theorie Secchiho vznikají skvrny a protuberance určitými výbuchy (erupcemi) kovových par, jež z vnitra slunce vystupují do atmosféry, kdež se ochlazují a ve stavu zhuštěném na slunce zpět padají; tu vytvářejí pak větší svou váhou prohlubeninu, jež jest vyplněna takovými méně svítivými a absorbujícími hmotami, a jeví se nám jako skvrna. Jest těžko pochopiti, jak se mohou po celé měsíce takové zhuštěné hmoty udržeti a proč se fotosféra ve způsobě par nerozleje přes ty prohlubeniny. K vysvětlení periodičnosti skvrn předpokládá Secchi, že eruptivní činnost slunce má  $11\frac{1}{9}$  roční periodu. Theorie Secchiho vysvětluje však úplně úkazy vidma.

Rovněž jednostrannou jest theorie Fayeova. K vysvětlení různosti rotace vrstev fotosférických s jejich šířkou předpokládá Faye, že fotosféru vytvářejí plynové hmoty, jež vystupují z určité hloubky. Hloubka ta jest na rovníku nejmenší a na pólech největší. Rozdíl rychlostí sousedních vrstev fotosféry způsobuje víry, jež nejdříve vystoupí hmoty par opět dolů strhávají; víry ty vidíme pak ve způsobě skvrn.

Zöllner vysvětluje různost rotace vrstev s jich šířkou dle své theorie takto. Na slunci proudí proudy plynů od polu k rovníku bezprostředně na tekutém povrchu slunečním; tak vznikají třením povrchové proudy na rovníkovém pásmu k a p a l n é m, proudy těmi se pohybují plovoucí vrstvy trusek.



John Herschel hleděl zrychlení pásma rovníkového vysvětliti meteory neustále na pásmo to dopadajícími. Nutný následek značné hmoty meteorů by se musil zjevití v ubývání rychlosti rotační slunečního tělesa; něco podobného nebylo však v 300 letech pozorováno.

Velmi oblíbenou jest ještě nyní elektromagnetická theorie slunce, na jejíž základě hleděl Bigelow stanoviti tvar korony. Hypothese tvaru korony se však nepotvrdila při pozorování ze dne 16. dubna 1893.

Konečně dlužno se zmíniti o originalní theorii Schmidtové. Schmidt pokládá slunce za shluk plynů, jichž hutnosti ku středu přibývá. Koule sluneční, jak ji vidíme, jest jen zjevem refrakčním (optickým). Theorie ta vysvětluje mnohé záhady, na př. že slunce jest přesně mathematickou koulí bez sploštění, jež by přece musilo býti velmi význačným při hmotě tekuté. Refrakce má značný vliv též při utváření se skvrn a protuberancí. Schmidt dokázal geometricky možnost své hypotézy v pojednání: „August Schmidt. Die Strahlenbrechung auf der Sonne etc. Stuttgart 1891“.

Snadno by se theorii tou dalo vysvětliti ohromné zředění hmoty, jež v koruně v sousedství slunce panuje. Některé komety prošeďše krajinami koronálními nedoznaly nejmenšího poruchu ve svém pohybu, z čehož soudíme, že jest rozředění hmoty korony tak velké, že se vyskytuje v krychlovém metru průměrně snad jen jedna molekula.

Ku konci budiž připomenut spis Lockyerův: *The Chemistry of the Sun* (Chemie slunce).

Newcomb, jenž, vyžádav si od nejproslulejších astrofysiků jich úsudků o fysikální povaze slunce, sestavil je ve své populární astronomii, případně poznamenal, že posud schází „Newton“, jenž by s přehledné výše postihl pravý vztah úkazů slunce.

Povrch sluneční studuje se nyní na velmi mnohých místech s horlivostí neobyčejnou. Astrofysikální observatorium v Postupimi věnuje zvláštní péči též pozorování slunce. Velmi četné fotografie slunce, jež stále se zjednávají v Kew (v Anglii) a v Delhra Doonu (v Indii), tvoří nepřetržitý záznam stavu povrchu slunečního.

Prameny staté o slunci (literatura):

A. Secchi. *Le Soleil, exposé des principales découvertes modernes sur la structure de cet astre, son influence*

dans l'univers et ses relations avec les autres corps célestes. (Německý překlad od H. Schellena.)

C. A. Young. The Sun. New York 1882. (Die Sonne. Lipsko 1883.)

H. Faye. Sur la constitution physique du Soleil. Paris.

J. C. F. Zöllner. Über die Temperatur und physische Beschaffenheit der Sonne. (Wissenschaftliche Abhandlungen. Leipzig.)

R. A. Proctor. The Sun, ruler, light, fire and life of the planetary system. London.

A. Guillemin. Le Soleil. Paris.

H. Schellen. Die Spectralanalyse in ihrer Anwendung auf die Stoffe der Erde und die Natur der Himmelskörper. Braunschweig.

J. Bauschinger. Kritische Darstellung der Sonnenflecken-theorien. (Sirius 1884.)

J. Scheiner. Die Spectralanalyse der Gestirne. (Leipzig 1890.)

J. N. Lockyer. The Chemistry of the Sun.

W. Siemens. Erhaltung der Sonnenenergie (1885).

R. Wolf. Handbuch der Astronomie, ihrer Geschichte und Literatur. (Zürich 1890—93.)

P. J. C. Janssen. Sur les progrès récents de la physique solaire. (Annuaire 1879.)

S. P. Langley. Solar physics. (Observatory 1880.)

H. Fritz. Die Sonne. Zürich 1884.

J. E. Broszus. Die Theorie der Sonnenflecken. Berlin 1884.

A. Seydler. O slunečném teple a světle. Osvěta 1885.

A. Seydler. O slunci. Časopis pro pěstování math. a fys. 1878 a 1879.

F. J. Studnička. O slunci. Zeměpis hvězdářský. 1881.

V. Láská. O slunci. Živa. Ročník III.



## II. Soustava sluneční.

Sluneční soustavu tvoří soubor všech těles, jež jsou ovládány mohutnou silou přitažlivosti obrovského slunce. Kolem tohoto centralního tělesa obíhají oběžnice neboli

planety v drahách zákony mechaniky nebeské vyměřených; na této své pouti jsou oběžnice provázeny menšími tělesy, měsíci neboli družicemi (trabanty, satellites), jež obíhají kolem svých těles (oběžnic) v drahách rovněž přesně vyměřených. Novější věda připojila soustavě sluneční veliký počet těles, jež všechny víže pouto vzájemné přitažlivosti. Pokud nyní víme, můžeme tělesa soustavy sluneční roztřídit takto: *a*) obrovské těleso centralní, slunce; *b*) vnitřní skupina oběžnic prostředních: Merkur, Venuše, Země a Mars; *c*) roj malých planet neboli asteroid (planetoid) za drahou Marsovou; *d*) skupina čtyř velikých planet: Jupiter, Saturn, Uran a Neptun; *e*) počet družic planet, z nichž velká většina (18 z 21) patří velikým oběžnicím vnějším; *f*) neznámý počet těles mlhovitých, vlasatic (komet) a meteorů, jež obíhají kolem slunce v drahách velmi výstředných.

Rozdil ve velikosti, hmotě a vzdálenosti jest i mezi velikými oběžnicemi ohromný; tak na př. jest Neptun 80krát dále vzdálen od slunce než Merkur, Jupiter jest několik tisíckrát tak těžký jako Merkur. Jest těžko sestavití příhodnou mapu celé soustavy sluneční. Kdyby se volil průměr dráhy Merkurovy roven 1 cm, obnášel by průměr dráhy Neptunovy již 80 cm.

Seřazení oběžnic s družicemi jest toto:

Vnitřní skupina planet prostředních: Merkur, Venuše, Země s 1 měsícem a Mars se 2 měsíci.

Skupina planetoid.

Zevnější skupina planet velkých: Jupiter s 5 měsíci, Saturn se svými kruhy a 8 měsíci, Uran se 4 měsíci a Neptun s 1 měsícem.

Mnozí přestítelé astronomie zabývali se vyhledáváním určitých vztahů mezi vzdálenostmi, hmotami a oběhy planet. Jest jasno, že počet takových vztahů bude dosti značný; vztahy ty však nevyjadřují žádného zákona přírodního.

Newcomb případně činí toto porovnání. Vyberme si asi 40—50 čísel kteréhokoliv druhu, příkladně spojme roky, kdy v dobách zvláštních události některé osoby se narodily, se stářím jich, určeným v rocích, měsících a dnech, dále připojme čísla domů, kde bydlily atd., a najdeme zajisté celou řadu zvláštních vztahů mezi čísly takovými. Nikomu však nenapadne mysliti, že takové poměry, hračky to fantazie, mají příčinu v některém úzkém svazku zákonném.

Podobně nevyjadřují poměry v soustavě sluneční nějakého jednoduchého zákona. Až do doby objevení Neptuna byla progresse, dle níž vzdálenosti 8 větších planet od slunce postupovaly a při níž skupina menších planet zaujímala místo jednotlivé planety, považována za výraz skutečného zákona. Progresse ta jest známa pod názvem zákona Titiova neb řady Bodeho. Wittenberský professor Titius poprvé řadu tu vyslovil, jež teprve později Bodem<sup>1)</sup> všeobecně se známou stala. Řada čísel 0, 3, 6, 12, 24, 48, z nichž každé následující, vyjímaje číslo druhé, jest dvojnásobnou hodnotou čísla předcházejícího, zvětšených o číslo 4 podává přibližnou vzdálenost oběžnic.<sup>2)</sup> V připojeném přehledu jest vzdálenost jednotlivých planet dle řady té vypočtená, porovnána se skutečnou vzdáleností od slunce, při čemž vzdálenost země byla položena rovna 10.

Oběžnice	Řada Titiova	Skutečná vzdálenost	Rozdil
Merkur	$0 + 4 = 4$	3·9	0·1
Venuše	$3 + 4 = 7$	7·2	0·2
Země	$6 + 4 = 10$	10·0	0·0
Mars	$12 + 4 = 16$	15·2	0·8
Malé planety	$24 + 4 = 28$	21—43	—
Jupiter	$48 + 4 = 52$	52·0	0·0
Saturn	$96 + 4 = 100$	95·4	4·6
Uran	$192 + 4 = 196$	191·9	4·1
Neptun	$384 + 4 = 388$	300·6	87·4

Až do objevení Neptuna shodovala se dosti přibližně čísla řady jmenované se vzdálenostmi skutečnými.

Hmotu každého tělesa ze všech osmi větších planet i hmota slunce převyšuje součet hmot všech těles, jež jsou menší dle velikosti hmot než těleso k porovnání zvolené. Volíme-li hmotu sluneční rovnou tisíci millionů jednotek,

<sup>1)</sup> Bode Johann Ehlert narodil se r. 1747 v Hamburku, zabýval se záhy studiem mathem. a hvězdářství; r. 1772 byl povolán do Berlína jako astron. počtář akademie, jejímž členem se stal r. 1782. R. 1774 založil tam „Astron. Jahrbücher oder Ephemeriden“ (pozdější „Berliner astron. Jahrbuch“), kterých zredigoval 54 ročníky. B. získal si velikých zásluh jako spisovatel a počtář. Svými spisy: „Anleitung zur Kenntnis des gestirnten Himmels“, atlasem: „Uranometria sive astrorum descriptio“ a jinými populárními spisy šířil astron. vědomosti. Zemřel r. 1826 v Berlíně.

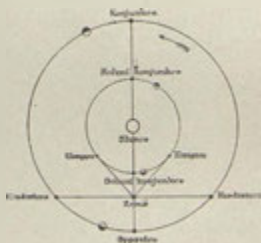
<sup>2)</sup>  $0·4 + 0·3 \times 2$

obdržíme dle nejnovějších určení hmotu každé oběžnice v těchto jednotkách ku přehlednějšímu porovnání dle uvedeného pravidla. Oběžnice jsou seřazeny dle velikosti jich hmot:

Hmota Merkurova . . . . .	119
Hmota Marsova . . . . .	323
Součet obou hmot . . . . .	442
Hmota Venuše . . . . .	2445
Součet všech tří hmot . . . . .	2887
Hmota země . . . . .	3056
Součet všech čtyř hmot . . . . .	5943
Hmota Urana . . . . .	44248
Součet pěti hmot . . . . .	50191
Hmota Neptuna . . . . .	52378
Součet hmot 6 oběžnic . . . . .	102569
Hmota Saturna . . . . .	285580
Součet hmot 7 oběžnic . . . . .	388149
Hmota Jupitera . . . . .	954610
Součet hmot všech oběžnic . . . . .	1342759
Hmota slunce 1.000.000.000.	

Součet hmot všech oběžnic obnáší asi  $\frac{1}{700}$  hmoty sluneční; Jupiter jest asi  $2\frac{1}{2}$ kráte tak těžký jako všech ostatních sedm planet dohromady, Saturn jest asi třikráte tak těžký jako ostatních šest oběžnic atd.

Planety Merkura a Venuše, jež obíhají blíže kol slunce než země, nazýváme oběžnicemi dolejšími, ostatní pak hořejšími. Planety dolejší vstupují do konjunkce se sluncem dvakráte, jednou před a jednou za sluncem (viz obr. 159.); jednou přicházejí tedy do konjunkce dolejší (spodní) a



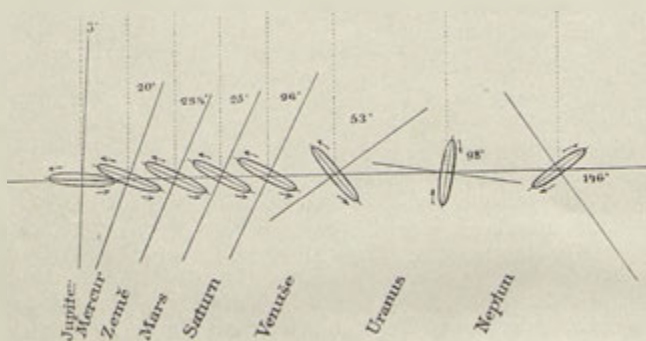
Obr. 159.

jednou do konjunkce hořejší; planety dolejší nemohou však vstoupiti nikdy do kvadratury a do opposice se sluncem. Planety dolejší jsou před východem slunce a po západu slunce viděti jako jitřenky (Phosphorus u Řeků) neb večernice (Hesperus u Řeků) a dosahují pak největší elon-



grace (digresse) od slunce. Každé menší elongaci přísluší dvě různé polohy, jež se snadno rozeznávají se země dle fáse světelné a zdánlivé velikosti. Planety hořejší vstupují jen jedenkrát do konjunkce (horní) se sluncem, přicházejí pak v protilehlém místě své dráhy kolem slunce v *opposici* se sluncem, při čemž vycházejí akronykticky začátkem noci (při západu slunce), vrcholí o půl noci a zapadají ráno (při východu slunce).<sup>1)</sup>

Planety hořejší mohou přijíti do elongace (od slunce) hodnoty  $0^0$  až  $\pm 180^0$ .



Obr. 160.

Na návrh Humboldtův dělí se oběžnice ve vnitřní a vnější dle toho, nalézají-li se uvnitř anebo vně prstenu planet rozloženého mezi Marsem a Jupiterem. Prvé jsou vesměs poměrně malé, ale hutné, otáčejí se pomalu a nejsou příliš sploštěné, druhé planety vnější jsou poměrně velké, málo hutné, otáčejí se rychle a jsou značně sploštěny. Ostatně se veškeré planety v mnohém ohledu shodují; planety se pohybují přímo v drahách málo výstředných, jejich roviny přibližně splývají atd. Obr. 160. znázorňuje velikost úhlu osy oběžnice s kolmicí na dráhu.

<sup>1)</sup> Starí nazývali východ aneb západ hvězdy při východu aneb západu slunce *kosmickým*, východ neb západ hvězdy při západu aneb východu slunce *akronyktickým* (acronychus); východ pak hvězdy, jenž byl poprvé viditelný před východem slunce, aneb západ, jenž byl naposledy po západu slunce viditelný *helickým* (holiacus).

### III. Merkur.

Merkur (Dopropäus, ♿) jest slunci nejbližší oběžnice a nejmenší z 8 velkých planet. Lineární průměr jeho obnáší 0·37 průměru zemského čili 4816 *km* (dle Oudemansa); velká poloosa dráhy rovná se 0·387 poloosy dráhy zemské. Střední vzdálenost od slunce se rovná  $57\frac{1}{2}$  mill. *km*, výstřednost dráhy jest dle Leverriera 0·2056, vzdálenost od slunce kolísá proto mezi 46 a 69 milliony *km*. Nejmenší vzdálenost od země jest 79 a největší 218 mill. *km* čímž se zdánlivý průměr Merkurův mění od  $4\frac{1}{2}''$  do  $12\frac{1}{2}''$ . Bessel měřil průměr Merkurův při přechodu před sluncem 5. května 1832 heliometrem 6palcovým v Královci, a shledal průměr rovný 6·679'' pro vzdálenost rovnou jednotce, Kaiser okulárním heliometrem Airyho obdržel hodnotu 6·606'' (1865 červen až září). Průměr černého kotoučku Merkurova při přechodech kolísá dle různých pozorovatelů mezi 9"—13". Siderický oběh trvá 87·96926 dne, synodický oběh, po jehož uplynutí vstoupí Merkur v stejnou polohu vzhledem k zemi, jest v průměru 115 dní 21 hodin. Sklon dráhy k ekliptice rovná se 7 stupňům.

Světlo Merkurovo udává Schiaparelli jako stříbrobílé (u Řeků byl Merkur proto Stilbos zván), de la Rue viděl Merkura slabě růžového. Jasnost jeho podléhá v mezích doby, kdy se dá pohodlně pozorovati, značným změnám. Dle nejnovějších pozorování G. Müllera v Postupimi může Merkur v maximum státi se tak jasným jako Sirius, v minimum rovná se leskem asi Aldebaranu ( $\alpha$  Tauri). Změny jasnosti jsou podstatně podmíněny změnami fáse; rozdíl až o celou třídu, jevíci se i při stejných fásích, vysvětlují se změnami vzdálenosti od slunce následkem velké výstřednosti dráhy. G. Müller shledal dále, že ubývání jasnosti při rostoucí fási neodpovídá žádné z posud stávajících teorií o osvětlení planet, že se zjevuje při Merкуру nápadná shoda se změnami jasnosti našeho měsíce. Z okolností té se soudí, že Merkur má podobný povrch jako náš měsíc. Dle toho nemá Merkur žádné značné atmosféry a jeho povrch jest nejspíše drsný a hornatý. Od slunce přijímá v afeliu (odsluní) 7krát, v periheliu (přísluní) 10krát více světla než naše země. O lesklosti Merkurově svědčí také okolnost, že Schröter jej viděl pouhým okem

27. břez. 1800 před západem slunce, Schiaparelli pozoroval Merkura i ve vzdálenosti  $3^0$  od slunce.

Co se relativní světlosti týče, má se světlost Venuše k světlosti Merkura jako lesk stříbra k lesku olova (dle Nasmytha). Přece však jest pozorování oběžnice té velice obtížné, protože se planeta nevzdaluje nikdy přes  $29^0$  od slunce, takže zřídka kdy vychází  $1\frac{1}{2}$  hod. před sluncem a zapadá  $1\frac{1}{2}$  hod. po slunci. Jest tudíž za soumraku většinou tak blízko u obzoru, že se ztrácí ve výparech ovzduší. — Již starým národům bylo známo, že Merkur se jeví pouhému oku za poměrů příznivých, není-li pozorovatel v krajinách příliš veliké zeměpisné šířky. Poměry viditelnosti planety



Obr. 161. Podoby (faze) Merkurovy, viditelný večer po západu slunce.

té jsou však pro krajiny střední a severní Evropy velmi nepříznivé. Nicméně se zdá nepravdou tvrzení Aragovo, že si Koperník na smrtelné posteli naříkal, že nikdy Merkura nespapřil.

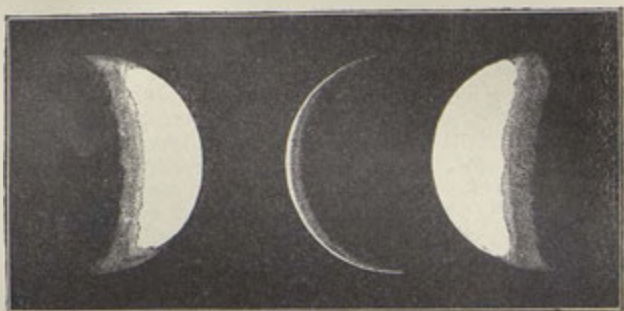
V našich krajinách se může Merkur nejlépe pozorovati asi  $\frac{3}{4}$  hod. po západu slunce, a to spíše na jaře než na podzim. V roce 1894 byly pozorování příznivé doby: 25. únor, 22. červen a 18. říjen. V následujících letech se posunují příhodné doby pozorovací asi o 18 dní dříve. Perioda viditelnosti obhájá dobu 8—10 dnů na obě strany naznačených dat.

V dalekohledu ukazuje Merkur tvar přesně kruhovitý a jeví, jakožto planeta vnitřní, faze podobně jako náš měsíc. Blízko hořejší konjunkce jest Merkur kulatý a malý, průměru asi  $5''$ . Po největší úhlové vzdálenosti od slunce jeví se

jako půlměsíc a jest poblíže dolejší konjunkce (blízko polohy mezi sluncem a zemí) tvaru úzkého srpů průměru 10—12" (viz obr. 161.).

Že Merkur jeví fáse jako náš měsíc, poznal již Fontana v 17. století. Podrobněji sledoval úkaz ten Jan Jeronym Schröter<sup>1)</sup> v Lilienthalu u Brém v letech 1792 až 1793 a 1800—1801 a popsal v dílech „Hermographische Fragmente zur näheren Kenntniss des Planeten Merkur. 1816“ a „Beiträge . . . 1800. Göttingen“.

Schröter sbledal na začátku tohoto století, že v dobách, kdy Merkur jeví tvar srpovitý, býval v určitých obdobích jižní roh srpů otupený (viz obr. 162.); vzhled ten



Obr. 162. Merkur dle Schrötera.

přičítal Schröter stínu vysoké hory a odvodil z dob, kdy úkaz ten se opětoval, výsledek, že se Merkur otáčí kolem osy ve 24 hod. 2—4 min. Podobný úsudek utvořil Schröter

<sup>1)</sup> Schröter Jan Jeronym nar. r. 1745 v Erfurtu, studoval práva a stal se r. 1778 úředníkem (Braunschweig-Lüneburgischer Oberamtmann) v Lilienthalu u Brém, kdež si zřídil soukromou hvězdárnu. Tu pozoroval dobrými stroji, z části zreadlovými dalekohledy od Herschela dodanými, buď sám nebo s přispěním tak zvaných inspektorů (Hardinga a Bessela). Když r. 1813 byla hvězdárna francouzy vydrancována a spálena, vrátil se Schröter do Erfurtu. Cenná jsou hlavně topografická pozorování měsíce a jiných těles soustavy sluneční, jež Schröter uveřejnil v různých spisech „Fragmente“. Sem patří: „Selenotopographische Fragmente“ (1. díl Lilienthal & Helmstedt 1791, 2. díl Göttingy 1802).

na základě pozorování skvrn na povrchu planety va. dne pozorovaných. Bessel vypočetl později přesně periodu rotace 24 hod. 0 m. 5 s. z pozorování Schröterových. Později zabývali se otázkou tou Gruithuisen v Mnichově, Mädler a Beer v Bonnu, Denning v Liverpoolu (1882 pomocí 10palcového dalekohledu), pak Birmingham a de Ball v Bothkampu (1882) s výsledkem skrovným; všichni jmenovaní badatelé soudí na rotaci asi 24 hodin.

G. V. Schiaparelli konal od r. 1881 začínaje po řadu let velmi důkladná pozorování povrchu Merkurova hlavně za dne (od r. 1881 do r. 1886 8palcovým refraktorem Merzovým, pak 18palcovým refraktorem) za všech dob denních. Důkladný a kritický rozbor svých výzkumů podal Schiaparelli v Astron. Nachrichten č. 2944, kdež dokázal, že velikost i poloha skvrn po několik dní souvisle zůstává beze změny, že nejpravděpodobnější rotace jest tak pomalá, že ji není v době 24 hodin znáti, že doba rotace Merkura se rovná době oběhu jeho, tedy že jest rovna 88 dnům. Merkur ukazuje proto (s podřízenou oscilací) slunci vždy tutéž stranu. Rotace děje se rychlostí stejnoměrnou, revoluce však se děje nestejnoměrně následkem velmi výstředné dráhy, rozdílem tím vzniká značná librace. (viz později), čímž se dostává světla většinu dílu planety než jest polovice povrchu. Pro krajiny, které leží v mezích kolísání (librace), jest časem východ slunce možný, ostatní krajiny mají buď věčné světlo sluneční neb věčnou noc. Poloha osy otáčecí Merkura nemohla se posud definitivně určití, nejspíše stojí osa kolmo na rovině dráhy; je-li tomu tak, pak bude sklon rovníku obnášeti  $\frac{1}{3}$  sklonu rovníku zemského k ekliptice.

Hmota oběžnice se rovná  $\frac{1}{8374672 + 1765762}$  hmoty sluneční. Pravděpodobná chyba udání toho jest neobyčejně velikou, obnášejíc  $\frac{1}{5}$  hmoty. Jiné hodnoty plynou z poruchů komety Enckeovy a Winneckeovy ( $\frac{1}{1600000}$ ) a z poruchů Venuše dle Leverriera ( $\frac{1}{5500000}$ ).

Skvrny Merkura jsou velmi jasné, těžko znatelné pruhy barvy rudočervené, jež neměníce místa mění tvar nejspíše následkem občasného porušení atmosféry. Krajina kolem severního polu jest jasnější než jižní a proto vypadá jižní roh Merkurův otupený. Schröter sondil z úkazu toho na vysoké hory poblíže jižního polu. Novější pozorování tomu

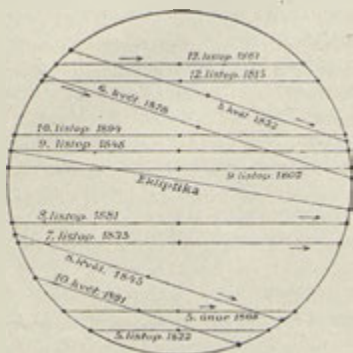


odpírají. Jižní roh jeví se vždy v pravidelné podobě, ač jest časem velmi slabý a těžko znatelný. Vogel zkoumal r. 1873 vidmo Merkurovo a shledal úplnou shodu v hlavních čarách se spektrem slunce. Několik absorpčních pruhů (Bänder) by naznačovalo, že Merkur má atmosféru, jež absorbuje sluneční paprsky zrovna tak, jako ovzduší země. Blízkost Merkura u slunce ztěžuje přesná pozorování a tím i rozhodnutí o existenci ovzduší. Zöllner soudil z měření světla v různých fásích, že jest atmosféra Merkurova dosti hustá, aby odrážela světlo sluneční, jest 16·7krát řidší než atmosféra zemská. Běre-me-li hmotu Leverrierovu za základ, obdržíme pro hmotu Merkura 0·06 hmoty země, hutnost jest rovna 1·109 hutnosti zemské. Tíže na rovníku jest na Merkur 0·44, položíme-li tíži na rovníku země rovnou jednotce.

Za přechodu před sluncem promítá se Merkur na skvělý kotouč sluneční jako malý kotouč úplně černý. O úkazu takovém věděli již Arabové v VIII. a IX. století. Od Keplera předpověděný přechod na 7. listopad 1631 byl pozorován (Gassendi<sup>1)</sup>); první přesné pozorování provedl teprve Halley na ostrově sv. Heleny 7. listopadu r. 1677. Těchto přechodů (průchodů), jichž nejdelší trvání činí asi 6 hodin, přihodí se ve stu letech asi 11 v intervalech 3 až 13 let. Podrobný zákon rekurence podal S. Newcomb. V r. 1894 byl přechod Merkurův dne 10. listopadu, jen částečný vstup Merkura na kotouč sluneční se přihodí r. 1999; jen přiblížení (appuls) nastane 10. května r. 1937, kdy se planeta přiblíží asi 1' k okraji slunce. Obr. 163. demonstruje veškerý přechody Merkurovy před sluncem v století 18. Pozorování přechodů Merkurových slouží k přesnému měření průměru Merkurova, pak lze pomocí dob vstupu a výstupu stanoviti posici (polohu) planety. Kdyby bylo lze doby ty přesně určití na 1 s., do-sáhlo by se pro posici planety přesnosti 0·1"; avšak to nelze provéstí. Zde by mohl vydatné vypomoci spektroskop; tak viděl

<sup>1)</sup> Gassendi, Pierre nar. r. 1592 v Champtercier u Digne, syn sedláka, stal se v 17. roku věku svého učitelem rhetoriky v Digne, r. 1616 pak professorem filosofie v Aix, vstoupil později do řádu minoritského; od r. 1645 byl G. professorem matematiky na Collège royal v Paříži. Vyznaменal se různými pozorováními. V díle: „Institutio astronomica . . . (Paříž 1647)“ přijal G. zdánlivě světový systém Braheův, pořídil dále první lepší životopisy („Tychohis Braheí, Nic. Copernici etc. vita“ Paris 1654). Sebrané spisy (6 dílů) vyšly v Leidenu r. 1658.

Hasselberg r. 1878 v Pulkově Merkura  $1\frac{1}{2} m$  před vstupem do slunce na chromosféře. Při vstupu a výstupu vyskytuje se řada optických úkazů, jež brání stanovití



Obr. 163. Přechody Merkurovy před sluncem v století 18.

geometrické kontakty s žádoucí přesností. Černá kapka, spojující obě tělesa při doteku, jest právě tak zde překážkou při určování dob kontaktů jako při přechodech Venuše. Jiný zjev jest aureola, mlhavá obruba planety, způsobená kontrastem a interferencí. Světlé skvrny na tmavé ploše Merkurově někdy pozorované jsou dle Pickeringa, jenž je též pozoroval na satelitech Jupiterových, následky ohybu světla. Satellit (průvodce) nebyl posud u Merkuru objeven.

Nejlepší elementy Merkurovy a jich sekulární poruchy podal Leverrier. Pro epochu 1850 1. ledna v poledne středního času Pařížského jest :

střední délka Merkurova :

$$327^{\circ} 15' 20.43'' + 5381066.545'' t + 0.00011289 t^2$$

délka perihelia :

$$75^{\circ} 7' 13.93'' + 55.914 t + 0.0001111 t^2$$

délka uzlu výstupného :

$$46^{\circ} 33' 8.75'' + 42.643 t + 0.0000835 t^2$$

sklon dráhy :

$$7^{\circ} 0' 7.71'' + 0.063 t + 0.0000056 t^2$$

výstřednost dráhy :

$$0.20560478 + 0.04195'' t - 0.0000009'' t^2$$

$t$  značí počet roků juliánských od epochy čítaný.

*Planety intramerkurialné.* Leverrier porovnával pozorované přechody (21) Merkurovy před sluncem od r. 1697 až do r. 1848 s pohybem oběžnice té, jak jej stanoví všeobecný zákon gravitační, a shledal, že přísluní dráhy Mer-

kurovy se v století o 40'' rychleji pohybuje, než by se dle theorie pohybovati mělo.<sup>1)</sup> Odehylvku tu hleděl Leverrier vysvětliti působením jedné oběžnice nebo celé skupiny malých planet, jež mezi Merkurem a sluncem krouží. Nastává otázka, zdaž takovéto planety skutečně existují.

Různi pozorovatelé století posledního zaznamenali skutečně přechod tmavých těles před sluncem, jež měla podobu planet a se rychleji pohybovala než sluneční skvrny. R. Wolf sebral asi 20 takových zjevů z let 1761—1865. Zkoumáme-li pozorování ta kriticky, shledáme, že nezasluhují důvěry. Většinu pozorování těch konali nezkušení pozorovatelé se stroji nedokonalými a za podmínek nepříznivých. Dobří pozorovatelé slunce neshledali za dlouholetého pilného studia slunečního ničeho podobného. Jest tudíž pravdě nepodobno, aby nezkušení amatéři uviděli něco, čeho znamenití astronomové neviděli. Některé pozorované zjevy vysvětlily se později snadno tím, že je způsobila hejna vzdálených ptáků před terčem slunečním náhodou letících. Jiná závažná námitka, která se činí proti věrohodnosti pozorovaných zjevů, jest ta, že přechody takovéto oběžnice nebyly by tak řídkými úkazy, nýbrž musily by se opakovati v určitých intervalech závislých na vzdálenosti domnělé oběžnice od slunce a na sklonu dráhy její. Tak by planeta se sklonem dráhy 10 stupňů (sklon ten převyšuje sklon všech větších planet) a ve vzdálenosti polovičního poloměru Merkura od slunce musila průměrně jednou v roce přecházeti před slunce a to v za sebou jdoucích letech, vždy buď v týž den aneb půl roku později. Domněle pozorované přechody připadají však na veškerý doby roku, tedy by to byly jistě přechody různých planet a takové přechody by se musily tudíž častěji v roce opakovati, a podivuhodno, že nebyly nikdy astronomy uzřeny.

Kdybychom připustili větší sklon dráhy domnělých oběžnic než 10 stupňů, pak by přechody byly řídkší, ale byly zas jen neastronomy uzřeny. Jest tudíž moudřejší odmitnouti realnost domněle pozorovaných úkazů.

Připusťme však existenci takovéto intramerkurialní planety; nemohli bychom planetu takovou za zvláště příznivých

<sup>1)</sup> Leverrierovu theorii potvrdil znovu Jul. Bauschinger ve své práci: „Untersuchungen über die Bewegungen des Planeten Merkur. München 1884.“

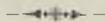
okolností mimo kotouč sluneční užítí? Takovou příznivou příležitost poskytují úplná zatmění sluneční. Úplné zatmění sluneční dne 29. července 1878 bylo viditelné ve větší části spojených států severoamerických a bylo pilně pozorováno četnými zkušenými astronomy. V Denveru pozorovali Watson<sup>1)</sup> a Swift; pozorovatelé ti věnovali něco času na vyhledání hypotetické planety a uzřeli skutečně nové předměty nebeské větší jasnosti, barvy červené, podoby terčovitě. Ch. F. A. Peters dokázal na základě pečlivé diskusse, že pozorované objekty byly přec jen stálíci:  $\xi$  a  $\eta$  Cancri. Jiná úplná zatmění vedla k výsledkům záporným. Oppolzer<sup>2)</sup> vypočítal dokonce elementy domnělého „Vulkana“, jak se od r. 1860 domnělá oběžnice nazývala; elementy vysvětlují dobře osm přechodů pozorovaných úkazů před sluncem. Doba oběhu neobnášela by ani 16 dní. Vira v takovouto oběžnici byla však zlomena prací Petersovou.

Snad se nalézá uvnitř Merkurovy dráhy věnec asteroid podobný onomu, jenž dělí dráhu Marsovu od Jupiterovy. Závise-li pohyb přísluní Merkurova na působení skupiny takovýchto planetoid, pak musí býti tyto tak malými, že jich nelze viděti při přechodech před slunce; počet jich musí býti proto ohromný (snad tisíce až desetitisíce), aby jich

1) Watson James nar. r. 1838 v Elginu v Kanadě, nabyl výborného vzdělání universitního v Michigannu, stal se r. 1857 asistentem hvězdárny v Ann Arboru, od r. 1863 až do r. 1879 byl pak ředitelem ústavu toho a professorem astronomie na universitě; posléze byl ředitelem hvězdárny „Washburn Observatory“ v Madisonu (Wisconsin), kdež r. 1880 zemřel. Watson objevil v období 1857—1878 26 planetoid. Jako spisovatel vynikl výbornou učebnicí theoretické astronomie: „Theoretical Astronomy.“ Philadelphia 1868.

2) von Oppolzer, Theodor nar. r. 1841 v Praze, syn vynikajícího pathologa Jana von Oppolzer, studoval ve Vídni dle přání otceva medicínu a vedle toho zabýval se s velikou láskou studiem matematiky a astronomie. R. 1864 promoval O. jako doktor medicíny a pěstoval pak na své hvězdárně výhradně astronomii. Od r. 1866 učil na Vídeňské universitě, od r. 1875 jako řádný professor astronomie. Práce jeho týkají se hlavně theorie vypočtení drah planet a komet; výsledky prací těch jsou složeny v obsažném díle: „Lehrbuch der Bahnbestimmung der Planeten und Cometen.“ (2 díly). R. 1873 převzal O. provedení astr. prací v Rakousku, nutných pro evropské měření stupňové. Obdivuhodné jest dále jeho veliké dílo: „Canon der Finsternisse“, jež obsahuje elementy všech zatmění slunce a měsíce pro dobu od r. 1500 před Kr. až do r. 2000 po Kr. Velmi cenné theoretické práce o perturbacích, hlavně měsíce našeho, zůstaly za příčinou předčasné smrti autorovy (r. 1886) bohužel nedokončeny.

celistvá hmota byla tři až čtyřikrát větší hmoty Merkurovy; snad se může skupina oběžníků těch jevití jako útvar mračnovitý. Takovouto hmotu mračnovitou tvoří světlo zvířetníkové. Nastává tedy otázka: může toto světlo způsobiti pohyb přísluní Merkurova? *Nepohybuje-li se takováto mračnovitá skupina oběžníků přibližně v dráze Merkurově, pak musí netoliko přísluní, nýbrž i uzel dráhy Merkurovy měniti. Takový pohyb uzlu se však nepozoroval. Musí se tedy skupina hypotetických oběžnic pohybovati přibližně v dráze Merkurově. Dráha Merkurova jest nakloněna o 7 stupňů k ekliptice, světlo zvířetníkové má však nepatrný sklon k ekliptice. Světlo zodiakální nemůže proto vysvětliti pozorovaný pohyb přísluní Merkurova.*



#### IV. Venuše.

*Venuše* (Krásopaní, ♀) pohybuje se asi uprostřed drah Merkura a země v průměrné vzdálenosti 108 mill. *km* kolem slunce. Dráha *Venuše* jest téměř kruhovitá. *Venuše* jest téměř stejně velikosti jako země, snad asi o 100 *km* v průměru menší. V největší elongaci 45° jest ji viděti při východní elongaci večer na západu a při západní elongaci ráno na východu. V době největšího lesku jest i za dne viditelná, známe-li její posici. Dalekohledem jest viděti průměr a fase. Již Galilei poznal r. 1610 fase *Venušiny*. V hořejší konjunkci (za sluncem) jest 256 mill. *km* od nás vzdálena (10'' v průměru). V dolejší konjunkci (nejblíže země [60'' v průměru]) jest neviditelnou. Největší lesk má mezi elongací a dolejší konjunkci (blíže této), jest pak 900krát slabší než úplněk.

Měna světlosti *Venuše* závisí na měně vzdálenosti planety od země a na měně fase. První příčina podmiňuje mezi hořejší a dolejší konjunkci planety stále přibývání, druhá příčina pak stále ubývání světlosti (jasnosti). Největší lesk planety nastane tedy pak, kdy oboje působení se vzájemně ruší. Bezvadné praktické řešení úlohy té nebylo až do nedávné doby pro nedostatek dostatečného materialu pozorovacího možné. Nezbyvalo tudíž než řešiti úlohu theoreticky; poněvadž však nebyl přesně znám zákon, jenž měl



vyjadřovati závislost světlosti na fasi, rozcházel se výsledky dle upotřebeného zákona (Halleyova, Lambertova, Brewin-kerova neb Seeligerova). Teprve dlouholetá fotometrická pozorování Venuše, jež konal G. Müller v Postupimi, podala prostředky k praktickému řešení uvedené zajímavé otázky. Müller odvodil empirický vzorec <sup>1)</sup> pro jasnost ( $h$ ) Venuše ve fotometrických jednotkách. Poměr dvou po sobě sledujících tříd hvězd (viz později) byl stanoven 2·512, jasnost hvězdy polární ( $\alpha$  Ursae minoris) byla stanovena 2·15 tříd; v systému tom jest  $\alpha$  Aquilae hvězda 1. třídy,  $\alpha$  Bootis hvězda třídy Oté,  $\alpha$  Canis majoris hvězda třídy — 1. (minus první) a poněvadž jest Venuše v mezích pozorovaného intervallu fase stále jasnější než  $\alpha$  Canis majoris, jest jasnost Venušina vyjádřená v třídách vždy negativní (zápornou). Ze vzorce plyne pro případy:

	úhel fase	počet dnů před aneb po dolejší konjunkci	největší lesk
1. Země v přísluní, Venuše v odsluní	120° 8'	32·5	— 4·55
2. Země v přísluní, Venuše v střední vzdálenosti	119 43	33·4	— 4·40
3. Země v přísluní, Venuše v přísluní	119 16	34·3	— 4·38
4. Země v střední vzdálenosti, Venuše v odsluní	119 4	34·7	— 4·30
5. Země v střední vzdálenosti, Venuše v střední vzdálenosti	118 37	35·6	— 4·28
6. Země v střední vzdálenosti, Venuše v přísluní	118 10	36·5	— 4·27
7. Země v odsluní, Venuše v odsluní	117 59	37·0	— 4·19
8. Země v odsluní, Venuše v střední vzdálenosti	117 31	37·9	— 4·18
9. Země v odsluní, Venuše v přísluní	117 4	38·8	— 4·16

(G. Müller. Über den grössten Glanz der Venus. Astron. Nachrichten No. 3162.)

Dle Zöllnera a Seidela jest Venuše v průměru 40krát jasnější než hvězda 1. velikosti Capella. Albedo Venuše

<sup>1)</sup>  $h = -4·707 + 0·01322 \alpha + 0·0000004247 \alpha^2 - 5 \lg r_0 + 5 \lg r + 5 \lg \Delta$ , kdež značí  $h$  příslušnou jasnost Venuše,  $\alpha$  úhel fase (úhel to při planetě v trojúhelníku: „slunce — Venuše — země“),  $r$  a  $\Delta$  jsou vzdálenosti planety od slunce a země a  $r_0$  jest střední vzdálenost planety od země.

0·6 rovná se albedu planety Jupitera. Albedo (bělost) označuje větší neb menší schopnost látek odrážeti paprsky světelné kolmo na ně dopadající. Schopnost ona vyjadřuje se číslem pro poměr světla odraženého ke světlu původně dopadajícímu. Poněvadž žádné těleso neodráží všechno světlo, jež na ně dopadlo, jest číslo albeda vždy pravý zlomek, jehož číselník udává množství světla odraženého a jmenovatel celé množství světla dopadajícího. Udá-li se, že albedo Venuše jest 0·6, znamená to, že Venuše odráží jen 6 desetin (60%) všeho světla, jež na ni dopadlo. Ke srovnání připojena jsou albeda dle Zöllnera pro látky: čerstvě padlý sníh 0·78, bílý papír 0·7, bílý pískovec 0·24, slín 0·16, porfyr křemenitý 0·11, ornice (vlhká) 0·08, tmavošedý syenit 0·078, rtuť 0·05, sklo 0·04, obsidian 0·03, voda 0·02. Zöllner rozšířil pojem albeda i na paprsky tepelné a chemické. Bílým se jeví těleso, jehož povrch odráží v témž poměru paprsky všech barev; u bílého tělesa jest albedo nezávislé na lomivosti. Albedo záleží hlavně na jakosti povrchu. U oběžnic lišíme albedo zdánlivé od albeda pravého. Zdánlivé albedo jest to, jež obdržíme, představíme-li si oběžnici co stejnoměrnou kouli s povrchem, jenž se srovnává s představou o ideálním (theoretickém) povrchu. Skutečné albedo obdržíme, uvažujeme-li skutečný povrch oběžnice se všemi nerovnostmi a fyzikálními vlastnostmi jeho. Skutečný povrch oběžnic neznáme, proto se musíme spokojiti známosti zdánlivého albeda.

Veškerí pozorovatelé se shodují v tom, že má Venuše hustou atmosféru, dvakrát hustší než jest ovzduší naší země. Vidmo Venuše se málo liší od vidma slunečního, několik málo slabých pruhů absorpčních se mimo to vyskytuje.

Průměr Venuše byl velmi často určován. Nejlepší měření Hartwigo va pomocí dvojobrazového mikrometru udávají 17·552" pro jednotku vzdálenosti, t. j. vzdálenost, jež se rovná střední vzdálenosti země od slunce. Měření Venuše před kotoučem slunečním, při přechodech Venuše přes slunce, kdy Venuše se jeví jako tmavý terč, podávají daleko menší hodnotu. Venuše jeví se tedy před sluncem menší, než když se pozoruje jako světlá hvězda na tmavém nebi. Vliv irradiace nepostačuje vysvětliti rozdíl ten; nezbyvá tudíž než přičítati rozdíl průměru vlivu ovzduší Venuše, jež odchyluje paprsky sluneční od jich přímočaré dráhy. Hustota Venuše se rovná 4·49, tedy asi 0·8 hustoty země. Z toho

se soudí, že existuje ovzduší Venuše naplněné produkty kondensace, jež zahluje právě hmotné jádro. Domněnka ta nabývá opory i v okolnosti, že nebyly nikdy na Venuši pozorovány ostře ohraničené útvary (formace), jak je skytá Mars a jak by je i země podávala. Na Venuši pozorují se jen občas některá tmavá neb světlejší místa, obrysů neurčitých, původu nejspíše atmosférického. Okolnost ta způsobuje, že se sotva podaří přímým pozorováním určit přesně dobu rotace planety a polohu její osy. Návrh řešiti úlohu tu pomocí spektroskopu jest proto velmi povážlivý.

Poměr hmoty Venuše ku hmotě slunce se rovná  $\frac{1}{408968 + 1874}$ . Hodnota ta se určila jen způsobem nepřímým; neboť nenalezl se posud žádný měsíc Venušin.

Po 200 let studovala se otázka rotace Venuše. První zkoumal ji Jan Dominik Cassini<sup>1)</sup> již co professor v Bologni dalekohledem Campaniho. Marně hledal temné skvrny podobné skvrnám na Marsu a Jupiteru, jen v 8 dnech r. 1666 a 1667 shledal blíže meze světelné malou plochu jasnější než okolí a dostatečně omezenou, by mohl souditi o poloze a pohybu jejím. Cassini z pozorování těch nemohl usouditi rotaci a velmi rezervovaně se vyjá-

---

<sup>1)</sup> Cassini, Giovanni Domenico nar. r. 1625 v Perinaldo u Nizy, studoval na universitě Bolognské, kdež r. 1650 se stal professorem matematiky a astronomie a pozoroval zde na soukromé hvězdárně hraběte Malvasia, s nímž společně vydal r. 1662 nové tabulky a ephemeridy slunce. C. byl pak povolán za vrchního intendanta opevnění urbínských, při tom pilně pěstoval astronomii. U Jupitera nalezl sploštění, určil dobu rotace Jupiterovy, pozoroval trabynty Jupiterovy a stanovil jejich oběhy. R. 1666 určil dobu rotace Marsovy, potom pozoroval pilně Venuši a veškeré vlasatice tehdejší doby. R. 1669 byl jmenován členem akademie věd v Paříži a ředitelem nové hvězdárny, vystavené v letech 1667—72. Ludvík XIV. zakoupil v Itálii pro Cassiniho dalekohledy ohromných rozměrů a jimi objevil C. 4 nové trabynty Saturnovy. C. byl výtečným pozorovatelem, celkem však slabým theoretikem. O správnosti Newtonovy theorie gravitace pochyboval. C-m povznela se Francie na první místo ve vědě, již C. vychoval celou řadu výborných astronomů. V 76. roce věku svého pokračoval ve stupňovém měření počatém Picardem, v jižní Francii až k Pyrenejím. C. studoval též pilně světlo zodiakální. R. 1683 vzdal se řízení hvězdárny a poslední léta života téměř úplně oslepl, zemřel r. 1712.

dlruje, že Venuše se snad otáčí v době menší jednoho dne; je-li to úplná rotace neb librace, nemohl Cassini dokázati.

Jest chybné přepisovati mu dobu rotace 23 h. 20 m., tato byla navržena 70 let později synem Jakubem Cassinim. Pohyby jasné skvrny neb skvrn, pozorované D. Cassinim, jsou v souvislosti spíše s mezi světelnou než s nějakou osou otáčecí.

Není-li Venuše daleko vzdálena od největší elongace, kdy její terč jest na polo osvětlen, jest přechod jasných částí v část tmavou pomenáhlý; toto ubývání světla neřídí se přesně fotometrickými zákony, nýbrž místy se pozoruje v jistých bodech vynikající jasnost neb temnost. Tím vzniká dojem neurčitých skvrn a tmavých kontur, střídajících se s jasnými místy. Tyto stíny nejsou stejně viditelné, nejeví se stejně ve dne nebo v noci a mění se se silou dalekohledu. Celkem jeví se nejasně, nelze je ostře omeziti neb jich velikost a podobu stanoviti.

Směleji užil těchto měnivých stínů k určení rotace Frant. Bianchini. Týž pozoroval dalekohledy Campaniho (20—22 metrů ohniskové délky) v Římě a Albani r. 1726 a 1727 a domníval se, že stíny zachovávají stálost podoby a pravidelnou změnu polohy, a sestavil docela i mapu těchto stínů neb skvrn a označil je jmény podobně jako Riccioli pojmenoval skvrny měsíce. Bianchini tvrdil, že tyto skvrny se pohybují podél meze světelné (asi  $15^{\circ}$  v rovníku) a z pohybů těch soudil na rotaci 24 dní a 8 hodin, dále že jest rovník  $75^{\circ}$  k ekliptice nakloněn a výstupný uzel že leží v  $50^{\circ}$  délky. Bianchini složil pozorování ta v díle: „*Hesperii et Phosphori nova Phaenomena*, Roma 1728.“ Bianchini pozoroval za soumraku, pozorováním za dne nedůvěřoval.

Uváží-li se, že Bianchini sám praví, že skvrny Venuše v dalekohledu se nejeví tak určitě jako skvrny měsíce pouhým okem, nahlédne se, že lze snadno skvrny zaměnití, nebo jedno a totéž pozorování různě vykládati. Stejnost podoby a neurčitost jich obrysů způsobují mnohé pochybnosti a těžko jest věriti, že Bianchini vždy jistě skvrny správně rozlišoval. Bianchini ve svých výkresech označuje skvrny jako kupy kulatých stínů, jež na mezi světelné lpí. Bianchini nikdy celého obvodu skvrny neviděl, nikdy dále od meze světelné uprostřed terče skvrn nehledal.

R. 1729 snažil se Jakub Cassini<sup>1)</sup> v Paříži pozorovati skvrny Venuše objektivem Hartsoekerovým, 37 metrů ohniskové vzdálenosti a dalekohledem Campaniho, 27 metrů ohniskové vzdálenosti. Ani on ani Maraldi<sup>2)</sup> při nejlepších okolnostech ničeho neshledali. Za to se snažil Cassini pozorování otcova z r. 1667 spojití s výsledky pozorování Bianchiniho. Jedné rotaci Bianchiniho ve 24 dnech dle J. Cassiniho musí se přidati 24 celých rotací, takže doba jedné rotace by obnášela 23 hodin 22 min. Již Bianchini sám uznával možnost takovéto interpretace svých pozorování.

Dle výkresů Bianchiniho nevyhovuje však perioda Cassiniho pozorováním Bianchiniho, jen perioda, již Bianchini sám udává, vyhovuje jeho pozorováním, nevyhovuje však zase pozorováním D. Cassiniho.

Po roce 1732 nevyskytuje se žádná práce o rotaci Venuše. Marně pokoušel se r. 1777 studovati rotaci Venuše W. Herschel svými nejlepšími dalekohledy. R. 1780 viděl na mezi světelné několik mlhavých stínů, nemohl však ničeho s jistotou o pohybu jich souditi.

R. 1779 počal Jan Jeronym Schröter v Lilienthalu pozorovati Venuši a podal r. 1792 akademii v Erfurtu o tom své první pojednání. Schröter našel za dobu otáčení 23 h. 21 m. 19 s. Později podal nová data a vše složil v díle „Aphroditographische Fragmente zur genauen Kenntniss des

<sup>1)</sup> Cassini Jacques nar. r. 1677, dlouhá léta pomocník otcův, po jeho smrti ředitel hvězdárny, člen akademie pařížské, velmi činný jako pozorovatel. Pojednání (asi 150) obsažena jsou ve spisech akademie. Získal si veliké zásluhy o geodésii, hlavně pak měření franc. Zkoumal první po Halley-ovi vlastní pohyb hvězd. Ze spisů uvádíme: „Tables astronomiques du soleil, de la lune, des planètes, des étoiles, et des satellites“ (Paříž 1740). Zemřel r. 1756. Jeho syn Cassini de Thury César François nar. r. 1714 získal si veliké zásluhy o mapu Francie; r. 1736 stal se členem akademie a po smrti otcově ředitelem hvězdárny pařížské. Zemřel r. 1784. Jeho syn Cassini de Thury Jacques Dominigue nar. r. 1748 konal důležitá pozorování astronomická, zdokonalil a dokončil mapu Francie a po smrti otcově řídil hvězdárnu pařížskou. R. 1793 uvržen do žaláře, ale následujícího roku propuštěn, i odebral se na statek Thury, kde r. 1845 zemřel. Sepsal dějiny hvězdárny pařížské a dějiny svých předků v „Mémoires pour servir à l'histoire des sciences.“ Paříž 1810.

<sup>2)</sup> Maraldi, Giacomo Filippo nar. 1665 v Perinaldo u Nizy, příbuzný a vědecký pomocník G. Dom. Cassiniho, člen akademie, pilný pozorovatel a spisovatel. Zemřel r. 1729 v Paříži. Rovněž velmi činným na poli astronomie byl bratranec Giov. Domenico Maraldi (nar. r. 1709, zemř. r. 1788).



Planeten Venus. Helmstedt 1796.“ Změny v podobě a ostrosti rohů Venuše, jež Schröter pozoroval, nemohly se díti dle Schrötera, jestli rotace by obnášela několik dní, opakovalyť se v témž pořádku ode dne ke dni v intervalech 24 hod. — Proti důsledkům těm lze činiti tyto námitky: 1. V husté atmosféře Venuše (dle uznání všech astronomů) mohou nastati změny podobné co do intensity i rychlosti změnám atmosféry zemské a snad větší než u nás a neodvislé od vsí rotace. 2. Schröter změny ty vždy za soumraku viděl, avšak přechod denního světla ve tmu noci působí na viditelnost slabých detailů a způsobuje z d a n l i v é změny vzhledu planety. 3. Rychlé změny ve výši Venuše nad obzorem a tím různosti průhlednosti atmosféry působí na vlastnosti teleskopického obrazu. 4. Parallelismus změn po 24 hodinách souvisí s parallelismem stejného stupně osvětlené oblohy při podobných výších.

Beer a Mädler pozorovali r. 1833—36 pilně Venuši, nemohli však ničeho usouditi o rotaci její. Několik roků později (1839—42) seznal de Vico v Římě dříve od Bianchinio pozorované stíny a skvrny opět a odvodil z nich jako rotaci 23 h. 21 m. 23 s. (až na  $\frac{1}{1000}$  sek. přesně), upotřebiv při tom dvou starých výkresů Bianchinioho a položiv za základ přibližnou rotaci Schröterovu. De Vico sám praví, že se zřídka nalezne známka, aby jeden stín se rozeznal od druhého bez pomoci přibližné doby rotace. De Vico pozoroval refraktorem Cauchoixe.

Co se polohy polu Venuše týče, usoudil de Vico z měření malé skvrny (17. pros. 1839 k poledni), jež popisovala přímkou, že rovněk tehdy se nalezal v zornici ku pozorovateli na straně uzlu výstupného.

Proti výsledkům de Vicovým namítá Schiaparelli: 1. rotace de Vicova jest chybná, de Vico pokládá za základ Schröterovu rotaci pro svá pozorování, musí tudíž opět s malou změnou plynouti z pozorování hodnota podobná; 2. poloha osy Venuše vyhovuje jen jedné části pozorování; 3. mapa Bianchinioho jest v odporu s rotací 23 h. 21 m. a jest tudíž chybné tvrzení, že de Vico a Palomba ji v letech 1839—42 za dokonale verifikovanou pokládali.

De Vico a Palomba v Římě byli poslední, již viděli skvrny Bianchinioho otáčeti se v periodě Cassinioho. Od té doby uplynulo 50 let, pozorovatelů přibýlo, stroje se zlepšily, a posud nikdo neviděl skvrn těch.

Koncem r. 1877 a začátkem r. 1878 pozorovali mnozí pozorovatelé na Venuši několik jasnějších skvrn a Schiaparelli mu podařila se řada pozorování těchto skvrn. Schiaparelli počal pozorování svá 5. listopadu 1877, měsíc před největší východní elongací, a pokračoval v pozorováních těch do 7. února 1878. Schiaparelli zhotovil 100 výkresů povrchu Venušina pomocí 8palcového dalekohledu při zvětšení 210 až 322. Od 5. listopadu do 7. prosince 1877 viděl Schiaparelli jen neurčité stíny podobné těm, jež viděl Bianchini a de Vico a nemohl z nich ničeho usouditi.

Skvrny Venuše zdají se býti přechodními útvary, ne pevnými částmi povrchu planety, povahou jsou snad atmosférického (analogu povrchu slunce a Jupitera).

V prosinci 1813 a v lednu 1814 pozoroval Gruithuisen v Mnichově Venuši v době největší východní elongace; jižní roh ukazoval jasnější krajinu, jež se dělila na 2 jasné skvrny a celek se jevil rozlišen od ostatní části Venuše tmavou krajinou. Gruithuisen soudil z nepohyblivosti úkazu, že osa rotace prochází touto částí; k témuž výsledku dospěl též později Trouvelot na základě podobných úkazů.

Vogel a Lohse pozorovali r. 1871 v Bothkampu Venuši refraktorem Schröderovým a dospěli výsledků: 1. nezměnitelnosti vzhledu Venuše při pozorování po 5 až 6 hod.; 2. velmi malých neb žádných změn při pozorování ve 2 neb 3 sledujících dnech; 3. pomalých ale viditelných změn v delších obdobích. R. 1881 pozoroval Dening Venuši a i pozorování tohoto podporují náhledy Schiaparelliho.

Diskuse všech starších pozorování a novějších studií povrchu Venušina vedla Schiaparelliho k vyslovení těchto výsledků: 1. Rotace Venuše jest velmi pomalá, tak že poloha skvrn k mezi světelné se nemění během měsíce. Z málo pozorování ostřejších skvrn plyne doba rotace 224.7 dnů rovná siderickému oběhu Venuše kolem osy téměř kolmé k rovině dráhy. 2. Periody v mezích 6 a 9 měsíců jsou s pozorováními ještě srovnatelný. Pro směr osy jest úchylka  $10^0$  až  $15^0$  od normály ke dráze ještě možná. 3. Rotace málo se lišící od 24 hodin jsou úplně vyloučeny; pozorování D. Cassiniho lépe se vysvětlují rotací 224.7 dnů než rotací 24 h. Rotace 23 h. 21 m. (aneb 23 h. 22 m.), kterou Jakub Cassini navrhl a Schröter a De Vico z pozorování usoudili, jest výsledkem omylů a chybných úsudků. 4. Pozorování Bianchiniho spočívala na špatně omezených stínech

Bianchini sbledal však také, že tyto neurčité stíny se velmi málo mění. 5. V jižních krajinách vyskytují se občas útvary ostře omezených, jasných a tmavých skvrn. 6. Důležité jest také studium určitých, velmi malých, jasných, kulatých a ostře omezených skvrn, jež bývají omezeny aneb po straně pokryty intenzivním stínem a jež po dvou se objevují na různých částech planety, nejvíce pak na blízku světelné meze, a jež jen málo dní potrvají.

V Nizze pozoroval Perrotin (od 15 května 1890 — tři měsíce po konjunkci — až do 4. října) Venuši v 71 dnech a zhotovil 61 výkresů. Ze studií těchto plynuly výsledky: 1. rotace planety jest velmi pomalá, relativní poloha skvrn ku hranici světelné zůstává nezměněnou; 2. doba rotace se liší od doby oběhu na nejvýš o 30 dnů (leží mezi 195 a 225 dny); 3. osa otáčecí stojí téměř kolmo k rovině dráhy (nelíší se o  $15^0$ ).

Mnozí pozorovatelé popírají důsledky Schiaparelliho a přidržují se doby rotace, jak ji udal de Vico (23 h. 21 m. 23 s.). Hlavně belgičtí astronomové Niesten a Stuyvaert na základě studia povrchu Venušina pokládají tmavé skvrny na Venuši, jež se občas pozorují, za části pevného povrchu oběžnice a těmto nejlépe vyhovuje perioda de Vico va; malé, kulaté a jasné skvrny, jež se často jeví blíže meze světelné na různých místech, neřídí se ani periodou de Vicovou ani periodou Schiaparelliho.

Pilný pozorovatel planet Trouvelot rovněž se nersrovnává s výsledky Schiaparelliho, považuje de Vicovu hodnotu rotace Venuše za téměř přesnou. Rovník Venušin jest dle tohoto badatele nakloněn  $10$  až  $12^0$  ke dráze Venušině, délka uzlu výstupného obnáší  $2^0$ . Krajiny polární mají velmi vysoké hory, jež převyšují hustou a hlubokou atmosféru oběžnice. Tím by se daly vysvětliti častěji pozorované nepravidelnosti na rohových koncích Venuše, když se jeví ve tvaru srpů. Loh se má za to, že jest Venuše obklopena jednotvárným obalem mračnovitým bez mezer, tak že nepodává pozorovateli žádné vyhlídky ku poznání pravé fysické koule Venušiny.

Venuše se jeví na blízku dolejšť konjunkce jako velmi úzký srp, jehož šířka se stále zmenšuje a v okamžiku zmiizení zase na druhé straně se již viditelnou stává. Při hmotné neprůhledné kouli musí konce rohů vždy diametrálně proti sobě ležeti, jak tomu jest u našeho měsíce. Při kouli ob-

klopené plynným obalem, světlo lomícím, vznikají úkazy soumrakové, podobné úkazům soumraku na naší zemi. Celkem jest proto vždy více než polovice koule osvětlena, mez stínová, t. j. čára dělící část denní a část noční planety, nepostupuje tu ostře, nýbrž jest více méně rozmazána. Při pozorování úkazu toho se strany, kdy planeta se jeví jako srp, možno proto zřítí prodloužení konců rohů, jež při velmi silné řasí může vésti ke spojení obou konců tak, že pak úzký kroužek světelný celý kotouč objímá. Úkaz ten vzbuzuje velmi snadno dojem, jakoby celá noční strana planety byla slabě osvětlena

Prodloužení konců rohů poblíže dolejší konjunkce Venuše až do 270 stupňů, ba i do úplného spojení, bylo častěji pozorováno a pozorování těch se hledělo užítí k určení lomivé síly Venušina ovzduší. Zjev takový pozoroval nejprve Dav. Rittenhouse ve Philadelphii při přechodu Venuše před sluncem r. 1769. Jakmile Venuše vstoupila asi z polovice na kotouč sluneční ve tvaru polokružové černé skvrny, zjevila se část okraje, jenž ležel mimo kotouč sluneční, osvětlenou, takže byl viděn celý obrys planety. R. 1849 shledal Mädler, že se osvětlená část srpů Venušina rozkládá přes polovici kotouče. Planeta byla tehdy poblíže své dolejší konjunkce. Mädler vypočetl z toho, že lomivá síla ovzduší Venušina se rovná 44' (u země jest jen 35'), že jest tedy Venuše obklopena atmosférou hustší ovzduší naší země. V prosinci r. 1866 pozoroval Lyman v New Havenu (v Americe) podobný úkaz a odvodil ze svých měření vzdálenosti rážků Venušinych za horizontální refrakci Venuše hodnotu 45'. Neison redukoval znova a přesněji výpočet Mädlerův a Lymanův a našel dokonce 54·7' za nejpravděpodobnější hodnotu horizontální refrakce na Venuši. Dle toho jest ovzduší Venušino skoro dvakrát tak husté jako ovzduší pozemské. Zjevy pozorované nenalezly až do r. 1874 povšimnutí, jakého zasluhovaly; následek toho byl, že byli mnozí pozorovatelé přechodu Venušina před sluncem r. 1874 překvapeni, shledávše, že byla Venuše poznána v celém obrysu i na straně mimo slunce se nalézající pomoci jemného světelného kroužku, jakmile vstoupila část Venuše před kotouč sluneční. Mnohý pozorovatel považoval za doby vnitřního doteku při výstupu planety tuto světelnou obrubu za paprsek sluneční a ztratil takto očekávaný okamžik vnitřního doteku.

Jako za jasného večera v době mezi novým měsícem

a první čtvrti jest viděti neosvětlenou (tmavou) část měsíce, tak i tmavá strana Venušina byla častěji viděna slabě osvětlena. Při měsíci se tmavá část stává viditelnou odraženým světlem od země; pro Venuši není zemské světlo dostatečně silné, aby učinilo tmavou její část viditelnou. Proto dlužno pozorovaný úkaz jinak vysvětliti. Někteří astronomové přičítají úkaz světélkování (fosforescenci) povrchu planety, jiní úkazu podobnému naší severní záři aneb elektrickému světlu. Nejspíše není úkaz ten objektivní, nýbrž jest výsledkem optického klamu posud nevysvětleného původu. Výkladu tomu nasvědčuje okolnost, že úkaz jmenovaný se buď skoro vždy za dne aneb za jasného soumraku jeví; zřídka kdy byl úkaz viděn za tmy. Jest podivno, že se snáze vidí takovéto slabé světlo ve dne, kdežto by se očekávati dalo, že světélkování viditelné v noci musí mizeti při denním světle nebes. Také Vogel a Lohse viděli r. 1871 v Bothkampu slabé světlo to v různých dnech, avšak světlo to se nešířilo přes celou část noční, nýbrž dalo se pozorovati pouze jen na vzdálenost  $30^0$  až  $40^0$  od meze osvětlení. Snad jest světlo to zvláštním úkazem soumraku, jenž vzniká ve velmi hustém ovzduší Venušině.

Professor Vojtěch Šafařík zpracoval kriticky pozorování viditelnosti tmavé části Venušiny v pojednání: „Über die Sichtbarkeit der dunklen Halbkugel des Planeten Venus“ (ve zprávách České Společnosti Nauk v Praze r. 1875). —

O přechodech Venuše před sluncem a jich důležitosti pro určení parallaxy sluneční bylo jednáno na str. 248 et seq.

Venuši se přičítala družice. R. 1672 a 1686 viděl D. Cassini poblíže Venuše slabou hvězdičku, jež ukazovala fáse jako Venuše. Cassini myslil, že objevil takto měsíc Venušin. Podobný předmět viděl Short (v Anglii) 23. října 1740; průměr předmětu toho se rovnal  $\frac{1}{3}$  průměru Venuše a ukazoval zase podobné fáse jako Venuše. Totéž pozorovali různí pozorovatelé v letech 1760—1764. Lambert dokonce vypočítal na základě všech sebraných pozorování dráhu domnělé družice. Dráha ta vyžadovala však pro hmotu Venuše desetkrát větší hodnoty než Venuše skutečně má. Od té doby uplynulo více než sto let, Venuše byla stále předmětem bedlivého studia zdokonalenými prostředky pozorovacími, a ku podivu, měsíc Venušin nebyl již spatřen. Kterak se mohli klamati pozorovatelé, kteří domnělý měsíc viděli, nelze nyní již zjistiti. Ovšem lze



s velkou pravděpodobností říci, že pozorovatelé ti se mylili nepravými obrazy, jak je i nyní dobré dalekohledy při světlych předmětech ukazují. Nepravé obrazy ty způsobuje světlo, jež se odrazí od rohovky oka k nejbližšímu povrchu okularu a odtud opět zpět k oku, aneb vznikají takové obrazy odrazem světla mezi povrchy různých čoček okularu. I nesprávné justování (zařízení) čoček okularových má v zápětí vznik klamných obrazů, jež často na okamžik i zkušeného pozorovatele mylí. Tak ukazuje jeden okular velkého refraktoru Washingtonského při Uranu a Neptunu malého krásného satellita, stojí-li obraz planety v prostřed pole dalekohledu; jakmile se však pohne dalekohledem, ihned klamný obraz ten zmizí. Při obyčejných dalekohledech achromatických vznikají nepravé obrazy ve všech bodech kolem světlych předmětů vždy, nejsou-li čočky okularové, při nichž vnitřní zakřivení čoček jest stejné, všude v úplně stejné vzdálenosti. I jest první úlohou nastávajícího pozorovatele, naučiti se rozlišovati obrazy pravé od klamných.

Jest velice pravděpodobno, že dřívější pozorované úkazy měsíce Venušina měly příčinu v některé, byť i malé, nesprávnosti dalekohledu, jež způsobovala klamné obrazy.

Celkem byl domnělý měsíc Venušin viděn jednotlivými pozorovateli 33krát. P. Stroobant<sup>1)</sup> diskutoval celý pozorovací material na základě původních zpráv a dokázal, že ve většině případů byla domnělým měsícem stálice, jež za doby pozorování stála blízko Venuše.

Nejpřesnější elementy Venuše a jich sekulární změny určil G. W. Hill (Hill, Tables of Venus, Washington, 1872). Pro epochu 1850 ledna 0<sup>teho</sup>, 0<sup>h</sup> středního času Washingtonského jest:

Střední délka:

$$244^{\circ} 18' 18.32'' + 2106691.6218'' \quad t + 0.000113 \quad t^2$$

délka přísluní:

$$129^{\circ} 27' 42.86'' + 50.0494'' \quad t - 0.000592 \quad t^2$$

délka výstupného uzlu:

$$75^{\circ} 19' 53.10'' + 32.5150'' \quad t + 0.000151 \quad t^2$$

sklon dráhy:

$$3^{\circ} 23' 31.01'' + 0.03814'' \quad t - 0.0000016 \quad t^2$$

výstřednost dráhy:

$$0.0068433 - 0.11132'' \quad t + 0.0000026 \quad t^2$$

<sup>1)</sup> Etude sur le Satellite énigmatique de Vénus. Par Paul Stroobant Bruxelles 1887.

## V. Země.

Země ( $\odot$ ) jest v pořadí vzdáleností od slunce oběžnici třetí a ve skupině čtyř planet slunci nejbližších největší planetou. Střední vzdálenost od slunce obnáší asi 149 mill. km aneb přibližně 20 mill. zeměpisných mil. Začátkem ledna jest vzdálenost Země o 2 mill. km menší a začátkem července o tolik větší než ve střední vzdálenosti.

*O tvaru a velikosti země.* Kdyby se země neotáčela kolem své osy, pak by všeobecná přitažlivost všech částí zemských se snažila způsobiti přesně kulovitý tvar země; ovšem překážela by tomu soudržnost pevných částí, avšak aspoň povrch moře by ukazoval takovýto tvar kulovitý. Uvedeme-li kulovitou zemi v pohyb otáčecí kolem osy, pak vzniká síla odstředivá (centrifugální), jež se snaží částice od točen ke krajinám rovníkovým pošínovati; jestli síla odstředivá blíže točen velmi malá a přibývá jí se vzdáleností od osy až k rovníku, kde dosahuje největší hodnoty. Následek toho jest, že povrch zemský nabude tvaru sferoidického (tvaru rotačního ellipsoidu), jehož největší průměr leží v rovníku a nejmenší v ose. Výpočet ze známých rozměrů zemských a z doby rotace podává pro velikost síly odstředivé na rovníku hodnotu  $\frac{1}{100}$  tíže zemské. O tolik se tedy zmenšuje tíže zemská na rovníku. Kyvadlo kývá proto na rovníku pomaleji; hodiny kyvadlové, jež jsou správně regulovány pro krajinu vyšší zeměpisné šířky, na rovníku se opožďují. Výsledek ten stvrdila pozorování Richerova, jenž r. 1672, byv od francouzské akademie vyslán k pozorování Marse do Cayenny, shledal, že jeho hodiny, jež v Paříži správně šly, v Cayenně denně o 2 min. se opožďovaly.

Země se otáčející má tedy tvar sferoidický, jest na točnách sploštěna. Ovšem nemohl Newton, jenž učení to hájil, určití přesný tvar země, jaký se jeviti musí působením její vlastní přitažlivosti a síly odstředivé, vzbuzené rotací; Newton poznával jen, že poledníky se málo liší od ellips. Jest jasno, že se musí změnit i síla i velikost přitažlivosti na různých místech povrchu zemského, jakmile působením rotace se změní tvar země; změna síly a velikosti přitažlivosti podmiňuje zase změnu tvaru země. Teprve v předešlém století se rozřešil problem, určití tvar otáčející se hmoty tekuté; výsledek řešení byl, že

u tělesa takového jsou poledníky ellipsami, těleso že nabývá tvaru rotačního ellipsoidu. Tvar země se odchyluje od přesného ellipsoidu rotačního jednak proto, že se vyskytují veliké nepravidelnosti v hustotě vrstev povrchových, jednak také proto, že skutečný tvar země, jak jej stanoví měření stupňová, se vztahuje na pevnou koru zemskou se všemi jejími nepravidelnostmi a nikoliv na ideální případ tekutého povrchu.

Předpokládá-li se tvar země kulovitý, pak lze snadno určit velikost té koule. U koule se protínají veškeré tížnice ve středu koule; určí-li se část poledníku, ležící mezi tížnicemi dvou míst, pak lze z toho snadno odvodit celý obvod zeměkoule; tížnice obou míst tvoří určitý úhel středový, ustanoví-li se tedy, kolikrát tento úhel středový jest obsažen ve 360 stupních, bude zrovna tolikrát měřena část poledníku mezi tížnicemi volených míst obsažena v celém obvodu zemském. Jest tudíž třeba měřiti úhel mezi tížnicemi obou míst, což lze snadno vykonati měřením zenithových vzdáleností při vrcholení téže hvězdy, aneb určením polárních výšek obou míst. Rozdíl polárních výšek obou míst dává úhel tížnic ve středu zemském. Pak jest třeba změřiti délku části poledníku mezi oběma místy. Nalezená délka dělená rozdílem polárních výšek obou míst ve stupních udává pak délku jednoho stupně na zeměkouli. Délka ta násobena 360 dává pak obvod zeměkoule.

Již Chaldeové považovali zemi za kouli a zdá se, že se snažili velikost její měřením stanoviti. Staří Řekové udávali pak jako výsledek pozorování a počtu pro obvod zemský 30—40 myriad stadií.<sup>1)</sup>

První přesnější udání obvodu zemského založil na skutečném měření *Eratosthenes*<sup>2)</sup> (276—195 př. Kr.). Týž se dověděl, že v *Syenně*<sup>3)</sup> za doby nejdelšího dne se slunce zrcadlí v hluboké studni, že tedy slunce o poledni stojí v nadhlavníku toho místa; v Alexandrii ustanovil si pak přístrojem skaphe nejmenší zenithovou vzdálenost slunce asi  $\frac{1}{8}$  obvodu kruhového. Eratosthenes seznav z udání královských měřičů, že Alexandrie leží asi 5000 stadií severně

1) Stadium = 184·97 m; dle některých badatelů též stadium = 157·5 m (stadium Eratosthenovo).

2) Eratosthenes z Kyrene v Africe; slavný člen akademie Alexandrinské. Oslepnuv zemřel dobrovolnou smrtí hladem.

3) Nynější Assuan v boření Egyptě.

od Syeny, usoudil, že obvod zemský obnáší  $50 \times 5000 = 250.000$  stadií.

Způsobem podobným stanovil 200 let později Posidonius obvod zemský. Tyž shledal, že na Rhodu hvězda Canopus ( $\alpha$  Argus) sotva ještě vychází nad obzor, kdežto v Alexandrii, jež leží o 5000 (dle jiných o 3750) stadií jižněji, dostupuje již výšky  $\frac{1}{4}$  obvodu kruhového; z udání těch plyne v průměru pro obvod zemský asi 210.000 stadií.

První známé určení velikosti země, jež se opíralo o skutečné měření, vykonali kolem r. 827 v přední Asii na rozkaz chalifa Al m a m u n a<sup>1)</sup> astronomové Chalid ben Abdulmelik a Ali ben Isa. Výsledek práce jich byl, že 1 stupeň se rovná  $56\frac{2}{3}$  arabským milim. Škoda, že nelze s určitostí arabskou míli převést na naše nynější míry.

Jean Fernel popsal ve svém spise „Cosmotheoria, libros duos complexa, Parisiis 1528“ měření, jež prý sám vykonal. Bylo by to prvé skutečné měření vykonané na západě. Jest však velmi pravděpodobno, že Fernel vůbec ničeho neměřil, nýbrž pouze výsledek arabského měření stupňového libovolně převedl v geometrické kroky a že celé udání Fernelovo bylo vědeckým podvodem.

Novou methodu měření, jež až podnes jest jediné v užívání, navrhl Holanďan Willebrord Snellius.<sup>2)</sup> Methodu tu také prakticky provedl a popsal v díle: „Eratosthenes batavus de terrae ambitus vera quantitate. Lugduni Bat. 1617.“ Methoda ta, zvaná též methodou triangulační, spočívá v hlavních rysech v tomto: V krajině rovinné se vytyčí dlouhá přímá čára, basis, základna, a táž se přesně změří; potom se úhleměrem změří úhly, jež konce základny tvoří se směry ku vzdálenému, pevnému bodu

<sup>1)</sup> Al-Mamun (nar. r. 786, zemř. r. 833 po Kr.), chalíf Bagdádský, syn Haruna al Raschida, podporoval dle příkladu otceva velmi vše vědy, hlavně pak astronomii a geodesii. Za jeho vlády bylo provedeno měření stupňové v Mesopotamii. Spisy Aristotelovy, Euklidovy a Ptolemaeovy kázal A. přeložiti do arabštiny. Na hvězdárně vystavěné blíže Bagdadu se za jeho vlády pilně pozorovalo.

<sup>2)</sup> Snellius, Willebrord (Snell van Roijen) narodil se r. 1591 v Leidenu jako syn váženého professora matematiky Rudolfa S., v mládí mnoho cestoval: po smrti otce (1613) stal se téhož nástupcem. S. objevil zákon lomu, jenž se omylem připisoval po dlouhou dobu Cartesiovi, rozřešil první tak zvanou Pothenotovu úlohu geometrickou, navrhl a provedl triangulační methodu měření stupňového v Holandsku v letech 1615—1617. S. byl vůbec jako fysik i matematik velmi nadaným, vynalézavým a velmi činným. Zemřel r. 1626.

(věži, signalu atd.). V takto vzniklém trojúhelníku jsou známy jedna strana (základna) a dva přiléhající úhly: lze tudíž snadno trigonometricky určití obě druhé strany. Tyto strany (aneb jedna z nich) pak slouží jako nová stanoviště, z konců stran těch se změří úhly směřa k druhému pevnému bodu. Tím se obdrží druhý trojúhelník a způsobem tím se připojuje jeden trojúhelník k druhému. Pevné body volí se přibližně ve směru poledníku. Takto vzniká celý řetěz (sítě) trojúhelníků. Určením azimuthu základny (úhlu, jež základna svírá s polednikovým směrem) obdrží se počtem snadno též poloha ostatních bodů vzhledem k těmž poledníku. Z pevných bodů se vedou kolmice na poledník ten a určí se počtem délky jednotlivých takto vzniklých částí poledníku. Součet částí těch dává délku polednikového oblouku, obsaženého mezi kolmicemi nejsevernějšího a nejižnějšího bodu sítě. Určením polárních výšek bodů těch obdrží se úhel oblouku polednikového (rozdílem polárních výšek). Délka oblouku polednikového dělená amplitudou (příslušným středovým úhlem) dává pak průměrnou délku jednoho stupně.

Při tomto měření stupňovém dlužno vzíti ohled na různý sklon stran k obzoru, dále jest nutno všecky strany trojúhelníků převést na hladinu mořskou, jež působením tíže zemské tvoří plochu rovnovážnou jest prosta nepravidelností, jež způsobují nerovnosti pevnin. K redukcí na hladinu mořskou nutno určití výšku základny nad mořem (barometricky neb pomocí nivellement). Pro kontrolu měří se druhá základna volená na konci sítě; její konce jsou také pevné body, takže lze délku jich také z triangulace vypočísti.

Snellius měřil r. 1615 poledník mezi Alknarem a Bergenem a našel pro hodnotu 1 stupně délku 55021 toise.<sup>1)</sup> Později v zimě r. 1622 měřil Snell novou základnu a měřil znovu i úhly své dřívější sítě, dříve však, než mohl vypočísti znovu svou síť, zemřel v nejlepším věku (1626).

V prvé polovici 17. století vykonali měření stupňové dle metody staroarabské také Willem Blaeu a Richard Norwood. Také Kepler podal metodu určení stupňového, jež jest velmi duchaplná, ale v praxi se neosvědčila. Na dvou místech značného rozdílu výškového měří se vzájemné vzdálenosti zenithové, z čehož ihned plyne středový

<sup>1)</sup> 1 toise = 1.95 m.



úhel, jež tvoří tížnice míst těch. Pak se určí pomocí triangulace horizontální vzdálenost obou míst. Methody té použili Grimaldi a Riccioli r. 1645 a našli pro délku 1 stupně poledníku hodnotu 62650 tois. Práce ty však neobohatily valně vědomostí našich o velikosti země.

Spolehlivější udání o velikosti země podalo teprve měření, jež Jean Picard<sup>1)</sup> v letech 1669—70 dle metody Snelliovy ve Francii vykonal a ve svém díle „Mésure de la Terre, Paris 1671“ popsal. Výsledek důkladné práce té byl: délka 1 stupně poledníkového se rovná 57060 tois.

V době té ozývaly se již jednotlivé hlasy, jež popíraly kulovitý tvar země. Huygens a Newton soudili na základě fysikálních zákonů, že musí země působením rotace kolem osy míti tvar koule sploštěné na koncích osy a poloměr rovníkový musí býti delší než poloměr polární, průsek země točnami musí býti ellipsou, tvar země jest tedy rotační ellipsoid. V případě tom nedostačuje k vyšetření velikosti země měření stupňové na jediném místě, neboť stupně pak jsou k severu delší než k jihu.

K rozhodnutí otázky, zda země má tvar kulovitý čili nic, ustanovila se francouzská akademie na tom, že dá prodloužiti Picardovo měření na sever a na jih. Lahire měřil poledník severně od Amiensu až k Düukirchenu, Dominique a Jacques Cassini jižně od Paříže až ke Colliour na hranici španělské. Práce započaly r. 1643 a skončily po mnohých přestávkách teprve r. 1718. Výsledek byl tento:

Stupně byly rozdílné velikosti, velikosti stupně však nepřibývalo k severu, nýbrž právě naopak k jihu. Lahire našel totiž severně od Amiensu  $1^{\circ} = 56960$  tois, Cassini jižně od Paříže  $1^{\circ} = 57097$  tois. Dle měření toho byl tvar země podobný tělesu, jež vzniká rotací ellipsy kolem její velké osy, malá osa byla by průměrem rovníka. Kdežto Huygens a Newton považovali zemi za krátkoosý rotační ellipsoid

<sup>1)</sup> Picard Jean nar. r. 1620 v La Flèche v Anjou, nejprve kněz, žák Gassendiho, později téhož nástupce na Collège de France a jeden z prvních členů r. 1666 založené pařížské akademie věd, provedl první přesné měření stupňové ve Francii, při čemž použil první úhloměrů opatřených dalekohledy. Roku 1671 odebral se do Dánska k návštěvě tehdy již úplně zaniklé hvězdárny Uranienborg i vrátil se odtud s O. Roemerem do Paříže. Založil r. 1679 první francouzský astronomický ročník: „Connaissance des temps“. Provedl první s úspěchem pozorování poledníkově ve dne a stanovil chyby stroje poledníkového. P. náležel mezi nejlepší pozorovatele své doby.

(podobný tvaru oranže), dalo skutečné měření dlouhoosý ellipsoid rotační (podobný tvaru citronu). Huygens i Newton spoléhající na své theoretické výzkumy a jsouce ve svém mínění utvrzeni i pozorováním Richera, popírali správnost vykonaných měření. I vznikl tuhý vědecký spor o tvaru země mezi francouzskými a anglickými učenými, jenž utíchl, když se Francie odbodlala na návrh Jeana Théophyla Désaguliersa naříditi dvojce měření stupňová na dvou v šířce rozdílných místech. jedno v Peru a druhé v Laponsku. Bouguer a La Condamine se odebrali r. 1735 do Peru, Maupertuis<sup>1)</sup>, Clairaut, Camus, Lemonnier<sup>2)</sup>, Outhier a Celsius r. 1736 do Laponska. Maupertuis odvodil z měření svého pro zeměpisnou šířku  $66^{\circ} 20' 10''$  pro hodnotu jednoho stupně 57437.9 tois (Sur la figure de la terre) a měření jižní dalo pro zeměpisnou šířku —  $10^{\circ} 31' 0''$  hodnotu 1 stupně rovnou 56734 tois (dle výpočtu Delambrea, Base du système métrique). Tím byla sploštnost země na polích dokázána. Pozdější měření stupňová měla pak jen účel velikost sploštění toho stanovit.

Také revise měření Lahire-Cassinio, jež vykonali v letech 1739 a 1740 Cassini de Thury a Lacaille<sup>3)</sup>,

<sup>1)</sup> Maupertuis, Pierre Louis Moreau de, nar. r. 1698 v St. Malo, z počátku vojín. Jako kapitán dragounů šel do výslužby a věnoval se pak výhradně pěstování věd. R. 1731 stal se členem pařížské akademie, r. 1736 řídil expedici k stupňovému měření v Laponsku. Výsledky měření složil v díle: „La figure de la terre. (Amsterdam 1738).“ R. 1740 byl M. povolán Bedřichem Velikým do Berlína, kdež se stal r. 1746 předsedou nové akademie věd. R. 1753 vrátil se opět do Paříže. Zemřel r. 1759 při návštěvě svého přítele Jana Bernoulliho v Basileji. M. získal si zásluhy jako geodét a matematik. Sebrané spisy o 4 svazcích vyšly v Paříži r. 1752.

<sup>2)</sup> Lemonnier, Pierre Charles, nar. r. 1715 v Paříži, syn profesora filosofie tamže, stal se již v 21. roce věku svého členem akademie. Po návratu z expedice do Laponska za příčinou stupňového měření podniknuté stal se L. professorem fyziky na Collège de France a astronomem mariny. L. byl pilným pozorovatelem. Spisy: „Histoire céleste“ (Paříž 1741) a „Description et usage des principaux instruments d'astronomie“ (Paříž 1774) mají velikou cenu pro dějiny astronomie. L. zemřel r. 1799.

<sup>3)</sup> Lacaille, Nicolas Louis de, nar. r. 1713 v Rumigny v Thiérache, z počátku theolog, byl pro astronomii získán J. Cassinim a Maraldi-m. L. účastnil se jako astronom nejprve francouzského měření stupňového; stal se r. 1739 professorem matematiky na Collège Mazarin, r. 1741 pak členem akademie. Od r. 1751 do r. 1754 provedl na podnět akademie na mysu Dobré Naděže měření stupňové;

podala nyní úplnou shodu s theorií o sploštěnosti země na polech. Lacaille měřil na Mysu Dobré Naděje r. 1751 poledník a našel pro šířku  $33^{\circ} 18'$  za délku 1 stupně hodnotu 57037 tois. Nestejnost stupně v Peru, Francii a Laponsku přivedla Boskoviče na myšlenku, že snad není země rotačním ellipsoidem, snad ani vůbec tělesem rotačním a že jest nutno k rozhodnutí otázky té provéstí stupňové měření, nejen pod stejnou šířkou jako ve Francii, ale i pod různou délkou. Měření Boskovičovo nevedlo ovšem pro nedokonalost tehdejších pomůcek měřických k žádoucímu výsledku, za to razil myšlenkový postup a metoda, dle které později Boskovič odvodil z tehdejších výsledků měření hodnotu pro sploštění země ( $\frac{1}{273}$ ), další cestu k novým vymoženostem geodesie. Dle doby následovala pak tato měření stupňová po sobě:

měření Boskoviče a Mairea na Via Appia u Říma 1751—1753, délka 1 stupně pro šířku 43 stupňů 56979 tois;

měření Liesganiga v Rakousku dalo pro šířku  $48^{\circ} 13'$  jeden stupeň = 57086 tois;

měření Liesganiga v Uhrách dalo pro šířku  $45^{\circ} 47'$  jeden stupeň = 56881 tois;

měření Beccarie a Canonicy u Turina r. 1764 dalo pro šířku  $44^{\circ} 41'$  jeden stupeň = 57069 tois;

měření Masona a Dixona r. 1764 konané v Pennsylvanii dle staré metody přímého změření poledníkové části dalo pro 1 stupeň v šířce  $39^{\circ} 12'$  hodnotu 56888 tois;

měření Reuben-Burrowa v Bengalsku (1790 až 1791) dalo pro délku 1 stupně v šířce  $23^{\circ} 18'$  veličinu 56725 tois.

Po těchto vykonáno měření stupňové, jež tvoří novou epochu v dějinách věd mathematických. Měření to objímalo větší oblouk poledníkový než všecka předešlá měření stupňová; oblouk byl měřen s největší přístupnou přesností. Na měření tom založil se také metrický system měr.

Delambre a Méchain změřili oblouk, jež na počátku století 17. určili Cassini a La Hire a převedli

zde také určil místa velmi četných jižních hvězd. Jeho katalog: „Coelum australe stelliferum“ (Paříž 1763—Londýn 1847) čítá 10.000 předmětů. Po svém návratu velmi pilně pozoroval dále na hvězdárně Collège Mazarin. Zemřel r. 1762 všeobecně jsa ctěn a milován, přepracovav se dle výroku Lalande-ova. Také jako spisovatel byl L. velmi plodný.

měření svá na poledník pařížského Pantheonu. Za základny měření sloužily délka 6075·9 tois měřená u Melunu a délka 6006·25 tois u Perpignanu. Délka celého oblouku obnášela 551584·72 tois a rozdíl zeměpisné šířky bodů konečných obnášel  $90^{\circ} 40' 24\cdot75''$ , z kterýchžto hodnot plyne pro poledníkový stupeň 57·027 tois.

Později uznáno za dobré prodloužení měření dále na jih až k ostrovu Formentera tak, aby se nalézal 45. stupeň šířky zeměpisné ve středu měření. Měření to započal r. 1803 opět Méchain a ukončili po smrti tohoto (r. 1804) Arago a Biot. Délka celého oblouku (od severního bodu u Dunkirkenu šířky  $51^{\circ} 2' 9\cdot55''$  až k nejjihu bodu šířky  $38^{\circ} 39' 56\cdot11''$ )  $12^{\circ} 22' 13\cdot44''$  měřila 705188·8 tois, z čehož plyne pro střední délku  $45^{\circ}$  délka poledníkového stupně 57·027 tois. Měření, jež v Anglii provedl v letech 1800 až 1802 major Mudge podél oblouku počínajícího u Dunnose na ostrově Wight a končícího u Cliftonu blíže Doncastru, podalo pro střední šířku  $52^{\circ} 2' 20''$  co délku stupně 57·069·8 tois a vedlo pro jednotlivé části oblouku měřeného k neočekávanému výsledku, že stupňové délky ubývalo od jihu k severu. Novým měřením paralelním provedeným Jamesem dokázalo se pak, že místní přitažlivost způsobila odchylku od kolmice, s níž souvisela chyba při určování zeměpisné šířky.

Čím více se vyšetřoval na různých místech obvod zemský, tím více se vyskytovalo odchylek od geometrického tvaru jenž by zastupovati mohl v theorii i praxi skutečnou podobu zemského tělesa, geoid zvanou.

Měření laponské bylo k návrhu Melanderhielma r. 1801—1803 opakováno; nové měření to dalo pro střední šířku  $66^{\circ} 21' 10''$  co délku stupňovou 57·166·159 tois (o 246 tois méně než obdržel Maupertuis).

Za doby francouzské revoluce byla vyslovena idea, že lze naléztí miru přirozenou, jež by se dala vždy přesně v téže velikosti určit i pak, kdyby se ztratila veškerá normalní měřítka na míře té založená. Kommissie svolaná za tím účelem z nejznamenitějších matematiků se usnesla na tom, zavést  $\frac{1}{40,000,000}$  poledniku, jenž prochází Paříží, jako jednotku měrnou pod jménem metr (mètre) a založiti na jednotce té celý system měr i váh. Jak známo, byl plán ten v celém rozsahu proveden.

Záhy bylo však poznáno, že není metr přesnou mírou přirozenou. Bessel opakoval celý výpočet, jenž podával velikost jednotky normalní a po některých vážných opravách nalezených chyb poznal, že byla délka metru stanovena o něco menší. Bessel upozornil také na to, že vztah metru k poledniku zemskému jest jen vedlejší, libovolný. Pravá cena metrického systému spočívá jediné v důsledně provedeném harmonickém vývoji. Z přírody odvozovati míru normalní zůstává posud jen zbožným přáním.<sup>1)</sup>

Stupňová měření z prvních desetiletí našeho století objímají sice malé oblouky, vynikají však neobyčejnou přesností. Sem dlužno uvést měření H. C. Schumachera<sup>2)</sup> v Jutsku (Jütland), Bessela a Baeyera ve východním Prusku (v letech 1831—36) a Gausse (v letech 1821—1823) v Hannoversku. Práce vedené Gaussem byly epochální vytvořivše novou školu vyšší geodésie.

Dvoje velmi přesná měření stupňová vykonána byla v Indii. Prvé měření provedl major Lambton r. 1802, druhé pak započal r. 1805 na jiném místě týž pozorovatel; měření toto bylo však teprve po smrti Lambtonově r. 1825 ukončeno plukovníkem Everestem. Z měření těch byla odvozena pro délku stupně poledníkového v střední šířce

<sup>1)</sup> Jako míry přirozené hodily by se: 1. délka vteřinového kyvadla, jež závisí však na měnlivé velikosti tíže zemské, 2. Gaussova konstanta gravitační  $k$ , 3. veličina označená Webrem  $c$  z nauky o elektřině a 4. délka vlny paprsku světelného příslušného určitému místu vidma; i v poslední hodnotě přicházejí chyby velikosti 0·00025  $m$ , kdežto při srovnání měřítek se musí vzít ohled ještě na menší hodnoty.

<sup>2)</sup> Schumacher Heinrich Christian, nar. r. 1780 v Bramstedt-u v Holšteínu, studoval v Gottinkách původně práva, po své promoci věnoval se však astronomii. Po tříletém pobytu v Altoně stal se professorem astronomie v Kodani, r. 1813 pak ředitelem hvězdárny v Mannheimu, odkudž se již r. 1815 opět do Kodaně vrátil, brzo potom odebral se opět do Altony, kde mu jeho příznivec král dánský zříditi dal malou hvězdárnu; zde žil klidně jako nominální professor university Kodánské až do své smrti r. 1850. Mnohostranný, více jazyků ovládající Sch., v úzkém spojení s velikými současníky Gaussem, Bessellem, Olbersem, Hansenem a j. tvořil literární střed celého světa astronomického hlavně od doby, kdy založil r. 1821 časopis: „Astronomische Nachrichten“. Sch. byl též prakticky činným jako pozorovatel a geodet. Vydal různé spisy, obsahu buď přesně vědeckého jako: „Astron. Abhandlungen“ (3 sv., Altona 1823—25) aneb směru praktického jako: „Sammlung von Hülfsstufen“ (Kopenhagen 1822, 25) a „Jahrbuch“ (pro r. 1836—41, pak 1843, 1844, Stuttgart), v němž uveřejnili výtečné články Bessel, Olbers a Argelander.



$90^{\circ} 34' 44''$  hodnota 56746·5 tois, v střední šířce  $130^{\circ} 2' 55''$  hodnota 56757·6 tois a v střední šířce  $150^{\circ} 34' 42''$  hodnota 56777·6 tois.

Staré měření, jež před sto lety provedl na Mysu Dobré Naděje Lacaille, bylo r. 1840—1848 opakováno Maclear-em, ředitelem hvězdárny kapské. Pro délku stupně v šířce —  $35^{\circ} 43' 20''$  seznána hodnota 56.932·5 tois (oproti 57.037 tois v šířce —  $33^{\circ} 18' 30''$ , jak určil Lacaille).

Velké měření francouzské, vynikající délkou oblouku, převýšilo ještě větší délkou oblouku měření ruské, jež sahlo od Tornea k ústí Dunaje objímajíc takto  $200^{\circ} 30'$ , a ve spojení s obloukem skandinávským vedeným od Tornea na sever k moři ledovému objímalo dokonce  $250^{\circ} 20'$ . Měření ruské řídil po 40 let F. G. W. Struve, měření skandinávské obstarali Seelander a Hansteen. O celém měření vydal Struve r. 1860 obsáhlý spis: „Arc du Méridien de  $250^{\circ} 20'$  entre le Danube et la Mer Glaciale mesuré, depuis 1816 jusqu'en 1855.“

Již Boškovič a D'Alembert poukazovali k tomu, že k určení tvaru země nepostačují pouze měření v polednicích, nýbrž že jest nutno měřiti a též astronomicky určovati také oblouky rovnoběžníků. Na návrh Laplaceův byla proto vykonána r. 1811 triangulace části 45. stupně rovnoběžníkového od Broussseau-a a Maurice Henry-ho. Vyšetření délky rovnoběžníkového oblouku tohoto účastnili se Nicollet, Plana a Carlini v letech 1811—25. Oblouk počínal při ústí Girondy a veden byl Francií do Italie. V Německu ustanovil r. 1816 general Müffling délku oblouku mezi hvězdárnou na Seeberku u Gothy přes Mannheim až k Dünkirkenu. Velmi rozsáhlé práce toho druhu konány však teprve založením velikého měření stupňového generalem v. Baeyerem, jenž r. 1861 uveřejnil spis, v němž vyložil plán k systematickému studiu tvaru zemského. Dle dobrého zdání podaného v. Baeyerem pozvala pruská vláda veškerý evropské státy k účasti na tomto velkolepém díle, k níž ještě téhož roku přihlásily se Francie, Dánsko, Koburg-Gotha, Holandsko, Rusko, Švýcars, Badensko, Sasko, Italie, Rakousko, Švédsko-Norvéžsko, Bavorsko, Mecklenburg, Hannoversko a Belgie. Na konferenci konané v říjnu r. 1864 v Berlíně stala se shoda, aby vrchní vedení stupňového měření — nejprve středoevropského — bylo ponecháno permanentní deputaci složené ze zástupců

súčastněných států a aby provedení přijatých návrhů obstarával ústřední ústav (Centralbureau.) Později se obor působnosti rozšířil na celou Evropu. Stát papežský a Španělsko vyslaly nejlepší své geodéty (Secchiho a Ibañeza). — Dle návrhu W. Struve z r. 1857 provádí se také stupňové měření délkové podél 52. rovnoběžníku od Valencie v Irsku až k Orsku na východní hranici státu ruského (evropského). — Kdo by hledal dalšího poučení o tomto předmětu, tomu se hodí dobře důkladné pojednání Čubrovo „O měření země“ v časop. pro pěstov. math. a fys. Roč. III. a IV. (vyšlo i o sobě). Viz též: „Zeměpis mathematický“. Sepsal prof. F. J. Studnička.

Listing rozdělil důležitější měření stupňová ve skupiny a ustanovil pro tyto příslušné váhy a výpočetl pak tak zvaný typický sferoid, jenž se velmi dobře hodí ku srovnání posavadních i budoucích sferoidických tvarů země. Dle Listinga jest velká poloosa  $a = 6377365$  m, malá poloosa  $b = 6355298$  m, sploštění  $\alpha = \frac{a-b}{a} = \frac{1}{299}$ , kvadrant poledníkový 10000218 m, kvadrant rovníkový = 10017542 m. Při tom se předpokládá, že jest země sploštěný ellipsoid, jehož malá osa splývá s osou rotační.

F. Th. Schubert položil za tvar země místo ellipsoidu dvouosého ellipsoid trojosý; dokázal Jacobi, že i ellipsoid trojosý jest rovnovážným tvarem. Schubert našel pro poloosy nového tvaru  $a_1 = 6378556$  m,  $a_2 = 6377837$  m,  $b = 6365719$  m; rovník není tu již kruhem, nýbrž také ellipsou, při níž se tudíž musí lišiti velká poloosa  $a_1$  od malé poloosy  $a_2$ . Velká poloosa protíná na východní polokouli rovník v místě  $58^{\circ} 44'$  délky od Ferra, malá poloosa protíná rovník v místě  $148^{\circ} 44'$  délky od Ferra. Též James a Clarke zkoumali na základě stupňových měření trojosý ellipsoid a obdrželi hodnoty  $a_1 = 6378294$  m,  $a_2 = 6376350$  m,  $b = 6356068$  m. Největší poloměr prochází místem  $15^{\circ} 34'$  východní délky od Greenwiche, největší kruh poledníkový protíná Spitzbergu, Krkonoše, Messinu, jezero Tsad, pak ostrovy Sandwichské a západní části Aljasky; nejmenší kruh poledníkový prochází místem  $105^{\circ} 34'$  východní délky od Greenwiche, dotýká se téměř asiatského severního mysu a Irkutska, veda dále Mongolskem a Západní Indií, směřuje posléze vedle západního pobřeží Patagonie přes Ecuador, východní cíp Číny a Kanady k Baffinsbay.

Považujeme-li zemi za rotační sferoid, obdržíme poměr rozdílu obou poloos k velké poloose sferoidu, tedy  $\frac{a-b}{a} = \alpha$  za míru sploštěnosti zemské. Čím přesněji známe hodnoty  $a, b$ , tím přesněji stanovíme hodnotu  $\alpha$ . Hodnota sploštěnosti zemské kolísá na základě dosavadních měření v mezích  $\frac{1}{270}$  a  $\frac{1}{334}$ . Nejsprávnější hodnoty pro sploštěnost budou asi: 1. hodnota  $\alpha = \frac{1}{299.61}$ , již Bessel ustanovil z nejlepšího měření deseti oblouků, 2. hodnota  $\alpha = \frac{1}{299.31}$ , již odvodil r. 1830 Airy z 14 měřených oblouků, 3. hodnota  $\alpha = \frac{1}{294.99}$ , již vypočítal r. 1866 Clarke pomocí ruského a francouzsko-anglického měření, 4.  $\alpha = \frac{1}{299.6}$ , již odvodil r. 1868 Fischer, a 5. hodnota Listingova (1872)  $\alpha = \frac{1}{299}$ .

Nový výpočet rozměrů země provedl v nejuvěšší době prof. Ždanov, opíraje se o právě dokončené ruské měření stupňové v délce na rovnoběžníku  $47\frac{1}{2}^{\circ}$  a  $52^{\circ}$ . Výsledek výpočtu jest: velká poloosa země  $= 6,377.717 \pm 307 \text{ m}$ , sploštění  $= \frac{1}{299.7 + 6.9}$ . Nový tento výpočet přiléhá spíše k výsledkům Besselovým z r. 1841, jež se opíraly o  $50.5^{\circ}$  oblouku.

Jiný způsob vyšetření zemskou sploštěnost podává kyvadlo. Víme, že kratší kyvadlo rychleji kývá a že u téhož kyvadla jest doba kyvu kratší, kde přitažlivost jest větší. Na sploštěné zemi musí se proto délka vteřinového kyvadla řídití také zeměpisnou šířkou. Poznání, že délka vteřinového kyvadla jest měřítkem tíže, dalo podnět ke konání četných pozorování kyvadlových, jimiž se stanovil poměr tíže zemské na různých místech povrchu zemského. O nejlepší pozorování toho druhu se zasloužili Sabine, Kater, Foster, Dyerrey a j. Listing odvodil přiměřeným spojením výsledků těch vzorec pro tíži na rovnoběžníku zeměpisné šířky  $\varphi$ :  $g\varphi = 9.78073^m + 0.050875 \sin \varphi$ .

Z tohoto vzorce plyne pro  $\varphi = 90^{\circ}$ :  $g_{90} = 9.83160^m$  a pro  $\varphi = 0^{\circ}$ :  $g_0 = 9.780728^m$ . Clairaut odvodil již roku 1743 ve svém spise o tvaru země, že rozdíl mezi přitažlivostí na točňě ( $g_{90}$ ) a rovníku ( $g_0$ ) dělený přitažlivostí na rovníku, a míra sploštěnosti ( $\alpha$ ) se rovná  $\frac{5}{2}$  násobnému poměru odstředivosti ( $f$ ) a přitažlivosti ( $g_0$ ) na rovníku. Tento slavný theorem Clairautův vyjadřuje se krátce vzorcem:  $\frac{g_{90} - g_0}{g_0}$

$+ \alpha = \frac{2}{5} \times \frac{f}{g_0}$ , z něbož lze snadno stanoviti míru sploštěnosti  $\alpha$ ; jest totiž dle hořeních udání  $\frac{g_{90} - g_0}{g_0} = \frac{0.050875}{9.780728}$  a  $\frac{f}{g_0} = \frac{0.0033912}{9.780728} = \frac{1}{288.4}$ , z čehož plyne  $\alpha = \frac{1}{288.5} = 0.003467$  pro míru sploštěnosti zemské.

Rozdíl mezi přitažností z pozorování odvozenou  $g$  (redukovanou na hladinu mořskou) a přitažností vypočítanou theoreticky (dle vzorce Helmhertova)  $\gamma$  jest pro týž bod povrchu zemského veličinou závislou na jakosti podkladu zemského. Rozdíl ten, přitažnostní anomálie, jest pro různá místa povrchu zemského brzo pozitivní (nadbytek, excess), brzo negativní (defekt). Spojíme-li body, mající stejně velkou a stejně označenou anomálii přitažnostní, zjednáme si soustavu křivek nazvaných prof. Studničkou isogammy. Plukovník von Sterneck sestavil prvý v některých částech Rakouska (Čechy, část Moravy a j.) isogammy ty. Dle Sternecka sestavil prof. Studnička seznam přitažnostních anomálií a přehlednou mapu isogamm v Čechách ve Věstniku české akademie ročník III. číslo 7., k němuž čtenáře odkazujeme.

V době předhistorické se mysliło, že země má tvar kulatého kotouče. Ještě Thales učil, že kotoně zemský plove volně jako loď na oceanu, kotoně ten že přikrývá nebe jako zvon, hvězdy klesají při západu do světového moře a přivádějí se tu opět ku svému východisku. Celá škola jonická uznávala tento primitivní názor. Anaximander (610—546 př. Kr.) přeměnil nebeský zvon v křišťálovou sféru, jež se vznáší kolem země, a udával tloušťku kotouče zemského na  $\frac{1}{3}$  průměru; z kotouče stal se takto válec, jenž se vznášel uprostřed sféry nebeské, která nesla stálice a se otáčela kolem země; za sférou bylo místo pro oběžnice.

Zdá se, že již Chaldeoové přičítali zemi tvar kulovitý. Pythagoras a později Parmenides usoudili z důvodů mathematických totéž učení; za doby Aristotelovy bylo učení o kulatosti země již všeobecně známo. Učení to nenašlo také později žádných odpůrců vyjímaje některé scholastiky a církevní otce, kteří ani tak příkře nezavrhovali nauky o kulatosti země jako spíše učení o existenci antipodů (protinožců); byloť tehdy rozšířeno mínění, že pásmo horké jest neobydlitelno a nepřekročitelné, protinožci by musili

býti lidé různého rodu, což odporuje církevnímu učení o jednotě pokolení lidského. Učení o nepřekročitelnosti pásma horkého vyvrátil na dobro Apono (Abano), jenž dokázal, že Marco Polo viděl hvězdy, jichž by nemohl uzříti, kdyby byl nepřekročil pásma horkého; brzo potom plavci do Indie a cestovatelé kolem světa vyvrátili skutečně učení toto. Magalhaes (Magellan) byl první, který r. 1519 ze Sevilly vyplul zemi obeplout; loď jeho vrátila se r. 1522 při stálé plavbě na západ opět do Sevilly.

Připouštíme-li, že země jest koule soustředná s nebeskou sférou, pak můžeme kruhy sféry nebeské též převést na kouli zemskou a to již částečně provedl Parmenides, jenž zavedl takto pro kouli pozemskou kruhy polární a kruhy obratníkové, jež dělí zemi na 5 pásem. Pásmo horké jest omezeno obratníky a rozděluje se rovníkem na dvě stejné části; k pásmu horkému přiléhají po obou stranách dvě pásma mírná, jež jsou omezeny na jedné straně vždy kruhem obratníkovým a na druhé kruhem polárním. Za pásmy mírnými směrem k polům leží dvě pásma studená.

Pásma byla zeměpisci dále dělena na menší oddíly; ponenáhle však se ustálil způsob Hipparchův, určovati polohu místa na zeměkouli vzdáleností místa od rovníku, zeměpisnou šířkou ( $b$ ), jež se rovná polární výšce ( $\varphi$ ) téhož místa, a vzdáleností poledníku místa od jiného za základ zvoleného poledníku (prvního) zeměpisnou délkou ( $l$ ), jež se rovná rozdílu místních dob obou poledníků v témž absolutním okamžiku. Obyvatelé téhož poledníku  $l$  a zeměpisných šířek  $+b$  a  $-b$  antoeci (protídomei) mají protívne časy roční a stejné časy denní; obyvatelé téže zeměpisné šířky  $b$ , délky  $l$  a  $180 + l$ , perioeci (vedledomei) mají protívne časy denní a stejné časy roční; antipodes (protinožci) šířky zeměpisné  $b$  a  $-b$  a příslušné zeměpisné délky  $l$  a  $180 + l$  mají protívne časy denní i roční.

V horkém pásmu dostupuje slunce zenithu všech míst ročně dvakrát, obyvatelé se stávají v tom případě v poledne bezestinní (ascii), jinak jsou dvojstinní (amphiscii), poněvadž slunce v poledne buď jižně neb severně od zenithu vrcholí. V pásmu studeném jest slunce občas circum polární, pak jsou obyvatelé periscii (obstinní); obyvatelé pásma mírného jsou vždy jednostinní (heteroscii).



Při cestě kolem země konané směrem východním přichází se stále na místa, kde slunce u porovnání s východiskem cesty dříve vrcholí; při cestě směrem západním přichází se zase na místa, kde slunce později vrcholí. Na rozdíl  $15^0$  v délce připadá 1 hodina rozdílu doby vrcholení, na  $360^0$  tedy 24 hodin čili 1 den. Jest tedy zcela přirozeno, že po návratu z cesty kolem země obdržíme u porovnání s kalendářem východiska o jeden den buď více neb méně dle směru, v jakém se cesta konala.

Tyto poměry přišly člověku k jasnému vědomí teprve po prvním šťastném obeplutí země. Průvodci Magellanovi obepluvše zemi ve směru západním poznali ještě s úžasem, že jim schází celý den, což přičítali nedbalému vedení lodníků a cítilce, že nařízené svátky a posty následkem toho v nepravý čas slavili, činili na radu svých přátel veřejně pokání v chrámu Sevillském. Poloostrov Aljaska byl s východní strany obsazen Rusy, Amerika sousední však se západní strany Angličany. Následkem toho byli obyvatelé Aljasky u porovnání s obyvateli sousední země o celý den napřed. Spojené Státy americké nabyvše r. 1871 jmenované území musily ehtice odstraniti rušivé čítání dvojích dnů ustanoviti nařízením, aby se jedna neděle slavila dvakráte.

Z předchozího vyplývá, že nějaké místo na odvrácení od nás polokouli zemské bude míti jiné datum dle toho, dostal-li se tam evropský kalendář od východu neb od západu. Ostrovy Sandwichské, Společenské a Přátelské mají datum z Ameriky. Celá Austrálie, Nová Quinea, Nový Zeeland, ostrovy Indického archipelu, Čína a Japonsko mají datum evropské od západu. Až do r. 1844 vedla čára hranice data západně od ostrovů Filipových; ostrovy ty měly datum východní. Dekretem guvernéra ostrovů bylo r. 1844 nařízeno, že se den 31. prosince 1844 vynechává a že ihned následuje 1. leden 1845, aby datum na Filipových ostrovech shodovalo se s datem Evropy, Číny a zení ležících na východ od Mysu Dobré Naděje. Nejzáhodnějším by bylo, aby 180. poledník od Greenwiche tvořil rozhraní data. Již nyní provádějí námořníci při překročení 180. poledníku změnu data; plaví-li se na západ, vynechávají den; plaví-li se opačným směrem, čítají týž den dvakráte.

Nynější cestující ve směru východním snadno nahlíží, že jeho hodiiny zůstávají vždy pozadu proti udáním

hodin místních a že, cestuje-li ve směru západním, se hodiny urychlují. Poznání poměru toho se stává pro správy velikých podniků dopravních velmi důležité; při udávání dopravních řádů, určování rychlostí dopravy jest vždy nutné neustálé měnění časomíry o rozdíl délek zeměpisných ve směru příslušném.

Správy větších prostředků dopravních usjednotily se proto řídití se při dopravách místním časem většího místa, ležícího asi uprostřed dopravního komplexu. Později byl učiněn ku zamezení různých nehod návrh na zavedení času normalního, jednotného.

*Čas jednotný* (Standard Time, Einheitszeit). Aby se dopravě železniční zajistila jak za doby míru pro obchod, tak i za doby zbrojení a války jednotnost času a tím i větší jistota, než to možno bylo pro vnější službu dopravní v době, kdy vládly různé časy místní, zaveden byl v novější době jednotný čas. Od 1. července 1891 zaveden byl čas středoevropský pro vnitřní službu železniční v severním Německu, od 1. května 1892 jest pak též čas zaveden v Německu jižním a v říšské zemi Elsas-Lotrinsku netoliko pro vnitřní i vnější službu železniční, nýbrž i pro všecken život občanský. 1. dubna 1893 byl posléze vyhlášen čas středoevropský jakožto zákonný čas pro všecko císařství německé. Čas středoevropský jest střední čas sluneční 15. stupně východní délky od Greenwiche. Rozdíl času greenwichského proti času středoevropskému obnáší jednu hodinu. Začáteční poledník pro čas středoevropský jest tedy poledník 15. stupně východní délky od Greenwiche a poloha míst počítá se od poledníku toho pak západně (+) a východně (—) až k hranici říše v míře časové, a tak se pozná, oč se liší příslušný čas místní od času středoevropského. Různé časy místní byly zavedením jednotného času odstraněny a v noci ze dne 31. března na 1. duben 1893 byly v Německu veškeré hodiny veřejné tolik minut napřed aneb nazad postrčeny, kolik obnášel rozdíl polohy (zeměpisné délky) míst v času proti poledníku 15. stupně východní délky od Greenwiche. Na poledníku 15° leží v Německu město Zhořelec v Slezsku; jednotný čas německý slove proto také časem zhořeleckým. Jednotný čas středoevropský byl zaveden 1. listopadem 1893 v Itálii i jest v platnosti od 1. ledna 1894 také v Dánsku. Zákon

přijatý zákonodárným sborem švýcarským stanovil zavedení téhož času pro Švýcarsy 1. červnem 1894. Čas středo-evropský určen jest dále pro službu dopravní v Rakousku a Norsku i Švédsku.

Jednotný čas greenwichský byl zaveden v Anglii, Belgii a Holandsku. Jednotný čas japonský, t. j. čas devět hodin rozdílu od času greenwichského, byl navržen pro Japonsko a Australii na poštovním a telegrafním kongresu r. 1894. Ve spojených státech severo-amerických a v Kanadě byl již dříve pro dopravu vnitřní zaveden jednotný čas čtyř, pěti, šesti, sedmi a osmi hodin méně než čas greenwichský dle příslušných rozdílů v zeměpisných délkách proti poledníku greenwichskému. Všeobecné zjednotnění časomíry navrhla r. 1883 konference evropského měření země v Římě, avšak pouze pro interní službu dopravní; dle návrhu toho má na celé zemi začítí den světový v tom okamžiku, kdy v Greenwichi jest půlnoc. Někteří idealisté chtějí tento čas světový zavéstí všeobecně i v životě občanském a navrhuji nahraditi dosavadní čítání dne (na dvakrát dvanáct hodin) čítáním dne nepřetržitě do 24 hodin. Jest snadno seznati, že se nehodí čas jediného místa co řidič času pro veškerá místa země; jeť čas pro člověka jen pomůckou ku řízení jeho záležitostí, čas musí se přizpůsobiti potřebám života a ne naopak.

*Doby roční.* Země obíhá kolem slunce v dráze elliptické dle zákonů Keplerových; pozorovateli na zemi však se zdá, jako by se slunce pohybovalo v rovině ekliptiky v takovéto dráze elliptické; slunce potřebuje sice k proběhnutí obou polovicí ekliptiky mezi přízemím (perigeem) a odzemím (apogeem) stejné doby, neboť v obou případech podléhá týmž změnám rychlosti; čtvrtě ekliptiky, jež se oběma osami (malou a velikou) vytvářejí, proběhne však slunce v dobách různých, neboť se pohybuje ve čtvrtích sousedících s perigeem rychleji než v ostatních dvou čtvrtích. Výpočet ukazuje, že potřebuje slunce k proběhnutí polovice omezené malou osou na straně perigea o 3 dny  $21\frac{1}{2}$  hodiny ( $3^d 21^h 30^m 25^s$ ) méně než k proběhnutí polovice na straně apogea.

Body rovnodenní a slunovratů jsou o  $90^0$  od sebe vzdáleny; délku perigea známe, délka bodů rovnodenních rovná se pak  $0^0$ , resp.  $180^0$ , délka bodů slunovratných se rovná



Časy roční nemají však stále tutéž (výpočtenou) délku; příčina toho jest ta, že perigeum své místo na nebi mění, postupuje ročně o  $61.7''$  tropicky (t. j. vzhledem k bodu jarnímu) od západu na východ v rovině ekliptiky. R. 1850 bylo perigeum o  $100^{\circ} 21' 21.5''$  vzdáleno od bodu zimního na východ; r. 1250 připadlo perigeum do bodu zimního, v roku 4000 př. Kr. do bodu podzimního, r. 9250 př. Kr. do bodu letního, r. 14500 př. Kr. do bodu jarního, do něhož opět připadne r. 6500 po Kr. Celý tropický oběh perigea obnáší asi 21.000 let.

Jest jasno, že bude ta doba roční nejkratší, za níž bude slunce mít největší rychlost, a poněvadž má slunce největší rychlost v přízemí, bude nejkratší doba roční tehdy, připadne-li přízemí právě do prostřed doby té. Připadne-li odzemí do prostřed doby roční, bude příslušná doba roční pak nejdelší. Výpočet dává pro délku nejkratší doby  $88^d 13^h 51^m$ , pro délku doby nejdelší  $94^d 2^h 11^m$ , ostatní doby budou vzájemně rovny  $91^d 6^h 53^m$ .

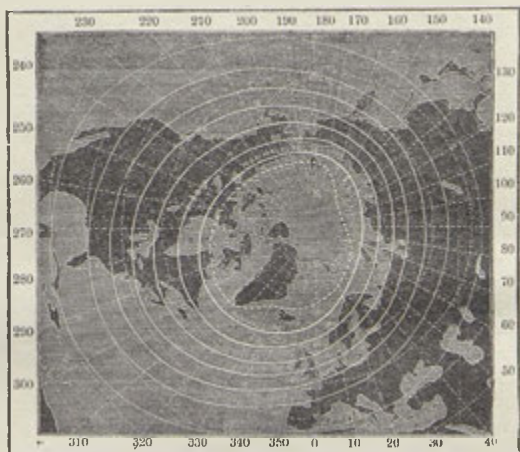
Doby roční stávají se menšími, blíží-li se perigeu, a stanou se nejkratšími, připadne-li střed jich právě do perigea; při tom budou doby roční blíže se k apogeum stále delší a stanou se nejdelšími, až připadne střed právě do apogea. Bude proto nyní zima a jaro kratší, léto a podzim delší; čára spojující perigeum a apogeum (čára apsid) prochází totiž nyní zimou a létem, do jichž středu připadne r. 3870 po Kr. Pak bude zima nejkratší a léto nejdelší, kdežto jaro a podzim budou mít délku střední. Po 5250 letech bude čára apsid protínati jaro a podzim. Budou tudíž délky jednotlivých dob ročních ve jmenovaných extremech:

		jaro	léto	podzim	zima
roku	3870 po Kr.	$91^d 7^h$	$94^d 2^h$	$91^d 7^h$	$88^d 14^h$
"	9120 "	88 14	$91^d 7^h$	94 2	$91^d 7^h$
"	14370 "	$91^d 7^h$	88 14	$91^d 7^h$	94 2
"	19620 "	94 2	$91^d 7^h$	88 14	$91^d 7^h$

*Severní záře.* Úplně vysvětlen známý tento úkaz dosud není. Víme, že velkolepý úkaz ten jest v jistém vztahu s točnami zemskými, neboť množství severních září závisí na příslušné šířce. V krajinách rovníkových jest úkaz ten velmi řídký, jest pak tím častější, čím dále se ubíráme na sever nebo na jih od rovníku. Krajina nejčastějších září leží na



blízku kruhů polárních, od nichž na sever i na jih úkazů těch ubývá (viz obr. 164.). Veškerý theorie, jež mají vysvětliti zjev severní záře, se shodují (ačkoliv se v jednotlivostech velice liší) celkem v tom, že severní záře jest elektrické světlování silně zředěných plynů ve značné výši našeho ovzduší. Celkem jeví se dva typy severních září, z nichž brzo jeden, brzo druhý typ převládá. Typ *mračnovitý* skládá se z širokého, nepravidelného, často červeného neb purpurového svazku světelného, zjevuje se ve všech směrech, nejčastěji



Obr. 164. Rozšíření září na zemi.

na severním obzoru nebo poblíže tohoto, kdež nabývá tvaru světelného oblouku. Oba konce oblouku spočívají na obzoru po obou stranách magnetického bodu severního; střední část oblouku jest 10 a více stupňů nad obzorem. Typ *sloupovitý* neb *pruhovitý* skládá se z dlouhých pruhů neb sloupů, rozkládajících se ve směru volně vodorovně visící stříelky magnetické. Pruhy neb sloupky ty se zjevují zakřivené jako bář nebeská, na niž se promítají, ve skutečnosti jsouce přímočaré; nalézají se v neustálém pohybu, rozšiřují se občas v podobu mračna s četnými záhyby,

kmitajíce, vlnice se a vířice jakoby větrem zmitány byly. Severní záře souvisí úzce s elektrinou a magnetismem zemským. Za doby severní záře proudí telegrafními dráty silné nepravidelné proudy elektrické, jež často ruší spojení stanic; střílka magnetická vyrušena jest pak z rovnováhy a nepravidelnými nárazy rychle se pohybuje. Na vzdálených místech byla konána současná pozorování zvláště nápadných pruhů neb svazků za účelem stanovení výše severních září nad povrchem zemským. Výsledek byl, že záře severní sahají až do výše 600, ano i přes 900 km.<sup>1)</sup> Pozorování meteorů a letavic poukazují k tomu, že leží mez ovzduší pozemského ve výši asi 170 km; dále se rozkládající ovzduší jest již tak rozředěné, že nemůže voditi elektriny. Proto jest těžko připustiti náhled, že severní záře vzniká elektrickými proudy, jež se vedou hořeními vrstvami ovzduší od jednoho pólu k druhému. Spektrum severní záře sestává z jedné čáry jasné a ostré v části žlutozelené délky vlny  $557.0 \mu\mu$ . Čáru tu objevil poprvé *Angström*, jenž proto považoval světlo severní záře za monochromatické (jednobarevné). Pozdější pozorovatelé *H. C. Vogel*, *Winlock*, *Capron* shledali ve spektru ještě různé slabší čáry, vlastně pruhy dosti široké, neurčitě omezené, jež se však mění v různých zjevech. Čára červená zjevuje se jen v částech, jež se jeví prostému oku ve zbarvení červeném. Jakmile vystoupí čára červená, se slabuje se charakteristická zelená čára. Spektrum severní záře se velmi shoduje s vidmem železa, ač souvislost obou videm jest sotva pravděpodobna. Jest nutno nejdříve vyzkoumati povahu spekter žhavých plynů při různých teplotách a tlacích, než bude možno vysloviti určitý náhled o pravé povaze severní záře.

Severní záře vykazuje periodu počtu příslušející periodě skvrn; vyskytují se úkazy ty nejbojněji současně s největším množstvím skvrn, jak to dokázali *Wolf*, *Sabine*, *Fritz* a *Loomis*. Také magnetické poruchy jeví periodu souhlasnou s periodou skvrn. —

Velmi zajímavá jest otázka o vnitřním stavu hmoty zemské, jest-li vnitro země pevné čili tekuté. Může astronomie otázku tu zodpověděti? — Vnikáme-li do hloubky země, shledáváme přibývání teploty, asi  $1^{\circ} \text{C}$  na 30 metrů.

<sup>1)</sup> Nejnovější pozorování a studie o světle polárním nepotvrzují uvedeného výsledku.

Toto přibývání teploty jest sice různé na různých místech a v různých horninách, avšak celkem nezávislé na krajinách a vyvýšeninách pevniny; překročíme-li bod stálé teploty asi v 25 metrech hloubky, pak přibývá teploty dosti rovnoměrně. Toto přibývání teploty nemůže míti původu v povrchu, neboť všude tam, kde jest rozdíl teplot, nutně nastupuje snaha vyrovnání buď voděním aneb zářením teploty od částí teplejších k částem chladnějším; kdyby nebylo tedy teplo z vnitra nahrazováno, pak by musila zmizeti nestejnost teploty ochlazením vrstev teplejších. Stopujeme-li podmínky, které musily v minulosti státi, aby se přibývání teploty ještě nyní jevilo, shledáme, že celá země musila býti před 1000 lety asi 20—30 kilometrů pod povrchem rozžhavana do červena; jinak by nemohlo vnitro zemské nyní dodávati množství tepla, jež pozorujeme právě při přibývání teploty směrem dolů. Další důsledek jest, že ještě nyní v poměrně malých hloubkách (snad 50 km) jest země v žhavém stavu; v hloubkách pak asi 200 km by nejspíše všechny horniny pozemského povrchu se roztavily. I jest téměř všeobecným náhled geologů, že země jest koule roztavené hmoty, obklopená poměrně tenkou korou (skořápkou tloušťky asi 40—120 km), na niž žijeme. Domněnce té jsou přízniva jednak geologická fakta, jednak i úvahy kosmogonické. I pozorování geofysikalní domněnce té přisvědčují. Pozorování kyvadlová nasvědčují tomu, že specifická váha země jest celkem menší pod mohutnými řetězy horskými než pod sousedícími rovinami. Případně porovnává Newcomb zjev ten: „plovoucí kmen dřeva jedlového výše vyčnívá z vody než kmen dřeva dubového“. Také četná vřídla a teplé prameny ukazují, že jsou v nitru země četné horké krajiny, a ty nemohou býti jen lokální, jinak by se teplo jejich rychle rozprchalo. Také vulkany a zemětřesení přisvědčují teorii o tekutém vnitru zemském. Lava proudící po tisíce let z vulkanů dokazuje, že jest ve vnitru zemském veliké množství roztavené látky; zemětřesení pak ukazují k tomu, že vnitro zemské podléhá mocným změnám, jimiž by hmota také sotva odolala.

A astronomie? Ta právě teorii o tekutém vnitru zemském nemůže srovnati s výsledky vyplývajícími z praecesse, nutace a slapů. Země ve skutečnosti podléhá tvoření slapů měsícem a sluncem právě tak, jak toho vyžaduje theorie slapů pro těleso, jež by bylo od středu až k obvodu

hmotou tuhou (pevnou). Slavný Thomson dokázal, že kdyby země byla méně tuhou než ocel, musila by se poddati působení slapů tak, aby slapy byly menší než na zemi absolutně tuhé čili jinými slovy přitažlivost měsíce a slunce by přivedla zemi samu na tvar ellipsoidický; pak by ocean i země byly v téže změně tvaru a proto bychom pak nepozorovali vůbec žádných slapů. Kdyby povrch země byl tenkou korou, obklopující tekuté vnitro, pak by vznikaly slapy ve vnitru; tenká kůra by se musila pak tak prohýbati, že by slapy oceanu téměř se zrušily. — I praecesse by musila působiti na tekuté vnitro; kůra povrchu by pak se jaksi šinula po tekutém vnitru tak, že by občas tekuté vnitro se otáčelo ve směru jednom a kůra povrchu ve směru jiném. To jsou velmi vážné námitky proti theorii o tekutém vnitru zemském. Ovšem jest jisto, že vnitro země jest intensivně horké, tak horké, že jest s to, aby roztavilo horniny povrchu svého; avšak snad obromný tlak částí zevnějších zabraňuje právě tání částí vnitřních. Také nepopírá Thomson, že musí býti ve vnitru zemském veliké roztavené hmoty, z nichž čerpají vulkany svou látku, avšak u porovnání s celou zemí jsou hmoty roztavené velmi malé.

Ostatně nelze si učiniti ani přibližnou představu o vnitru zemském; vždyť nelze ani pochopiti působení tlaku, jenž ve středu země obnáší 2 milliony kilogrammů na každý čtverečný centimetr. Největší tlak, jehož na povrchu zemském lze dosáti jen na nepatrné části, obnáší jen tisíc kilogrammů na čtverečný centimetr.

Nesmíme také zapomínati, že jen asi  $\frac{1}{1000}$  části země od povrchu ku středu jest přístupna, ač ještě ne vyzkoumána, takže není dovoleno činiti důsledky z našich povrchních znalostí. Snad jest pravděpodobno, že stávají ve stavu žhavém v určité, značné hloubce vrstvy, jež se zjevují na příslušných místech povrchu zemského erupcemi vulkanickými, že však vrstvy ty přicházejí směrem dolů ve stav, jenž působením ohromného tlaku se blíží nejspíše stavu tuhému.

Saekulární ochlazování země. Všude, kde stává rozdíl teplot, nastává vedení neb převádění tepla z částí teplejších k částem chladnějším. Vnitro země jest teplejší než její povrch; z vnitra zemského vodi se proto teplo směrem k povrchu zemskému. Obecně se připouští, že země

byla v dřívějších periodách teplejší než nyní. Co se týče zdrojů teploty zemské, tu převládají dvě domněnky: dle jedné země původně jako hmota roztavená se zhušťovala a není ještě posud ochlazena, dle druhé obdržela země svou teplotu ze zdroje vnějšího.

Náhled druhý, nejprve Poissonem vyslovený, dle něhož soustava sluneční prošla v dávných dobách teplejší krajinou vesmíru než jest krajina, v níž se nyní soustava ta nachází, již padl; mohl by země jen tehda teplo obdržeti, kdyby byla přišla do blízkosti tělesa horkého. Přitažlivosti tělesa toho by se však porušily veškerý dráhy planetární a žár tělesa by zničil celý organický život na povrchu zemském. Řešení otázky minulosti země, kdy byla ještě v žáru bílém, kdy byla zahleena ohnivým ovzduším slunce a konečně kdy se sluncem tvořila jednu hmotu ohnivých par jest daleko těžší než jest řešení u slunce.

Za příčinou pevnosti, hlavně vnější kůry zemské, nelze stanoviti poměr mezi teplotou, již země ztrácí, k její vnitřní teplotě. Výpočet podává na otázku, jak dlouho mohla země v nynější míře vyzařovati teplo, dobu sta a tisíců millionů let. Jakmile se utvořila pevná kůra kol ohnivě tekuté země, musilo nastoupiti náhlé opožďování v míře ochlazení země. Teplo mohlo se jen vedením korou k povrchu rozšiřovati, kůra zemská, byť jen málo stop tlustá, sloužila pak jako stínidlo zamezující značnější další ztrátu tepelnou. Co se dále kůra ochlazovala, prolamovaly ji nejspíše z vnitra ohromné výbuchy roztavené hmoty, jež se rychle ochlazovala a stávající kůru zvětšovala.

Tepelná ztráta vyzařováním způsobená nemá také při zemi za následek klesání teploty její, neboť se nahrazuje také ještě nyní jejím stahováním. Tím se nejspíše vyvíjí za každý stupeň, o nějž teplota země vyzařováním klesá, asi 100 stupně tepla.

Bude-li slunce vyzařovati teplo stejnoměrně jako posud, pak se asi v 12 millionech let zhustí jako země a tu lze již dlouho před dobou tou očekávati trvalé tvoření se kůry kolem slunce; pak slunce přestane rychle vyzařovati tepla dostatečného k zachování života pozemského. —

Zajímavá jest otázka, zda pošinuti hmot na zemi nebo v zemi přivoditi mohou změnu polohy rotační osy zemské, čímž by se zeměpisná poloha míst na zemi též měnila. Několik řad novějších určení polárních výšek poukazovalo



k malé změně polární výšky. Mezinárodní kommise zeměměřická zavedla za tou příčinou od r. 1889 začínaje rozsáhlá určování polární výšky na několika místech, která dokázala, že skutečně existují malé měny polární šířky, jež se dějí periodicky jednak v periodě roční, jednak v periodě 431 denní (perioda Chandlerova), při čemž snad i doba periody i amplituda měny se opět periodicky mění. Posud se však nepodařilo naléztí přesný výklad úkazu jmenovaného. Pokus vyložiti pozorované změny polární výšky pošínováním hmot ve vnitru zemském vede k výsledkům, jež nesouhlasí s pozorováními, jak to již Bessel a v nové době G. H. Darwin a Gylđen dokázali. Taktéž vedou pokusy výkladu pomocí klimatických změn povrchu zemského aneb pomocí slapů a proudů mořských pro polohu osy zemské k supposicím, jež jsou velmi pravdě nepodobny. —

Siderická doba oběhu země kolem slunce obnáší 365 dnů  $6^h 9^m 9.348^s$ , tropická doba oběhu není stálou, neboť praecessie, jež způsobuje rozdíl obou dob, má nerovnost, jež může dostoupiti hodnoty  $38^s$ . Pro rok 1800 byla tropická doba oběhu slunce dle Leverriera:  $365^d 5^h 48^m 46.04^s$  a zmenšuje se v století o  $0.539^s$ .

Denní pohyb země obnáší v průměru  $59' 8.3304''$ ; v přísluní dostupuje pak hodnoty  $61' 10.1''$ , v odsluní klesá na  $57' 11.7''$ . V míře lineární obnáší v průměru denní pohyb 340.000 mil.

Délka přísluní dráhy zemské rovná se dle Leverriera pro rok 1850 leden 1.0 středního času pařížského  $100^0 21' 21.5''$  a přibývá ročně tropicky o  $61.7''$ . Nyní splývá téměř přesně se začátkem roku. Během 58 roků postupuje pak o den.

Výstřednost dráhy zemské jest nyní 0.0167703 a zmenšuje se v století o 0.00004244. Sklon rovníku země k dráze její obnáší pro r. 1880.0:  $23^0 27' 17.6''$  a ubývá ročně o  $0.476''$ .<sup>1)</sup> Po několika tisíci letech se zmenší na  $21^0 58' 36''$ , načež opět počne růsti až do  $24^0 34' 58''$ . Sklon kolísá tedy v mezích  $20^0 37'$ . Bod, v němž rovník protíná ekliptiku (bod jarní), postupuje ročně o  $50.2''$  na západ (zpět), tento pohyb není však rovnoměrný, jednu nerovnost periody pololetní velikosti  $1.3''$  způsobuje slunce; jiná nerovnost pohybu

<sup>1)</sup> Hodnotu ( $23^030'30''$ ) sklonu určil první na západě Venceslas de Pilzna (Čech?) r. 1416.

pochází od měsíce, perioda této nerovnosti velikosti  $16\cdot88''$  jest perioda pohybu uzlů měsíce  $18\frac{2}{3}$  roků. Jmenované nerovnosti označujeme jmeny nutace slunce a nutace měsíce. Jiné nerovnosti způsobuje přitažnost planet; nerovnosti ty jsou však menší, avšak pro velikou délku periody mohou příslušně vzrůsti. Tytéž příčiny způsobují měny sklonu ekliptiky. Měsíc způsobuje v maximu  $9\cdot22''$ , slunce  $0\cdot55''$  odchylky od průměrné hodnoty sklonu.

Hmotu země  $\frac{1}{169282}$  hmoty sluneční určil již Newton, předpokládaje za parallaxu slunce hodnotu  $10\cdot5''$ . Lagrange určil pomoci vzdálenosti měsíce a slunce hmotu země  $\frac{1}{345361}$ . Laplace stanovil hodnotu  $\frac{1}{826630}$ , Encke  $\frac{1}{321000}$ , Hansen  $\frac{1}{519456}$ , Newcomb  $\frac{1}{321000}$  a Leverrier  $\frac{1}{324430}$  hmoty sluneční. Číslo Leverrierovo se zavedlo definitivně. Hmotou země rozumí se tu hmota soustavy: země a měsíce.

O střední hustotě země bylo pojednáno na str. 275. a sl. Doba rotace země kolem osy  $23^h 56^m 4\cdot091^s$  jest veličinou stálou. Nicméně musíme považovati za jisto, že se doba rotace zemské během času měnití musí třením přílivu (slapů), pak meteory na zemi dopadajícími a saekulárním ochlazováním země. Slapy způsobují, že rotace se děje stále pomaleji, takže dle výpočtu Adamaova za století bude astronomicky určený čas o  $22^s$  pozadu oproti času, jež podává začáteční rychlost rotace; poměry ty způsobují změnu délky roku o  $0\cdot44^s$  za století. Vliv meteorů a ochlazení zemského není posud ani přibližně znám. Čtenáři mathematically důkladně vzdělanému doporučuje se dílo: „Die mathematischen und physikalischen Theorien der höheren Geodäsie von F. R. Helmert (2 díly, Lipsko 1884).



## VI. M ě s í c.

Kotouč měsíce jeví se při úplném osvětlení jako dokonalý kruh, jsouť průměry ve všech směrech stejné. Z toho soudíme, že pravý tvar měsíce jest dokonalá koule. Přesná měření, jež konal Wichmann heliometrem v Královci, neukazují žádné sploštělosti měsíce; průměrný poloměr kotouče měsíce obnášel ve všech směrech  $15' 33\cdot31''$ . Před-

pokládáme-li, že byl měsíc v dávných dobách ve stavu tekutém, pak musíme též přiznati, že se průměr koule měsíce působením přitažlivosti země prodloužil ve směru spojnice středů země a měsíce. Má tudíž měsíc tvar vejčitý, jehož větší osa směřuje k zemi. Lagrange<sup>1)</sup> dokázal to theoreticky na základě úplné shody střední doby oběhu v dráze a doby otočení měsíce kolem osy. Gussac v yměřoval fotografie měsíce od Warren de la Rue v příslušných polohách zjednané, a shledal, že obnáší zvýšení polovice měsíce k nám obrácené nad vlastní plochu kulovou 0.07 poloměru měsíce.

S měsíce v střední vzdálenosti bychom viděli poloměr zemský pod úhlem  $57' 2.3''$ , průměr země obnáší 1719 mil. Bude se tudíž průměr země v míře úhlové viděný s měsíce míti k průměru měsíce viděnému se země, jako průměr země vyjádřený v milch k průměru měsíce v téže míře. Na základě toho odvodíme si pro velikost průměru měsíce 468 mil. Povrch měsíce bude pak roven 688.640 čtverečným milim, z těch vidíme nejméně polovici. Obsah měsíce rovná se 54 millionům kubických mil. Porovnáme-li poměry ty s naší zemí, obdržíme pro průměr měsíce  $\frac{1}{17}$ , povrch  $\frac{1}{15}$  a obsah  $\frac{1}{49}$  příslušných veličin země.

Střední vzdálenost měsíce od země obnáší 51.803 mile (384.400 km), přibližně 60.27 rovníkových zemských poloměrů, pro bod povrchu zemského zmenšuje se vzdálenost na 47.000 a zvětšuje až na 56.000 mil.

Hmota měsíce byla velmi často odvozena z pozorování přílivu i jinak, a dle nejnovějších určení rovná se  $\frac{1}{81.068 + 0.238}$  hmoty zemské. Hustota měsíce jest za podmínky kulovitého tvaru 3.4krát větší než hustota vody, aneb měsíc jest 0.64krát tak hustý jako země. Hmota měsíce jest tedy méně hustou než hmota země, a to v poměru 64 ku 100

<sup>1)</sup> Lagrange, Joseph Louis nar. r. 1752 v Turině, stal se po krátké návštěvě university již r. 1753 professorem matematiky na škole dělostřelecké; r. 1766 byl povolán Bedřichem Velikým do Berlína, kdež nastoupil na místo Eulerovo jako řídící matematické třídy akademie věd; r. 1787 odebral se do Paříže, kdež byl profesorem matematiky na Ecole normale a Ecole polytechnique, zastává mimo to mnohé čestné úřady. L. jest vedle Eulera největším matematikem (analytikem) doby před-Gaussovské; L. založil počet variační. Fundamentální dílo: „Mécanique analytique“ (Paříž 1788) azilo nové směry astronomii fysické. L. zemřel r. 1813.

anebo přibližně 6 ku 10. Specifická váha hmoty měsíční rovná se asi specifické váze skla flintového neb diamantu. Náhodou rovná se specifická váha měsíce váze některých aërolithů, jež občas na zemi spadly. Náhodilost ta byla oporou důkazu, že aërolithy ty byly původně částí hmoty měsíční, z níž byly v neznámých dobách vulkanicky vyvrženy až do attrakční sféry země.

Zdánlivý průměr měsíce jest znám dosti přesně, také rychlost pohybu měsíce na nebi jest dobře známa, lze tudíž snadno vypočísti dobu potřebnou ku proběhnutí dané délky na nebi. Když pozorujeme dobu, kdy hvězda mizí za kotoučem měsíce, a dobu, kdy se hvězda opět zjeví, pak musí intervall časový, po který hvězda byla zakryta, býti rovný době vypočtené, již měsíc potřebuje, aby přešel přes hvězdu, v případě, nemá-li měsíc žádného ovzduší; má-li však měsíc ovzduší, pak musí býti vypočtena doba větší než doba pozorovaná a rozdíl obou naznačuje velikost refrakce světla hvězdy a tudíž také i rozsáhlost ovzduší. Poměry by byly podobné jako u naší země. Kdyby nebylo ovzduší zemského, vycházelo by slunce (hvězdy) později a zapadalo by dříve, než se ve skutečnosti děje. Již v r. 1748 zkoumal Tobias Mayer zakrytí hvězd měsícem a neshledal žádného rozdílu mezi vypočtenou a pozorovanou dobou zakrytí. Také Bessel konal ještě důkladnější vyšetřování otázky té. Nejrozsáhlejší práci podal Airy v Greenwichi. Ze srovnání přímo měřených průměrů měsíce s průměry odvozenými z doby zakrytí (296 do počtu) hvězd měsícem vyšlo, že přímo měřený poloměr měsíční jest asi o 2" větší než poloměr odvozený z pokrytí hvězd. Airy přičítá příčinu toho irradiaci poloměru teleskopického. Kdyby 2" byly výsledkem refrakce atmosféry měsíční, pak by obnášela horizontální refrakce měsíční 1", t. j.  $\frac{1}{2000}$  horizontální refrakce zemské. Ovzduší měsíce by bylo 2000krátě řidší našeho ovzduší; ovzduší měsíční by bylo dvakrátě řidší než to, co nazýváme vzduchoprázdným prostorem, neboť nejlepší vývěvy dovolují dosíci zředění až do  $\frac{1}{1000}$  normalní hustoty vzduchové. Proto jsme oprávněni říci, že měsíc nemá žádné atmosféry.

Chová-li měsíc přece hmotu ve stavu plynném, pak snad největší část její se uchýlila na zadní část měsíce, pro nás neviditelnou. Domněnka ta jest dosti vážného dosahu. Možnost stavu takového připouštěl již Hansen, jenž na základě theorie usoudil excentrické umístění hmot lehčích na tělese

měsíčním. Též O. Lohse pokládá za moudřejší, přijme-li se taková představa o ovzduší na jedné straně měsíce, než domníváme-li se, že měsíc nechová vůbec žádných plynů.

Za starších časů přisoudili mnozí astronomové bez dlouhého zkoumání měsíci husté ovzduší. Maestlin,<sup>1)</sup> učitel Keplerův, pozoroval dokonce i veliký liják na měsíci. Kdyby byla na měsíci občas mračna, musila by se jimi část povrchu zastiňovati. Avšak posud žádný novější pozorovatel neobjevil ani stopy podobného zastinění, vyjmu-li se případy nejasnosti, vyplývající z příčin naší atmosféry. To není ovšem žádným rozhodujícím důkazem proti existenci ovzduší měsíčního. Ovzduší měsíční by mohlo býti takové, že není dosti bohaté na páry, jež by tvořily mračna, a že není dosti husté, aby zastiňovalo detaily povrchu měsíčního. I soudilo se také dlouho, že měsíc má takovéto ovzduší z úkazu korony při úplných zatměních slunce. Korona se přičítala dříve měsíci a její zjev podával dříve domněle přímý důkaz ovzduší měsíce.

Kdyby měsíc měl atmosféru, pak by musil černý kotouč jeho, když se při zatmění slunce na jasné pozadí promítá, na okraji býti obklopen jakýmsi pásmem polostínu, jež by skvrny sluneční neb jiné tvary fotosféry sluneční musil více méně zastiňovati. Takovéto úkazy nebyly nikdy pozorovány. Hvězdy, jež měsíc pokrývá, mizí okamžitě na tmavém okraji; v případech, kdy se pozorovalo zeslabení jasnosti nebo změna barvy hvězd při pokrytí na okraji tmavém, seznalo se, že pokrytá hvězda byla podvojnou a že složky její postupně se zakryly. Kdyby ovzduší obklopovalo měsíc, musily by se při zatměních slunce jeviti nepravidelnosti na rozích půlměsícovité podoby, což se nikdy nepozorovalo.

U naší země jest soumrak následek odrazu světla ovzduším, jakmile sestoupilo slunce pod obzor. Kdyby měsíc měl ovzduší, musili bychom viděti i části měsíce, jež nejsou přímo osvětleny od slunce a jež po západu anebo před východem slunce jsou částečně osvětleny světlem soumraku. Avšak zastiňené části krajiny měsíční jsou úplně tmavé

---

<sup>1)</sup> Maestlin (Moestlin), Michael, nar. r. 1550 v Göppingen ve Vírtembersku, studoval theologii a matematiku v Tübingkách, stal se r. 1571 magistrem, 1576 diaconem, 1580 professorem matematiky v Heidelbergu, 1583 professorem matematiky v Tübingkách. Zasloužilý spisovatel a pozorovatel; učitel a přítel Keplerův. Zemřel r. 1631.



beze stopy osvětlení světlem odraženým. Na měsíci právě účinky soumraku<sup>1)</sup> patrný nejsou.

Spektrální rozbor světla měsíčního, jež konali Huggins a Miller, vedl také k výsledku, že nestává žádné znatelné atmosféry měsíční.

Počet podává za začáteční rychlost 2600 metrů, aby kámen vyvržený z měsíce již nazpět nespádl, aby se pohyboval jako samostatný člen ve vesmíru. Kdyby měl kámen později spadnouti na zemi, musil by mít začáteční rychlost téměř 30.000 metrů. Že by měsíční vulkany měly takové síly, jest pravdě velmi nepodobno. — Uvažíme-li, že hustota měsíce značně převyšuje hustotu granitu (2·63—2·65), nablídneme, že nemusíme si představovati, že by měsíc se skládal z pěnivé látky, jak nás k tomu snad vulkanický vzhled měsíčních hor vybízí. Specifická váha nevylučuje ovšem, že vnitro měsíce obsahuje jako naše země vedle lehčích útvarů i těžší vrstvy.

Poněvadž poloměr měsíce obnáší  $\frac{1}{3943}$  poloměru země a hmota měsíce se rovná  $\frac{1}{81}$  hmoty země, bude přitažlivost měsíce na těleso jeho povrchu porovnána s přitažlivostí země se rovnati  $\frac{1}{81}$  dělené čtvercem čísla 3943. Výpočet dává  $\frac{1}{6}$ . Tíže na měsíci rovná se tedy  $\frac{1}{6}$  tíže zemské, kilogram na zemi jest na měsíci málo více než 16 dekagramů. Z toho plyne dále, že síla svalů a energie sil chemických, explosivních a j. by byly za stejných poměrů na měsíci 6krát mocnější než na zemi. Muž, jenž na zemi vyskočí 6 stop vysoko, vyskočí na měsíci se stejnou námahou svalů 36 stop vysoko; explosivní energie, jež na zemi vyvrhne hmotu jednu mili nad zemi, vyvrhne na měsíci touž hmotu 6 mil vysoko nad povrch. —

Měsíc se pohybuje kolem země v dráze elliptické tvaru měnlivého. Pravá doba oběhu měsíce obnáší 27 dní 7 hodin 43 min. 11·5 sek. Synodický měsíc, t. j. doba od jednoho novoluní k druhému, obnáší 29 dní 12 hodin 44 min. 2·9 sek. Pohyb měsíce kolem země děje se v rovině, jež s ekliptikou svírá úhel, jenž kolísá mezi 5° 0' a 5° 18' a v průměru obnáší 5° 8' 40". Uzly měsíce se pohybují od východu na západ a opíšou během 18·6 roků celý kruh na nebi.

Společné těžiště země a měsíce leží 81krát dále od středu měsíce než od středu země, připadá tudíž těžiště to

<sup>1)</sup> Jen jednou byl pozorován úkaz přičítaný účinku soumraku Schroeterem v Lilienthalu.

ještě do tělesa zemského, blíže však k povrchu než ke středu zemskému. (V soustavách Jupitera, Saturna a Urana splývají však těžiště soustavy tak blízko se středem jmenovaných oběžnic, takže lze vždy odchylku tu i v nejpřesnějších výpočtech zanedbat).

Při vyšetřování dráhy měsíce kolem země mělo by se společné těžiště považovati za střed pohybu; těžiště to se pohybuje v ellipse kolem slunce a jak země tak i měsíc obíhají kolem těžiště toho. Obě dráhy jsou si při tom vždy úplně podobny, mají tytéž periody středního oběhu, tytéž periody i nerovností a změn oběhu vůbec; těžiště leží při tom vždy na přímce spojující středy obou těles, vzdálenost těžiště od bodů těch jest stálá. Z příčin těch jest dovoleno uvažovati zemi vzhledem k měsíci jako nepohyblivou a přenášeti oba pohyby (měsíce i země) na měsíc sám.

Co se týče dráhy našeho měsíce vzhledem k slunci, dlužno uvést, že i Kepler<sup>1)</sup> podal nesprávný obraz heliocentrické dráhy měsíce ve tvaru čáry vlnité s body obrátů, kterýžto názor přešel i do mnohých učebnic. Dle správného rozboru ukazuje heliocentrická dráha měsíce slunci stále stranu konkavní. Zdá se, že první správný obraz dráhy měsíce kolem slunce se vyskytuje poprvé ve spise Maclaurinově: „An account of Sir Isaac Newton's philosophical discoveries“ (1748).<sup>2)</sup> —

Oko prosté vidí na kotouči měsíčním skvrny, jež jeví zřetelné různosti v osvětlení. Již před vynalezením dalekohledu vedlo střídání se světla a stínu na měsíci k domněnce, že kotouč měsíce má nepravidelnosti podobné, jaké jeví zeměkoule. I soudilo se, že měsíc má moře a a pevniny. Mista tmavá se jevíla stálá a neměnlivá, obrazotvornost utvořila si pak obrazy skvrn těch. Lid viděl ve skvrnách tahy lidského obličej; první mapa měsíce byla hrubý nárys lidského obličej, více vystupující skvrny tvořily tu oči, nos a ústa. Jiní viděli ve skvrnách měsíce obraz lidské podoby s úplnou hlavou, rameny a nohami. Francouzi poznávali na měsíci obraz Jidáše Iškariotského, jenž za zradu spáchanou na Kristu uvězněn byl na měsíci. Indové, Číňané, Japonci a Severoameričané viděli na měsíci srnu (antilopu)

<sup>1)</sup> De motibus stellae Martis. Cap. 37.

<sup>2)</sup> Krásnou studii o dráhách měsíců planet vzhledem k slunci uveřejnil prof. G. D. E. Weyer v Kielu v *Astronomische Nachrichten* No. 3007.

a zajíce atd. Velmi dobře jest poznati za doby úplňku (kukátkem) i dvě hlavy lidské (mužskou a ženskou), jež se celují. Někteří spisovatelé vyslovili náhled, že jest měsíc jakýmsi druhem zrcadla, v němž vidíme obraz naší země. Správný názor o měsíci měl však již *Anaxagoras*, jenž tvrdil, že měsíc jest vlastní svět s kopei a údolímí. 2000 let později potvrdil výrok ten pohled prvním dalekohledem. Galilei nařídív dalekohled svůj na měsíc, shledal vrcholy hor, jež se leskly v záři sluneční, kdežto krajiny dolní v stínu ležely; viděl kopce osvětlené na straně sluneční, světle se jevíce vyvýšeniny a tmavé propasti, hladké roviny a rozervané krajiny pohorské; Galilei viděl, že hranice světla slunečního na měsíci netvoří ostrou čaru, nýbrž že jest nerovná a nepravidelná, a usoudil z toho, že měsíc jest pokryt horami, jejichž výše převyšuje hory pozemské a jejichž tvary jsou podoby kruhovitě. Galilei pokusil se též o výkres měsíce, jenž byl ještě nedokonalým zrovna tak, jako výkres jesuity *Scheiner*a a kapucína *Schyrleae* de Rheita. Lepší byly kresby, jež zhotovil Fontana od r. 1630 a uveřejnil v díle: „*Novae coelestium terrestriumque rerum observationes*“ (1646). Když Kepler<sup>1)</sup> nařídil dalekohled na měsíc, podivil se velice pravidelnosti mnohých útvarů měsíčních, jež jevíly většinou kruhovitý val s malým centralním vyvýšením, i pokládal útvary ty za díla umění, za města luňanů, jež byla dle určitého plánu vyhrabána, při čemž vyhozená půda sloužila k utvoření hrází (valů).

První mapa měsíce<sup>2)</sup> pochází od jesuity Van Langrena, matematika krále Filipa IV., jenž útvary měsíční pojmenoval jmény *s v a t ý c h*. Nynější jména: „*Catharina*, „*Cyrrillus* a „*Theophilus*“ mají původ z tehdejší doby. Tato mapa měsíce byla ještě hrubá.

Výborné na tehdejší dobu dílo o měsíci podal r. 1647 Hevelius.<sup>3)</sup> Jeho „*Selenographia, sive Lunae Descriptio*“

<sup>1)</sup> Kepleri opera omnia ed Frisch. Vol. VIII. pars. 1., p. 67.

<sup>2)</sup> *Planisphaerium lunae, a se mediantibus telescopiis observatum*. Brussel 1647 a 1657.

<sup>3)</sup> Hevel (vlastně Höwelleke) — Hevelius Jan — nar. r. 1611 v Danzigu, syn majetného sládky, byl žákem matematika Krügera, velkého ctitele astronomie, jenž nadaného jinocha, určeného ke kúpectví, získal pro vědu. II. vyhověv přání rodičů studoval práva. V 20. roce věku odebral se do Leidenu, pak do Anglie a Francie, kdež se spřátelil s Boulliauem, a vrátil se r. 1634 do Danzigu zpět,

má 495 stran textu s 40 výkresy fási měsíce, jež Hevel sám nakreslil a sám do mědě vyryl vedle tří map úplňku a jedné schematické mapy s pojmenováním, jež sám zavedl. Dílo to bylo plodem 5letého pozorování měsíce vlastnoručně zhotovenými dalekohledy při zvětšení 30 až 40násobném. Ku pojmenování jednotlivých útvarů měsíčních volil Hevel jména ze zeměpisu, aniž tím, jak sám výslovně se vyjádřil, chtěl označiti podobnosti mezi předměty pozemskými a měsíčními. Jména: Alpy, Apeuniny, Haemus, Karpaty, Kaukasus, Riphaeus, Taurus, jako i jména moří jim označená: Mare Serenitatis, mare Frigoris, Oceanus Procellarum a j. se až do dnes udržela.

Jinou mapu úplňku, ceny však menší, zhotovil Grimaldi. Mapa ta vyšla r. 1651 v díle Riccioliho: „Almagestum novum“. Na mapě té označeny jsou útvary měsíční jmény vynikajících osob (učenců); označení to se zachovalo až po dnes.

Novou epochu zobrazování povrchu měsíčního zavedl Tobiaš Mayer. V roku 1748 začal měřiti mikrometrem selenografickou délku a šířku několika bodů kotouče měsíčního. Během 1½ roků změřil pro svou generalní mapu měsíce průměru 20·3 cm co možná přesně 24 měsíční polohy a na tyto připojil ještě 63 body přesným odhadováním. Takto vzniklou výbornou mapu měsíce, jež předčila všechny dřívější pokusy, vydal po smrti Mayerově r. 1775 professor fysiky v Gottinkách Lichtenberg. Mapa ta zůstala do r. 1824 nejlepší mapou měsíce a byla častěji napodobena. Z bohaté pozůstalosti Mayerovy vydal Klinkerfues

kdež se nejprve věnoval průmyslu otcově, později však se úplně oddal astronomii. Při pozorováních svých byl pilně podporován svou druhou manželkou. Současně byl velmi činným ve vykonávání mu určených úloh městského radního. R. 1679 shořela jeho soukromá hvězdárna i s krásnými stroji měřickými, kvadranty, s drahocennými rukopisy a výbornou knihovnou. Veliká energie a všestranná podpora umožnily záhy zbudování nové hvězdárny, na níž H. již r. 1682 opět pozoroval. Po dlouhé nemoci zemřel H. na den svého narození 28. ledna 1687. H. sestrojil sám kvadranty a sextanty, byl však odpůrcem spojení dalekohledu se stroji měřickými. H. ovládal dobře umění kreslířské a mědorytevtví. Zasluby získal si hlavně na poli popisu (topografické) astronomie, zejména svým prvním hlavním dílem: „Selenographia“ (Danzig 1647). H. zabýval se též pilně vlasticemi, jak to dosvědčují jeho díla: „Prodromus cometicus“ (1665) a „Cometographia“ (1668). Druhé hlavní dílo: „Machina coelestis“ (2 díly, 1673 a 1679) obsahuje popis vlastních strojů.

v Gottinkách mapu úplňku průměru 35·0 cm s četnými výkresy jednotlivých částí měsíce. Mapa ta předčí přesností a jemností práci Hevelovu a blíží se již nejnovějším a nejlepším pracím téhož směru.

Koncem předešlého století předsevzal si Schroeter v Lilienthalu, že pomocí svých dalekohledů, jež byly tehdy po dalekohledech Herschelových nejlepšími hledidly, zobrazí řadu krajin měsíčních tak věrně a důkladně, aby se porovnáním jich mohly dokázati v pozdějších dobách eventuelní změny na měsíci. Tím vzniklo dílo: „Selenotopographische Fragmente zur genauen Kenntniss der Mondfläche“, jehož 1. díl vyšel r. 1791 v Lilienthalu, druhý r. 1802 v Gottinkách. Pro rozdily světlosti zavedl Schroeter 10 stupňů (Stufen), označiv 0. stupněm černé stíny hor, 10. stupněm světlost nejjasnějšího bodu měsíčního Aristarcha; také pojmenoval menší předměty kotouče měsíčního písmeny latinskými a řeckými. Schroeter objevil r. 1787 také první brázdu (Rille) na měsíci.

Velmi krásná zobrazení krajin měsíčních pořídil též Gruithuisen (nejdříve vojenský lékař [ranhojič], později od r. 1826 professor astronomie na universitě Mnichovské, jenž se domníval, že objevil na měsíci celé umělé stavby lunanů). Největšího pokroku dosáhlo zobrazování povrchu měsíčního pracemi saského geoděta W. Gotthelfa Lohrmanna,<sup>1)</sup> jež se odchýlil od tehdejšího běžného způsobu označení hor měsíčních, zaměniv jej způsobem zobrazování, jak jej zavedl saský major Lehmann (nar. 1765, zemř. 1811) koncem předešlého století pro zobrazování hor (vyvýšenin) pozemských. Hory měsíční kreslil Lohrmann černými čárkami, jež polohou svou naznačovaly směr, tloušťkou a hustotou pak sráz svalu. Vodorovná plocha jest u Lohrmanna bílá, šikmá plocha sklonu 45° jest polo černá a kolmý svah 90° pak úplně černý. Část práce Lohrmannovy (4 sekce) vyšla r. 1824 pod názvem „Topographie der sichtbaren Mondoberfläche“, uveřejnění všech 25 sekcí<sup>2)</sup> se

<sup>1)</sup> Lohrmann, Wilhelm Gotthelf, nar. r. 1796 v Drážďanech, syn cihláře, nabýv důkladného vzdělání stal se úředníkem při saském zemském měření. R. 1827 byl inspektorem mathematického salonu a od r. 1828 přednostou technického ústavu v Drážďanech. L. obohatil značně skrovnými prostředky obor selenotopografie. Zemřel r. 1840.

<sup>2)</sup> Pod názvem: „Mondkarte in 25 Sektionen u. 2 Erläuterungstafeln von Wilhelm Gotthelf Lohrmann“ v měřítku 1 : 3566400 s textem od Schmidta.



uskutečnilo teprve r. 1878. Lohrmann sám vydal jen menší měsíční mapu generalní průměru 38·5 cm r. 1838 v Drážďanech.

Výtečné práce o měsíci podal Mä d l e r, jenž ve spojení s bohatým bankéřem Beerem od r. 1830 na jeho soukromé hvězdárně blíže Berlína příslušná studia měsíce konal. Ovocem prací těch byla: „Mappa selenographica ve 4 sekcích s dilem: „Der Mond nach seinen kosmischen und individuellen Verhältnissen, oder Allgemeine vergleichende Selenographie“ (1837). Menší mapu měsíce průměru 32·5 cm a dílko: „Kurzgefasste Beschreibung“ des Mondes“ vydal Mä d l e r r. 1839 sám. Pro větší útvary rozmnožil Mä d l e r pojmenování ještě o  $\frac{1}{3}$ , menší objekty označoval pak písmeny, řeckými výšky a latinskými hlubiny. Větší počet (104) bodů základních, jichž poloha selenografická byla měřením určena, tvořily síť, do níž se další body zanašely. Změřeno bylo 148 průměrů kráterů a určena byla z délky stínu výše 1095 hor. Mapa Beer-Mä d l e r o v a stejného měřítka jako mapa Lohrmannova předčí tuto větší bohatostí podrobností. Nové zlepšené vydání: „Mappa selenographica“ vyšlo v Derptu r. 1869.

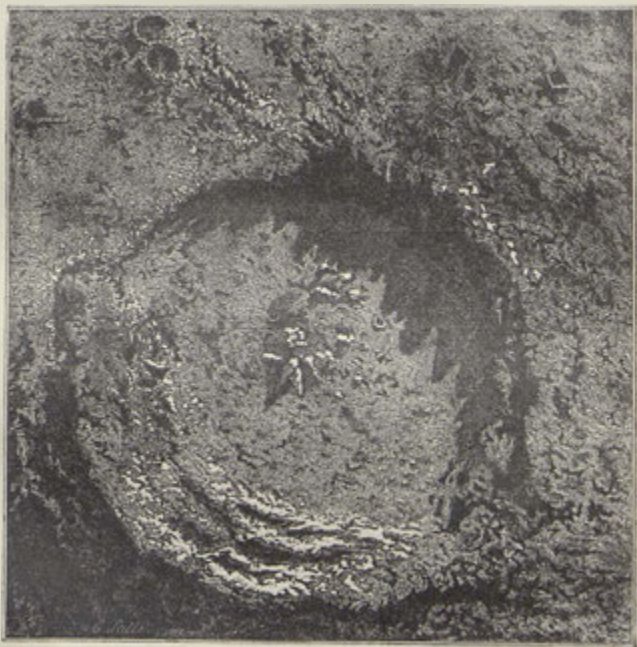
Nejlepším znatelem měsíce byl Julius Schmidt,<sup>1)</sup> jenž uveřejnil r. 1878 posavad největší mapu měsíce průměru 1·95 m s 32·856 útvary kraterovými a 348 brázdami. Mapa ta byla ovocem 34letého neunavného pozorování měsíce a obsahuje více než 3000 originalních nákresů. Velké dílo to vyšlo r. 1878 pod názvem: „Charte der Gebirge des Mondes“ (heliotypie) v 25 listech s výkladem textu 304 stran. Mapa Schmidtova opírá se celkem o posílení měření Lohrmannova, vlastní měření Schmidtova týkají se hlavně výše pohoří měsíčních (více než 3050); pojmenování útvarů čítá u Schmidta 546 jmen (501 jmen osob). Měřítko mapy

<sup>1)</sup> Schmidt, Johann Friedrich Julius, nar. r. 1825 v Eutin, působil nejprve u Benzenberga v Bilku, stal se r. 1846 assistentem hvězdárny v Bonnu, kde převzal provedení hodiny V. Berlínských hvězdných map akademických; od r. 1853 řídil soukromou hvězdárnu (Unkrechtsbergovu) v Olomouci, od r. 1858 pak byl ředitelem hvězdárny v Athénách. S. proslavil se ve všech oborech astronomie pozorovací. Jeho práce v oboru hvězd měnlivých, jeho studie o vulkanických zjevech v Řecku a hlavně pak jeho veliké dílo o měsíci (velká mapa měsíce), jemuž věnoval největší část svého života a jež vydala pruská vláda, pojistily S.-ovi čestné jméno v dějinách astronomie. S. zemřel r. 1884.

jest 1 : 1783200, 1 zeměpisná míle jest tu zobrazena 4.16 mm; mapa Schmidtova má tudíž tolik podrobnosti, jako kdyby Čechy byly zobrazeny na listu kvartovém. Vedle četných spisů o specialních předmětech topografie měsíce vydal Schmidt též katalog brázd: „Über die Rillen auf dem Monde“ (1867), jenž obsahuje 425 čísel, z nichž 278 Schmidt sám objevil.

*Topografie měsíce.* Neobyčejně rozmanité útvary povrchu měsíčního lze roztřídit celkem v tyto čtyři hlavní skupiny: a) roviny, b) kratery, c) hory (kopce) a d) brázdy (Rillen). R o v i n y pokrývají více než polovici povrchu a rozdělují se dle návrhu Hevela a Riccioliho takto: 1. m o ř e (maria), veliké, tmavé, prostému oku již nápadné plochy; jména hlavních moří (moří se čítá celkem 14) jsou ve směru od západu na východ tato (viz mapu měsíce dle Nasmytha): Mare Crisium (m. nepokojů), Fœcunditatis (m. hojnosti), Nectaris (m. božského nápoje), Tranquillitatis (m. klidu), Serenitatis (m. jasna), Vaporum (m. par), Frigoris (m. chladu); na severním polu: Mare Imbrium (m. dešťů), Nubium (m. mračen), Humorum (m. vláhy) a Oceanus Procellarum (m. bouří); 2. paludes (bařiny, 8 do počtu); 3. lacus (jezera) a 4. sinus (zálivy), jež s moři jsou obvykle ve spojení, jsouce většinou jasnější a méně určité omezené. Také některá moře jsou vzájemně spojena; celkem se nacházejí moře v severní části povrchu měsíčního, jen 4 moře sahají na polokouli jižní. Světlé roviny vyskytují se jen zřídka a jsou méně rozsáhlé. Nejčastější formací na měsíci jsou charakteristické kratery, celkem kruhové útvary, obklopené valy s malým svahem na stranu vnější, se strmým sklonem však na stranu vnitřní, chovající ve středu jednu nebo více hmot kuželových, hor neb kuželů kraterových, jež jsou nižší než valy. Podle velikosti a zvláštního útvaru dělí se kratery v roviny valové (Wallebenen), prstény horské (Bergringe), kruhová pohoří (Ringgebirge), tyto jsou nejčetnější, roviny kraterové, vlastní kratery a menší útvary podobné kráterům, zvané jamky a kužele kraterové, průměru sotva 1 km. Valové roviny jsou různého tvaru a vzhledu a některé z nich, jako Clavius, Maginus, mají více než 200 km v průměru. Kruhová pohoří jsou většinou velmi pravidelně obehnutá valy, mívají asi 40—80 km v průměru a vyskytují se často po dvou, příkladně Atlas a Hercules, Aristillus a Autolycus. Největší

pohoří kruhová tvoří Posidonius, Kopernik, Tycho a Theophilus. Rozmanité zvýšeniny, hory (montes) dle Hevela, mají velikou podobnost s útvary pozemskými. Mohutné řetězy horské: Alpy, Kavkaz, Apenniny a j. převládají hlavně na severu, střídající se tu s jednotlivými horami, pahorky a



Obr. 165. Kruhové pohoří Kopernik dle Smytha.

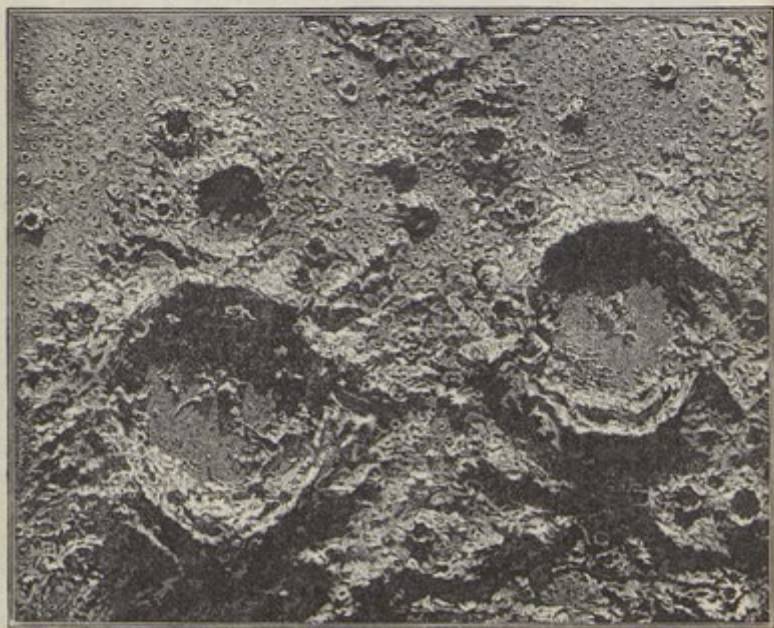
hřbety horskými, jež se většinou na jihu vyskytují, hlavně v sousedství velmi četných pohoří kruhových. Pohoří a větších útvarů hornatých čítá se 17, kruhových pohoří jest několik set, vlastních kráterů pak mnoho tisíc.

Obr. 165. znázorňuje veliké kruhové pohoří Kopernik (na mapě č. 166) dle admirála Smytha. Obr. 166. podává pohled jedné části řetězu Apennin dle Nasmytha. Obr. 167.





Obr. 166. Část fetězu Apennin dle J. Nasmytha.  
(Měřitko: 10 mm = 37 km).



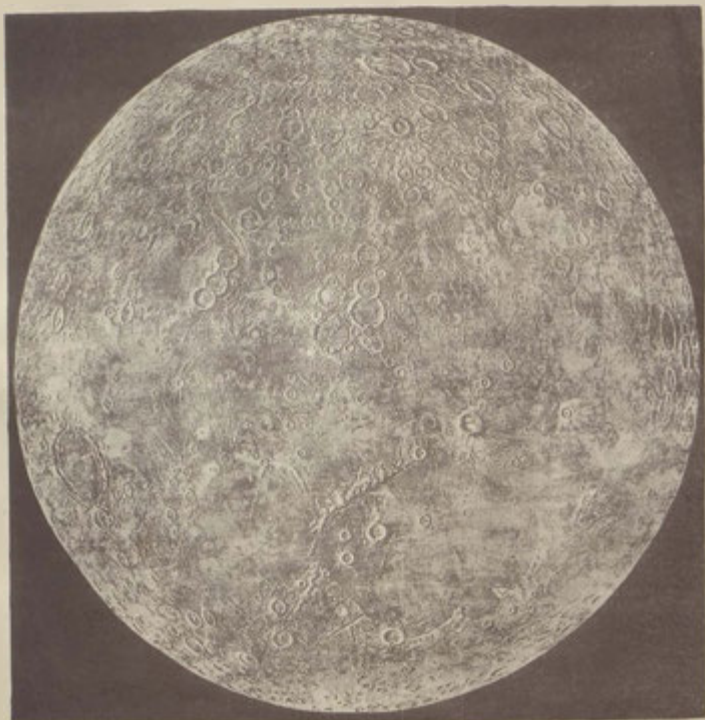
Obr 167. Kratery Endoxus a Aristoteles.  
(Měřitko 1 mm = 2 km).







MAPA MĚSÍCE DLE NASMYTHA



představuje kratery: Endoxus (na mapě č. 216) a Aristoteles (na mapě č. 230).

Mapa přiložená, pořizená dle mapy Nasmythovy, podává povšechný přehled útvarů viditelného povrchu měsíčního. Přiléhající kostra mapy na průhledném papíru chová čísla jednotlivých kráterů, jimž přísluší připojená jména:

- |                    |                  |                   |
|--------------------|------------------|-------------------|
| 1. Manzinus.       | 44. Gauricus.    | 87. Catharina.    |
| 2. Simpelius.      | 45. Ramsden.     | 88. Cyrillus.     |
| 3. Moretus.        | 46. Walter.      | 89. Theophilus.   |
| 4. Short.          | 47. Nonius.      | 90. Vendelinus.   |
| 5. Newton.         | 48. Fabricius.   | 91. Geber.        |
| 6. Gruemberger.    | 49. Metius.      | 92. Airy.         |
| 7. Klaproth.       | 50. Rheita.      | 93. Almamun.      |
| 8. Casatus.        | 51. Riccius.     | 94. Arzachel.     |
| 9. Wilson.         | 52. Stevinus.    | 95. Hippalus.     |
| 10. Kircher.       | 53. Borda.       | 96. Bullialdus.   |
| 11. Bettinus.      | 54. Neander.     | 97. Mersenius.    |
| 12. Zuchius.       | 55. Piccolomini. | 98. Cassendi.     |
| 13. Segner.        | 56. Furnerius.   | 99. Cavendish.    |
| 14. Schiller.      | 57. Poisson.     | 100. Lubiniecki.  |
| 15. Scheiner.      | 58. Aliacensis.  | 101. Alphonsus.   |
| 16. Blaeuanus.     | 59. Hell.        | 102. Ptolemäus.   |
| 17. Clavius.       | 60. Pontanus.    | 103. Herschel.    |
| 18. Longomontanus. | 61. Hesiodus.    | 104. Parrot.      |
| 19. Maginus.       | 62. Pitatus.     | 105. Albategnius. |
| 20. Bacon.         | 63. Mercator.    | 106. Alpetragius. |
| 21. Licetus.       | 64. Vitello.     | 107. Abulfeda.    |
| 22. Nearchus.      | 65. Vieta.       | 108. Kant.        |
| 23. Hommel.        | 66. Doppelmayr.  | 109. Taylor.      |
| 24. Vlaeq.         | 67. Fourier.     | 110. Descartes.   |
| 25. Barocius.      | 68. Kies.        | 111. Isidorus.    |
| 26. Maurolycus.    | 69. Thebit.      | 112. Guttentberg. |
| 27. Stöfler.       | 70. Campanus.    | 113. Goclenius.   |
| 28. Fernellius.    | 71. La Caille.   | 114. Langreen.    |
| 29. Tycho.         | 72. Blanchinus.  | 115. Messier.     |
| 30. Saussure.      | 73. Werner.      | 116. Capella.     |
| 31. Heinsius.      | 74. Purbach.     | 117. Hipparchus.  |
| 32. Hainzel.       | 75. Apianus.     | 118. Réaumur.     |
| 33. Wilhelm I.     | 76. Azophi.      | 119. Lalande.     |
| 34. Wargentiu.     | 77. Playfair.    | 120. Delambre.    |
| 35. Inghirami.     | 78. Sacrobosco.  | 121. Guericke.    |
| 36. Schickard.     | 79. Santbech.    | 122. Parry.       |
| 37. Phocylides.    | 80. Fracastor.   | 123. Boupland.    |
| 38. Piazzii.       | 81. Hase.        | 124. Davy.        |
| 39. Lagrange.      | 82. Petavius.    | 125. Billy.       |
| 40. Bonvard.       | 83. W. Humboldt. | 126. Fontana.     |
| 41. Capuanus.      | 84. Snell.       | 127. Hansteen.    |
| 42. Cichus.        | 85. Colombo.     | 128. Damoiseau.   |
| 43. Wurzelbauer.   | 86. Polybius     | 129. Grimaldi.    |

130. Riccioli.	164. Proclus.	198. Aristyllus.
131. Lohrmann.	165. Stadius.	199. Cleomedes.
132. Hevelius.	166. Ross.	200. Gauss.
133. Cavalerius.	167. Manilius.	201. Geminus.
134. Reiner.	168. Gay-Lussac.	202. Mason.
135. Flamsteed.	169. Tobias Mayer.	203. Plana.
136. Letronne.	170. Eratosthenes.	204. Struve.
137. Landsberg.	171. Olbers.	205. Messala.
138. Gambart.	172. Vasco de Gama.	206. Helicon.
139. Reinhold.	173. Marius.	207. Mairan.
140. Sömmering.	174. Herodot.	208. Gérard.
141. Moesting.	175. Aristarch.	209. Sharp.
142. Schröter.	176. Seleucus.	210. Repsold.
143. Schubert.	177. Pytheas.	211. Bianchini.
144. Firmicus.	178. Lambert.	212. Maupertuis.
145. Apollonius.	179. Timocharis.	213. Pico.
146. Taruntius.	180. La Hire.	214. Condamine.
147. Ritter.	181. Menelaus.	215. Cassini.
148. Sabine.	182. Plinius.	216. Endoxus.
149. Maskelyne.	183. Vitruvius.	217. Bürg.
150. Godin.	184. Maraldi.	218. Hercules.
151. Agrippa.	185. Macrobius.	219. Atlas.
152. Triesnecker.	186. Littrow.	220. Endymion.
153. Pallas.	187. Roemer.	221. Bailly.
154. Encke.	188. Posidonius.	222. Strabo.
155. Kepler.	189. Bessel.	223. Thales.
156. Kopernicus.	190. Autolycus.	224. Gärtner.
157. Silberschlag.	191. Archimedes.	225. Plato.
158. Hyginus.	192. Diophantus.	226. Epigenes.
159. Boscovich.	193. Delisle.	227. Fontenelle.
160. Ukert.	194. Lichtenberg.	228. Pythagoras.
161. Arago.	195. Briggs.	229. Timaeus.
162. Condorcet.	196. Theaetetus.	230. Aristoteles.
163. Picard.	197. Calippus.	

Laskavý čtenář sestaviž si pro pohodlí též abecední seznam kraterů s příslušnými čísly mapy měsíční.

Podivuhodné jsou světelné pruhy (Lichtstreifen) — paprsky na povrchu měsíčním, z nichž většina jest uspořádána v celé více méně pravidelné soustavy paprskové, jež za vysokého osvětlení (při úplňku) tak vynikají, že v krajinách, jimiž procházejí, nelze ničeho jiného viděti. Středy soustav takových tvoří sedm větších pohoří kruhových, z nichž pohoří Tycho na jižní polokouli má soustavu světlových pruhů nejvýznačnější. V příznivé libraci pokrývá soustava pruhů z pohoří Tycho více než  $\frac{1}{4}$  kotouče měsíce. Velmi význačné pruhy podobné ukazují Kopernik, Kepler a Aristarch. Pruhy ty se rozprostírají přes pohoří, údolí a

roviny, aniž při tom směr, tvar anebo barvu mění: jsou většinou velmi široké, některé 3—4 mile, jiné (u Aristareha) velmi úzké, šířky  $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$  milc. Při osvětlení šikmém mizí a zjevují se teprve, když slunce více vystoupí nad jich obzor. Na některých místech se spojují v uzly světelné anebo v široké spojené hmoty, jinde mají vzhled chumáčovitý. Pohoří kruhová, jež tvoří jich středy neb uzly, jsou vesměs velmi silně se lesknoucí předměty. Dříve se považovaly světelné pruhy ty za řetězy horské anebo za proudy lavy, za místa větší schopnosti odrazeti světlo. Schwabe myslil, že světelné paprsky vznikají ztemněním vegetace jejich okolí za doby léta měsíčního (za úplňku). Nejpravděpodobnější jest náhled Nasmytha a Carpentera, že vznikly rozpraskáním povrchu měsíce působením napjetí, jež předcházelo tuhnutí roztavených vulkanických hmot. Ukaz takový podává pokus se skleněnou koulí naplněnou vodou a hermeticky pak uzavřenou, jež se ponoří do teplé lázně. Uzavřená voda se rychleji roztahuje než sklo a působí tlakem svým na povrch skleněného ballonu, tak že tento na místě nejmenšího odporu praskne a tím způsobí se trhliny, jež se rozestupují od místa toho paprskovitě na všechny strany. Podobně u měsíce tlakem spodních vrstev pevná kůra se rozpraskala, čímž způsobena byla soustava trhlin paprskovitých. Trhlinami těmi vytryskla spodní roztavená hmota podél celého běhu trhlin na povrch a rozlivši se po obou stranách způsobila paprsky větší šířky než měly skutečné trhliny, jimiž hmota se dostala ven.

Nejzajímavější útvary měsíční tvoří brázdy (Rillen), úzké, obyčejně rovné, mnohdy 300—500 *k<sup>m</sup>* dlouhé rýhy neb propasti, jež bez přerušení pronikají valy, temena hor a jámy. Největší brázdu u krateru Hyginus v kvadrantu severozápadním znal již Schroeter. Zásluhou pozorovatelů Lohrmanna, Maedlera, hlavně pak Neisona a Schmidta známe již mnoho set brázd, jež lze často jen velmi těžko poznati (viz brázdy na obrazu 166).

Na měsíci schází rovina hladinová, jakou na zemi podává hladina moře; proto nelze určovati absolutní výše hor městěních, nýbrž jest nutno vztahovati výšku hor pouze na sousední planiny. Relativní výše hor na měsíci se neliší valně od výše hor pozemských. Nejvyšší hora měsíce, jež byla měřena, leží na severovýchodním okraji pohoří kruhového, Curtius zvaného, poblíže jižního polu;



hora ta převyšuje spodní plochu pohoří asi o 8000 *m*. Vysoké hory leží v jižních krajinách na okraji pohoří Doerffel a Leibnitz; také v pohořích Apenninách a Kavkazu jsou hory vysoké asi 6000 *m*. Jižní část měsíce předčí svou divokou velikolepostí a rozmanitostí část severní. Valy velikých pohoří kruhových vyčnívají obvykle jen 3—4000 *m* nad plochu vnitřní.

V novější době těší se selenografie veliké oblibě blavně v Anglii, kde r. 1864 jmenovala British Association komisi pro výzkum fyzikální povahy povrchu měsíčního. Tajemník komise té, Birt, založil pak i „Selenographical Society“ pro speciální studium měsíce. Zvláště dvě výtečná díla o měsíci: „Nasmyth J. and Carpenter J., The Moon considered as a planet, a world and a satellite. 1874. (Měsíc uvažován jako planeta, svět a trabant) a „Neison E., The Moon and the condition and configurations of its surface. 1876“ (Měsíc a jakost i utváření jeho povrchu) — obě díla byla do němčiny přeložena od pilného badatele měsíce Kleina — šířila v širších kruzích známosti a oblibu studia naší luny.

Na poli selenografie mohou si i neodborníci malými prostředky získati čestného jména; dalekohledy 3—5 paleč průměru lze docíliti prací vysoké ceny selenografické. Pro méně vyzkoumané části měsíce i pro určování polohy a rozměru útvarů měsíčních dostačují úplna dalekohledy otvoru 3—5 paleč.

Krásné fotografie měsíce z hvězdárny Lickovy na Mount Hamiltonu v Kalifornii, — z nichž jedna ukázka byla přiložena k sešitu prvému, druhá pak jest přiložena k sešitu tomuto — byly překonány v nejnovější době fotografiemi zjednanými v Paříži. Desky z Lickovy hvězdárny ukazují pod mikroskopem zrno od 1·5 až 8  $\mu$ , vedle toho i celé skupiny a čáry až 40  $\mu$ , z nichž asi 100 připadá na čtverečný millimetr; struktura snímků jest velmi nepravidelnou. Ohniskové obrazy fotografií pařížských mají průměr 171 *mm*, zrno fotografií těch jest velmi pravidelně rozdělené a jest v průměru 1·5 až 3  $\mu$  (tisíciny millimetru). Jako měřítko přesnosti sloužíž poznámka, že negativy ukazují velikou část brázd Triesneckerových.

*Změny na měsíci.* R. 1866 upozornil Schmidt na to, že v Mare Serenitatis se stala změna s kráterem zvaným Linné. Kdežto r. 1823 viděl Lohrmann, později Mädler



### Měsíc

dle fotografie největším dalekohledem hvězdárny Lickovy.



## M ě s í c

dle fotografie velkým refraktorem hvězdárny Lickovy.

a i Schmidt sám hluboký krater, nalézá se nyní na místě tom jednoduchá skvrna bílá, jen něco málo prohlubená. Někteří astronomové hledají příčinu různého vzhledu jmenovaného krateru v chybách dřívějších pozorování a nepokládají změnu za realní; také se vzhled krateru od r. 1867 nezměnil. Pro podvojný kruhový pohoří Messier v Mare Foecunditatis shledali Beer a Mädler pro složky úplně též tvar; nyní se však jeví již při upotřebení slabého dalekohledu obě složky různého tvaru. H. Klein shledal nový útvar důlovitý nebo podobný krateru severozápadně od krateru Hyginus (č. 158 na mapě). Mnozí astronomové zastávají skutečné změny na měsíci, jiní selenografové to popírají anebo pochybují o zjevech těch, uvažující, jak rozmanitý jest vzhled jednotlivých kraterů a objektů na měsíci podle osvětlení, dalekohledu, stavu vzduchu a jiných poměrů; proto jest snad rozumnější, domnělé změny útvarů povrchu měsíčního přičísti na vrub přehlédnutí nebo menších chyb pozorovatelů starších než pokládati je za novotvary, za změny objektivní. Ovšem nelze popřít, že jsou možny realní fyzické změny jednotlivých útvarů neb jich části na měsíci; třeba si jen připomenouti ohromné rozdily tepelné, jimž jsou formace měsíční vysazeny, po 14 dní našich silné sluneční záření a po 14 nocí našich ledová zima. Jest jen otázkou, jsou-li změny ty tak značné, aby byly znatelný. Uvážíme-li, že již 1" blízce středu měsíce odpovídá lineární velikosti 1800 metrů, nahlédneme snadno, jak ohromné by musily býti síly, aby přivodily změny v kraterech a pohořích kruhových velikosti jámy Hyginus. Změny nejmenších formací průměrů 1—2 km, jež můžeme ještě na měsíci s nějakou přesností poznati, vyžadují však sil, jichž působivost ještě nyní na měsíci předpokládati jest velmi odvážné. Přičítati změny na vrub sil vnitřních teprve nelze, poněvadž nemáme pak žádné opory pro tvrzení takové.

Ohromná pohoří a tisíce malých kraterů vzniklo nejspíše v dobách, kdy byl povrch měsíce ještě tvaru plastického; v dobách historických se sotva útvary jmenované podstatně menily. Ovšem nelze rozhodnouti, zda-li útvary ty jsou výsledkem sil čistě vulkanických, aneb působila-li současně voda, již měsíc dříve jistě měl.

Poněvadž měsíc chová jen odražené světlo sluneční, ukazuje spektroskop, nařízený na měsíc, jen čáry vidma slunečního. Pokud tomu dovoluje síla světelná, vyskytují se

veškerý čáry slunečního vidma v nezměněné intenzitě ve vidmu měsíce. Jaké jest chemické složení a vnitřní uspořádání hmot měsíc tvořících, se snad nikdy nedovíme. Ani fotografie a ani fotometrie zde valně neposlouží. Zöllner určil albedo měsíce na 0·17, z čehož plyne, že v průměru se povrch měsíce skládá z hmot dosti tmavých, jež odrážejí asi stejné množství světla jako na povrchu zemském hlína. Pouhý pohled na měsíc ukazuje, že pro různé krajiny neobyčejně silně kolísají hodnoty sil odrážejících.

Dříve se shledávalo málo podobností mezi jakostí povrchu měsíce a země; nyní se však nejslovutnější selenografové kloní k náhledu, že stává více podobností mezi oběma tělesy, než jak se povrchovému pozorovateli jeví.

Zda-li jednotlivé vulkany jsou ještě nyní občas na měsíci činný, nelze rozhodnouti; některé pozorované úkazy, o nichž se mysliło, že jsou to výbuchy sopek, lze spíše vysvětliti určitými poměry osvětlení; úkazy pozorované podobají se spíše světelnosti, jaké občas jeví kráter Aristarch; ostatně, jak již Olbers podotkl, jest nedostatek ovzduší měsíce nepřízniv výbuchům vulkanickým.

Zajímavo jest, že mnozí badatelé snažili se přičísti měsíci podobné organismy a kultury, jaké jsme zvykli viděti na naší zemi. Ještě Schröter se rozhodně vyslovil o obydlitelnosti měsíce, a Gruithuisen viděl dokonce na měsíci celou kulturu, města, kanály atd. a navrhoval ku dorozumění se s obyvateli měsíce zavésti korespondenci znázorněním Pythagorovy věty rozsáhlými poli řepovými. Také Gauss pravil, že jest nemoudro upíratí měsíci vůbec obyvatelů: máf příroda více prostředků, než ubohý člověk může tušiti.

*Světlo a teplo měsíce.* Celistvý obnos světla, jež úplněk nám vysílá, obnáší dle přesných fotometrických měření Zöllnerových  $\frac{1}{610000}$  množství světla slunečního. Poněvadž měsíc dostává od slunce světlo, jež odráží, musí také odrážeti teplo, jež od slunce přijímá. Pokusy k určení množství tepla, jež měsíc vysílá zemi, jsou nad míru těžké a zůstaly až do nedávna bez výsledku; neboť výpočet ukazuje, že množství tepla přímo k zemi od měsíce odraženého obnáší jen asi  $\frac{1}{240000}$  tepla, jež měsíc dostává od slunce; teplo to může způsobiti při teploměru stoupání jen o  $\frac{1}{1000}$  stupně. Teprve novější velmi jemné metody pomocí thermických článků dovolily při soustředění měsíčního světla velikými

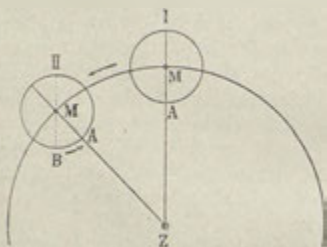


zrcadly kovovými lordu Rosseovi a Mariě Davymu dokázati teplo měsíční. Rosse určil netoliko celistvý obnos tepla, nýbrž i množství tepla v různých fázích měsíce a stanovil, která část tepla měsíčního jest čistě odražené teplo sluneční a která část se vyzařuje měsícem samým jako tělesem teplým, jež pohlcené teplo sluneční vysílá. Výsledek studia byl pro množství tepla týž jako pro množství světla; největší část tepla měsíčního obdrží měsíc při úplňku, množství to se rovná  $\frac{1}{88000}$  tepla slunečního (takové teplo by vysílala koule stejné velikosti a vzdálenosti jako měsíc, kdyby byla udržována na stálé teplotě 110 stupňů C.). Množství tepla měsíčního za novolunni jest sotva znatelné. Jen nepatrná část tepla měsícem vyzařovaného jest odražené teplo sluneční, největší část jest pohlcené teplo sluneční. U těles, jež nemají vlastní vysoké teploty, nýbrž jen pohlcené teplo vyzařují, jeví se při vývoji tepla absorpce sklem tak, že se značná část tepla sklem pohlcuje a malá část propouští. U slunce projde sklem 86% tepla slunečního a pohlcuje se jen 14%, u měsíce však projde sklem jen 12% tepla měsíčního a pohlcuje se celých 88%. Týž výsledek plyne z okolnosti, že slunce na zemi vysílá jen 82000krát více tepla, však 619.000krát více světla než měsíc.

Z poměrů těch plyne, že asi  $\frac{6}{7}$  slunečního tepla na měsíc dopadajícího se měsícem vyzařuje působením oteplení, jehož povrch měsíce dosáhne pohlcením paprsků slunečních. Lord Rosse stanovil také rozdíl teploty povrchu měsíčního za doby úplňku a za doby tmy na měsíci (při novolunni) a shledal, že rozdíl ten obnáší více než 300 stupňů C. Hodnot vlastní teploty nelze ani přibližně určit; jen tolik lze říci, že teplota na polech měsíce klesne až na teplotu světového prostoru, jež se udává na — 273 stupňů, že však pro krajiny rovníkové, jež jsou vysazeny 14dennímu záření slunečnímu, teplota v maximu daleko převyšuje teplotu bodu varu vody. Kdyby měl měsíc ovzduší poněkud znatelné hustoty, pak by se uvedené mezni hodnoty sobě přiblížily. Pozorování Boddickera ukazují i přibývání a ubývání teploty při úplných zatměních měsíce.

*Působení měsíce na zemi.* Na str. 281. a sl. jsme vysvětlili, kterak přitažlivost měsíce způsobuje slapy mořské. Jest jisto, že musí přitažlivost měsíce způsobovati podobné úkazy v ovzduší našem, jež tvoří jaksi ocean látky znatelné

hutnosti. Slapy ovzduší pozemského jsou však tak malé, že bývají zakrývány změnami, jež v ovzduší stále z jiných příčin vznikají. Nieméně byl vliv měsíce na tlak vzduchu s jakousi pravděpodobností dokázán na několika místech, na nichž větší oscillace tlaku byly přesněji známy anebo se velmi pravidelně dostavovaly. Mnozí badatelé připouštějí též, že měsíc má vliv také na vulkanické výbuchy a s nimi spojená zemětřesení působením přitažlivosti na žhavé tekuté hmoty vnitra zemského; dosavadní sporá pozorování a méně přesná vyšetřování úkazů takových otázku tu nemohou ještě rozhodnouti. Mnozí hledali jiné vlivy měsíce na přírodu pozemskou i na psychické a fysické vlastnosti člověka. Ještě podnes jest valně rozšířeno mínění, že měsíc má podstatný



Obr. 163.

vliv na počasí, přes to, že mínění to se nemůže opírat o skutečná pozorování. Ačkoliv jest jasno, že pozorované změny počasí vyplývají z nahodilých příčin, jež nelze předvídati, přece jest řada vědců, kteří mínění o vlivu měsíce na počasí houževnatě hájí, podléhající své fixní ideí; tím lze vysvětliti i velkou řadu vědeckých prací v o-

bornu meteorologie, jimiž se má dokázati souvislost střední teploty, počtu srážek, počtu bouřek atd. se stářím (dobou uplynulou od novoluní) a s polohou měsíce ve své dráze.

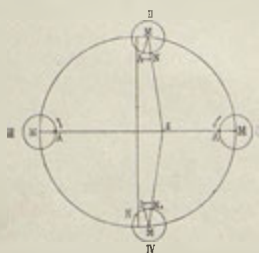
*Librace měsíce.* Záhy se poznalo, že předměty na měsíci celkem zachovávají vzhledem k okraji měsíce touž polohu. Z toho se správně usoudilo, že měsíc se otáčí kolem své osy v téže době, v které vykonává oběh kolem země. V obr. 168. jest vykreslen měsíc  $M$  v dvou polohách I. a II. V poloze I. směřuje průvodič  $MA$  k zemi  $Z$ ; se země se vidí bod  $A$  právě uprostřed kotouče měsíčního. Kdyby se měsíc pohyboval na levo bez současné rotace, pak by  $MA$  si zůstalo stále rovnoběžné a mělo by v poloze II. polohu  $MB$ . Prostým okem vidíme však opět bod  $A$  uprostřed kotouče měsíčního, průvodič  $MA$  otočil se tedy na pravo o úhel  $BMA$  vzhledem k poloze první. Úhel  $BMA$  se rovná úhlu při  $Z$ . Aby týž bod zůstal stále uprostřed kotouče měsíčního,

musí se měsíc v rovině své dráhy kolem osy kolmé k rovině dráhy otáčet na pravo o úhel, o který v rovině dráhy měsíc postupuje v levo. Rychlost otočení rovná se pak rychlosti pohybu v dráze. Po úplném oběhu měsíce kolem země otočil se průvodič *MA* o 360 stupňů. Kdyby se měsíc pohyboval v dráze kruhové, tedy s rychlostí rovnoměrnou a v rovině ekliptiky, a kdyby i rovník měsíce splýval s dráhou měsíce, pak by ležel při stejné době rotace a oběhu zdánlivý střed kotouče měsíčního vždy na spojnici středů měsíce a země a se středem zdánlivým by se pak krylo střední centrum, jež jest určeno průsekem středního (prvního) poledníku s rovníkem měsíčním. Rotace jest sice rovnoměrná, revoluce (oběh) však nerovnoměrná, osa měsíce zůstává sice rovnoběžnou, tvoří však s rovinou dráhy úhel asi  $83\frac{1}{2}$  stupně, také nemizí velikost země u porovnání s její vzdáleností od měsíce; poměry ty způsobují, že zdánlivý okraj měsíční se mění tak, jakoby se měsíc kolébal, že se vyskytují úkazy librace měsíce. Během siderického měsíce shledáme, upřeme-li zrak na střed kotouče měsíčního, že se ve středu tom nenalézá vždy týž bod (krater), nýbrž že sousední body buď s pravé aneb levé strany, buď shora nebo zdola vstupují do středu kotouče měsíčního, že celý povrch měsíce se takřka kolébá s jedné strany na druhou a shora dolů. Librace měsíce poznali již Galilei a jeho nejbližší nástupci, důkladně byly librace studovány teprve Tobiášem Mayerem.<sup>1)</sup> Výsledek librace

<sup>1)</sup> Mayer Jan Tobiáš nar. se r. 1724 v Marbachu ve Württembergu; záhy osířev vyrostl v chudobě nejprve v Marbachu, pak v Erlangenu. M. byl výhradně autodidaktem; v 18. roce uveřejnil první práci geometrickou. Pohyb nějaký čas v Angsburgu odebral se roku 1746 do Norimberku jako spolupracovník Homannova ústavu kartografického. R. 1751 byl povolán za profesora matematiky do Göttingu, kdež byv r. 1754 ustanoven dozorcem nad malou hvězdárnou za nejnepříznivějších poměrů pozoroval, až přepracovav se tu záhy (r. 1762) skončil. M. náleží mezi nejlepší a nejčinnější hvězdáře 18. století. Trvalého jména si dobyl pracemi o měsíci a tabulkami měsíčními, pak methodou určení délek na moři, opírající se o pohyb měsíce. Anglický parlament vypsal již r. 1713 cenu na nejlepší methodu určování délek. M. vypracoval r. 1752 své: „*Novae tabulae motuum Solis et Lunae*“, za něž brzo po jeho smrti udělil anglický parlament vdově část vypsané ceny. M. proslavil se dále v topografii měsíce prvními přesnými měřeními útvarů měsíčních, svým přesným určováním míst hvězdných pro katalog hvězdný, jež vydal r. 1894 A. Anwers. M. zkoumal astronomickou a terrestickou refrakci a m. j. V pojednání: „*Nova methodus perficiendi instrum. geometr.*“ popsál M. princíp

jest, že vidíme z povrchu měsíce občas ještě  $\frac{1}{7}$  povrchu vedle  $\frac{3}{7}$ , jež vidíme stále. Ukazy librace, jež závisí na poloze pozorovatele vzhledem k měsíci, slovcu optickými oproti skutečnému kolébání měsíce, libraci fysické.

a) Měsíc pro elliptický tvar své dráhy kolem země nepohybuje se s rychlostí rovnoměrnou, nýbrž tu rychleji, tu pomaleji. Tim vzniká librace v délce (geocentrická). Měsíc má (viz obr. 169.) v přízemí (perigeum [I.]) největší,



Obr. 169.

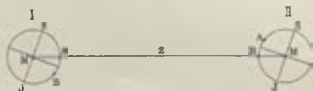
v odzemi (apogeum [III.]) nejmenší a blíže malé osy své elliptické dráhy (II. a IV.) průměrnou rychlost. Rotace měsíce jest však rovnoměrná; rychlost v dráze bude tudíž brzo větší brzo menší než rychlost rotace, větší v části dráhy omezené malou osou, v které se nalézá perigeum, menší v části druhé. Rovné si budou rychlost v dráze a rychlost rotace v bodě, kde rychlost dráhy má hodnotu průměrnou.<sup>1)</sup>

V poloze I. měsíce leží ve středu kotouče měsíčního bod A, pozoruje-li se měsíc se země Z. Od polohy I. do polohy II. jest rychlost v dráze větší než rychlost rotace, bod A se proto otáčí na pravo méně než by nutno bylo, aby zůstal opět ve středu, jinými slovy bod A zůstává, pozorován jsa se země Z, vždy více na levo od středu N. V poloze II. rovná se rychlost v dráze rychlosti rotace, bod A nezůstává dále pozadu, tu jest bod A nejdále na levo od N. Z polohy II. do polohy III. klesá rychlost v dráze pod rychlost rotace o tolik, oč z polohy I. do polohy II. stoupala rychlost v dráze nad rychlost rotace. Bod A získá přebytkem rotace to, co dříve ztratil, a stojí po polovičním oběhu opět ve středu kotouče. Z polohy III. do polohy IV. jest rychlost v dráze menší než rychlost rotace,

multiplikace úhlů a kruh zrcadlový, jež (podobně) později provedl Borda. Vydání neuveřejněných spisů Mayerových obstaral r. 1775 Lichtenberg v Gottinkách.

<sup>1)</sup> To se stává ve pravé anomalii  $v = 90^\circ + \frac{3}{4}e + \frac{65}{384}e^3 +$  t. j. pro  $e = 0.055$  při  $v = 92^\circ 21' 40''$  a  $267^\circ 38' 20''$  ( $e$  jest výstřednost dráhy měsíční).

bod  $A$  proto ubíhá ze středu na pravo o tolik, oč zůstal v poloze II. na levo po zpátku. Z polohy IV. do polohy I. převyšuje rychlost v dráze rychlost otáčení, bod  $A$  zůstává proto opět vzhledem ku středu zpátky a tak stihne po uplynutí celého oběhu opět na své místo do středu kotouče. Úhel  $NMA = N_1MA$  jest librace v délce, úhel ten měří posunutí bodu  $A$  ve směru dráhy měščení, jež se málo uchyluje od ekliptiky, v níž se čítají délky těles nebeských. Librace v délce se děje od perigea k apogeu na levo, tím se zjevují nové části povrchu měsíčního na pravém (západním) okraji ze zadní strany; od apogea k perigeu se děje librace v délce na pravo, tu se zjevují nové části na levém (východním) okraji ze zadní strany. Blíže malé osy jest librace ta největší a obnáší v maximu  $70^\circ 35'$  (na obou stranách malé osy). Celistvý maximální obnos librace v délce činí proto přes  $150^\circ$ . — Librace v délce byla nejprve pozorována Hevelem a Ricciolim.



Obr. 170.

b) Osa měsíce nestojí kolmo na dráze, nýbrž odchyluje se od kolmice asi o  $6\frac{1}{2}^\circ$ . Tím vzniká librace v šířce (geocentrická).

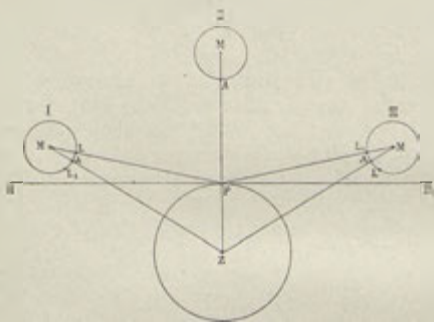
V obr. 170. jest měsíc v poloze I. a II. nakreslen na dvou protilehlých místech, kde rovina proložená osou kolmo na dráhu měsíce prochází zemí  $Z$ . Rotační osa měsíce zůstává vždy rovnoběžnou. V poloze I. jest severní pol  $S$  (měsíce) nakloněn k zemi, přímka spojující zemi ( $Z$ ) a měsíc ( $M$ ) protíná povrch měsíce v bodě  $A$  severně od rovníku, bod  $A$  leží tu uprostřed kotouče měsíčního. V poloze II. jest jižní pol měsíce k zemi obrácen, měsíc vykonal poloviční otočení kolem své osy. Přímka  $ZM$  protíná tu povrch jižně od rovníku v bodě  $B$ , bod  $A$  severně od rovníku ležící se tu nalézá nad středem. Během oběhu přijdou veškery mezi  $A$  a  $B$  za sebou ležící body po obou stranách rovníku dvakráte do středu k nám obrácené polovice měsíce, v jedné polovici dráhy vystupují, v druhé sestupují.<sup>1)</sup> Vzdálenost

<sup>1)</sup> Při této libraci v šířce se mění poloha centrální přímky  $ZM$  podobně jako při ročním oběhu země kolem slunce kolmý paprsek sluneční, jenž pravidelně mezi obratníky vystupuje a sestupuje a každý bod pásma teplého dvakráte stihne.



nejzazších bodů obnáší dvojnásobnou hodnotu sklonu osy. Osa měsíce odchyluje se stále od přímky kolmé na ekliptiku o  $1^{\circ}28'45''$ , sklon dráhy měsíční k ekliptice se však mění v mezích  $5^{\circ}0'$  a  $5^{\circ}18'$ , mění se tedy v týchž mezích i úhel mezi kolmicí na ekliptiku a kolmicí na dráhu měsíční, proto se odchyluje i osa měsíce v mezích  $6^{\circ}29'$  a  $6^{\circ}47'$  od kolmice k dráze měsíční. A tolik obnáší tedy librace v šířce po obou stranách rovníku měsíčního. Celková librace v šířce jest tudíž  $13^{\circ}$  až  $13\frac{1}{2}^{\circ}$ . — Libraci v šířce objevil již Galilei.

c) Pro blízkost měsíce vidíme s různých bodů povrchu zemského též o něco různé polovice měsíčního.



Obr. 171.

Takto vzniká librace denní aneb parallaktická.

Nehledíme-li na obě předeslé librace po krátkou dobu od východu do západu měsíce, vidíme (viz

obr. 171.), že ze středu země Z jest bod A, jež jest viděti uprostřed ko-

tuče měsíčního. Pozorovatel v místě P vidí však jiný bod uprostřed kotouče. Vrcholí-li měsíc (v poloze II.), leží uprostřed kotouče bod, jenž jest nad nebo pod A, dle toho, je-li místo P severně neb jižně od místa, kde stojí měsíc právě v nadhlavníku. Před kulminací (v I.) jest uprostřed kotouče měsíčního bod L, jenž jest na pravo (západně) od bodu A, po kulminaci jest uprostřed kotouče bod  $L_1$ , jenž jest na levo (východně) od bodu A, kdežto bod L jest značně na pravo. Úhel při M, jenž udává vzdálenost příslušného bodu středového od bodu A, jest, jak obr. ukazuje, roven výškové parallaxe měsíce a tudíž největší na obzorníku  $HPH_1$ , kdež se rovná parallaxe horizontální (asi  $57'$ ). Librace parallaktická rovná se proto asi  $2^{\circ}$ . Všecky body viditelného povrchu měsíčního kolébají se mezi vý-

chodem a západem měsíce o tuto hodnotu od levé ku pravé straně, proto se zjevují na levém (východním) okraji měsíce nové části. Také tuto libraci poznal již Galilei.

Společným působením všech tří druhů librace vzniká posínování zdánlivého centra měsíce vzhledem ku centru střednímu o více než 10 stupňů koule měsíční, čímž se může vzhled tvarů okraje velmi značně pozměnit.

Fysická librace, skutečné kývání měsíce na způsob kyvadla kolem osy k zemi namířené způsobuje se odchylkou měsíce od tvaru sférického. Určení velmi malé hodnoty fyzické librace měsíce bylo provedeno pomocí heliometru Hartwigem a v novější době J. Franzem.

*Nerovnosti běhu měsíce.* Různé úkazy poruchů jeví se při vyšetřování pohybu měsíce kolem země. Hmotou rušivou jest tu především slunce, jež ohromnou svou hmotou působí na měsíc, ačkoliv jest 400krát vzdálenější než země, přece více než dvakrát tak silně; poněvadž však slunce též na zemi působí, záleží pouze na rozdílu působení slunce na zemi a na měsíc. Rozdíl ten, ačkoliv obnáší nejvíce 179tý díl působení země na měsíc, jest přece velmi značný; elliptická dráha měsíce kolem země jest rušena dále působením oběžnic a ellipsoidického tvaru země. Theorie pohybu měsíce náleží proto k nejtěžším částem mechaniky nebeské.

Měsíc opisuje kolem země ellipsu, jejíž velká osa (čára apsid) zvolna se ku předu otáčí v rovině dráhy a vyžaduje k úplnému oběhu 3232·57 dní. Měsíc musí proto proběhnouti více než 3600, aby se dostal opět do perigea, odkud byl vyšel. Doba mezi dvěma průchody měsíce perigeem slove anomalistický měsíc, délka jeho se rovná  $27^d 13^h 18^m 37\cdot4^s$  ( $27\cdot5546^a$ ). Apsidy se pohybují více než dvakrát rychleji ku předu (na východ), než se pohybují uzly zpětně (na západ). (Srovnej str. 27.) Také se mění vzájemná poloha čáry apsid a čáry syzygií (čáry vedené od země k úplku nebo k novoluní). Splývají-li obě tyto čáry (nastane-li tedy úplněk nebo nový měsíc právě v perigeu nebo v apogeu), působí tu slunce tak, že se výstřednost dráhy měsíční zvětší; stojí-li obě čáry kolmo na sobě (přichází-li měsíc do perigea neb apogea v čas první nebo poslední čtvrti), jeví se působení slunce tím, že se výstřednost dráhy měsíce zmenší. Takto vzniká v pohybu měsíce nerovnost, jež slove evekce; tato způsobuje, že se měsíc může nalézati v maximu o  $10^{\circ} 16'$  před nebo za místem určeným dle pohybu elliptického.

Další velkou nerovností jest *variace*. Na měsíc působí v témž směru země i slunce, blíží-li se měsíc syzygiím (úplňku neb novému měsíci); vzdaluje-li se měsíc od syzygií, působí slunce proti zemi. Vliv působení takového jest zjevný v oktantech (v osminách) a mizí právě ve čtvrtích. Největší hodnota variace obnáší  $36'$ .

Jinou velkou nerovností jest *rovnice*<sup>1)</sup> roční, již způsobuje okolnost, že země při svém ročním pohybu k slunci se blíží a opět od něho vzdaluje. V čas léta při největší vzdálenosti od slunce se působením toho pohyb měsíce zrychluje, v čas zimy při nejmenší vzdálenosti se pohyb měsíce děje pomaleji. Změna v poloze měsíce nerovností tou způsobená obnáší  $11'$ .

K těmto velkým nerovnostem se druží veliká řada nerovností malých.

Aby si čtenář učinil pojem o rozsáhlosti a nesnadnosti theorie pohybu měsíce, budiž poznamenáno, že Delaunay pracoval o své theorii měsíce 25 let. Jeden vzorec vyplňuje v díle Delaunayově (dva ohromné svazky) 137 stránek kvartových.

Nerovnost *evekci*<sup>2)</sup> (z eveho, pojmenovanou tak r. 1687 Boulliauem) nalezl již Ptolemaeus, nerovnost ta má periodu 32 dnů.

Objevení nerovnosti *variace*<sup>3)</sup> přičítalo se dlouho Braheovi; Sédillot dokázal, že nerovnost tu nalezl již Abul-Wefa.<sup>4)</sup> Nerovnost ta mizí v syzygiích a kvadraturách. Perioda nerovnosti jest polovice měsíce synodického aneb  $14\frac{3}{4}$  dnů.

<sup>1)</sup> Výrazem (dostí nepřiměřeným) *rovnice* (aequationes) vyjadřovali staří odchytky od jednoduchého pohybu kruhového, jež připočteny k pohybu tomu je vyrovnávaly (uváděly v souhlas se skutečností). Výraz ten přešel do všech jazyků.

<sup>2)</sup> Mathematický výraz nerovnosti té jest:  $10' 16' \sin [2(l - L) - m]$ , kdež  $m$  značí střední anomalii měsíce,  $l$  a  $L$  střední délky měsíce a slunce.

<sup>3)</sup> Mathematický výraz nerovnosti té jest  $36' \sin 2(l - L)$ .

<sup>4)</sup> Abul-Wefa (nar. r. 939 v Buzdžanu v severovýchodní Persii) byl jako učitel, pozorovatel a spisovatel v Bagdadu činným. Vynikl též jako matematik, hlavně v trigonometrii a jako praktický astronom. Opíraje se o vlastní pozorování založil: „Almagestum sive Systema astronomicum“. Objevil třetí velikou nerovnost běhu měsíčního, *variace*. Zemřel r. 998.

Roční rovnice<sup>1)</sup> se dříve také přičítala Braheovi; poprvé nerovnost tu zjistil však Kepler (viz R. Wolf, *Handbuch der Astronomie* etc. p. 453). Nerovnost ta mizí v perigeu a apogeum slunce. (Srovnej str. 286 a 287.)

O některých nerovnostech měsíce pojednal již Newton ve spise „*Principia*“. Ve III. knize tohoto díla obsažen jest výklad variace, změna sklonu dráhy měsíční a pohyb uzlů dráhy. J. Euler snažil se analyticky řešiti pohyb naší luny. Současně se zanášeli analytickou teorií pohybu měsíce Clairaut v práci početně cenou petrohradské akademie: „*Théorie de la Lune (1752)*“ a T. Mayer v práci: „*Theoria Lunae juxta systema Newtonianum (1767)*“. Theorie pohybu luny doznala obšírného výkladu v Laplaceově díle *Mécanique céleste*. Aby pozorování měsíce byla uvedena v úplný souhlas s výpočtem, byly podniknuty obrovské práce, z nichž uvádíme pouze:

J. P l a n a : *Théorie du mouvement de la Lune* (Turin 1832) — 3 svazky;

C. D é l a u n a y : *Théorie du mouvement de la Lune* (Paris 1860—1867) — 2 veliké svazky;

P. A. H a n s e n<sup>2)</sup>: *Tables de la Lune construites d'après*

<sup>1)</sup> Mathematický výraz roční rovnice jest:  $11' \sin M$ , kdež  $M$  značí střední anomálii slunce.

<sup>2)</sup> Hansen Petr Ondřej nar. se r. 1795 v Tondern v Slesviku, syn váženého zlatníka, užil volného času mimo školu ke studiu jazyků a matematiky, jakož i ke zhotovování různých přístrojů fyzikálních. Nemoha se oddati studiím vstoupil do učení k hodináři ve F.ensburgu a odebral se po vynučení r. 1818 do Berlína, aby zde ještě rok ve svém řemesle pracoval. Vráťv se do svého rodiště zřídil si H. dílnu hodinářskou. Zde se seznámil r. 1830 s lékařem Dirksem, jenž poznav záhy veliké mathematické nadání Hansenovo, přiměl otce jeho, že tento dal konečně svolení, aby syn mohl pracovati v astronomii u Schumachera v Kodani. R. 1821 stal se H. stálým spolupracovníkem a pomocníkem Schumachera při měření stupňovém. R. 1825 byl H. za své vynikající práce povolán jako nástupce Encke-ův na hvězdárnu Gotha-Seeborg, kde v tiché činnosti trávil téměř po dobu půl století až do své smrti r. 1874 odmítaje čestná povolání na vynikající hvězdárny. V Gothě dobyl si H. vědecké slávy a různých vyznamenání tu i cizozemských. H. obdržel několikrát zlatou medaili od Royal Astron. Society. Když r. 1857 byla stavěna nová hvězdárna v Gothě, navrhl H. množství praktických zařízení, jež později i jiným hvězdárnám zdárně posloužila. H. obohatil teorii strojů výtečnými pracemi o heliometru, aequatorealu a passažniku, prohloubil a vyběrsil theoretickou geodacii, dioptriku a počet pravděpodobností. Práce o pohybech těles nebeských, hlavně theorie poruchů, z nichž uvádíme pouze: theorie pohybu měsíce (1838, 1862—64), theorie absolutních

le principe newtonien de la gravitation universelle (London 1857).

Hansenovy tabulky slouží posud k vypočtení pohybu měsíčního. Nyní ukazují tabulky ty již odchylky od skutečného běhu měsíce v obnosu 8" i více, jež, jak Newcomb dokázal, se nedají odstraniti opravou měsíčního středního pohybu a jeho sekulární změny. Příčina odchylky spočívá snad v dosavadní nedokonalosti výpočtu poruchů.

Blíže data o theorii měsíce sestavil A. Seydler ve článku: „Historický rozvoj problemu tří těles“ v Časopise pro pěstování matematiky a fysiky ročníku XV. 1886, k němuž čtenáře odkazujeme.

K nejzákladnějším zjevům běhu měsíčního náleží Halley-emu objevená accelerace, rostoucí průměrná rychlost v oběhu, o níž bylo jednáno na str. 288 a sl.

Cassini odvodil pomocí pozorování tři zákony (Cassiniho zákony) pohybu měsíce: 1. Měsíc se otáčí kolem své osy v téže době, ve které kolem země obíhá; rotace jest rovnoměrná. 2. Osa koule měsíce svírá s ekliptikou stále úhel  $88^{\circ} 27' 51''$ . 3. Sestupný uzel rovníku měsíčního na ekliptice splývá stále s výstupným uzlem dráhy měsíční na ekliptice. Ekliptika, rovina rovníku měsíčního a rovina dráhy měsíční mají jedinou společnou přímku uzlovou. Zákony Cassiniho odvodil později theoreticky Laplace.

Ke konci budiž připojen přehled různých oběhů luny:

Průměrný měsíční synodický (doba mezi dvěma úplňky)  $29.53059^d = 29^d 12^h 44^m 29^s$ .

Měsíční tropický (doba, již luna potřebuje při rovnoměrném pohybu ku proběhnutí  $360^{\circ}$  délky)  $27.32158^d = 27^d 7^h 43^m 47^s$ .

Měsíční siderický (doba, již luna potřebuje, aby přišla opět k téže hvězdě aneb na totéž místo nebe)  $27.32166^d = 27^d 7^h 43^m 11.5^s$ .

---

a speciálních poruchů malých planet (1853—59), poruchů komet (1843, 1850) a poruchů velkých planet, zajistily Hansenovi nepomíjející slávu. Početní výsledky výzkumů o pohybu měsíce chová veliké dílo „Tables de la Lune“, jež r. 1857 vydala britská admirálita. Společně s Olufsenem vydal H. r. 1853 také tabulky sluneční (v Kodani), jež po dlouhou dobu byly v užívání na místě tabulek Carlini-Besselových. V novější době byly sluneční tabulky Hansenovy nahrazeny přesnějšími tabulkami Leverrierovými.



Průměrný měsíc dračí (doba mezi dvěma průchody luny uzlem)  $27^d 21^h 22^m = 27^d 5^h 5^m 35^s \cdot 8^s$ .

Průměrný měsíc anomalistický (doba mezi dvěma průchody luny perigeem)  $27^d 55^h 46^m = 27^d 13^h 18^m 37^s \cdot 4^s$ .

*Den a noc na měsíci.* Noci jsou na měsíci dvojího druhu. Noci na polokouli námi neviditelné jsou úplně tmavé. Stálíce i oběžnice září tam leskem neseslabeným. S té strany měsíce není zemi nikdy viděti. Na polokouli námi viditelné jsou noci světlé, a to 14krátě světlejší než u nás světlo měsíční. V každé noci se objevují s malými odchylkami tytéž podoby země. Pro střední krajiny měsíce jest země v nadhlavniku; o poledni (na měsíci) jest pro tyto krajiny nová země (novozemí), země obrací k měsíci část tmavou, za odpoledne, jež trvá 177 hodin, jeví země podobu srpovitou, při západu slunce jest polovice (prvá čtvrt), o půlnoci pak celý kotouč země (úplněk). Potom nastupuje ubývání světlosti v pořádku obráceném; poslední čtvrt zemská jest při východu slunce. Krajina na okraji západním vidí při východu slunce novou zemi, v poledne první čtvrt, večer úplněk a o půl noci poslední čtvrt země. Krajina na okraji východním má při západu slunce novou zemi, o půl noci první čtvrt, ráno úplněk země a při východu slunce poslední čtvrt země.

Země má pro každou krajinu měsíční určité střední místo na obloze, pohybující se jen v omezeném prostoru kolem místa toho. Nejzazší meze toho prostoru, jenž má tvar sférického pravoúhelníka, jsou v délce  $15^{\circ} 46'$ , v šířce pak  $13^{\circ} 34'$ . Země vychází a zapadá jen pro ty krajiny měsíčné, jichž obzor protíná jmenovaný pravoúhelník, což platí pro  $\frac{1}{7}$  povrchu měsíčního; zemi vidí stále  $\frac{3}{7}$  povrchu měsíčního,  $\frac{3}{7}$  ji nikdy nevidí. Nejzazší pro nás ještě viditelné krajiny měsíční vidí jen občas vystupovati úsek, část kotouče zemského, nad obzor. Pohyby země jsou velmi pomalé a jsou to jen obrazy libračního pohybu koule měsíční. Země jest pro měsíc předmětem značného rozměru, jeví se v průměru  $3\frac{2}{3}$  větší než se zjevuje zemi měsíc a září téměř 14krátě větší plochou. Země ukazuje obyvatelům měsíce (jsou-li vůbec jací) během 24 hodin 50 minut všecky své kraje. Po uplynutí čtvrt hodiny jest pošunutí krajín zemských od západu na východ přiměřeně dosti veliké, aby mohlo býti poznáno. Proto tvoří země pro měsíc přirozené hodiny. Větší oddily časové podává podoba (faze) země, menší pak rotace země.

Středni den měsíce rovná se polovici doby synodického oběhu, tedy  $354^h 22^m 14^s$  a mění se (vyjmeme-li nejzazší krajiny polární) během roku (jenž jest roven téměř našemu zemskému roku) nepatrně. Z elementů dráhy a z rotace odvodí se snadno pro kterékoliv místo na měsíci délka dne a noci. Připojený přehled podává nerovnost dnů závislou na dobách ročních pro jednotlivé šířky  $b$ :

$b$	nejdelší den			nejkratší den			rozdíl		
00	$354^h$	$22^m$	$1^s$	$354^h$	$22^m$	$1^s$	$0^h$	$0^m$	$0^s$
5	354	37	28	354	6	34	0	30	54
10	354	53	9	353	50	53	1	2	16
15	355	9	19	353	34	43	1	34	36
20	355	26	15	353	17	47	2	8	28
25	355	44	18	352	59	42	2	44	36
30	356	3	54	352	40	8	3	23	46
35	356	25	34	352	18	28	4	7	6
40	356	49	6	351	54	56	4	54	10
45	357	18	30	351	25	32	5	52	58
50	357	52	22	350	51	50	7	0	32
55	358	34	7	350	9	55	8	24	12
60	359	27	47	349	16	15	10	11	32
65	360	40	40	348	3	22	12	37	18
70	362	25	19	346	18	43	16	6	36
75	365	21	40	343	22	22	21	59	18
80	371	6	31	337	37	31	33	29	0
85	382	38	45	326	5	17	56	33	28
88	449	27	53	259	16	9	190	11	44

Nerovnosti ty jsou průměrně 16krát menší než nerovnosti na zemi, porovnáme-li je s délkou dne. Vedle těchto nerovností vyskytují se jiné, jež na zemi jsou neznámy.

Vychází-li slunce pro střed viditelné polokoule (to se stává za prvé čtvrti), stojí slunce asi  $8'$  západně od svého středního geocentrického místa, zapadá-li pak, stojí o tolikéž východně. Tim se urychluje východ slunce o  $16^m 58^s$  a o tolikéž se opožďuje západ slunce. Jest tedy den (neodvisle od doby roční) o  $33^m 56^s$  pro střed viditelné polovice delší než by byl bez uvedené okolnosti.

Nerovnosti běhu měsíce způsobují takéž nerovnosti délky dnů.

Jednotlivé dni měsíční mohou se státi tím o  $4^m$ — $5^m$  kratšími nebo delšími. Vysoko ležící vrcholy hor jsou ně-

kolik hodin dříve osvětleny sluncem než roviny a údolí. Údolí omezená valy na straně k rovníku směřujícími pozbývají pravidelně větší části dne, některá i celého dne, tak že údolí taková neobdrží žádného přímého světla slunečního. V krajinách polárních mají vyšší temena hor ustavičný svit sluneční, údolí však neznají ani dne ani noci, majíce jen více méně světlý soumrak, vytvořený odrazem světla od sousedních hor. Příčina těchto zajímavých poměrů jest tato: Slunce nemůže nikdy níže než  $1\frac{1}{2}$  stupně klesnouti pod pravý horizont severní neb jižní točny a také ne výše než  $1\frac{1}{2}$  stupně vystoupiti nad obzor ten. Předěli-li vrchol hory nad sousední krajinu jen o 1850 stop, pak má vrchol ten podzor (depressi)  $1\frac{1}{2}$  stupně pod pravý horizont a proto nemůže pro vrchol takový nikdy slunce úplně zmizeti. Na točnách měsíce jsou však hory daleko vyšší, na točné severní vyčnívají vrcholy hor 9000, na jižní točné docela i 20.000 stop nad hladinu úpatí. Tu jsou rovněž takové prohlubiny, jež obepínají hory a valy.

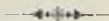
Dni jsou celkem na měsíci málo rozdílny, rovněž málo rozdílné jsou pro určitou krajinu měsíční polední výše slunce, jež kolísají jen v mezích 3 stupňů (na zemi  $46^{\circ}55'$ ). Proto jsou na měsíci všechny dni stejně světlé, všechny noci stejně temné. Poněvadž na měsíci schází ovzduší lomící a odrážející paprsky světelné, následovala by bleskurychle po plném dnu nejtemnější noc, kdyby ponenáhle východ a západ slunce poměrů těch poněkud nemírnil. Průměrná doba průchodu slunce poledníkem některého místa na měsíci se rovná 68 minut (na zemi jen  $2\frac{1}{4}$  min.). Minimum doby východu a západu slunce obnáší také 68 minut; čím větší šířka, tím jest doba ta delší. Tím vzniká ponenáhle ubývání dne, až při zmizení posledního paprsku slunečního náhle nastoupí noc.

Žádné ovzduší nemírní ostrosti kontrastu mezi světlem a stínem na měsíci. Na měsíci se denní obloha musí jevití černou. Oko chráněné příslušnými temnidly by vidělo s měsíce i části nejzazších vrstev slunečních, protuberance, koronu a světlo zodiakální. Na měsíci by se viděly i při světle slunečním planety a hvězdy jasněji než u nás za nejjasnějších nocí. Souhvězdí by měla tytéž konfigurace (podoby), ale jinou polohu vzhledem k polu nebeskému, neboť osa rotační měsíce ukazuje k bodu v souhvězdí Draka. Hvězdy pro pozorovatele na měsíci nikdy nescintillují, jeť scintillace

(paprsky kol hvězdy) původu atmosferického a na měsíci atmosféry není. Hvězdy by zachovaly svůj úplný lesk až k obzoru, na měsíci není mlhy a páry, jež by světlo hvězdné zeslabovaly. Planety a jasnější hvězdy by bylo na měsíci viděti i tehdy, když by stály blízko slunce. Merkur by byl skoro nepřetržitě viditelný po celý den měsíční a vybočoval by po (asi) 2 dny měsíční od slunce na jednu a pak na druhou stranu slunce. Venuše by byla rovněž tak stále viditelnou. Ostatní planety by se jevíly celkem jako na zemi, nezmizely by však nikdy v denním světle.

Otázka, jaká zatmění se vyskytují pro měsíc, se zodpovídá takto: Máme-li úplné zatmění měsíce, má celá polovice měsíční koule k nám obrácená úplné zatmění slunce, jež trvá po několik hodin. Máme-li částečné zatmění měsíce, mají zastíněné části měsíce úplné, ostatní pak části částečné zatmění slunce. Velmi často se vyskytují částečná zatmění slunce pro celou aneb část k nám obrácené polovice měsíce. Zatmění země jsou pro luňany velmi řídkými a nepatrnými úkazy (viz <sup>1</sup>) na str. 81.) a vyskytují se jen v době, kdy některá část zeměkoule vidí úplné zatmění slunce.

Použitá literatura vedle již uvedených děl: J. H. v. Mädler, *Der Wunderbau des Weltalls* etc. 8. vydání; Th. Epstein, *Geonomie* etc.; H. C. Vogel, *Newcomb-Engelmann's Populäre Astronomie*.



## VII. Mars.

*Mars* (♂, Smrtonoš, ve starověku *Πυρρός*) jest podle vzdálenosti od slunce planetou čtvrtou. Mars dospěje v příznivé oposici do vzdálenosti 55 *mill. km* od země, zjevuje se pak jako hvězda 1. velikosti světla klidného, zbarvení červeného. Dle Zöllnera vysílá Mars v průměrné oposici 8krát více světla než Capella, hvězda v souhvězdí Vozky, a téměř 7000 milionkrát méně než slunce. Průměrná vzdálenost Martova od slunce obnáší asi 227 *mill. km*. Při značné výstřednosti dráhy — obnášíť výstřednost 0.0933 — kolísají vzdálenosti od slunce o 42 *mill. km*; v přísluní jest

vzdálenost Martova od slunce jen 206 *mill. km*, v odsluní však 248 *mill. km*. Průměr Martův obnáší 6770 *km*; sploštění bylo nalezeno cestou theoretickou od Adamse a Tissandiera rovné  $\frac{1}{200}$ . Po Merkuru jest Mars nejmenší z velikých planet; povrch Martův nedostupuje 0·3 povrchu zemského, obsah Martův rovná se  $\frac{1}{7}$  obsahu zemského, průměrná hustota Martova rovná se 0·81 hustoty zemské. Výše volného pádu na povrchu Martově rovná se  $\frac{1}{3}$  v první vteřině jen 1·9 *m*. Tíže na povrchu rovná se  $\frac{2}{5}$  tíže zemské. Osoba vážící na zemi 70 *kg* vážila by na Martu jen 28 *kg*. Doba oběhu Martova kolem slunce (rok Martův) obnáší 686 dnů 22 hodin a 18 min. (2 juliánské roky méně  $43\frac{1}{2}$  dne). Kdyby doba oběhu Martova kolem slunce byla přesně 2 roky, pak by Mars vykonal jeden oběh, mezitím co by země vykonal dva oběhy kolem slunce; pak by se opozice obou těles dostavovaly v mezidobí dvou roků. Poněvadž Mars se pohybuje něco rychleji, potřebuje země průměrně asi 50 dní přes 2 roky, aby Marta dohonila; synodická doba oběhu obnáší proto asi 780 dní. Poslední opozice Martova byla 19. října 1894, příští opozice bude r. 1896 začátkem prosince. Mars otáčí se kolem své osy od západu na východ ve 24 hodinách 37 min. 22·6 sek. Rovník Martův jest k rovině dráhy nakloněn o 27° 16'. Jaro trvá na severní polokouli Martově 191, na jižní polokouli 149 dní Martových, léto na severní polokouli 181, na jižní 147 dní, podzim čítá na severní polokouli 149, na jižní 191 dní a zima trvá na severní polokouli 147, na jižní 181 dní. Jaro a léto čítají dohromady na severní polokouli 372, na jižní však pouze 296 dní (rozumí se tu vesměs dní Martovy).

Albedo povrchu Martova rovná se dle Zöllnera 0·27, po Merkuru má Mars nejmenší hodnotu albeda (mezi velkými oběžnicemi). Přísluní Martovo leží v téže délce, ve které se nalézá země 27. srpna; připadne-li opozice okolo té doby, pak jest Mars jen asi 55 *mill. km* od země vzdálen, připadne-li však opozice do února nebo března, kdy jest Mars poblíže odsluní, pak obnáší vzdálenost Martova od země 100 *mill. km*. Celkem kolísají vzdálenosti Marta od země mezi 55 *mill. km* v opozici nejblíže a 400 *mill. km* v konjunkci nejvzdálenější. Zdanlivý průměr Martův kolísá pak příslušně mezi 25 $\frac{1}{2}$ " a 3 $\frac{1}{2}$ ". Při opozici v srpnu nebo v září se jeví proto Mars 4krátě jasnějším než při opozici v únoru nebo v březnu. Zvláště příznivou byla opozice,



jež připadla r. 1877 na 5. září, pouze 9 dni po průchodu planety přísluním.

Poloha osy, okolo které se Mars otáčí, se určuje pomocí světlých skvrn polárních. Po dobu aspoň dvou opposic se stále měří posiční úbly skvrn polárních, pak se určí na nebeské kouli bod, v němž se sbíhají měřené směry. Již starší Herschel určil z měření skvrn polárních polohu osy Martovy; po něm tak učinil H. Schroeter v Lilienthalu, pak Oudemans, jenž použil pozorování Besselových. V novější době stanovili polohu osy Martovy Schiaparelli a Lohse. Přiložený seznam podává výsledky měření:

	Severní točna Martova	
	Rektascense	Deklinace
1782 W. Herschel	318 14 <sup>0</sup>	48 54 <sup>0</sup>
1798 H. Schroeter	320 55	50 77
1830 Oudemans-Bessel	317 57	50 08
1880 Schiaparelli	318 13	53 62
1883 Lohse	318 22	53 31

Deklinace ukazují změny během 101 roku, jež poukazují na změnu polohy osy Martovy (pracecessi osy Martovy). Bod, jenž odpovídá na nebeské kouli severní točně Martově, připadá do souhvězdí Labutě; schází však na tom místě význačná hvězda, jež by sloužila za polarku pro Marta.

Již menším dalekohledem zřítí lze na Martu světlé a tmavé skvrny, jichž místa se celkem nemění, a tudíž povrchu planety náležejí. Blízko polů, zvláště jižního, jeví se bílé skvrny, jichž velikosti podle toho, má-li krajina zmíněná léto nebo zimu, ubývá nebo přibývá, jež se tudíž za útvary ledové a sněhové považují. Ze spektrálního rozboru plyne dle Vogela, že má Mars atmosféru podobnou jako naše země, bohatou na vodní páry. V červené části spektra jeví se totiž pruhy souhlasící v poloze i v podobě s absorpčním spektrem naší atmosféry. Také spektroskopická pozorování Secchiho, Janssena, Hugginse a Maundera dokazovala existenci ovzduší Martova, podobného naší atmosféře a bohatého na vodní páry. Novější (z r. 1894) pozorování Campbellova dalekohledem 36palcovým hvězdárny Lickovy podala však opačné výsledky. Spektra Marta a našeho měsíce byla za stejných podmínek po každé stránce týmiž. Pozorování nepodala důkazu o existenci ovzduší Martova, bohatého na páry vodní. Pozorování

ukazují, že rozsáhlost ovzduší Martova jest menší než  $1\frac{1}{4}$  našeho ovzduší. Pozorování okraje Martova neukazují žádného zesílení absorpce. — Existence ovzduší Martova podobného ovzduší našemu byla Vogelem dříve dokazována přítomností skupin tellurických čar ( $\alpha$  a  $\delta$  poblíže čar  $D$  a  $C$ ). Vogel opakoval proto pozorování spektra Martova; 15. listopadu 1894 sbledal skupinu ( $\delta$ ) čar velmi zřetelně ve spektru Martově, slabě však ve spektru měsíce, skupinu ( $\alpha$ ) shledal Vogel nápadnou ve spektru Martově, a těžko poznatelnou ve spektru měsíce. Též Scheiner a Wilsing pozorovali 12. prosince 1894, že tellurické čáry silněji vystupují ve spektru Martově než ve spektru měsíce. Posud nelze rozhodnouti, zdali existují ve spektru Martově atmosférické svazy, jež se nenacházejí v ovzduší našem.

Že Mars má atmosféru, dokazují fotometrická pozorování G. Müllera v Postupimi.

Fotografie spektra Martova ukazují úplnou shodu čar s čarami spektra slunečního.

Světlost Marta se rovná

$$-1.787 + \frac{1}{0.4} \times \log \frac{r^2 \sin^2 \Delta}{r_0^2 (\sin^2 i - 1)} + 0.01486 \alpha,$$

kdež  $r$  jest vzdálenost planety od slunce,  $\Delta$  od země;  $r_0$  jest střední vzdálenost planety od slunce,  $\alpha$  jest úhel fase, příslušný vzdálenostem  $r$  a  $\Delta$ , t. j. úhel při planetě v trojúhelníku: slunce-planeta-země (srovnej str. 398).

Značný sklon rovníku Martova ( $27^\circ$ ) k jeho dráze podmiňuje u Marta větší rozdíly dob ročních. Obvykle vidíme buď jeden nebo druhý pol. Nachází-li se Mars v  $350^\circ$  délky (země v téže délce stojí 10. září), jest jeho pol jižní nakloněn k slunci, a je-li současně v opposici, jest pol jižní též k zemi nakloněn, my pak vidíme na Martu krajiny ležící  $27^\circ$  za jižním palem; při opposici v březnu jest severní pol nakloněn k slunci a k nám. Poněvadž při opposicích v březnu jest dále od nás vzdálen než v opposici v září, jsou důkladnější a lepší pozorování jižního polu než polu severního. Vedle země jest Mars jediná planeta, jíž dobu rotace dokonale známe. 200 let staré výkresy Huygensovy ukazují bílé skvrny, jež i nyní můžeme poznati; z porovnání těchto s novějšími výkresy Kaisera, Schmidta a j. vyplývá doba rotace  $24^h 37^m 22.66^s \pm 0.01$ .

Mars jest svět, vynikající zvláštní zajímavostí, poskytující neobyčejně bohatý materiál k ukojení vědecké zvě-

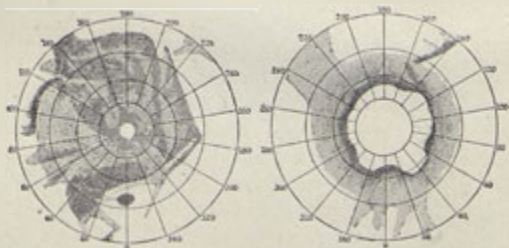
davosti a skýtající látku ku práci pro mnoho dalekohledů na mnohá léta. Proto byl Mars více než po 200 let předmětem teleskopického pozorování. První výkresy jeho skvrn učinili Huygens (viz obr. 172.) a Hooke. Skvrn těch



Obr. 172.  
Mars dle Huygense.

bylo původně použito k určení doby otáčení planety kolem osy; Cassini, Maraldi a Bianchini vykonali velmi pozoruhodná pozorování o skvrnách těch. Důkladnějšímu výzkumu podrobili však Marta teprva William Herschel a Schröter. W. Herschel omezil se (r. 1784) hlavně na určení směru osy a dobu rotace a studoval bílé území polární; nepustil se však do speciálního studia skvrn a jejich zvláštností. Schröterovi bylo pak speciální studium skvrn Marta

hlavní úlohou, a práce Schröterovy (Schröter pořídil od r. 1785 do r. 1803 117 výkresů Marta) by byly epochální důležitosti pro areografii (popis Marta), kdyby byly konány lepší metodou a provázeny přesnější kritikou. Schröter



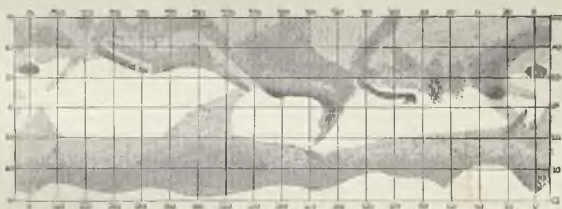
Obr. 173.

Severní polokoule Martova  
dle Kaisera.

Jižní polokoule Martova  
dle Kaisera.

myslí, že skvrny Martovy jsou neustále se měnící útvary povahy meteorologické. Zakladatelem vědeckého popisu povrchu Marta byl J. H. Mädler, jenž pouze  $3\frac{1}{2}$  palcovým dalekohledem Fraunhoferovým Marta studoval a lépe popsal než všichni předchůdci. Mädler byl první, který určil

polohu některých hlavních bodů planety a uveřejnil r. 1830 mapu Marta (planiglob), jež znamená v areografii tolik, co Eratosthenova mapa země pro geografii. Mapa Mädlerova zůstala po celých 30 let nejlepší, ano i jedinou prací toho druhu; teprve r. 1860 počaly nové výzkumy pracemi Secchiho, Dawesa (1864—65), Kaisera a Lockyera (1862). V obr. 173. jest podán dle Kaisera pohled severní a jižní polokoule Martovy a v obr. 174. pásmo šířky od  $0^0$  do  $60^0$  nad a pod rovníkem Martovým taktéž dle Kaisera. Od příznivé opposice r. 1862 počato pak pilné studium Marta, jež posud trvá a potrvá, pokud rozmanité zvláštnosti a divy planety té nebudou vědecky vysvětleny.



Obr. 174. Pásmo Martovu kolem rovníku dle Kaisera.

Z porovnání všech starých a nových pozorování vyplývá první důležitý výsledek, že tmavé skvrny Marta se mohou pokládati za pevné části v jich relativní poloze a za neměnitelné v jich všeobecných obrysech. Tato neměnitelnost skvrn není však absolutní jako ku př. u našeho měsíce. Pozorování novější ukazují, že mnohé části povrchu mění v určitých přesných mezích barvu i jasnost; obrysy tmavých skvrn se mění a pošunují, také omezení skvrn jest občas různé. Mnohé jemné podrobnosti jsou v určitý čas lépe viditelné než jindy, avšak ač se značně jejich vzhled mění, lze je přece vždy bez pochybnosti poznati a ztotožniti.

Mars má atmosféru, jež jeví množství úkazů, které můžeme dle analogie zemských úkazů označiti jako úkazy meteorologické, ač nejspíše se daleko různí od úkazů na

naší zemi. Za příčinou rozmanitosti ukazů na Martu lze pouze důkladným a úplným jich studiem vystihnouti zákonitosti a s jakousi pravdě podobností souditi o příčinách ukazů a fyzické povaze planety.

Takovému důkladnému studiu naskytují se různé překážky. Některé změny povrchu Marta jsou poněkud (periodické přibývání a ubývání velikosti bílých krajín polárních) a jich průběh i tvar se dají snadno stopovati. Jiné změny se dějí rychleji, některé náhle, z jednoho dne na druhý, ku př. ukaz (nevysvětlitelný posud) zdvojování kanálů, a jiné změny se zase řídí denním oběhem planety. K vysvětlení příčin a vespolečné vzájemnosti všech těchto proměn jest třeba konati nepřetržitá pozorování nejméně po dobu tropického oběhu planety. Takovéto studium není však ani pro jednotlivého pozorovatele ani pro více pozorovatelů v úzkém okruhu zemském, na př. v Evropě, možné. Těžká tato pozorování Marta dle zkušenosti nejlepšího znalce, Schiaparelliho, mohou se dít pouze 2 až 3 hodiny za soumraku večerního a na začátku noci. Určitý den nelze proto více než  $\frac{1}{4}$  povrchu planety pozorovati, a poněvadž rotace Marta se málo liší od rotace naší země, mění se pozorovatelné krajiny málo od večera k večeru, každý bod povrchu může se vždy jen až 10 večerů po sobě pozorovati. Návrat týchž skvrn do téže polohy k pozorovateli v též čas střední se opakuje teprve v periodě 38 dnů. Dejme tomu, že se podařilo pozorovati určitou krajinu Martovu celých 8 až 10 večerů, objeví se opět krajina ta teprve po měsíci a pak vyskytnou se v jejím vzhledu značné změny, jichž dobu vzniku a postup vývinu jest těžko udati. Jest-li pak po všech 8—10 večerech, kdy bylo možno studovati určitou krajinu, nastoupilo počasí nepříznivé, uplynou více než 2 měsíce, než můžeme krajinu opět zkoumati. Tak se stane, že po celou opposici nemůžeme určité krajiny dostatečně prozkoumati. Proto jest nutno rozestaviti množství pozorovatelů na různých místech země tak, aby v každém okamžiku aspoň jeden z pozorovatelů planetu uzel v příslušné výšce, příznivé pro obraz.

Abyste Mars mohl studovati, jest třeba, aby byl zemi dostatečně blízký a pro jemnější podrobnosti těžší, jež jsou nejzajímavější, aby průměr kotouče Martova obnášel aspoň 10" až 12". To se stává tři až čtyry měsíce před a po opposicích; tyto opposice se vyskytují v periodách 26



měsíců. Každá opposice poučí nás o stavu planety v dotyčné malé části periodického oběhu Marta kolem slunce. Část ta není vždy táž; neboť jestliže jedna opposice připadla v jistý bod dráhy Marta, případně následující opposice v bod o 48<sup>0</sup> heliocentrické délky vzdalenessí. Abychom poznali stav Marta ve všech možných polohách osy a ve všech jeho ročních časech, jest nutna doba 7 až 8 opposic po sobě jdoucích čili 16 let. (15 92 roků jest perioda, kdy opposice připadne opět v týž bod dráhy.) Zdá se však, že v podrobnostech se povaha ročních počasí na Martu rok od roka mění, takže k seznání dějin povrchu Marta jest třeba několik period 16letých. To jsou překážky ryze astronomického rázu; k těmto přistupují překážky podmíněné povahou našeho povětří, neklidnosti naší atmosféry. Ano i v Milaně za 8—10 dní jest sotva jediný den příznivý k dostatečnému pozorování Marta; večerů příznivých pro dokonalé obrazy jest ještě méně. I porovnávání výsledků různých pozorovatelů s různými dalekohledy jest vážnou překážkou. Fotografie Marta by mohly značně posloužiti, kdyby se podařilo zjednoti je tak, aby ukazovaly obraz Marta tak, jako nynější dobré dalekohledy. —

Krajiny planety lze rozříditi ve dvě skupiny. Do první skupiny řadí se krajiny, jejichž části se jeví v barvě jasně svítivé, obyčejně tmavožluté neb oranžové; tyto mění se občas a dle místa ve všech odstínech buď mezi barvou žlutou a čistě bílou, neb rudooranžovou a tmavočervenou; nejlip se dají barvy ty porovnatí s barvou cibulí dobře vypálených a barvou velmi opotřebované kůže. Ke druhé skupině počítají se krajiny tmavé barvy železosedé; krajiny takové jsou pravými skvrnami a zbarvení jich liší se málo od barvy popelavé. Krajiny první skupiny nazýváme země, kontinenty, druhé moře. Názvy ty jsou pouhé pomůcky pro paměť jako názvy moří u měsíce. Obdobně nazýváme malá žlutá místa obklopená místy tmavými ostrovy a místa tmavá obklopená jasnými místy jezera, úzké a dlouhé pásmo tmavé mezi dvěma žlutými končinami úžinou mořskou a naopak úžinou zemskou úzké žluté pásmo mezi dvěma tmavými místy. Obdobně slouží názvy předhoří, poloostrov, kanál atd. jen ku pohodlnému označení, aniž se myslí názvy těmi naznačiti totožnost s jich významem pro zemi. Mimo uvedené druhy krajín jeví se na Martu též některé krajiny, jejich povaha

se mění, ukazující občas ráz moří, občas ráz kontinentů, někdy i ráz obou. Zvláštnost těchto spočívá v tom, že někdy v polohách šikmých na blízku okrajů planety jsou jasnější než v prostředním poledníku. Tuto zvláštnost lze pozorovati také na některých krajinách rázu kontinentálního. Mimo změny v barvě, jež závisí na denním otočení, jeví kontinentální krajiny ještě jiné podobné změny ve velmi dlouhých dobách.

I moře ukazují značné změny ve zbarvení, ale pomalejší a pravidelnější, jejich barva však se nemění při přechodu od středního poledníku k šikmým polohám vlivem denního pohybu. Ovšem jeví se značné změny ve zbarvení moří od jedné opposice ke druhé. Jest jisto, že stav krajin moře zvaných není konstantní, snad souvisí s ročními dobami planety.

Vedle moří a kontinentů jsou na Martu místa označená slovem kanály; největší a nejlépe viditelný jest kanál Nilosyrtis. Tyto kanály tvoří složitou síť a prostupují veškerý kontinentální krajiny. Šířka i tvar kanálů těch se mění od jedné opposice ke druhé, ano již i během téhodne. Změny kanálů nejsou však současné pro veškerý kanály, nýbrž jeví se v téže krajině a v touž dobu pro různé kanály různé. Většina kanálů se rozprostírá na povrchu planety v částech největších kruhů. Každý kanál ústí na obou svých koncích buď v moře neb jezero nebo v jiný kanál, aneb se křížuje s několika jinými; kanály se protínají pod všemi možnými úhly, někdy se sbíhají až 7 kanálů v uzlech na úzkém pruhu. Délka kanálů jest různá,  $10^0$ — $15^0$ , někdy se rozprostírají po celou čtvrtinu celého obvodu povrchu planety.

Veliká stejnotvárnost a složení celé sítě kanálové jest tak podivná a překvapující, že pozorovatele pobádá hledati v rozdělení kanálů jednoduchý zákon. Různé fysické poměry kanálů jsou tyto:

a) kanál může se státi kratší neb delší dobu neviditelným (nikoli nepříznivými poměry pro pozorování); nejlíp viditelný jsou dle Schiaparelliho kanály při jižním solstitiu planety (když slunce stojí nejvýše nad jižní polokoulí planety — u nás byla by zima);

b) v mnohých případech se přítomnost kanálů oku jeví ve velmi neurčitě míře slabým stínem, prostírajícím se nepravidelně podél kanálu;

c) velmi často vypadají kanály jako šedivé pruhy, na obou stranách neurčitě omezené, s více nebo méně vyznačeným maximem temnosti uprostřed. Tyto pruhy jsou obyčejně dosti pravidelné;

d) normalní stav kanálů jest tmavá, často úplně černá, ostře omezená čára, jež jakoby pérem byla nakreslena na žlutém povrchu planety. Vzhled kanálů jest po celou délku úplně rovnoměrný, jich všeobecný běh jest pravidelný. Každý okraj jest zrovna tak ostře omezen jako okraje kontinentů na straně k mořím. Šířka kanálů jest velmi různá; šířka tébož kanálu se mění občas značně, od nitky sotva viditelné až k pruhům širokým, na první pohled znatelným. Křížuje li se kanál nějaký s jinými, mění se šířka a intensita od oddělení k oddělení, každé oddělení zůstane však po celou délku rovnoměrné. —

Nejpodivuhodnější změna kanálů týká se jich zdvojení. Najednou se zjeví některý kanál dvojitým, rozdělí se totiž ve dva blízké rovnoběžné pruhy stejnotvárné, někdy poněkud rozběžné (rozdíly v šířce jsou dosti řídké). Po předešlém kanálu není ani stopy, nastoupí tu 2 zcela nové čáry. Vzdálenost obou čar jest občas různá, 10—12<sup>0</sup> ano až 15<sup>0</sup>. Obyčejně jest mezera mezi oběma čarami širší než každý z obou pruhů, někdy pak jest tato mezera širší aneb užší než oba pruhy. Barva obou pruhů jest vždy stejná i co do jakosti i co do intensity. Je-li některý dvojitý kanál ve dvě oddělení rozdělen jiným, a je-li jeden z kanálů širší a jasnější na jedné straně průseku než na druhé, pak jest též druhý podvojný kanál podobně širší atd. Mnobdy se jeví některý kanál v jednom oddělení jednoduchým, v druhém podvojným. Obyčejně jsou obě čáry geometricky absolutně pravidelné; stejnotvárnost šířky, barvy a mezery mezi nimi jest úplná. Zdá se, jakoby vše bylo kresleno podle pravítka a kružítka.

Zdvojení kanálů se děje v krátké době a rychle, někdy již i během 24 hodin, a zmizí opět.

Pravděpodobno jest, že tyto úkazy mají ráz periodický, že se řídí ročními časy na Martu; nejvíce zdvojení vyskytuje se po jarní rovnodennosti a před podzimní rovnodennosti na Martu; zdvojení zanikají po několika měsících, obyčejně v čas severního slunovratu, a mizí vesměs při jižním slunovratu. Na planetě existuje veliké množství uzlů, t. j. míst, ku kterým více kanálů směřuje. Vzhled uzlů

těch se rovněž mění jako vzhled kanálů. Jsou-li kanály směřující k uzlu neviditelný, jest též uzel neviditelným aneb slabým neurčitým stínem. Okolo uzlu vystupuje často dosti značný neurčitý stín, takže uzel se jeví jako více nebo méně znatelnou skvrnou, měnící se někdy v jezero černé barvy a ostrých obrysů. Od tohoto stínu odloučí se někdy dvojité podlouhlá skvrna, zaujímající celý stín neb jezero. —

Zdá se, že princip zdvojování nepůsobí pouze podél směru kanálů, nýbrž i na tmavém povrchu kteréhokoli tvaru, že však pro tmavý povrch směr zdvojování se různí od jedné epochy ke druhé, kdežto u kanálů kolísá jen v úzkých mezích. Tento princip se rozšiřuje i na permanentní moře. —

Každý kanál má své dějiny, jež souvisí nejspíše s dějinami kanálů sousedních. Obr. 175. podává příklad časových



Obr. 175. Příklad časových změn kanálů.

změn kanálů dle Schiaparelliho. Jest nutno nejdříve sestaviti pořad změn pro každý kanál a zkoumati, zda-li změn těch stejno měrně přibývá, anebo se řídí určitou periodou; pak nutno studovati souvislost úkazů kanálů téže krajiny, rozlišiti vliv lokální od vlivu všeobecného rázu, jenž závisí na postavení slunce k slunovratům a rovnodennosti planety. —

Dle posledních určení jest osa Martova téměř kolmou na rovině dráh obou trabantů; sklon dráhy trabantů ke dráze roviny Martovy obnáší  $65^{\circ} 8'$ ; z toho plyne, že sklon ekliptiky pro pozorovatele na Martu obnáší  $24^{\circ} 52'$ . Rozdělení časů ročních na Martu jest tudíž podobné rozdělení časů ročních na naši zemi a již dávno se shledalo, že polární krajiny na Martu vlivem těchto ročních časů se obdobně periodicky mění jako naše polární krajiny, ač se vyskytují odchylky od změn na naší zemi. Pozorování v posledních opozicích svědčí, že krajina severního polu není žádným větším mořem obemknuta, nýbrž pouze síti kanálů a malých

jezer. Jest možno, že meteorologické podmínky obou polokouli Marta jsou různé.

Jest otázka, zda bílé krajiny polární jsou úkazy téhož rázu jako ostatní bílé krajiny. Krajiny nepolární nejsou vždy jasně bílé, nýbrž často špinavě bílé, šedobílé nebo žluto-bílé. Na částech kontinentálních mají bílá místa neurčitě omezené obrysy, jsou nepravidelné a přechodní existence. Jasnost zbarvení stává se vždy větší k okraji planety než uprostřed, kdežto u skvrn polárních jest tomu právě naopak. Bílá místa se vždy tvoří na kontinentech neb ostrovech, nikdy však na mořích, kdežto jižní polární skvrna zaujímá v největší rozsáhlosti značnou část moře.

Bílé skvrny vůbec patří k ukazům, jež lze na Martu pozorovati nejsnáze i strojem slabším při vytrvalé pilnosti. Tu jest vděčné pole pro mnohé pozorovatele, již mohou velice prospěti studiím fysické povahy této planety.

Snad jest nepřiměřenější výklad zdvojování kanálů ten, jenž připouští, že tmavé kanály jsou skutečně naplněny vodou, jež za zimy (na Martu) zamrzne. Jakmile jaro nastoupí vládu na Martu, taje led dříve na okrajích kontinentů než uprostřed a kanály pak se jeví podvojnými. Avšak i tento výklad neuspokojuje všestranně. I originální výklady, které podali Dr. Schmidt, Meisel a Dr. Klein mají podstatné vady.

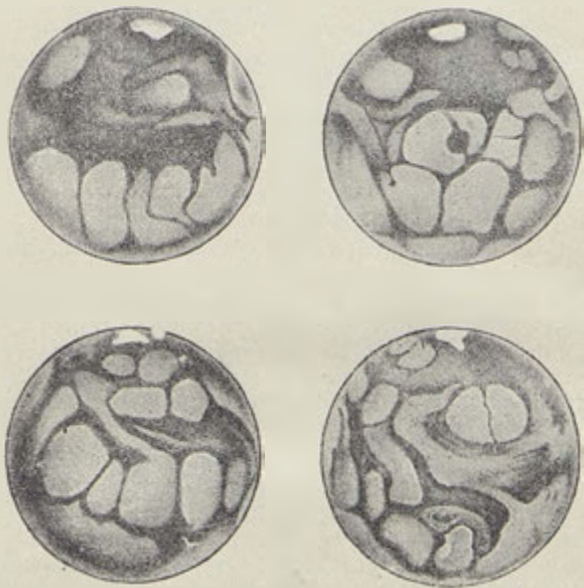
Rychlé změny polárních krajin sněhových na Martu se vysvětlují takto. Jest známo, že pro naši zemi jest za letních měsíců celistvé množství tepla přizářovaného větší na polech než na rovníku. Poměry ty vystoupí ještě silněji na Martu, jehož osa jest více nakloněna k jeho dráze než osa zemská. Pro dobu, kdy stojí slunce nejvýše, obnáší množství tepla přizářovaného pro rovník 0·29, pro pol však 0·42. Vezme-li se v úvahu větší průhlednost ovzduší Martova a větší délka roku Martova (slunce svítí téměř celý náš rok neustále na krajiny polární), snadno nahlédneme, že se musí dít na tocích Martových intensivnější tání sněhu než u nás.

Za poslední opposice byly na Martu pozorovány nové úkazy. V měsících červnu a červenci 1894 vystoupily na okraji planety světlé, bílé vyvýšeniny, jež později opět zmizely. Perrotin v Nizze udává výšku jich na 0·1"—0·2", světlé body ty vystupovaly tudíž 30—60 km nad povrch Martův. Mnozí astronomové nechtějí připustiti výklad, že by vy-



výšeniny pozorované byly kopce, jini hledí vysvětliti úkazy světelnými nočními mračky.

Na Martu se dějí ještě posud nejvelkolepější převraty. Části povrchu Martova velikosti střední Evropy se během krátké doby zatopí, ohromné sněhové vánice zasněží celé kontinenty, ledový pás sahá často až ku 50., ano i 40. stupni



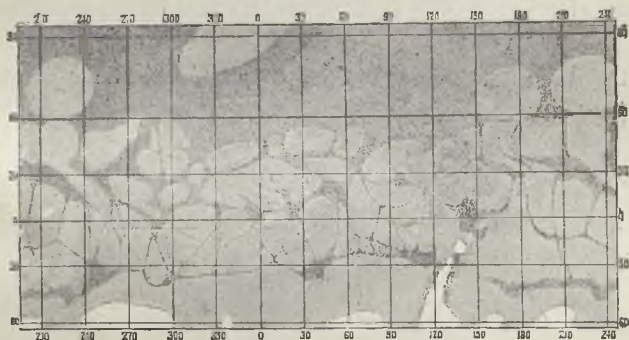
Obr. 176. Výkresy povrchu Martova dle pozorování Schiaparelli-ho (září 1877 — březen 1878).

šířky; na jaře (Martově) nastává pak rychlé tání sněhu, jež má v zápětí veliké povodně. Toť jsou poměry, jež nejsou příznivé pro existenci bytosti podobných lidem; proto se na otázku, zda-li se Mars hodí za bydliště tvorů lidem podobných, se stanoviska našich dosavadních zkušeností dává odpověď záporná.

Flammarion, Procter a Green pronesli náhled, že kanály jsou hydraulické výrobky inženýrské práce prů-

myslové obyvatelů Martových, že se dají porovnat s velkolepou drainageí. Minění svá opírali jmenovani fantasté tím, že nelze dobře pochopiti, jak by síly přírodní byly s to, aby vyvodili tak téměř mathematicky vypočtenou, rovnoměrnou síť vodovodů.

Schiaparelli soudí, že jest možný čistě geologický výklad soustavy kanálů. Síť kanálů vznikla během staletí podobně jako na zemi povstal kanál La Manche a kanál Mozambiický. Geometrická povaha kanálů nesmí se zdáti tak příliš podivuhodnou, jevíť příroda podobný stav



Obr. 177. Mapa Marta v projekci Merkatorově.

i u velmi mnohých jiných ukazů. Kulovité tvary těles nebeských, kruhy Saturnovy, nejsou přece také pracovány na soustavu; nekonečná rozmanitost krásných a souměrně stavěných těles v říši krystalů, souměrné a geometrické tvary v říši organické jsou také jen nutným výsledkem zákonů, jež ovládají svět fyzikální a fyziologický.

Stanislaus Meunier podal výklad zdvojení kanálů, jenž se opírá i o pokus. Na leštěné kouli kovové nakreslí se černou barvou řada čar a skvrn, jak je Mars ukazuje, několik millimetrů před kovovou plochu postaví se pak rovnoběžně jemná, dobře průhledná látka mušelinová. Jakmile dopadne paprsek sluneční na plochu, zjeví se všechny čáry a skvrny zdvojené; vedle každé čáry a skvrny objeví se totiž její stín, jenž se na mušelinu světlem od kovu

odraženým kreslí. Podobně se děje na Martu; světlo sluneční se odráží od povrchu planety, od země více, od moří méně. Pokud jest ovzduší Martovo jasné, vidíme vše jedno-

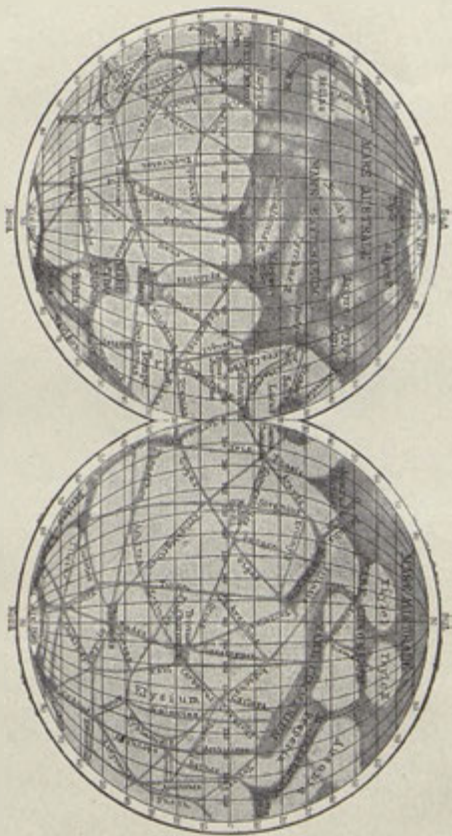
duché; jakmile ovzduší to chová průhledná oblaka řasovitá (cirrus), nastane zdvojování kanálů. Nepravidelnosti, jež pozoroval Schiaparelli při zdvojování kanálů, vysvětlují se snadno nepravidelnostmi vrstev oblakových; podobně se mění zdvojování při pokusu, jestliže se mušelin vlní.

Naproti výkladu tomu se činí námitky, že zjev zdvojení kanálů souvisí, jak to pozorová-

vání dokazují, s ročními dobami planety; mimo to výkladu odporuje vzhled rozšířených kanálů Martových na místech, kde se kanály protínají a m. j.

První výkres Martův pochází od Fontany (1636).

Obr. 178. Průhledná mapa Martu s kanály jednoduchými.



Z výkresů Johna Herschele 1830, Galleho 1839, Lasella, Terbyho, Proctora, Lohseho a Holdena (1875) a dříve jmenovaných astronomů (celkem 591 výkresů) plyne, že tmavé skvrny na povrchu Martově jsou rozsáblá území vodní, moře a jezera, světlé skvrny však že jsou území pevná, kontinenty a ostrovy. Pozorované změny polárních krajin Martových přisvědčují domněnce o přítomnosti vody ve stavu sněhu, ledu a mračen. Ovzduší Martovo jest méně pohyblivé než naše, méně nasycené mračky a mlhami, způsobuje méně srážek, jest řidší a průhlednější. Voda se na Martu snáze rozprchá a snáze se opět zhušťuje než na zemi. Jižní polokoule Martova jest bohatší na vodu než severní.

Z jednotlivých výkresů Schiaparelliho, jak je ukazuje obr. 176., byla sestavena mapa Marta obr. 177. v projekci Mercatorově. Většina map Martových opírá se pouze o pozorování jediné opposice; kombinace takovýchto map v přehledný obraz jest nad miru nesnadna. Schiaparelli podal v obr. 178. a 179. přehledné mapy (planigloby) znázorňující povrch Martův s kanaly v jednoduchém poměru a s kanaly zdvojenými (podvojnými) a obsahující souhrn hlavní části moderních pozorování.

Mädler a Beer shledali r. 1837 za doby, kdy jižní polokoule Martova měla zimu, že ledové pásmo jižního polu sáhlo ve tvaru souvislé bílé hmoty až k 55. stupni jižní šířky. Jakmile na jižní polokouli nastoupí léto, tu velmi rychle roztaje ledová pokrývka; tím se však pohlcuje značné množství tepla; zdá se proto, že podnebí jižní polokoule Martovy jest mírné a vlhké. Na severní polokouli Martově nerozkládá se pásmo ledové nikdy tak daleko jako na jižní; krajina ledová zachovává po celý rok Martův průměr 12 až 14 stupňů koule Martovy (asi 100 mil). Roku 1890 ze dne 9. na 10. duben byl pozorován zvláštní úkaz na světých hmotách kolem jižního polu. Dne 10. dubna vzrostla značně světlá skvrna kolem jižního polu; skvrna ta sáhala až k 30. stupni jižní šířky. Rozšíření světlé skvrny stalo se v době kratší 24 hodin. Nastala snad na jižní polokouli Martově sněhová vánice, jež zanesla krajiny plochy přes 9 mill. čtverečných mil. Kdyby podobná vánice na severní části země nastoupila, pak by se zasněžila současně celá Evropa, severní Afrika, Persie, Čína a Severní Amerika až k zálivu Mexickému. Snad panovaly podobné poměry na naší zemi za doby ledové. Vylíčené úkazy na Martu byly



dokázány fotografiemi, jež byly zjednány ve dnech 9. a 10. dubna 1890 na hvězdárně na Mount Wilson v Kalifornii.

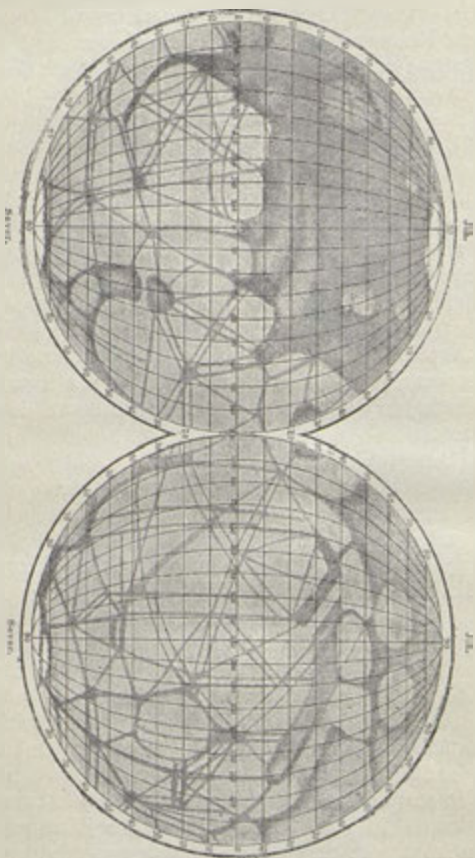
Mars byl první planetou, pro niž Kepler našel, že

dráha její jest ellipsou, v jejímž jednom ohnisku se slunce nalézá (Keplerus, *Astronomia nova Pragae* 1609). Z planet hořejších má Mars největší výstřednost dráhy. Nejlepší elementy a jich sekulární změny, pak tabulky pohybu Martova (*Tables générales du mouvement de Mars*) odvodil Leverrier.

Pro epochu 1850 leden 1<sup>o</sup> středního času pařížského jsou:

Střední délka	83° 40' 31.33''	+	689101.05375''	$t$	+	0.00011341''	$t^2$
Délka perihelu	333 17 53.67	+	66.2411	$t$	+	0.00012093	$t^2$
Délka uzlu	48 23 53.1	+	27.992	$t$	-	0.000217	$t^2$
Sklon	1 51 2.28	-	0.02431	$t$	+	0.0000095	$t^2$
Výstřednost	0.193261	+	0.19679	$t$	-	0.00000252	$t^2$

Obr. 179. Přehledná mapa Mavru s kanály podvojnými.





Poloměr rovníkový ve vzdálenosti 1 jest  $11.10''$ . (Správnější hodnota jest  $9.35''$ ). (Annales de l' Observatoire de Paris. Mémoires Tome VI.).

Camille Flammarion sestavil v díle: „La Planète Mars et ses Conditions d' Habitabilité“ (Planeta Mars a podmínky obydlitelnosti její). Paříž 1892. veškeré od vynalezení dalekohledu uveřejněné studie o oběžnici. Při naší rozpravě byl hlavně použit původní článek Schiaparelli-ho: „Über die beobachteten Erscheinungen auf der Oberfläche des Planeten Mars“ (Himmel und Erde I.).

*Měsíce Martovy.* Za příznivé opposice Martovy r. 1830 hledal Mädler marně  $3\frac{3}{4}$  palcovým dalekohledem družici Martovu a dospěl k úsudku, jestliže taková družice existuje a světlo stejně odráží jako povrch Martův, že průměr její nemůže býti větší 20 mil. R. 1864 hledal D'Arrest satellita Martova, ale opět bez výsledku. Spoléhaje na optickou sílu 26 palcového Clarkova refraktoru hvězdárny Washingtonské, odhodlal se prof. Hall k vyhledání Martova satellita. Pozorování své započal začátkem srpna 1877. Dne 11. srpna zpozoroval Hall o  $2\frac{1}{2}$  hod. ranní slabou hvězdičku, jež byla vnějším satellitem Martovým. Špatné počasí zabráňovalo však až do 15. srpna veškerého pozorování, teprve 16. srpna podařilo se opět uzříti slabou onu hvězdičku, a pozorování dokázala, že hvězdička se pohybovala s Martem, že byla skutečně měsícem Martovým. 17. srpna, když prof. Hall pozoroval nově objevený měsíc, shledal ještě druhý měsíc a mohl i pro tento při distanci  $31''$  konati příslušná měření. Vnitřní měsíc byl objeviteli s počátku hádankou, objevoval se v touž noc na různých stranách planety, takže vznikal dojem, jakoby stávalo 2 nebo 3 vnitřních měsíců. Stálé zkoumání vnitřního satellita během noci 20. a 21. srpna vedlo k poznání, že vnitřní měsíc se pohybuje kolem Marta v době menší než  $\frac{1}{3}$  doby, kterou Mars potřebuje k jednomu otočení kolem své osy. Jest to jediný případ v soustavě sluneční. Vnitřní měsíc byl nazván Phobos (Úas), vnější Deimos (Tras). Prvý jest vedle 5. měsíce Jupiterova nejtěžší pozorovatelný předmět v soustavě planetární; vnější měsíc Deimos ukazují již dalekohledy 8 palcové za podmínek příznivých. Z jasnosti měsíců, jež se dle Argelandrovy stupnice (viz později) vyjadřuje velikostí 12., lze určití jich průměr při podmínce, že odrážejí stejné světlo

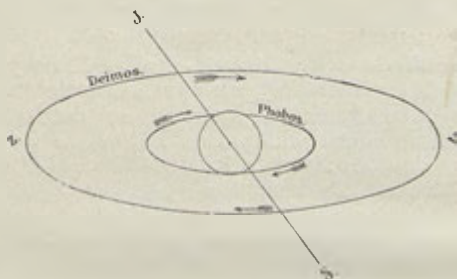
jako povrch Martův. Pickering v Cambridgi (U. S.) ustanovil takto průměr těchto trabantů na 10 *km*.

Z pozorování byla odvozena doba oběhu pro měsíce:

Phobos  $7^h 39^m 13.94^s + 0.014^s$

Deimos 30 17 54.38 + 0.095

Vnější měsíc obíhá tudíž kolem Marta v době téměř 4krátě delší než měsíc vnitřní.



Obr. 180.

Vnitřní satellit jest vzdálen od středu planety jen 9300 *km* (od povrchu planety 5900 *km*); vnější měsíc jest od středu 23.000 *km* (od povrchu 19.600 *km*) vzdálen (viz obr. 180.).

A. Hall vypočetl také dráhy obou satellitů.

Elementy satellitů jsou:

	Phobos	Deimos
Siderická doba oběhu	0.31892 <sup>d</sup>	1.26243 <sup>d</sup>
Průměrný pohyb denní	1128.794 <sup>0</sup>	285.165 <sup>0</sup>
Poloosa v průměrech Martových	2.771	6.921
„ v kilometrech	9380	23400
Výstřednost dráhy	0.0321	0.0057
Délka uzlu na ekliptice	82° 58'	85° 34'
Délka perihelu	87 11	83 32
Sklon k eliptice	26 17	25 47

Značí-li *N* a *J* výstupný uzel (délku) a sklon drah k rovníku pozemskému, bude pro polohu bodu jarního na začátku roku 1880:

	<i>N</i>	<i>J</i>
pro Phobos	47·24 <sup>0</sup>	36·78 <sup>0</sup>
„ Deimos	48·11	35·64
„ rovník Martův	48·13	36·38

Z čísel těch jest viděti, že dráhy měsíců téměř splývají s rovníkovou rovinou planety.<sup>1)</sup>

Pro pozorovatele na Martu vycházel by Phobos ne na východě, nýbrž na západě a zapadal by na východě. S povrchu nejbližšího měsíce pozorován ukazoval by Mars stkvělý, světlý kotouč, jehož průměr by předčil průměr úplňku našeho měsíce 80krát. V polárních krajinách Martových nejsou měsíce Martovy vůbec viditelný.

Pomocí 3. zákona Keplerova podávají měsíce Martovy prostředek k určení hmoty planety; hmota Martova takto odvozená rovná se  $\frac{1}{3,093,600 + 3295}$  hmoty sluneční. Z toho plyne pro hustotu Marta hodnota 4·1.



## VIII. Planetoidy.

Již Kepler se domníval, že v prostoru mezi Martem a Jupiterem se nalézá planeta, jež bude časem objevena. Veškery tehda známé planety postupovaly ve svých vzdálenostech od slunce v řadě dosti pravidelně (viz str. 386) až na mezeru mezi Martem a Jupiterem; mezera ta by

<sup>1)</sup> Podobně jest tomu u jiných planet, na př. Jupitera, u něhož se poloha rovníku přesněji určuje z drah trabantů než z měření pruhů, rovnoběžných s paralelními kruhy planety. Nejnovější elementy (Astr. Journal No. 331) dráhy Deimosa jsou pro epochu 1892 srpen 7·0 středního času Greenwichského: Perioda: 1·262441 d, velká polosa dráhy viděna v jednotce vzdálenosti:  $a = 32^{\circ}508'' + 0^{\circ}0383''$ , sklon dráhy k rovníku  $J = 38^{\circ}0'7''$ , délka výstupného uzlu dráhy na rovníku  $N = 48^{\circ}2'8''$  ( $J$  a  $N$  vztahují se na rovník, 1892 srpen 7), výstřednost dráhy  $e = 0^{\circ}01819 + 0^{\circ}00177$ , planetocentrická úhlová vzdálenost pericentra trabantova od uzlu  $\omega = 299^{\circ}16'7'' + 4^{\circ}0'2''$ . Srovnání elementů těchto s elementy, jež odvodil A. Hall r. 1877, poukazuje na zdánlivý pohyb pericentra o  $258^{\circ} \pm 6^{\circ}5'$  v 15 letech. Poněvadž vliv slunce a Phobosa na dráhu jest nepatrný, plyne z pohybu pericentra sploštění Martovo rovné  $\frac{1}{33 \pm 2}$ .

byla vyplněna, kdyby se položila nová oběžnice do dvojnásobné vzdálenosti Martovy. V posledních letech stol. 18. byla za příčinou systematického hledání neznámé planety založena společnost, skládající se z astronomů různých zemí. Štěstěna se však usmála na astronoma mimo společnost stojícího. 1. ledna 1801 našel mnich Giuseppe Piazzi v Palermu v souhvězdí Býka hvězdu 8. velikosti, jež svým pohybem se záhy prozradila jako oběžnice. Piazzi stopoval tuto hvězdu, již pojmenoval Ceres, po 6 neděl, až zmizela poblíže slunce. Pak bylo úlohou z pozorování těch odvoditi dráhu planety, aby pomocí výpočtu mohla býti znovu nalezena. Genius Gaussův<sup>1)</sup> rozřešil úlohu tu způsobem

<sup>1)</sup> Gauss, Karl Friedrich, nar. se 30. dub. 1777 v Brunšviku jako syn řemeslníka (pozdějšího správce vodárny), vynikal již jako dítě neobyčejným nadáním počtářským. R. 1788 vstupuje na gymnasium byl G. ihned vřaděn do třídy II., r. 1792 přijat byl, těše se přízni vévody brunšvíckého, do t. zv. collegium Carolinum, načež r. 1795 se odebral na universitu do Gotink, kdež se věnoval výhradně mathematice. Po tříletém studiu vrátil se r. 1798 domů a byl r. 1799 v Helmstädtu za doktora promován. Stála podpora vévody umožnila, že se mohl G. ve svém rodišti klidně oddati pěstování vědy. Již r. 1795 vyzpytoval poučku o zbytecích kvadratických a základny theorie nejmenších čtverců. R. 1791 našel důkaz základní poučky o existenci kořenů rovnic algebraických. *Disquisitiones arithmeticae*, jež vyšly r. 1801, a stanovení dráhy planetoidy Ceres, zjednaly G-ovi jména světového. V létě r. 1807 byl G. povolán do Gotink za profesora a ředitele hvězdárny na universitu, kdež zůstal až do své smrti (23. února 1855). Zde vyvinul v klassickém díle: „*Theoria motus corporum coelestium*“ (Hamburg 1809, metody k vypočtení drah těles nebeských a uveřejnil theorii nejmenších čtverců, získal r. 1831 pro Gotinky Webra, osvědčil se G. velikými úspěchy i na poli fysikálním. R. 1832 vydal pojednání o měření absolutní intensity magnetismu zemského, r. 1834 sestrojil s Webrem první elektrický telegraf a vynalezl bifilární magnetometr, r. 1839 uveřejnil klassické dílo: „*Allgemeine Theorie des Erdmagnetismus*“. Vedle matematiky, astronomie a fysiky byl i v praktické astronomii a geodaesii s velikými úspěchy činným. R. 1820 prováděl na rozkaz krále hannoverského měření stupňové. Sestrojil heliotrop a zdokonalil nauku o zobrazování povrchu zemského. Veškeré obory, do nichž G. zasáhl, docílily cenného rozmnožení. Uvádíme jen pojednání: z r. 1813 *Theoria attractionis corporum atd.*, z r. 1840 *Dioptrische Untersuchungen etc.* Výsledky vědecké činnosti G-ovy vydala souborně akademie v Gotinkách v 7 svazcích. Upřímným přátelstvím lnul k Schumacherovi a Besselovi; dopisy k onomu v 6 svazcích uveřejněné v Altoně v letech 1860—65 a k tomuto v 1 díle uveřejněné v Lipsku r. 1880 jsou neocenitelným pramenem k poznání povahy G-ovy. Blížího poučení najde čtenář v jubilejním spise Karel Bedřich Gauss, jež na oslavu 100leté památky narození G-ova sepal prof. Dr. Fr. J.

mistrným. Ještě před uplynutím roku byla oběžnice velmi blízko místa Gaussem vypočteného opět nalezena. Z výpočtu plynulo, že oběžnice obíhá kol slunce mezi Martem a Jupiterem v téměř dvojnásobné vzdálenosti Martově. V březnu 1802 objevil Olbers v Bremách druhou planetu, Pallas, jež rovněž mezi Martem a Jupiterem kolem slunce obíhá. Sklon dráhy této planety k ekliptice byl nalezen velmi značný ( $35^0$ ), nieméně se blížila dráha její v jednom bodě dráze planety Ceres. Olbers soudil z okolnosti té, že jsou snad obě oběžnice části veliké planety, jež explozí se roztrhla, a že lze čekati objevení většího počtu trosek čili menších planet, jichž dráhy se křížují na místě, kde exploze nastala. Opíraje se o domněnku tu, hledali Olbers a Harding<sup>1)</sup> v Lilienthalu u Brem další členy. Harding našel skutečně r. 1804 novou oběžnici Juno, jež se blížila bodu, kde se měly oběžnice křížovati. Olbers objevil pak r. 1807 oběžnici Vesta pojmenovanou, jež však nevyhovovala domnělé podmince. Pak uplynulo téměř 40 roků bez dalšího objevu. Teprve v prosinci 1845 objevil milovník astronomie Hencke v Driesen novou malou planetu, Astraea později pojmenovanou. Od doby té datuje se nepřetržitá řada objevů malých planet, planetoid neb asteroid.

Objevy ty usnadňovaly nejprve mapy hvězdné, vydané Berlinskou Akademií, jež dle plánu navrženého Bessellem od konce r. 1820 řadou astronomů byly pořízeny způsobem tím, že se pozoroval a znamenal pás nebe  $30^0$  široký, obsahující veškerý hvězdy až do 9. velikosti, později pak mapy ekliptikální od Hinda a Chacornaca, jež objímajíce jen úzký pruh ekliptiky, chovají veškerý hvězdy až do 11. a

---

Studnička. „O Gaussových pracích astronomických a fysikálních“ pojednal August Seydler v Časopisu pro pěstování matematiky a fysiky v ročníku VI. a „O pracích a vynálezech Gaussových v oboru geodacie“ pojednal Dr. ryt. Karel Kořistka tamže.

<sup>1)</sup> Harding, Karl Ludwig, nar. se r. 1765 v Lauenburgu. Byl nejprve theologem, od r. 1800 až 1805 inspektorem Schroeterovy hvězdárny v Lilienthalu, pak professorem astronomie v Gotinkách. Objevil planetoidu Juno a tři vlasatice. Nejvíce proslul svým: „Atlas novus coelestis“ (Göttingen 1808—1823, druhé vydání Halle 1856), jenž byl prvním moderním atlantem hvězdným, chovajícím 60.000 hvězd a často používaným až do doby, kdy Argelander vydal své veliké dílo. H. pořídil též dvě hodiny (horae) akademických map hvězdných. H. byl spřátelen s Olbersem, Gaussem a Bessellem. Zemřel r. 1834.



12. velikosti; v nejnovější době se konají objevy pomocí fotografie.

Až do r. 1892 označovaly se nově objevené planetoidy dle doby jich objevu číslem, jež se kladlo do malého kruhu. Novou aeru zahájila fotografie. Pomocí ní byl v nejnovější době veliký počet objeven, i nastal pak zmatek mezi číslováním a datem objevu. Proto bylo zavedeno označení nové. Planetoida označí se p ř e d b ě ž n ě rokem objevu a písmenou *A, B, C... X, Y, Z*, dále *AA, AB, AC... AX, AY, AZ*, pak *BA, BB, BC...* a teprve později, když bylo výpočtem dráhy rozhodnuto, že planeta jest skutečně novou, stanoví se číslování. Fotograficky M. Wolfem objevená planetoida r. 1892 srpna 22. byla takto označena 1892 *A* a byla později číslována (333), téhož dne fotograficky taktéž M. Wolfem objevená planetoida byla označena 1892 *B*; planetoida fotograficky objevená 7. března 1894 Charloisem v Nizze byla předběžně označena 1894 *BA* a byla později definitivně číslována (334). Objevení planetoid pomocí fotografie zavedl M. W o l f, jenž používá k fotografování portraitních objektivů pěti- a šestipalcových s poměrně krátkým ohniskem. Čočka šestipalcová dává při 60minutové expozici hvězdy 12.—14. velikosti. Každá asteroida prozrazuje se na fotografické desce tím, že májíc vlastní pohyb kreslí čárku, kdežto stálice kreslí b o d y. Tímto způsobem byla objevena první asteroida (321) Brucia dne 20. prosince 1891 M. Wolfem v Heidelbergu.

Přehled počtu planetoid objevených v jednotlivých obdobích jest tento:

1801—1845	5	1866—1870	27
1847—1850	8	1871—1875	45
1851—1855	24	1876—1880	62
1856—1860	25	1881—1890	83
1861—1865	33	1891—1895	98

Nejvíce planetoid objevil J. P a l i s a ve Vídni (75) a C. H. F. P e t e r s <sup>1)</sup> v Clintonu (49), J. C. W a t s o n

<sup>1)</sup> Peters, Christian Heinrich Friedrich, nar. se r. 1813 v Coldenbüttel v Šlesviku, studoval v Berlíně a v Gotinkách. R. 1838 odebral se za příčinou trigonometrického měření na Sicílii, kdež se stal ředitelem trigonometrického oddělení měření zemského; r. 1848 byl pro své netajené sympatie ke vzpouře země propuštěn a ze země vypovězen. P. nicméně zůstal ve své nové vlasti a činně se účastnil,

v Americe a R. Luther v Düsseldorfu u Bilku. Pomocí fotografie objevili veliký počet asteroid M. Wolf v Heidelbergu a A. Charlois v Nizze.

Pojmenování planetoid jest vyhrazeno objevitelům, kteří často ke křtu nově objevených asteroid zvou za kmotry vynikající astronomy, příznivce aneb podporovatele hvězdářství, již nově objevené členy pojmenují. Původně bylo umluveno, aby se připustila ku pojmenování planetoid jen jména z klassického starověku, později, když se nově objevy množily, bylo použito též jmen z mythologie a bájesloví jiných národů; ponenáhlu byla zaváděna také ženská jména moderní, jména titulů děl, reků romanů a j. Neuvádíme zde pro nedostatek místa ani seznamu posud objevených asteroid, jich pojmenování, jmen objevitelů ani přehledu elementů planetoid, odkazující v té příčině k oficielnímu orgánu, Berliner Jahrbuch zvanému, jenž každoročně přináší nejspolehlivější a nejnovější elementy planetoid, přehled všech pozorování s udáním pramenů, veškeré pomůcky k výpočtům drah atd. Uvádíme pouze některá pro nás zajímavější jména asteroid: (130) Austria, první asteroida objevená 18. března 1874 J. Palisou v Pulji; (143) Polana a (143) Adria objeveny r. 1874 rovněž J. Palisou v Pulji, obdržely svá jména se souhlasem jeho Veličenstva; (220) Stephania objevena 19. května 1881; (226) Weringia objevena 19. července 1882; (231) Vindobona objevena 10. září 1882 (všecky J. Palisou ve Vídni); (432) Russia objevena 31. ledna 1883 rovněž Palisou, pojmenována baronem Engelhardtem, majitelem krásné hvězdárny soukromé v Drážďanech, na upomínku na svou otčinu; (255) Oppavia objevena 31. března 1886 J. Palisou a pojmenována tímto podle rodiště; (257) Silesia objevena 5. dubna 1886 J. Palisou a pojmenována tímto dle užší vlasti; (264) Libussa (Libuša) objevena 17. prosince 1886 Petersem v Clintonu (Amerika), pojmenována od paní prof. Vojtěcha Šafaříka atd.

Jednotlivé planetoidy mají zřídka průměr 30—40 zeměpisných mil. Staupfer vypočetl, že ve střední vzdálenosti 2·54 by více než million planetoid velikosti 12. a 4½

---

posléze jako major, bojů. Po dobytí Palerma přešel nejdříve do Francie, pak do Cařihradu. R. 1854 odebral se byv doporučen Humboldtem, do severní Ameriky, kdež se stal r. 1858 ředitelem hvězdárny v Clintonu. P. objevil v letech 1861—1869 48 planetoid. Vyznamenal se též výtečnými mapami hvězdnými. Zemřel r. 1890 v Clintonu u New-Yorku.

millionů velikosti 13. tvořily teprve hmotu rovnou hmotě naší luny. „Cesta kolem světa na planetoidě by se vyrovnala cestě z Vídně do Olomouce. Během málo hodin dospělo by se z míst, kde vládne dlouhá zima a dlouhé noci, do krajín, kde panuje léto a krátké noci. Je-li hutnost planetoidy rovna hustotě země, pak urazí těleso při volném pádu v první vteřině 1·05 palečů, délka vteřinového kyvadla se rovná 2·55 čárek. Člověk by silou svých svalů mohl na oběžnici lehece nositi břemena vážící 150 a více centů, mohl by vyskočiti do výše 30 sáhů a vrhnouti 50 liber těžkou kouli 100 sáhů daleko. Pád na oběžnici se děje velmi pomalu, pád s výše rozhledný na oběžnici by znamenal asi tolik jako pád s výše  $2\frac{1}{2}$  stop na zemi. Běh by se proměnil v částečný let“ (Stampfer). Za příčinou malého obsahu nemají planetoidy ani vody ani ovzduší, neboť jejich malá síla přitažlivá nemůže klásti dostatečný odpor rozpinavosti ovzduší a voda by se rychle vypařila. Nejspíše jsou planetoidy úplně ztuhlé hmoty.

I největší a nejjasnější planetoidy se jeví jen jako body, právě jako stálice. Většina planetoid jest i v opozici jen tak jasnou jako hvězdy 10.—11. velikosti; jen velmi málo planetoid (Vesta, Ceres) lze občas viděti právě pouhým okem. U některých nejsvětlejších planetoid byly G. Müllerem v Postupimi a Parkhurstem v Cambridgei (Amerika) dokázány přesným měřením fotometrickým změny světlosti, jež souvisejí se změnami fási, jež mohou se státi i u těchto tělísek velmi znatelnými. Při zkoumaných asteroidách měla křivka světlosti tvar podobný křivce, jakou jeví změny světlosti měsíce a Merkura, jenž jeví v mezích fáse od  $50^0$  do  $120^0$  shodu s měsícem. Z toho se soudí, že Merkur a asteroidy nemají buď žádné anebo velmi řídké atmosféry jako náš měsíc.

Vogel zkoumal jasnější planetoidy spektroskopem. Ve spektru planetoidy Vesty byly viděny čára *F* a skupina čar *b* a snad i atmosférický svaz *δ* (velmi nejistě). Vidmo Flory bylo velmi slabé spojitě vidmo beze všech čar.

Světlost tělesa sluncem osvětleného a na zemi pozorovaného závisí na vzdálenosti od slunce, pak na vzdálenosti od země, na pravém průměru a na albedu povrchu tělesa. Pro planetoidy se bere stejná schopnost odrazeti světlo jako pro planety velké. Světlost planetoid se určuje snadno

fotometricky, vzdálenost planetoidy od slunce a od země se snadno vypočte; pomocí dat těch lze proto snadno odvoditi průměr planetoid.

Dle pokusů Seidelových se velikost (světlost) tělesa nebeského sniží o celou třídu, uvede-li se těleso za stejných podmínek ostatních ze vzdálenosti 1 do vzdálenosti 1·6 od země. Na základě toho určil Argelander r. 1885 tuto rovnici:  $\log b + \log r + \log \Delta$ , kdež jest  $m$  velikost planetoidy v době, pro kterou jest  $r$  vzdálenost planetoidy od slunce a  $\Delta$  od země aneb  $\log d = 2·5126 - M \log b + \log a + \log (a - 1)$ , kdež jest  $M$  velikost planetoidy pro hodnoty  $r = a$  (malá poloosa dráhy planetoidy) a  $\Delta = a - 1$ ;  $b = 1·6$ . Z rovnice těch byla vypočtena hodnota průměrů asteroid: Vesta 58·5 zeměp. míle, Ceres 49·0, Pallas 34·4, Iris 21·5, Juno 23·0 atd.

E. E. Barnard shledal, že jasnější asteroidy jeví v 36palcovém dalekohledu hvězdárny Lickovy zřetelné terče a pokusil se změřiti průměry nejjasnějších asteroid. Již po objevení prvních asteroid se měřil mikrometricky průměry jich stroji malými, výsledky měření se však valně lišily. Fotometrickými měřeními hleděli záhy mnozí astronomové dosáti téhož účelu; metoda fotometrická opírá se o předpoklad, že schopnost odrážeti světlo jest pro povrch tělísek těch táž jako pro povrch planet, jež se volí k fotometrickému srovnání. Předpoklad uvedený jest však velmi nezajištěný; z příčin takových byly uváděné hodnoty pro průměr jasnějších planetoid jen přibližné.

Pro planetoidu Ceres shledal pro vzdálenost rovnou jednotce Herschel r. 1802 zdánlivý průměr 0·127", Schroeter r. 1805: 1·259"; Galler r. 1839: 0·32"; Knott r. 1866: 0·510".

Pro Pallas našel Schroeter r. 1805: 1·626", W. Herschel r. 1807: 0·09" a Lamont r. 1837: 0·26".

Pro Juno stanovil Schroeter r. 1805 zdánlivý průměr 1·444".

Pro Vestu shledal Schroeter r. 1806 průměr v úhlu: 0·313"; Mädler r. 1847: 0·272"; Secchi r. 1855: 0·428"; Tacchini r. 1881: 0·83"; Millosevich r. 1881: 0·597".

E. H. Stone určil r. 1867 tyto průměry: Ceres 196:

Pallas 171; Juno 124 a Vesta 214 angl. mil.<sup>1)</sup> Dle měření těch by byla Vesta posud největší z asteroid. —

Barnard měřil 36palcovým dalekohledem při zvětšení 1000 násobném planetoidy: Ceres, Pallas a Vestu. Pro vzdálenost rovnou jednotce byl:

zdanlivý průměr planetoidy Ceres:  $1.330'' \pm 0.064''$ ,  
pravý průměr  $599 \pm 29$  angl. mil,

zdanlivý průměr planetoidy Pallas:  $0.605'' \pm 0.033''$ ,  
pravý průměr  $273 \pm 12$  angl. mil,

zdanlivý průměr planetoidy Vesta:  $0.527'' \pm 0.033''$ ,  
pravý průměr  $237 \pm 15$  angl. mil.

Z měření těch plyne, že jest Ceres téměř dvakrát větší než Pallas a Vesta. Povrch planetoidy Ceres by se asi rovnal 5násobné ploše Německa. Měřené planetoidy byly úplně kulaté, světla stejnoměrného, Pallas jest žlutavé, Vesta slabě žluté a Ceres barvy bělavé. Kotouče těchto planetoid neukazují pražádných známek, z nichž by se souditi mohlo na zvláště hustou aneb rozsáhlou atmosféru. V novější době určoval G. Müller fotometricky průměry planetoid a našel pro asteroidy Ceres, Pallas a Vestu hodnoty 950, 708 a 946 km proti hořením hodnotám 964, 440 a 381 km. Při asteroidě Ceres shodují se dosti dobře různou cestou odvozené hodnoty, takže se zdá býti domněnka o stejném albedu a podobné povaze povrchu, jako vykazuje Merkur, oprávněnou. Naproti tomu odrážejí Pallas a Vesta silnější světlo sluneční a zdají se býti více Martovi neb Venusi podobnými.

Většina planetoid nalézá se ve střední vzdálenosti 2.5 až 3 poloměrů dráhy zemské; planetoidy jsou tudíž blíže dráze Martově, jehož střední vzdálenost jest 1.5, než dráze Jupiterově, jehož střední vzdálenost obnáší 5.2 poloměrů dráhy zemské. Mezi 297 planetoidami do konce r. 1890 vypočtenými mají střední vzdálenost (velikou poloosu dráhy)

mezi 2.133—2.50	pol. dr. z.	71 planetoid
" 2.50 — 2.75	" " "	89 "
" 2.75 — 3.00	" " "	61 "
" 3.00 — 4.262	" " "	76 "

Největší střední vzdálenost 4.262 pol. dr. z. (630 mill. km)  
má planetoida (279) Thule, nejmenší 2.132 (318 mill. km)

<sup>1)</sup> 1 angl. míle = 1.6093 km.



planetoida  $\textcircled{149}$  Medusa. Většina planetoid potřebuje k oběhu kolem slunce 4 až 5 roků; Thule obíhá kolem slunce teprve v 8 letech 292 dnech, Medusa již v 3 letech 41 dnech.

Planetoidy vyznačují se značnými výstřednostmi a značnými sklony drah. Mimo Merkura nemá žádná větší planeta výstřednosti větší  $\frac{1}{10}$  průměru dráhy. U planetoid do r. 1890 vypočtených vyskytují se výstřednosti 0·012—0·10 při 78, 0·10—0·15 při 79, 0·15—0·20 při 60 a 0·20—0·383 při 80 členech. Téměř polovina planetoid má výstřednost větší než 0·15; nejmenší výstřednost 0·012 vykazuje Iela  $\textcircled{2861}$ , největší 0·38 Aethra  $\textcircled{132}$ . Planetoidy jsou proto v různých bodech dráhy velmi nesteré vzdáleny od slunce a rozprostírají se na pruhu šířky 450 mill. km. Z velikých planet má největší sklon k ekliptice Merkur  $7^{\circ}$ , sklony malých překračují  $10^{\circ}$ . Sklon mezi  $0^{\circ}$ — $5^{\circ}$  vykazovalo 98, mezi  $5^{\circ}$ — $10^{\circ}$  105, mezi  $10^{\circ}$ — $15^{\circ}$  57 a mezi  $15^{\circ}$ — $34\frac{3}{4}^{\circ}$  37 planetoid. Největší sklon  $35^{\circ}$  k ekliptice má Pallas.

Délky uzlů drah planetoid jsou celkem rovnoměrně rozděleny, jak to ukazuje přehled: délky uzlů mezi  $0^{\circ}$ — $90^{\circ}$  má planetoid 91, mezi  $90^{\circ}$ — $180^{\circ}$  79, mezi  $180^{\circ}$ — $270^{\circ}$  65 a mezi  $270^{\circ}$ — $360^{\circ}$  62. V prvních dvou kvadrantech ( $0^{\circ}$  až  $90^{\circ}$ ,  $90^{\circ}$ — $180^{\circ}$ ) leží o 43 planetoidy více než v ostatních dvou.

Význačné jest však rozdělení délek perihelia planetoid. Největší počet planetoid má délku perihelia v prvním a posledním kvadrantu, nejméně planetoid má délku perihelia v kvadrantu druhém a třetím. Mezi  $0^{\circ}$ — $90^{\circ}$  leží délky perihelia při 98, mezi  $90^{\circ}$  až  $180^{\circ}$  při 59, mezi  $180^{\circ}$ — $270^{\circ}$  při 52 a mezi  $270^{\circ}$ — $360^{\circ}$  při 88 planetoidách.

Velmi zajímavou jest otázka o možném počtu planetoid. Nyní jest známo 400 členů skupiny asteroid a počtu nově objevených planetoid za rok posud ještě přibývá. Počet planetoid bude nescetný, nestává-li pro velikost jich žádné dolní meze; většina planetoid by byla pak příliš malou, aby mohla býti objevena nynějšími hledidly. Stává-li však pro velikost planetoid určité meze dolní, jak tomu přisvědčuje světlost nově objevených členů, jež nejsou celkem mnohem menšími než členy objevené před desítkami let, pak lze s pravděpodobností tvrditi, že jest počet planetoid omezený.

V mezích, v nichž se planetoidy rozkládají, nalézají se určité krajiny, v nichž by dráhy planetoid působením Jupiterovým byly značně pozměněny. Jsou to místa, pro něž

doby oběhu planetoid, jestliže by se tu pohybovaly, by se přesně rovnaly jednoduchému zlomku ( $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{1}{3}$ ,  $\frac{2}{5}$ ,  $\frac{3}{7}$ ) doby oběhu Jupiterova. Americký astronom Kirkwood a K. Hornstein dokázali, že v řadě asteroid jsou skutečně mezery, jež poměrům těm odpovídají.

D'Arrest vyslovil v pojednání: „Über das System der kleinen Planeten zwischen Mars und Jupiter.“ Lipsko 1851 větu, že dráha každé planetoidy zasahuje do drah všech ostatních, takže veškeré dráhy planetoid jsou jaksi vzájemně protkány.

Poněvadž nebyl posud pozorován vliv asteroid na sackulární změny tvaru drah Jupitera a Marta, musí celistvá hmota jich býti menší než hmota planety střední velikosti. Všecky posud objevené planetoidy by daly dohromady planetu průměru asi 650 km. Kdyby ještě 1000 planetoid průměrné dosavadní jasnosti bylo objeveno, pak by se zvětšil průměr planety imaginární jen asi na 800 km. Planeta taková by měla  $\frac{1}{4000}$  obsahu zemského a při stejné hustotě  $\frac{1}{1000}$  hmoty zemské aneb  $\frac{1}{20}$  hmoty Merkurovy.

Perrotin, ředitel hvězdárny v Nizze, podal ve své zprávě přehled o asteroidách fotograficky objevených p. Charloisem. Od 19. září 1892 až do srpna 1894 bylo pořízeno 115 snímků, jež obsahovaly veškeré hvězdy do velikosti 13. a 14., jež ležely ve čtverci strany  $11^{\circ}$  délky. Vedle 45 nových planet našel Charlois 112 již známých asteroid, jež byly velmi nerovnoměrně rozděleny na různých snímkách. Žádných planet nebylo na 40 snímkách. Seřazeny dle velikostí rozdělovaly se nově objevené planetoidy takto:

Velikost	7—8	9	10	11	12	13
Staré	5	5	19	32	41	10
Nové	—	2	1	7	20	15
Součet	5	7	20	39	61	25

Z přehledu toho plyne: 1. Počet nových planet jest celkem menší než starých. 2. Až do velikosti 12. jsou nové planety méně četné než staré; slabší planetoidy jsou však četnější starých. 3. Celistvý počet asteroid roste nepřetržitě až do 12. velikosti, načež náhle ubývá.

Poměr nových planet k starým značně se poslední čas zmenšil, hlavně od doby, co fotografie již prozkoumané krajiny zobrazuje. Počet planet, jež zbývá ještě objeviti do

12. velikosti, bude proto velmi omezený. Čas i práci, již mnozí astronomové výpočtu drah planetoid věnovali, jest velmi značný; naskytá se proto otázka, zdaž výsledek práce odpovídá námaze spojené s výpočty. Kdyby objevů tělísek těch neubývalo, nezbyvalo by, jak již navrženo bylo, ničeho jiného, než většinu planetoid nechat klidně se pohybovati v jejich dráze a pouze malý počet zajímavých členů pilně stopovati jak pozorováním, tak i počtem. Pro malý počet starších asteroid byly pořizeny tabulky pro výpočet jejich běhu s ohledem na poruchy způsobované planetami Jupiterem, Martem a Saturnem, z nichž uvádíme pouze: Brünnow F. *Tables of Jris.* Dublin 1869; Brünnow F. *Tafeln der Flora.* Berlin 1855; Lesser O. L. *Tafeln der Metis.* Leipzig 1865; Schubert E. *Tables of Parthenope.* Washington 1871; Becker E. *Tafeln der Amphitrite* atd.



## IX. Jupiter.

*Jupiter* (♃, Králomoc, *φαίδων*, Osiris) jest obr mezi oběžnicemi, převyšuje svou hmotou daleko hmoty všech ostatních planet dohromady; proto jest jeho vliv na utváření se drah a na zdánlivý pohyb planet a komet znatelný; mnozí členové ze skupiny komet periodických byly jen přítazlivostí Jupiterovou uvedeni v dráhy, v nichž nyní kolem slunce krouží. Kdyby slunce náhle zmizelo aneb působiti přestalo, stal by se Jupiter středem soustavy. Kdyby země v okamžiku tom měla svou střední vzdálenost od Jupitera, pak by ve vzdálenosti té kroužila kolem Jupitera s dobou oběhu 380 roků. Tím se vysvětluje snaha astronomů, co možná přesně určití hmotu planety té, a to buď z velikosti působení, jež se jeví v běhu těles nebeských, anebo z měření zdánlivých vzdáleností družic Jupiterových od středu planety. Způsobem posledním určil již Newton hmotu Jupiterovu rovnou  $\frac{1}{1047}$  hmoty sluneční. Z poruchů Saturnových odvodil Bouvard hodnotu  $\frac{1}{1070}$  hmoty sluneční. Téměř současně nalezli Nicolai, Gauss a Encke při zpracování drah asteroid Juno, Pallas a Vesta, že hodnota Bouvardova jest daleko rozdílna od pravé hodnoty hmoty

Jupiterovy. Bessel určil z pozorování družic heliometrem hodnotu  $\frac{1}{1047.70}$ . Hodnota taková byla i z jiných pozdějších měření vzdáleností družic odvozena od Airyho a Vogela, pak z poruchů, jež Jupiter v pohybu asteroid způsobil, od Krügera a Beckera, také z pohybu komety Fayeovy od Möllera. Nejnovější práce ve směru tom vykazují malé zvětšení hodnoty Besselovy. E. v. Härdtl odvodil z poruchů komety Winneckeovy hodnotu  $\frac{1}{1046.11}$ ; Hill z působení Jupitera na Saturna hodnotu  $\frac{1}{1047.38}$ ; Newcomb z 34letých pozorování běhu planety Polyhymnie  $\frac{1}{1017.34}$  a Schur z heliometrických měření vzdáleností družic  $\frac{1}{1046.73}$ .<sup>1)</sup>

Slunce by bylo tedy 1047krát těžší než Jupiter, kdyby se obě tělesa vážila na téže váze. Hustota Jupiterova obnáší 1:395 hustoty vody, tedy jen  $\frac{1}{4}$  hustoty země. Nelze mít za to, že by hmota Jupiterova se skládala jen ze hmot lehčích, že by hmoty těžší, jako železo, na Jupiteru úplně scházely. Kdyby měl Jupiter hustotu země, pak by se nám jevití musil daleko menším. Pozorovatel mimozemský by také viděl průměr zemský větším, kdyby země měla velmi vysoké ovzduší, a pak by plynula hodnota pro hustotu zemskou menší než skutečně jest. Pozorovatel na Jupiteru nezří pevného tělesa, nýbrž vidí mračnovitý tvar oběžnice. Vrstva mračen, objímající kouli oběžnice, jest velmi hustou. Malá specifická váha Jupiterova se snad vysvětluje tím, že oběžnice má poměrně malé a husté jádro, obklopené vysokým ovzduším, skládajícím se z látek podobných našim mračenům. Kdyby Jupiter se skládal ze samé žuly bez průhledného obalu, pak by při kulovitém tvaru musil mít průměr 14940 zeměpisných mil, pozorovaný průměr obnáší však 18480 mil, vrstva mračnovitá by se tedy vznášela v průměrné výši 1770 mil (10. díl průměru); proto nejspíše Jupiter neztuhl takovou měrou, jako naše země; teuté vnitro jest snad obklopeno vrstvou par látek prchavých a celek ten jest obalen mocnou vrstvou vodních par, jež pro nás omezují sferoid oběžnice.

I malými hledidly se snadno pozná, že není kotouč Jupiterův kulatým, nýbrž značně sploštěným. Sploštění jest výsledkem otáčení se tělesa kolem osy. Určení sploštění Jupiterova bylo předmětem četných měření. Besselova měření

<sup>1)</sup> K přesnému určení hmoty Jupiterovy se hodí hlavně pohyby planet  $\textcircled{107}$  Camilla,  $\textcircled{181}$  Eucharis,  $\textcircled{102}$  Ismene,  $\textcircled{279}$  Thule,  $\textcircled{334}$  Chicago a j.

heliometrem z let 1833—1835 podávají pro poměr <sup>1)</sup> polárního průměru  $35^{\circ}21''$  k průměru rovníkovému  $37^{\circ}60''$  hodnotu 0.9364 anebo pro sploštění, jak se obvyčejně určuje, hodnotu  $\frac{1}{16.73}$ . F. Kaiser stanovil v letech 1856 a 1862 pro sploštění hodnotu  $\frac{1}{17.11}$ . Kaiser obdržel pro průměr polární  $35.491''$  a pro průměr rovníkový  $37.673''$  při vzdálenosti 5.2028 poloměru dráhy zemské. W. Struve r. 1826 určil sploštění  $\frac{1}{17.11}$ , Beer a Mädler r. 1839 obdrželi hodnotu  $\frac{1}{17.08}$ .

V míře lineární dávají Besselova měření, vezmeme-li za základ pro střední vzdálenost země od slunce hodnotu dle Wm. Harknessa: 149,340.870 km, pro průměry Jupitera hodnoty: pro polární 132.632 km čili 17.874 zeměpisných mil a pro rovníkový 141.635 km čili 19.087 zeměpisných mil. (Průměr země se rovná 1719 mil.)

Zdánlivé rozměry kotouče Jupiterova určil r. 1891 Schur pomocí heliometru v Gottinkách; rovníkový průměr obnášel  $37.428''$ , polární  $35.02''$  ve střední vzdálenosti planety od slunce (ve vzdálenosti 5.20273 poloměrů dráhy zemské). Z čísel těch plyne sploštění  $\frac{1}{13.94}$ . Barnard měřil (1893 a 1894) vláknovým mikrometrem rozměry kotouče Jupiterova a našel rovníkový průměr  $38.522''$ , polární pak  $36.112''$ , z kterýchž čísel plyne pro sploštění  $\frac{1}{13.78}$ .

Dle fotometrických studií G. Müllera v Postupimi jest dolení mez světlosti Jupiterovy rovna světlosti hvězdy Regula ( $\alpha$  Leonis) anebo Castora ( $\alpha$  Geminorum). Jmenované měření nepotvrzují také domněnky, že se Jupiter stkví netoliko světlem slunečním, nýbrž i světlem vlastním. Snad jest množství vlastního světla tak malé, že ho nelze cestou fotometrickou zjistiti. Pomocí spektroskopu by bylo sice dle Scheinera možno dokázati, že Jupiter též vlastním světlem svítí, ze sesílení červené a žluté části ve vidmu Jupiterově; nalézáť se planeta ta nanejvýše jen v slabém záru červeném, jak tomu nasvědčuje poměrně malá jasnost její. Avšak sesílená červená a žlutá část vidma Jupiterova vzniká též absorpcí modré a fialové části spektra ovzduším planety. Vogel studoval vidmo Jupiterovo a konstatoval řadu čar tellurických a tmavý pruh (détky vlny  $618 \mu\mu$ ), jenž schází ve vidmu našeho ovzduší. Posud nelze rozhodnouti, zdali dlužno přičísti pruh ten přítomnosti

<sup>1)</sup> Poměr ten jest též dobrou měrou pro sploštění, A. Marth označuje veličinu tu  $\cos E_0$ .



látky, jež v našem ovzduší schází, anebo pouze jinému poměru směsi plynů; ostatně by bylo možno, že i při stejném poměru směsi plynů se mění absorpční vidmo za jiných poměrů tlaku a teploty, jež se na Jupiteru vyskytují. Z pozorování Vogelových též plyne, že se zjevují také ve spektroskopických pozorováních změny ovzduší Jupiterova. Vogel fotografoval 1. listopadu 1894 spektrum Jupiterovo, postaviv šterbinu spektroskopu kolmo ke směru pruhů rovníkových, aby srovnati mohl vidmo červeně zbarvených pruhů rovníkových s vidmem ostatních částí kotouče Jupiterova. Ve vidmu rovníkových pruhů se objevila jen všeobecná, silnější absorpce. Vidmo červené skvrny (viz později) bylo častěji zkoumáno, neukazovalo však žádného rozdílu od spektra pruhů rovníkových. Čáry ve vidmu Jupiterově ukazují úplnou shodu s čarami slunečními (Fraunhoferovými). Podobně jako slunce jest Jupiter ve středu světlejší než na okrajích.

Jupiter vykonává svůj siderický oběh v 11 letech 314 dnech  $20^h 2^m$  ( $4330^{\circ}58'482''$ ), tropický oběh obnáší 11 roků 312 dnů  $20^h 14^m$  ( $4330^{\circ}5936''$ ). Oběh synodický jest 1 rok 33 dnů 16 hodin. Průměrná vzdálenost od slunce jest 5·2028 poloměrů dráhy zemské, výstřednost dráhy jest 0·04824 s ročním přírůstkem 0·0001316. Střední vzdálenost od slunce jest 105 millionů mil, vzdálenosti od země kolísají v mezích 133 a 82 millionů mil. Délka přísluní obnáší  $110^{\circ}54'58\cdot41''$  a přibývá ročně o  $57\cdot9''$ . Sklon dráhy k ekliptice obnáší  $1^{\circ}18'41\cdot37''$  a uhývá ročně o  $0\cdot205''$ , délka uzlu výstupného jest  $98^{\circ}56'17\cdot0''$  s ročním přírůstkem  $36\cdot37''$ . Průměrný denní pohyb tropický jest  $299\cdot266''$ . Světlo sluneční jest v průměru 27krát slabší na Jupiteru než na naší zemi. Průměrná světlost oběžnice v opozici rovná se dle Zöllnera  $\frac{1}{51720000000}$  světlosti slunce, albedo Jupiterovo jest 0·633 (asi jako albedo bílého papíru). Za doby opozice jest Jupiter v průměru po 119 dnů retrogradní a pohybuje se za dobu tu (zřejmě) o  $90^{\circ}59'$ .

Otázka určení doby rotace Jupiterovy se studuje již více než dvě století. K účelu tomu se používá skvrn, jevítech se na kotouči Jupiterově; skvrny takové však nepřísluší vlastnímu povrchu oběžnice, a proto nesouhlasí vždy doba rotace skvrn s dobou rotace oběžnice. Již Giovanni Domenico Cassini usoudil z 16letých pozorování černé skvrny na jižní polovici kotouče oběžnice dobu rotace 9 hodin

55 minut 52 sekund; z pozorování skvrny blíže rovníku planety, jež byla po dva měsíce stopována, plynula hodnota jen 9 hodin 51 min. A. Bělopolski, astrofysik hvězdárny Pulkovské, diskutoval veškeren pozorovací materiál jmenované otázky, sahající až do roku 1891, a shledal, že má rovníkové pásmo Jupiterovo dobu rotace asi  $9^h 50^m$ , ostatní pak povrch dobu rotace  $9^h 55^m$ ; poměry ty jsou podobny poměrům slunce, při němž rovníkové krajiny rychleji se otáčejí než krajiny ostatní. Neobyčejné hodnoty doby rotace vykazují v některých případech skvrny, jež mají veliký pohyb vlastní.

Sklon rovníku Jupiterova k rovině dráhy obnáší  $3^0 4'$ . Rozdíly dob denních jsou proto na Jupiteru velmi malé. Průměrná doba dne jest  $4^h 58^m$  (při výpočtu tom vzat zřetel na průměr sluneční [ $6' 9''$ ], jak se s Jupitera jeví). Nejdelší a nejkratší dni jsou v šířce  $40^0$ : nejdelší den  $5^h 6^m$ , nejkratší  $4^h 49^m$ ; v šířce  $60^0$  nejdelší den  $5^h 16^m$ , nejkratší  $4^h 40^m$ . Dni



Obr. 181. Jupiter 31. srpna 1880  
(o  $14\frac{1}{2}$  hodině) dle Lohsa.

trvajících celou dobu rotace neb více přicházejí teprve za šířkou  $86^0 50'$  poblíže točen. Podnebí jednotlivých pásem jest na Jupiteru téměř stejnoměrné, teprve jen blíže točen se liší znatelně zima a léto. Pro krajiny rovníkové a sousední závisí doby roční na vzdálenosti od slunce. Oteplení v případech nejkrajnějších jest v poměru jako 5:6, tedy dosti konstantní. Rok Jupiterův čítá téměř 12 našich let a dělí se v 10.776 dnů (Jupiterových).

Na povrchu Jupiterově zjevují se vedle stálých změn útvarů některé tvary, jež v hlavních obrysech po delší dobu zůstávají si podobnými. Sem patří pruhy rovníkového pásma planety a skvrna červená, jež byla nejprve r. 1878 uzřena na jižní polokouli planety (viz obr. 181.). Také bílá

skvrna na jižní straně Jupiterově byla po mnoho period rotace pozorována. Doba rotace skvrny červené obnášela dle H. Sternberga, astronoma moskevského, v roce 1879:  $9^h 55^m 35.1^s$ , r. 1881:  $9^h 55^m 36.1^s$ , r. 1882:  $9^h 55^m 37.3^s$ , r. 1883:  $9^h 55^m 38.1^s$ , r. 1884:  $9^h 55^m 39.2^s$ , r. 1885:  $9^h 55^m 40.1^s$ , r. 1887:  $9^h 55^m 40.6^s$  a r. 1888:  $9^h 55^m 43.9^s$ .

Pozorování mocnými novějšími dalekohledy dokázala, že jsou rovníkové pruhy útvary velmi složité skládající se z velikého počtu rozmanitých podob a měnice se tak rychle, že vzhled planety nezůstává týž ve dvou po sobě jdoucích dnech. Občas vznikají náhle v ovzduší planety mocné bouře. Zvláště bouřlivým byl pro Jupitera rok 1876. Dne 25. května toho roku pozoroval Trouvelot strašnou bouři na Jupiteru, jež rozrušila celou jižní polokouli planety od rovníku až k točně; pruhy a skvrny se řitily směrem od východu na západ ohromnou rychlostí 49 km za vteřinu.

Opráje se o 12 letá pozorování povrchu Jupiterova pronesl prof. Barnard náhled, že povrch oběžnice není povahy mračnovité, jak se často tvrdí, nýbrž že povrch planety se nalézá ve stavu plastickém (těstovitém), že pruhy a skvrny na povrchu vznikají měnami zbarvení, jež jsou způsobovány vnitřními výbuchy. Látka, jež jest vnitřními silami přivedena na povrch oběžnice, mění zde tvar i barvu a způsobuje takto tmavé skvrny. Nejpravděpodobnější bude asi výklad, že se na místech výbuchů vyvíjejí místní páry.

Nejlepší tabulky pohybu planety podal Leverrier v „Annales de l'Observatoire de Paris. Mémoires. Sv. XII.“ (Tables du mouvement de Jupiter, fondée sur la comparaison de la théorie avec les observations.)

*Družice Jupiterovy.* Kolem Jupitera krouží soustava trabantů. Již Galilei poznal, nařídív svůj dalekohled na Jupitera, že oběžnici provázejí neustále 4 družice, i hleděl upotřebiti zatmění družic těch, když tyto vstoupí a vystoupí ze stínu oběžnice, k určení zeměpisné délky míst, neboť zatmění ta počínají a končí současně pro veškerá místa zeměkoule. Olaus Roemer určil pak z pozorování takových první hodnotu rychlosti světla (viz str. 296.). Galilei nazval družice ty hvězdami Medicejskými. Hodierna pojmenoval je jmény: Principharus, Victripharus, Kosmipharus a Ferdinandipharus. Obvyčejně se uvádí Simon Marius jako objevitel družic a za rok objevu se udává

1609 (prosinec). Marius<sup>1)</sup> pojmenoval družice ty ve svém *Mundus jovialis* v pořadí vzdálenosti od oběžnice: Io, Europa, Ganymedes a Callisto. Uvedená pojmenování se neudržela. Družice ty označují se jednoduše čísly I.—IV. dle řady vzdálenosti od oběžnice, dají se velmi snadno pozorovati i slabšími hledidly; také lepší operní kukátka je ukazují. Obíhají kolem Jupitera v dráhách málo od kruhův odchýlných. Jich sklon k rovníku Jupiterovu jest velmi malým, u prvního docela nepatrný, u čtvrtého poněkud větší; proto jsou téměř vždy viditelný v čáře, jež tvoří prodloužení pruhů Jupiterových, aneb poblíže této. Ve svých dráhách se pohybují kolem Jupitera 18krát rychleji, než by ve stejné vzdálenosti obíhal měsíc kolem země a 32krát pomaleji, než by obíhala kolem slunce oběžnice ve stejné vzdálenosti od slunce. Při nepatrné výstřednosti jich dráh by byly proběhnuté jimi oblouky úměrný času. Vzájemně působící přitažlivosti a poruchy, způsobené sluncem, činí však theorii o pohybu družic těch velmi nesnadnou. Velmi těžký problem ten řeší se zdarem v době novější C. Souillart. (viz též: „*Théorie analytique des mouvements des satellites des Jupiter*“).

Družice ty skytají mnohé zajímavé a podivuhodné úkazy v ohledu fysikálním i ve směru theoretickém. Na hvězdárně Harvard u Bostonu byla určena světlost družic v letech 1877 a 1878. Nejjasnějším trabantem jest třetí, jenž se rovná hvězdě velikosti 5·2, pak první trabant velikosti 5·6, druhý velikosti 5·8, nejslabším jest trabant čtvrtý, jehož světlost se rovná světlosti hvězdy velikosti 6·4. Zvláště bystrozraké osoby mohou proto i neozbrojeným okem družice ty užítí, když za doby soumraku nepřekáží silný lesk oběžnice. Matka Gaussova užřela pouhým okem všechny čtyři družice. Také E. Heis<sup>2)</sup> uviděl pouhým okem jednoho

<sup>1)</sup> Marius (Mayr) Simon, nar. se r. 1570 v Gunzenhausenu v Bavorsku, studoval r. 1601 astronomii u Keplera a Tychoa v Praze, později pak medicínu v Padui. Od r. 1604 byl dvorním astronomem v Ausbachu. M. používal záhy velmi pilně dalekohledu. R. 1612 objevil mlhovinu v Andromedě. Zemřel r. 1624.

<sup>2)</sup> Heis Eduard, nar. se r. 1806 v Kolíně nad Rýnem, studoval v letech 1824—27 v Bonnu matematiku a vědy přírodní, stal se pak učitelem na gymnasiu ve svém rodišti a r. 1837 učitelem na realce v Cáchách, odkudž byl r. 1852 povolán jako professor matematiky a astronomie na akademii v Münsteru, kde až do své smrti (r. 1877) působil. H. byl vynikajícím učitelem. Všeobecně známo jest jeho dílo: „*Sammlung von Beispielen und Aufgaben aus der Arithmetik und*

neb dva trabynty. Družice ty jeví se v dalekohledech jako malé terče, jež lze ovšem jen mocnými hledidly měřiti. Na hvězdárně Lickově měřil A. A. Michelson 12palcovým refraktorem průměry družic nepřímým způsobem, jenž se opíral o nauku o interferenci světla a podán byl v základech Fizeauem, kdežto současně Burnham konal 36palcovým dalekohledem přímá mikrometrická měření průměrů těch. Pro střední vzdálenost Jupiterovu jsou v připojeném přehledu obsažena měření uvedená a výsledky měření astronomů jiných:

Trabant	Michelson	Burnham	Engelmann	Struve	Hough
I.	1·02"	1·11"	1·08"	1·02"	1·11"
II.	0·94	1·00	0·91	0·91	0·98
III.	1·37	1·78	1·54	1·49	1·78
IV.	1·31	1·61	1·28	1·27	1·46

Podivuhodné a mnohé posud nevysvětlené úkazy jeví změny světlosti trabyntů. Celkem září prvý trabant světlem zlatožlutým, druhý stkví se světlem žlutým s odstínem do zelena. Třetí, největší trabant, se jeví zelenožlutým, liše se podstatně barvou od prvých dvou. Trabant čtvrtý jest tmavozeleněšedý.

Zajímavé úkazy jeví přechody trabyntů před kotoučem oběžnice. Trabant se jeví světlým, vstupuje-li před oběžnici, bledne ponenáhlu a mizí pozorovateli uprostřed kotouče; občas však se stává zde temnějším než povrch planety a jeví se pak černým. Takovéto přechody temné jsou častější u družic vnějších než vnitřních.

Trabant prvý jest o něco větší než naše luna, má tvar ellipsoidický, jak nalezli r. 1891 Schüberle a Campbell. Dle W. Pickeringa otáčí se kol jedné z os malých retrogradně asi v 13 hodinách 3 minutách.

Algebra" (1. vydání r. 1837). V astronomii se zvěčnil svými dlouholetými pozorováními letavic a meteorů, studiem hvězd měnlivých, světla zviřetnikového, dráhy mléčné, ukazů soumrakových a září severních. Z pozorování těch byla odvozena již celá řada velmi cenných výsledků. Stanovení světlosti stálie a výzkumy o dráze mléčné chová výtečný atlas hvězdný: „Atlas coelestis novus“ (Kolin 1872). II. měl neobyčejně ostrý zrak. Mnoho pozorování o skvrnách slunečních, zářích severních atd. uveřejňoval H. v populárním časopise, založeném Jahnem, jež od r. 1858—1875 v Halle pod názvem: „Wochenschrift für Astronomie, Meteorologie und Geographie“ vydával.



Barnard a Burnham uzřeli trabanta 8. zář 1890, když přecházel přes světlé pásmo rovníkové, černým a podvojným. Úkaz ten se vysvětluje předpokladem, že povrch trabantův má rozsáhlé části světlosti rovné rovníkové krajině Jupiterově. Vskutku shledal Barnard 3. srpna 1891 při přechodu trabantově přes tmavý pruh povrchu oběžnice trabanta podoby malého bílého proužku.

Trabanta druhého, nejmenšího ze 4 hvězd Galileiho, viděli r. 1891 Schüberle a Campbell kulatým. W. Pickering viděl i družici tuto elliptickou, avšak méně elliptickou než družici první. Rovník trabantův snad leží v rovině dráhy a doba rotace obnáší 1 den 17 hodin 24 minut.

Trabanta třetího, největšího z družic Jupiterových, poznali elliptickým již Lassell, Secchi a Burton. W. Pickering tvrdí, že trabant jest elliptický v maximu 34 hodin po dolejší neb hořejší konjunkci. Naproti tomu viděli Schüberle a Campbell trabanta toho vždy kulatým. Družice ta se otáčí v téže době kolem osy, v které obíhá kolem Jupitera. Trabant ten ukazuje posud nevysvětlené změny světlosti, jak to již Engelmann stvrdil. Výkresy povrchu této družice na hvězdárně Lickově ukazují, že povrch má tři tmavé pruhy, nejjihnější pruh jest nejslabší. Sklon pruhů k rovníku Jupiterovu jest asi 30 stupňů. W. Pickering, jenž konal svá pozorování na občasném observatoři „Boyden Station“ na výšině peruanské, poblíže Arequipy, ve výši 2500 m, shledal na severní polovici kotonče trabantova tmavý pruh, jehož sklon k rovině dráhy byl asi 15°. Temné přechody trabanta toho pozorovali 2. a 9. zář 1890 Barnard a 20. zář 1891 J. Tebbutt ve Windsoru.

Trabanta čtvrtého seznali Campbell a Schüberle kulatým, Pickeringovi jevil se za doby jeho konjunkce elliptickým, velká osa stála téměř kolmo na dráze. Doba rotace se rovná i u této družice době oběhu. Družice má méně světlé zbarvení, proto jest asi těžko uzřítí na povrchu jejím skvrny. Temný přechod, při čemž družice se zjevila temnočernou a kulatou, byl pozorován 13. srpna 1890.

Spektrální rozbor světla družic konal Vogel. I ve vidmech družic se zjevuje charakteristický červený pruh Jupiterův a pak jeden svaz atmosferický. Novější foto-

grammy Postupinské ukazují značnou část čar Fraunhoferových.

Hustota měsíců Jupiterových seznána byla z měření jejich průměrů velmi malou. Dle Pickeringa jest specifická váha I. družice menší než 1·5, II. menší než 2·5, váha III. a IV. měsíce leží uprostřed hodnot těch. Hustota oběžnice byla uvedena rovná 1·4, podobá se proto I. měsíc svou konstituci oběžnici. Pickering soudí z malé hustoty měsíců, že jsou družice jen seskupené hmoty meteorické, podobné prstencům Saturnovým.

Za příčinou velikosti oběžnice a malého sklonu drah družic vyskytuje se při každém oběhu jich pro Jupitera zatmění sluneční a měsíční, jež jsou obyčejně totalní. Pouze čtvrtý trabant činí tu výjimku, stojí-li za doby konjunkce a opposice v maximu své šířky. Jupiter zří proto během svého roku asi 4400 zatmění měsíců a tolikéž zatmění, jež měsíce způsobují. Od počátku zatmění měsíce až k úplnému zmizení uplyne jen krátká doba. Doba zatmění jest velmi různá dle toho, zdali měsíce postupují středem stínu Jupiterova nebo zdali popisují jen těživu stínu toho. U prvního měsíce vidíme jen začátek zatmění (vstup, disappearance) aneb konec zatmění (výstup, reappearance), nikdy obě, a to před opposicí Jupiterovou vstupy, po opposici výstupy. U druhého měsíce mohou se též večer pozorovati i vstup i výstup; to se stává však velmi zřídka. U třetího a čtvrtého měsíce lze občas oboje pozorovati.

Sluneční (Jupiterova) zatmění, jež způsobují měsíce Jupiterovy, se zjevují pozemskému pozorovateli tím, že kráčí stín měsíců přes kotouč oběžnice (Shadow transit). Stíny ty jsou téměř tak veliké jako měsíce; pouze stín čtvrtého měsíce jest menší, nejasný a těžko znatelný, stíny ostatních měsíců se jeví černými a úplně tmavými.

Za doby opposice není viděti ani zatmění měsícův, ani zatmění slunce, jež družice způsobují oběžnici; v dobu tu připadají i stín oběžnice i stíny měsíců do prodlouženého směru naší zornice, jsou tudíž od nás odvráceny. Měsíce Jupiterovy v čas ten vstupují pouze před kotouč planety (transit) aneb vstupují za kotouč oběžnice (occultation).

Výstupy ze stínu Jupiterova se pozorují po opposici na západě (v dalekohledu astronomickém v pravo), vstupy před opposicí jsou na východní straně Jupiterově (v dalekohledu astronomickém v levo). V době, kdy jsou vstupy

viditelný, předcházejí družice svým stínům na kotouči planety, a sledují stíny, když lze pozorovati výstupy po opozici.

Astronomické efemeridy, hlavně „Nautical Almanac“, udávají doby jmenovaných úkazů pro jednotlivé družice. Stává se, ač velmi zřídka, že jeden měsíc zatmívá druhý, aspoň z části. Pozorování zajímavých úkazů družic se odporučují milovníkům astronomie, kteří jsou majiteli menších dalekohledů (otvoru 3—4 palců).

Nejzajímavější a nejpodivuhodnější výsledek vzájemné přitažlivosti družic spočívá ve vztahu, jenž víže pohyby tří družic vnitřních. Střední pohyb první družice více dvojnásobný střední pohyb družice třetí se přesně rovná střednímu pohybu družice druhé. Poněvadž dále střední délka prvního měsíce a dvojnásobná střední délka měsíce třetího se rovná trojnásobné délce měsíce druhého a 180 stupňům, jest vždy třetí měsíc vzdálen od prvních dvou měsícův o 180 stupňů, mají-li měsíce ty vzhledem k Jupiteru stejnou délku. Vzájemná přitažlivost způsobila, že zákony ty, byly-li původně jen přibližnými, nyní přesně pro všechny časy platí. Z poměrů uvedených plyne, že všechny tři vnitřní měsíce nemohou býti nikdy současně zatemněny.

Elementy drah prvních 4 měsíců Jupiterových jsou seřazeny v připojené tabulce:

	I.	II.	III.	IV.
Siderická doba oběhu	1·769138 <sup>d</sup>	3·551181 <sup>d</sup>	7·154553 <sup>d</sup>	16·689018 <sup>d</sup>
synodická doba oběhu	1·769860	3·554094	7·166387	16·753552
průměrný denní pohyb tropický	203·488993 <sup>o</sup>	101·374762 <sup>o</sup>	50·317646 <sup>o</sup>	21·571109 <sup>o</sup>
velká poloosa v poloměrech Jupiterových	5·933	9·439	15·057	26·4 <sup>o</sup> 6
velká poloosa v km	420000	669000	1067000	1877000
výstřednost dráhy	0·0	0·0	0·00132	0·00724
délka uzlu	335 <sup>o</sup> 45'	336 <sup>o</sup> 55'	341 <sup>o</sup> 30'	344 <sup>o</sup> 57'
délka perihelia	—	—	216 49	187 38
sklon				
průměr v km	4070	3430	5790	4830
hmota (hmota Jupiterova rovná 1)	0·00001688	0·00002323	0·00008844	0·00004247

(Autorita: Bessel.)

Vzájemná působení družic se zjevují jako nerovnosti v pohybech. Analytické výrazy nerovností těch podal hlavně

Laplace ve své mechanice nebes v části: „Théorie des satellites de Jupiter.“ Nerovnosti družic poskytují prostředek k určení jich hmot.

Tabulky zatmění družic pořídil M. C. T. de Damoiseau: (Tables éclipiques des satellites de Jupiter, Paris 1836), pokračování tabulek těch do r. 1900 obstaral D. P. Todd.

Dne 9. září 1892 objevil prof. Barnard na hvězdárně Lickové 36palcovým dalekohledem 5. měsíc Jupiterův. Měsíc ten, velikosti 13., patří k předmětům nebeským, jež se nejtěžší pozorovati dají. Jen nejmocnější dalekohledy ukazují měsíc ten. Prof. Young sdělil, že byl 5. měsíc též pozorován 23palcovým refraktorem v Princetonu dne 10. a 11. října 1892 a domnívá se, že za příznivých poměrů může satellit ten býti viděn i v 20palcovém refraktoru. Pátý měsíc byl též pozorován v Pulkově 30palcovým refraktorem. Dle H. Struveho jest trabant ten něco slabší než Saturnův měsíc Mimas, avšak jasnější než Saturnův měsíc Hyperion. Přesná měření ukázala, že rovina dráhy 5. měsíce splývá téměř s rovinou rovníku Jupiterova. Právý průměr nového měsíce jest nejvýše 100 anglických mil. Z četných měření (do r. 1894) míst satellita, jež prof. Barnard konal, plyne pro dobu siderického oběhu měsíce kolem Jupitera:  $11^h 57^m 22.618^s \pm 0.013^s$ . Vzdálenost největší východní elongace měsíce byla dle Barnarda roku 1892:  $48.104'' \pm 0.061''$ , r. 1893:  $47.785'' \pm 0.044''$ ; vzdálenost největší západní elongace měsíce byla r. 1892:  $47.712'' \pm 0.176''$  (hodnoty ty platí pro vzdálenost Jupiterovu 5.22 poloměrů zemských). Z hodnot největší východní elongace plyne, že jest dráha 5. měsíce něco výstřední. Tisserand dokázal theoreticky, že velká poloosa dráhy 5. měsíce během 5 měsíců se otočí o  $360^\circ$ .

Nově objevený předmět měl by dle vzdálenosti od Jupitera obdržeti číslo I a ostatní starší družice Galileovy měly by obdržeti číslo II, III, IV, V; pro uvarování se omylů s dřívějším číslováním zavedeno bylo pro novou družici číslo V, označení ostatních trabantů zůstalo pak jako dříve. Také navrhované označení číslem 0 pro nový měsíc se zavrhl: vždyť není nemožno, že dalším zdokonalením hledidel se objeví nové členy v soustavě Jupiterově.



## X. Saturn.

*Saturn* (♄, Hladolet) jest dle vzdálenosti od slunce šestou oběžnicí v pořadí planet, dle velikosti a hmoty pak planetou druhou v soustavě sluneční. Ačkoliv nedosahuje hmota jeho třetiny hmoty Jupiterovy, převyšuje Saturn hmotou svou hmotu všech 6 planet menších asi dvakráte.

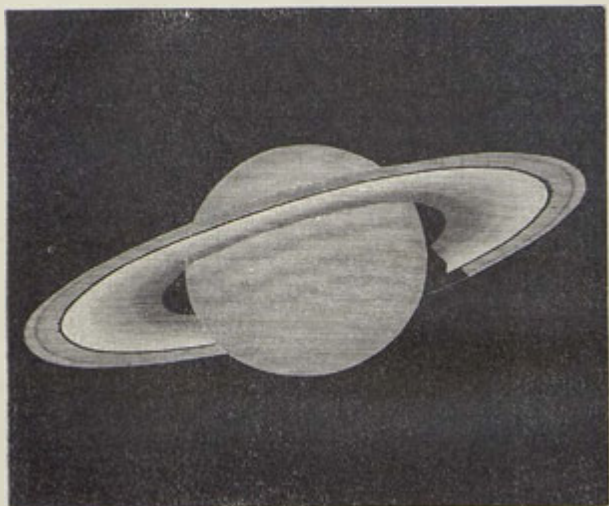
Hmota Saturnova i s kruhy rovná se  $\frac{1}{3501.6 \pm 0.78}$  hmoty sluneční. Hmota jest 92krát větší než hmota naší země. Kolem slunce obíhá Saturn v dráze málo výstředné — výstřednost dráhy obnáší 0.056 — ve  $29\frac{1}{2}$  letech v průměrné vzdálenosti 192 millionů mil (1400 mil. km). Na Saturnu jeví se sluneční kotouč pod úhlem  $3\frac{1}{3}'$ . Největší vzdálenost od slunce jest 203, nejmenší 181 mill. mil.; Saturnova vzdálenost od země se mění v mezích 160 a 224 mill. mil. Siderický oběh rovná se 29 rokům 166 dnům 5 hod. 16 min. 32 sek.; oběh synodický se rovná 1 roku 12 dnům a 20 hodinám. Po sobě sledující opposice Saturnovy jsou pouze 12—13 stupňů na nebi vzdáleny. Doba opposice byla r. 1894 11. dubna; opposice v každém následujícím roku připadne asi o 14 dní později. Sluncem jest Saturn osvětlován 91krát slaběji než naše země. Saturn má tvar sploštěného rotačního ellipsoidu. Rovníkový průměr rovná se dle Bessela  $17.1''$  (v míře lineární více než 118.000 km), polární  $15.4''$  (asi 106.000 km) ve střední vzdálenosti od slunce a země. Sploštění  $\frac{1}{16.5}$  jest u Saturna větší než u Jupitera. V opposicích může průměr rovníkový dostoupiti hodnoty  $20.3''$ , v konjunkcích klesnouti až na hodnotu  $14.7''$ . Střední průměr Saturnův jest 700krát větší než průměr země a poněkud větší než poloměr Jupiterův.

Světlost Saturnova se různí dle polohy kruhů (viz později); průměrně svítí Saturn poněkud mdlým světlem žlutavým jako hvězda 1. velikosti; za doby 1876—78, kdy kruhy nám ukazovaly úzkou branu, byla světlost Saturna menší než v průměru; r. 1885, kdy byl Saturn blízko v přísluní a kdy kruhy jevíly se nejšířšími, byl Saturn zase jasnějším než obyčejně; rozdíl světlosti v obou těchto polohách obnášel asi jednu třídu velikosti. Novější fotometrická měření Müllerova dosvědčují přece odvislost jasnosti



planety na fazi, ačkoliv největší úhel fase může obnášeti pouze  $60^\circ$ .

Jasnost Saturnova jest dle Zöllnera ve střední oppo-  
sici rovna  $\frac{1}{130.080,000.000}$  jasnosti slunce; albedo Saturnovo se  
rovná 0·5, Saturn odráží tedy právě polovici světla, jež od  
slunce přijímá. Hustota planety 0·76 jest ještě menší než  
hustota Jupiterova a rovná se  $\frac{1}{8}$  hustoty země nebo při-



Obr. 182. Saturn r. 1875 v září dle Tronvelota ve Washingtonu.

blízně hustotě dřeva jedlového. I u Saturna musíme před-  
pokládati hustou kouli s velikým ovzduším.

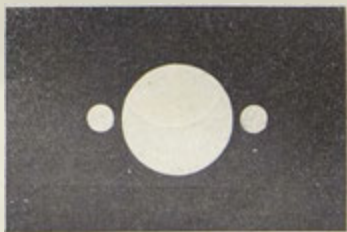
Vidmo Saturnovo ukazuje význačnější čáry spektra  
slunečního, pak v části červené a oranžové temné pruhy  
absorpce zcela podobné, jaké se jeví též ve vidmu Jupi-  
terově. Ze shody té se soudí o stejných fysikalních po-  
měrech obou planet.

Na kotouči Saturnovu jeví se taktéž pruhy (viz obr. 182.).  
V mocnějším dalekohledu jest viděti tmavý, téměř ve směru  
rovníku rozložený stálý pruh, jenž k okraji jest neurčitě  
omezen. Pruh ten jest však nesnadněji viděti než pruhy

Jupiterovy. I pásma točňová jsou tmavě stíněna, hlavně pásmo jižní. Někteří pozorovatelé ličí povrch Saturnův podoby vlny, což by svědčilo o mračnovitém stavu. Lohse viděl kotouč Saturnův vždy podobný vosku, zbarvení žlutavého u porovnání s bílým kruhem. Posud byly jen zřídka viděti skvrny na kotouči vhodné k určení doby rotace planety.

Tíže na rovníku Saturnově se rovná 0·8 tíže na rovníku země, tíže na točňě Saturnově jest rovna 1·2 tíže na točňě zemské.

Rotaci Saturna objevil r. 1793 William Herschel ze změn vzhledu pruhu na jižní polovici planety. Herschel odvodil takto pro dobu rotace hodnotu  $10^h 16^m 0\cdot4^s + 2^m$ . Pozorování Herschelova objímají dobu 154 rotací. Teprve po 83 letech podařilo se zkoušetí výsledek Herschelův novými pozorováními. Prof. Hall objevil totiž r. 1876 světlou skvrnu poblíže rovníku Saturnova a odvodil ze změny této

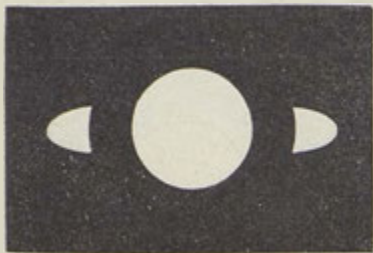


Obr. 183.

pro dobu rotace hodnotu  $10^h 14^m 23\cdot8^s + 2\cdot30^s$ . Na jaře r. 1891 objevil Williams řadu světlých skvrn v světlém pásmu jižně od rovníku a z pozorování 4 světlých a jedné tmavé skvrny, jež Williams uveřejnil, odvodil Marth periodu  $10^h 14^m 21\cdot84^s$ . Během opposice Saturnovy r. 1892 byly tyto světlé skvrny předmětem bedlivých pozorování a vedly k přibližnému výsledku periody rotace  $10^h 13^m 38\cdot4^s$ . Stanley Williams uveřejnil posléze výsledky pozorování za opposice Saturnovy z r. 1893. Pozorovány byly tmavé skvrny na zřetelném podvojném pásu na severní polokouli a světlé skvrny v pásmu rovníkovém  $6\frac{1}{2}$  palcovým dalekohledem při 225—320násobném zvětšení. Z pozorování skvrn světlých plynulo, že se otáčí rovníkové pásmo planety v délkách  $0^0$ — $140^0$  s rychlostí  $10^h 12^m 59\cdot36^s$ , v délkách  $140^0$ — $360^0$  však s rychlostí  $10^h 12^m 45\cdot8^s$ . Povrch planety v téže šířce se tedy otáčí na jedné straně oběžnice rychleji než na straně druhé; poměry takové byly též, ač v menším rozměru, pozorovány na Jupiteru. Srovnáme-li data poslední s udáním

z roku 1891 a 1892, shledáváme urychlování v pohybu světlyých skvrn rovníkových. Jakým způsobem se měny takové ději, není posud známo.

*Kruhy Saturnovy.* Nejpodivuhodnější úkaz v celé soustavě sluneční tvoří koncentrické, široké a velmi tenké, volně v rovině rovníku Saturnova se vznášející prstence (kruhy). Soustava prstenců Saturnových byla ihned po vynalezení dalekohledu upozorována. Nedokonalá hledidla tehdejší doby nedovolovala však rozeznati pravou podstatu



Obr. 184.

pozorovaného úkazu, jenž po dlouhou dobu byl předmětem různých náhledův a zdrojem velkého zmatku. Galilei popsál r. 1610 Saturna jako trojitého (tergeminus), jako velikou kouli s dvěma menšími po stranách (viz obr. 183.). Po dvouletém pozorování shledal Galilei ku svému velikému

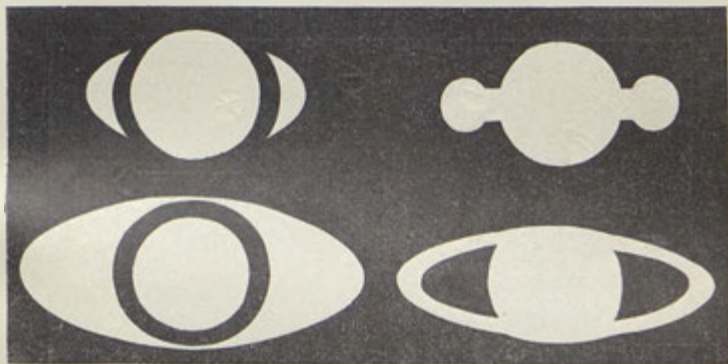
prekvapení, že zmizely oba malé přívěsky; že se zjevil Saturn v podobě jednoduché koule jako ostatní oběžnice, i přičítal dřívější pozorovaný tvar nedostatkům a chybám svého dalekohledu. Vypravuje se, že Galilei rozezlen nad svým domnělým klamem nikdy již na Saturna nepohledl. Pozdější pozorovatelé, opatření již dokonalejšími hledidly, poznali, že podivuhodný tvar není žádným klamem, nýbrž že skutečně existuje a že se časem mění.

Obrazce 184. a 185. znázorňují dle Huygensova *Systema Saturnium* řadu zobrazení z prvních dob teleskopického pozorování. Obr. 184. ukazuje zobrazení Riccioliho z r. 1640 a 1643. Obrazce 185. demonstrují staré výkresy Saturna dle Gassendiho a Huygense.

Teprve Huygensovi<sup>1)</sup> se podařilo rozřešiti tuto hádanku. Zkoumaj v březnu a dubnu r. 1655 Saturna,

<sup>1)</sup> Huygens (Hugenus) Christian, nar. se 14. dubna 1629 v Haagu; nabyt prvního vzdělání v mathematice a mechanice od svého otce, studoval pak v Leidenu a v Breďě práva; r. 1649 podnikl cesty po Německu, Francii a Anglii, po svém návratu uveřejnil různé důležité spisy obsahu mathematického, mezi nimiž vyniká spis:

shledal Huygens místo přívěsků uchovitých po obou stranách planety dlouhé úzké rameno, jež příštího jara zmizelo; planeta se zjevila tak kulovitou, jak ji r. 1612 Galilei užířel. V říjnu 1656 objevily se však opět oba přívěsky (ucha) zrovna tak podobné, jaké se zjevily před půl druhým rokem. Huygens usoudil ze zjevů těch pravou podstatu úkazu a sdělil svůj náhled se spřátelenými astronomy pomocí anagrammu, jenž se nalézá bez výkladu na konci



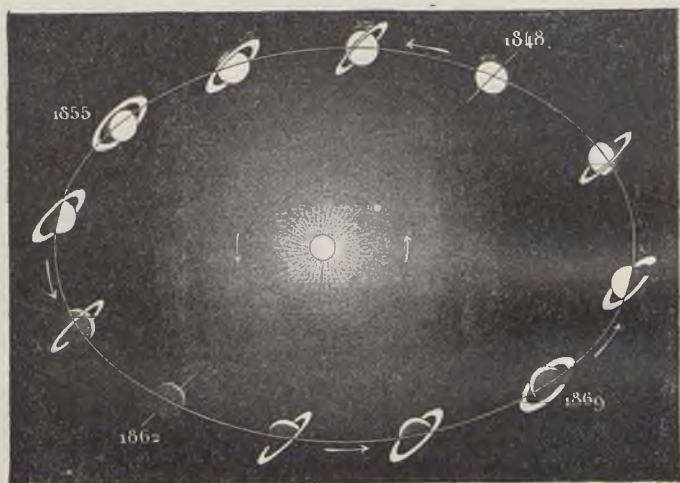
Obr. 185.

spisku jednajícím o objevení první družice Saturnovy. Anagramm ten jest: *aaaaaa ccccc d eeeee g h iiiiii llll mm nnnnnnnnnn oooo pp q rr s tttt uuuu a* zní rozřešen:

„De ratiociniis in ludo alae“ (Leiden 1657), v němž jest položen základ k počtu pravděpodobnosti. R. 1666 stal se členem akademie pařížské; žil pak do r. 1681 v Paříži, na to až do své smrti (8. června 1695) opět v Haagu. H. byl vynikajícím theoretickým fysikem, mechanickým vynálezcem a astronomickým pozorovatelem. H. náleží mezi nejbystřejší, nejnadanější a nejčinnější badatele novější doby. Jeho velkolepé výzkumy o světle, o síle centrifugální, o tvaru země a m, j. jsou právě skvosty literatury fysikální. Společně se svým bratrem Constantinem zdokonalil dalekohled. H. objevil pravou podobu kruhu Saturnova a jednoho trahanta Saturnova: o objevech těch jedná hlavně spis: „Systema Saturnium“ (Haag 1659). H. zavedl kyvadlo n hodin, theorii kyvadla vyvinul v díle „Horologium oscillatorium“ (Paris 1673).“ Rozbor slavného spisu: „Traité de la lumière“ jest obsažen v Časopise pro pěstování math. a fysiky. Ročník XIX.

Annulo cingitur, tenui, plano, nusquam cohaerente, ad eclipticam inclinato (Jest opásán tenkým, rovinným, nikde nesouvisícím, k ekliptice nakloněným kruhem [prstencem]).

Prstence nejsou viditelnými za příčinou jich neobyčejně malé tloušťky i nyní ve většině nejmocnějších dalekohledů, jakmile jest jich okraj obrácen k pozorovateli na zemi. To se stává dvakrát při každém oběhu Saturnově. Obdobně se zjevují prstence dvakrát v největší šířce. Má-li Saturn na své dráze polohu v délce  $352^0$  a  $172^0$  (stojí-li tedy pla-



Obr. 186.

neta v souhvězdí Ryb nebo Lva), pak prochází rovina prstenců sluncem a přibližně též zemí (rovina kruhů prochází přesně zemí, nalezá-li se země ve směru spojnice planety a slunce). Prstence obracející svou hranu k slunci stávají se pak neviditelnými (pouze v nejmocnějších dalekohledech se pozorují jako neobyčejně jemná čárka světelná). Zaujímá-li však planeta polohu v délce  $82^0$  a  $262^0$  (mezi Rykem a Blíženci a v souhvězdí Střelce), pak jeví se kruhy, jež jsou stále  $28^0$  k ekliptice nakloněny, nejširšími. Pozorovatel vidí pak buď jižní nebo severní plochu kruhů.



Mezi zmizením a největší viditelnou šířkou kruhů nebo naopak uplyne asi 7 let a 4 měsíce. Tak byly (viz obr. 186.) neviditelné kruhy r. 1848, kdy rovina kruhu připadla do zornice, r. 1855 se zjevila jižní strana kruhů nejširší, r. 1862 byla hrana kruhů k slunci opět obrácena, kruhy zmizely úplně v dalekohledech prostředních, po r. 1869 bylo viděti severní část kruhů nejširší; v únoru r. 1878 byly kruhy opět neviditelné, r. 1885 jevila se jižní část kruhů nejširší, r. 1892 zmizely opět kruhy a koncem roku 1899 opět se zjeví severní část kruhů v největší šířce. Kruhů nevidíme také, když země prochází rovinou kruhů, ač v případě tom může plocha kruhů býti poněkud osvětlena sluncem. Případ ten se může vyskytnouti jen v poloze Saturna na blízku bodů, jimiž prodloužená rovina kruhů ještě zemí procházeti může (země může při tom býti i v nejvzdálenějším místě od směru: Saturn — slunce). Na blízku takového polohy Saturnovy může se pro pozorovatele na zemi za poměrů příznivých vyskytnouti dvoji zmizení a opětné zjevení kruhů. Ale i v době mezi průchodem země a průchodem slunce rovinou kruhů, zmizí kruhy, když rovina kruhů prochází uprostřed mezi sluncem a zemí, neboť pak má pozorovatel tmavou část kruhů před sebou, osvětlená část kruhů jest od pozorovatele odvrácena. Příznivou příležitost těchto zajímavých ukazů poskytne teprve r. 1907.

Nejpříznivější polohy planety s kruhy k pozorování pro severní šířky zeměkoule, podávala léta 1882 a 1888, kdy oběžnice procházela přísluním a dostoupila své největší severní deklinace; současně jevily se kruhy v největší šířce.

Huygens poznal v útvaru, jenž objímá kouli Saturnovu, prstenec, kruh. Za další poznání prstence toho děkujeme Ballovi, milovníku astronomie, jenž r. 1665 zpozoroval, že kruh jest protknut ostrou, tmavou čarou. Brzo po tom poznali D. Cassini a Maraldi, že tmavá čára jest vlastně dělicí čarou dvou prstenců, že kruh Saturnův není jednoduchým, nýbrž že se skládá ze dvou soustředných prstenců oddělených mezerou (viz obr. 182.). Dělení kruhu, po Cassinim dělení Cassiniho zvané, ukazuje nyní na vnějších stranách kruhu za klidného vzduchu již prostřední dalekohled; celé dělení podél celé viditelné části kruhu lze však viděti pouze mocnými dalekohledy a to jen za zvláště příznivého stavu vzduchu. Hall zpozoroval, že dělení to se nejeví býti úplně černým, i zdá se, že také dělení jest vyplněno částicemi

hmotnými. Na vnějším prstenci kruhu byla pozorována různými pozorovateli občas ještě jiná dělení. Dělení ta jsou však jen občasnými útvary, jež vznikají a opět mizí. Tak shledali Kater a Encke r. 1837, že vnější užší kruh jest dělen opět ve dva kruhy nestejně šířky. Nové dělení to bylo po Enckeovi pojmenováno dělením Enckeovým. De Vico v Římě shledal ještě jiná dělení, vesměs na vnějším kruhu. Dawes stanovil šířku Enckeova dělení rovnou  $\frac{1}{3}$  dělení Cassiniho. Lassel odhadoval šířku tu menší; v nejpriznivější poloze obnášela šířka dělení jen 1" (800 mil). Mnozí vynikající astronomové neviděli i mocnými dalekohledy za příznivých podmínek dělení Enckeova a soudí, že dělení to není reálné a že pozorování dělení toho se musí přičítati chybám pozorovacím.

Na vnitřním kruhu nebylo za dělením Cassiniho shledáno žádné další dělení.

V nynějším století byl posléze shledán uvnitř kruhu vnitřního ještě třetí poměrně tmavý kruh (prstenec viz obr. 182.). Prstenec ten shledal nejprvé r. 1838 Galle refraktorem Berlinským. Všeobecnou pozornost obrátili však na kruh ten teprve r. 1850 G. P. Bond<sup>1)</sup> v Cambridgei v Americe a Dawes v Anglii.

Tento tmavý kruh, též Crapring zvaný, jest nyní již 4palcovým dalekohledem znatelný. Také někteří starší astronomové, jako Hadley kruh ten snad viděli. Mezi kruhem tím a vnitřním světlým kruhem nestává žádného přesného omezení; lze těžko udati, kde světlý kruh přestává a tmavý kruh začíná. Jeden kruh přechází poněkud ve druhý. Někteří astronomové se domnívali, že viděli dělení i na tmavém kruhu.

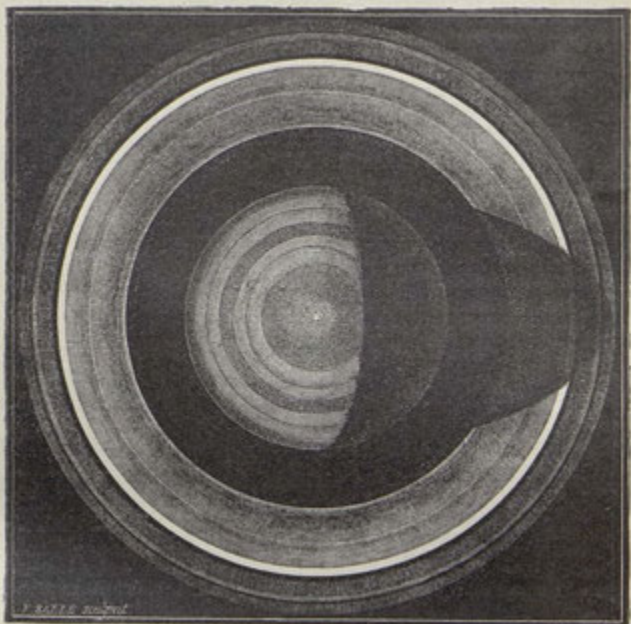
Kruhy neleží v téže rovině, nýbrž roviny kruhů mají

---

<sup>1)</sup> Bond George Phillips, nar. se r. 1825, byl nejdříve assistentem, později ředitelem hvězdárny v Cambridgei, proslul znamenitými pozorováními a výzkumy o vlasatci Donatiho, mlhovině v Orionu, kruhu Saturnově a j., nejvíce pak upotřebením fotografie ku zobrazování a měření těles nebeských. Zemřel r. 1865. Jeho otec Bond William Cranch nar. se r. 1789 v Falmouthu (Main, Sp. Ob.), byl nejdříve hodinářem, od r. 1806 pak hvězdářem. Po návratu ze své cesty po Evropě, již podnikl na vyzvání Harvardovy kolleje v Cambridgei, vystavěl si B. hvězdárnu v Dorchesteru. R. 1838 vstoupil ve veřejnou službu, r. 1841 stal se ředitelem nově zřízené hvězdárny v Cambridgei, kdež zdárně působil do své smrti r. 1859. Společně s S. C. Walkerem a O. Mitchelem vynalezl elektrický chronograf.

malé vzájemné sklony a malé sklony k rovníku Saturnovu. Kruby ukazují nerovnosti a prohnutí.

Pro rozměry tří kruhů Saturnových sestavil Oudemans nejspolehlivější hodnoty. K vůli porovnání jsou připojeny i rozměry koule Saturnovy.



Obr. 187. Saturn a soustava prstenců, promítnuty na rovinu rovníkovou.

				Z měření:	
				mikrometrů vláknových	heliometrů
Zevnější poloměr kruhu vnějšího				20·18"	19·75"
vnitřní	"	"		17·61	17·77
vnější	"	"	vnitřního světlého	17·10	16·83
vnitřní	"	"	"	13·00	13·74
vnější	"	"	tmavého	10·89	—
vnitřní	"	"	"	8·85	8·66
rovníkový poloměr Saturnův				8·16	7·69
polární	"	"			

Obr. 187. demonstruje planetu a soustavu prstenců v průmětu na rovníkovou rovinu.

Prof. B a r n a r d o v i na hvězdárně Lickově podařilo se pozorovati 1. listopadu 1889 průchod Japeta, družice Saturnovy, stínem oběžnice a soustavy kruhové. Pozorování to objasnilo povahu jednotlivých kruhů. Jakmile Japetus prošel světlem slunečním, jež mezi oběžnicí a kruhy proniká, nastalo při vstupu do stínu tmavého kruhu stále větší pohlcování světla družice, jež posléze při vstupu do stínu světlého kruhu zmizela. Z pozorování toho plyne, že tmavý kruh jest průsvitným (transparentním); částice, z nichž se kruh ten skládá, pohlcují značné množství světla slunečního a zhusťují se tím více, čím více se blíží tmavý kruh kruhu světlému. Kruh světlý jest opticky úplně stejně hustý jako oběžnice sama.

Vidmo kruhu Saturnova nemá charakteristického pruhu v části červené. Poměry ty byly poznány nejprve Vogelem a stvrzeny v nejnovější době K e e l e r e m pomocí velikého dalekohledu Lickovy hvězdárny. Z pozorování těch plyne, že na kruhu Saturnově nestává žádné pohlcující atmosféry.

Theorie vyžaduje otáčení se kruhu. Kdyby kruh měl význačně elliptický tvar, pak by se mohla naléztí doba rotace způsobem podobným jako u trabantů Jupiterových, totiž z řady měření mikrometrických rovníkového průměru kruhu. F. K a i s e r<sup>1)</sup> dokázal, že průměr kruhu se nemění,

<sup>1)</sup> K a i s e r Bedřich nar. se r. 1808. v Amsterdamu, byv příspěšným ujeovým vychován v mathematice a astronomii, stal se r. 1826. observátorem na hvězdárně Leidenské, jež tehda byla ve velmi chatrném stavu, takže byl K. nucen po léta konati pozorování ve vlastním domě. Pečlivá pozorování vlasatice Halleyovy v r. 1835. a různá menší pojednání získala K-ovi známost mimo hranice vlasti a zlepšení jeho postavení. R. 1837. stal se K. ředitelem hvězdárny a později také professorem astronomie; od doby té působil s neobyčejným zdarem jako pozorovatel a učitel. Po dlouhém namáhání přiměl posléze vládu k vystavění nové krásné hvězdárny. Po ukončení dlouholeté stavby mohl K. konečně r. 1860. nastoupiti ve své nové působišť. Hvězdárna byla vyzbrojena 6palcovým kruhem poledníkovým od Pistora a Martinse a 7palcovým refraktorem od Merze. Jsa účinně podporován několika assistenty podnikl K. celou řadu prací, z nichž dlužno uvésti fundamentalní určování hvězd hlavních, později pásmová pozorování dle plánu astr. společnosti a práce pro evropské měření stupňové; sám zabýval se K. mikrometrickými měřeními na refraktoru. Nemoc přerušila r. 1867. až na malou přestávku veškerá pozorování K-ova. K. se řadí mezi nejpresnější, nejsvědomitější a nejnadanější pozorovatele doby nové. Jeho pozorování dvojhvězd, vyšetřování

četná pozorování Besselova to potvrzují. Proto se pochybuje o správnosti měření *Secchiho*, z nichž by plynula pro zevnější kruh doba rotace  $14^h 23^m 19^s$ . Již *Herschel* dokázal ze svých pozorování nerovnosti kruhu a odvodil ze změny 5 jasných bodů, jež na prstenci upozoroval, jakožto dobu rotace kruhu 10 hodin 32 min. 15.4 sek. Z Besselovy diskuse všech pozorování průchodů země nebo slunce rovinou kruhu z let 1700—1813 plynulo, že byl kruh viděn, kdy měl dle výpočtu úplně zmizeti. Úkazy zmizení kruhu lišily se dle pozorovatele a dalekohledu. Mnozí pozorovatelé, hlavně *Schwabe*, viděli, že se kruh před úplným zmizením rozpadával v body, jež se lišily co do počtu i polohy; někteří pozorovatelé viděli čáru mizeti na jedné straně dříve než na druhé. V prstencích jsou tedy místa zborečná anebo neleží veškerá místa kruhu v téže rovině.

Polohu roviny kruhu Saturnova v prostoru stanovil přesně teprve *Bessel*. Výstupný uzel *N* a sklon *J* vzhledem k rovníku zemskému pro začátek roku 1890 mají dle určení Besselových hodnoty:  $N = 126.7048^{\circ}$ ,  $J = 6.9845^{\circ}$ . *A. Hall* stanovil r. 1886 řadou měření úhlů posícních sklon kruhu Saturnova pro datum 1886.157,  $J = 6.9600 + 0.0008^{\circ}$ .

Rovina rovníku Saturnova považuje se za splývající s rovinou kruhu. K ekliptice má rovník Saturnův pro rok 1892.0 polohu:  $n = 167.078^{\circ}$ ,  $i = 28.071^{\circ}$ .

Že nesplývá střed kruhu se středem planety, vyplývá z měření *W. Struveho* z r. 1829. Tuto výstřednost kruhu, velikosti asi  $\frac{1}{4}''$ , poznali též *Schwabe*, *Harding*, *Herschel* a *South*.

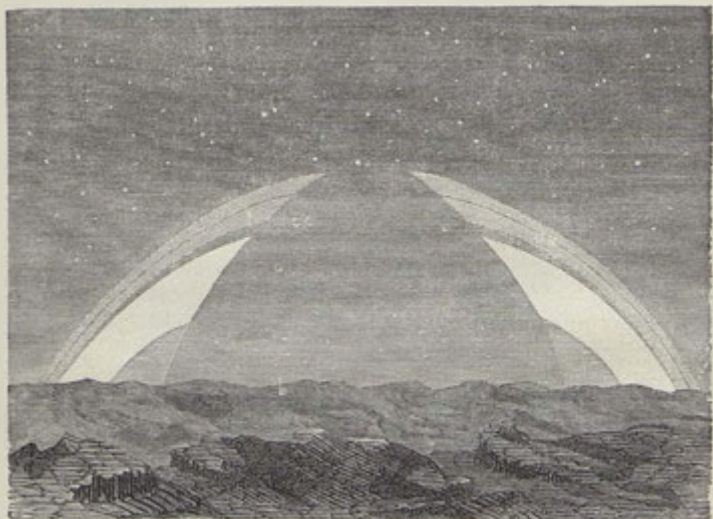
*Bessel* určil pomoci poruchů kruhu na dráhu šesté družice hmotu kruhu rovnou  $\frac{1}{108}$  hmoty planety. *Tisserand* určil r. 1881 z pohybu perisaturnia nejvnitřnějšího trabanta hmotu kruhu rovnou  $\frac{1}{300}$  hmoty oběžnice. Je-li hutnost kruhu rovna hutnosti Saturnové, pak plyne pro tloušťku kruhu hodnota 30 zeměpisných mil (se země pozorována obnáší tloušťka ta při opposici planety asi  $\frac{1}{10}''$ ). Tím se vysvětluje,

planety *Marta*, zkoušení *Airyho* mikrometru se kladou jako vzory přesné práce vědecké. *K.* působil s neobyčejným zdarem jako učitel; pro rozvoj astronomie ve své vlasti se proslavil různými výtečnými spisy populárními, hlavně astronomií populární: „*De Sterrenhemel*“ (několik vydání, po smrti vydání od *Oudemansse*). Práce pod řízením *K.*ovým vykonané jsou obsaženy v annalech hvězdárny *Leidenské* (sv. 1—4. *Haarlem—Haag*, 1868—1875.). *K.* zemřel r. 1872.



že kruh Saturnův mizí úplně i při značných zvětšeníh mocných dalekohledů v době, kdy slunce anebo země prochází rovinou jeho.

Soustava kruhů Saturnových pozorována se země náleží k nejvelkolepějším ukazům nebeským. Daleko obdivu hodnějšími a velkolepějšími jsou ukazy, jež si navzájem poskytují Saturn a kruhy jeho. Mä dler líčí přibližný obraz ukazů těch takto: Prstence Saturnovy nejsou ve všech

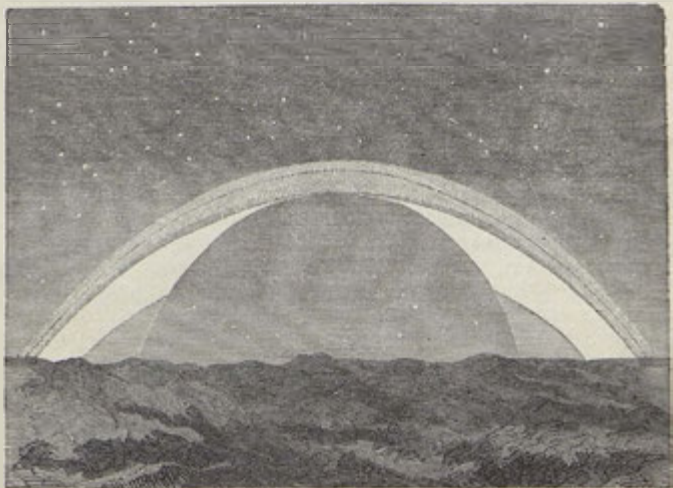


Obr. 188. Vzhled kruhů Saturnových v šíře saturnografické 28 stupňů o půl noci v době po rovnodennosti jarní.

krajinách oběžnice viditelný. Označíme-li vnější hranu zevnějšího kruhu *a*, začátek dělení Cassiniho *b*, vnější hranu kruhu vnitřního *c* a vnitřní hranu kruhu vnitřního *d*, obdržíme začátek viditelnosti

části	<i>a</i>	v	místě	66° 36'
"	<i>b</i>	"	"	63 37
"	<i>c</i>	"	"	62 57
"	<i>d</i>	"	"	53 28

šířky saturnografické. V šířkách vyšších jsou kruhy Saturnovy stále pod obzorem. Nejbližší jsou kruhy pro krajiny rovníkové, v nichž procházejí nadhlavníkem ve směru od východu na západ; tu však lze viděti pouze vnitřní úzkou hranu kruhů. Celý system kruhů pod úhlem  $15^{\circ} 26' 2''$  vidí v největší šířce místo šířky  $37^{\circ} 36'$ . Vnitřní kruh jest nejširší ( $11^{\circ} 26' 5''$ ) v šířce  $35^{\circ} 30'$ ; veliké dělení Cassi-



Obr. 189. Vzhled kruhů Saturnových v šířce saturnografické  $28^{\circ}$  stupňů, o půl noci kolem období slunovratu na Saturnu.

niho jest nejlépe viditelno a to pod úhlem  $47' 2''$  v šířce  $42^{\circ} 45'$ .

Pro určitou krajinu planety mají kruhy polohu velikých oblouků rovnoběžných k dennímu pohybu slunce a hvězd. Během  $\frac{1}{2}$  roku Saturnova vykonává slunce svůj denní běh nad obloukem kruhů; kruhy jsou pak osvětleny ve dne i v noci; v noci schází však část oblouku, zastíněná stínem Saturnovým; část ta jest večer na východě, v půlnoci na jihu a ráno na západě. Obrazce 188. a 189. po-

dávají pojem o velkolepém divadle, jež prstence Saturnovy skytají během noci letního období krajinám oběžnice v šířce mezi 25 a 30 stupni. Obr. 188. podává ideální pohled prstenců o půl noci v době mezi rovnodenností jarní a slunovratem na Saturnu, obr. 189. znázorňuje ideální pohled prstenců o půl noci kolem doby slunovratu na Saturnu. V obr. 188. tvoří soustava prstenců ohromný oblouk, přerušený k vrcholi stínem oběžnice; ideální krajina obrazce 189. ukazuje zevnější prstenec (kruh) v celku, stín oběžnice sáhá za doby slunovratu pouze ke kruhům vnitřním.

Během druhé polovice roku Saturnova nevidí zmíněná krajina ničeho z kruhů (slunce vykonává svůj denní běh pod obloukem kruhů) a kruhy zbavují určité krajiny veliké části a některé krajiny největší části světla, jež by krajiny ty od slunce obdržely, kdyby prstence Saturnovy nezadržovaly světla toho. V době podzimní rovnodennosti zatní se náhle pro zmíněnou krajinu celá soustava kruhů a jeví se jen tím, že pokrývá neustále značný počet hvězd. I vzniká veliké zatmění slunce, jež trvá několik našich roků. Zatmění to bývá přerušeno jen na krátký čas světlem slunečním, jež proniká dělením kruhů. Střed zatmění splývá se středem zimy. Nejdelší dobu zatmění má krajina šířky  $23^{\circ} 27'$ ; tu trvá zatmění nejprve 188 našich dnů, potom se zatmění na 52 dnů přerušuje dělením kruhů, načež trvá zatmění vnitřním kruhem po 3261 dnů, potom opět se přerušuje zatmění na 52 dnů a po uplynutí 188 dnů se zatmění ukončuje. Čtenář nechť se pokusí o vyličení, kterak Saturn se jeví pozorovateli na kruhu.

Neobyčejně nesnadno jest vysvětliti povahu kruhu Saturnova. Obtíže, jež skýtá problem ten, poznal nejprve Laplace, jenž poukázal k tomu, že stejnorodý a stejnotvárný prstencec (kruh), objímající oběžnici, nemůže býti v rovnovážném stavu stálém; dejme tomu, že by byl prstencec takový co nejlépe s počátku vyvážen, pak by nejmenší síla vnější, jež pochází od přitažlivosti družice nebo vzdálené rušící planety, dostačila, aby porušila rovnováhu a způsobila, že by se prstenec sřítíl na oběžnici. Proto Laplace theoreticky usoudil, že prstencec Saturnův musí míti nerovnosti, nezkoumal však, zda-li v případě tom jest rovnováha prstencec stálí (stálon). Bond, pokládaje občas se vyskytující a opět mizící nová dělení prstencec za realní,

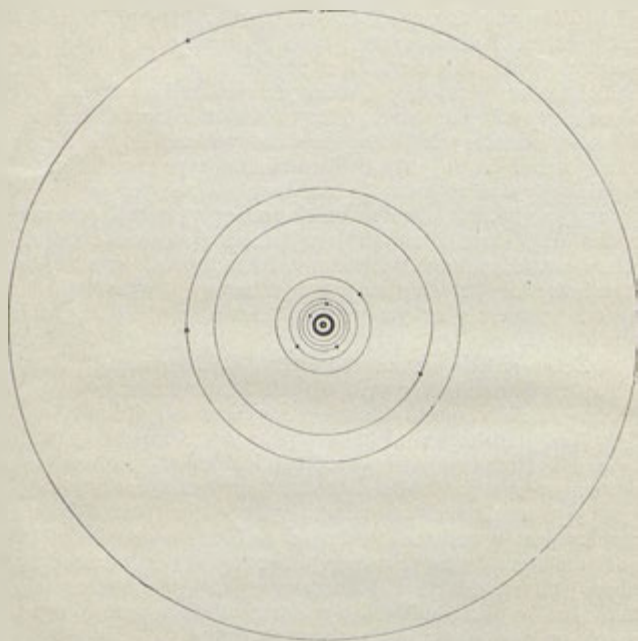
měl za to, že prstence Saturnovy jsou ve stavu kapalném (tekutém). Peirce opíraje se o náhled ten, shledal, že ani kapalný prstenec nemůže býti dokonale stabilním, neudrží-li jej ve stavu tom síla zevnější, za kterouž Peirce pokládal přitažlivost družic oběžnice. Jest ovšem otázkou, zda-li vlivem této přitažlivosti kapalný prstenec skutečně stabilním se státi musí. Za vážný pokrok v této nesnadné úloze děkujeme Clerk Maxwellovi, jenž činił námítky jak proti náhledu o pevném, tak i proti náhledu o kapalném stavu prstence. Maxwell si představoval, že prstenec se skládá z kup (mračen) družic, jež pro malý rozměr svůj nemohou býti jednotlivě viděny dalekohledem a jež pro blízkost jednotlivých členů nejeví žádných znatelných mezer mezi sebou. Jako jednotlivé malinké kapky vodní nebo bublinky vytvořují mlhy a mračka, jež se oku jeví jako útvary spojitě, podobně malinké družice vytvořují prstenec Saturnův. V kruhu tmavém jsou jednotlivé částice ve větších od sebe vzdálenostech roztroušeny, takže se tu díváme jakoby mračenem; že Crapring se jeví býti temným, vysvětluje se snadno poměrně malým počtem částic, z nichž se kruh ten skládá.

Že se skládá prstenec Saturnův i oběžnice sama z látky lehké a velmi řídké, vysvítá z malé hustoty Saturnovy, jež jest nejmenší v soustavě sluneční, vyjmeme-li vlasatice.

Malá tělíska, z nichž se prstenec Saturnův skládá, obíhají kolem planety v samostatných dráhách, jež jsou porušeny poruchám družicemi způsobovaným. Poruchy takové by byly největšími pro tělíska, jejichž doba oběhu kolem planety jest v určitém, jednoduším poměru k době oběhu některé družice Saturnovy. Jest zajímavé, že skutečně hlavní dělení prstence Saturnova vyhovují vzdálenostem takovým, v jejich místech by dráhy tělísek nemohly po držeti po delší dobu své podoby.

Také Hirn dospěl jinou cestou, aniž věděl o starším výzkumu Maxwellově, zajímavých výsledků. H. Seeliger poukázal k tomu, že část výzkumů Maxwellových není prosta námitek a že lze i o správnosti upotřebené metody vysloviti podstatné pochybnosti. Seeliger dokazuje v několika novějších pracích, že veškerý úkazy prstence Saturnova se vysvětliti dají předpokladem, že hmota prstence jest ve způsobě prachu (staubförmig), že se skládá z jednotlivých oddělených (diskretních) částic hmotných.

V nejnovější době podal Keeler spektroskopický důkaz o správnosti meteorické (satellitní) theorie prstenců Saturnových. Vnitřní okraj prstence jeví totiž čáry spektrální silněji pošinuté než okraj zevnější, má tedy vnitřní okraj rychlejší pohyb kolem oběžnice než okraj zevnější. Jestliže by se prstenec otáčel kolem oběžnice jako



Obr. 190. Dráhy 8 měsíců Saturnových.

celek, pak by vnitřní okraj měl menší lineární rychlost než okraj zevnější, jenž v téže době popíše delší cestu.

Pošinutí čar na povrchu rovníku Saturnova odpovídá rychlosti otáčení  $10.3 \pm 0.4$  km. Dle zákonů Keplerových měla by býti uprostřed plochy prstence Saturnova rychlost  $18.78$  km. Spektroskopické měření podává  $18.0 \pm 0.3$  km.



Rozdíl v rychlostech vnitřního a vnějšího okraje prstence obnáší téměř 5 km.

*Měsíce Saturnovy.* Kolem Saturna krouží 8 měsíců, označených dle vzdálenosti od planety čísly 1, 2 . . . 8. John Herschel označil je jmény: Mimas, Enceladus, Tethys, Dione, Rhea, Titan, Hyperion a Japetus. Šestý, nejjasnější měsíc objevil již Huygens 25. března r. 1655. Osmý měsíc objevil v říjnu 1671 D. Cassini, jenž objevil též pátý měsíc 23. prosince 1672; čtvrtý a třetí měsíc koncem března 1684 objevil rovněž Cassini. Všechny tyto měsíce viděl najednou teprve P o u n d. Sto let po Cassinim objevil W. Herschel 28. srpna 1789 měsíc druhý a 17. září 1789 měsíc první. Posléze objevili Bond v Cambridge-i 16. září 1848 a Lassell v Liverpoolu 19. září 1848 měsíc sedmý. Dle doby objevu sledují tedy měsíce takto: 6., 8., 5., 4., 3., 2., 1., 7. Vzdálenosti měsíců vyjádřeny poloměry Saturna jsou: 3·1, 4·0, 4·9, 6·3, 8·8, 20·5, 24·8, 59·6 (viz obr. 190.). Saturnu nejbližší jest nejmenší měsíc Mimas. Lassell stopoval měsíc ten od r. 1847 po dobu 10 let. V letech 1863—65 byl Mimas pozorován na Maltě Lassellem a Marthem, r. 1874—77 pomocí refraktoru Washingtonského Newcombem, A. Hallem a Holdenem. V letech 1882—86 byl pilně pozorován A. Hallem. Také v Toulousu byl tento trabant stopován Tisserandem. II. Struve pozoroval Mimase v letech 1888 a 1889 a odvodil tyto elementy:

	1888 duben	1889 duben
Epocha	0·0	0·0 (času Greenwichského)
střední délka $E_0$	337° 4'	87° 25'
výstřednost $e$	—	0·016
perisaturnium $P$	94°	105°
sklon dráhy k rovníku		
Saturnovu $\gamma$	—	1 26'
délka uzlu na rovníku Sa-		
turnově více délka uzlu		
rovníku na ekliptice $\Theta$	64	59

Pohyb perisaturnia  $P$  v jednom roce =  $+ 371^0 + 10^0$ ; pohyb délky uzlu na rovníku Saturnově více délka uzlu rovníku na ekliptice =  $- 365^0 + 5^0$ . Střední pohyb leží v mezích 381·992° a 381·995°. Hmota Mimasova byla odvozena v hodnotě  $\frac{1}{41,300,000}$  hmoty Saturnovy.

Druhý měsíc Enceladus byl r. 1836 opět objeven a pozorován několik týdnů Lamontem v Mnichově. Z novějších pozorování vynikají pozorování H. Struveho,

konaná 30palcovým dalekohledem Pulkovským z let 1886 až 1889. H. Struve odvodil tyto elementy:

Epocha střední:	1886 205	1887 221	1888 228	1889 221
	času Greenwichského;			
Střední délka $E_0$ redu-				
kovaná na 1886	166° 43·5'	166° 51·6'	167° 27·4'	167° 46·3'
délka uzlu $n$ , k ekli-	167 54·6	167 52·6	167 40·5	167 56·5
sklon $i$ k přímce	28 3·3	28 3·5	28 6·7	28 7·0
perisaturnium $P$	289·1°	56·2°	180·0°	290·4°
výstřednost $e$	0·0047	0·0039	0·0065	0·0035

Střední pohyb denní se rovná 262·7316°. Dráha má malý sklon k rovníku Saturnovu. Perisaturnium se pohybuje rovnoměrně během roku asi o 120°. Hmotu družice jest neznáma.

Třetí měsíc *Tethys* má dle H. Struveho tyto elementy:

Epocha	1886 218	1887 214	1888 224	1889 206
	času Greenwichského;			
$E_0$	165° 17·5'	165° 21·0'	165° 1·2'	164° 34·9'
$n$	168 35·5 ± 2·6	170 11·3 ± 2·3	168 36·9 ± 2·7	166 7·4 ± 3·7
$i$	27 0·1 ± 1·1	28 2·5 ± 1·1	29 5·2 ± 1·3	28 40·2 ± 1·6
$e$	0·00153	0·00177	0·00158	0·00273

Střední pohyb denní se rovná 190·698169°. Délka uzlu dráhy na rovníku Saturnově  $\odot$  zmenšena o délku uzlu rovníku Saturnova k ekliptice se rovná 163·3° — 72·8° ( $t$  — 1886·218), sklon dráhy k rovníku Saturnovu se rovná 65·1'.

Čtvrtý měsíc *Dione* obíhá kol Saturna v době 2<sup>d</sup> 17<sup>h</sup> 41<sup>m</sup>. Velká poloosa = 54·76'', výstřednost 0·004, perisaturnium 232° 22', délka uzlu 167° 58', sklon dráhy = 28° 1'. Tyto hodnoty podal W. Meyer. Roční pohyb perisaturnia obnáší 25°—30°.

Pátý měsíc *Rheu* stopoval v novější době 30palcovým dalekohledem pulkovským H. Struve, jenž odvodil pro běh tohoto měsíce tyto elementy:

Epocha   střední	1886 218	1887 214	1888 224	1889 206
	časů Greenwichského;			
délka střední $E_0$ redu-				
kovaná na rok 1886	140° 50·6'	140° 50·5'	140° 48·7'	140° 49·8'
$n$	168° 7·1' ± 1·3	167° 56·3' ± 1·3	167° 50·0' ± 1·5	167° 45·2' ± 1·9
$i$	28° 19·7' ± 0·7	28° 22·6' ± 0·6	27° 23·7' ± 0·7	28° 22·1' ± 1·0
velká poloosa $a$	76·207'' ± 0·012''	76·240'' ± 0·011''	76·193'' ± 0·013''	76·275'' ± 0·022''

Za základ jest položena dráha kruhovitá. Denní pohyb obnáší  $79.690^{\circ}$ .

Poloha dráhy k rovníku Saturnovu jest určena sklonem  $\gamma = 20.5'$  a rozdílem délky uzlu na rovníku Saturnově a na ekliptice  $\Theta - n = 16.7^{\circ} - 10.2^{\circ} (t - 1886.218)$ .

Dráha šestého měsíce Titana byla velmi důkladně určena Bessellem a v novější době H. Struvem. Elementy Struveovy jsou:

Epocha:	1884 březen 15.0 času Greenwichského;
$E_0$	$344^{\circ} 53.5'$
$P$	278 2.7
$e$	0.02842
$n$	$168^{\circ} 30.6'$
$i$	27 34.34'

Průměrná elongace jest  $177.289''$ ; denní pohyb  $22.5770^{\circ}$ . Uzel, sklon i perisaturnium jsou proměnlivé; uzel postupuje zpětně ve století sidericky o  $24^{\circ} 29'$  (perioda oběhu obnáší 49.000 let), perisaturnium postupuje ku předu ve století o  $49^{\circ} 25' 21''$  (perioda oběhu obnáší tudíž 733 roky a 4 měsíce).

Dráha sedmého měsíce Hyperiona byla určena W. S. Eichelbergerem, jenž za základ položil pozorování Washingtonská. Elementy jsou:

Epocha:	1890 březen 14.0 času Greenwichského
$E_0$	$91^{\circ} 52.3'$
$P$	256 8.5
$e$	0.13
délka uzlu k rovníku Saturnovu $N$	$126^{\circ} 11.6'$
sklon dráhy k rovníku Saturnovu $J$	$6^{\circ} 6.8'$

Průměrná elongace  $214.84''$ , střední pohyb denní  $16.886^{\circ}$ . Perisaturnium se pohybuje zpětně za rok o  $18.442^{\circ}$ .

Dráha osmého měsíce Japeta jest stanovena dle A. Halla takto:

Epocha:	1890.0 středního času Greenwichského;
$E_0$	$54^{\circ} 29'$
$P$	355 29
$n$	142 7
$i$	18 27
$e$	0.0295.

Velká poloosa =  $515.3''$ . Doba oběhu  $79.331$  dnů.

Mezi dobami oběhu trabantů stávají podivuhodné vztahy: „Doba oběhu trabanta třetího rovná se dvojnásobné době oběhu trabanta prvního. Doba oběhu trabanta čtvrtého rovná se dvojnásobné době oběhu trabanta druhého.“ H. Struve odvodil zákony: „Konjunkce 1. a 3. trabanta kolísají pro vždy kolem bodu, jenž leží uprostřed délek uzlů jich dráh na rovníku Saturnově. Od bodu toho mohou se vzdáliti na  $45^{\circ}$  a vykonávají libraci tu asi v 68 letech. Konjunkce 2. a 4. trabanta splývají aneb kolísají pro vždy kolem perisaturnia trabanta druhého.“

Osmý měsíc Japetus mizí téměř úplně na východní straně Saturnově, jak již D. Cassini r. 1673 zpozoroval, a září nejsilněji na západní straně Saturnově. Nejspíše se otáčí Japetus kolem své osy v témž čase, ve kterém kolem Saturna obíhá. Jedna strana měsíce jest snad velmi světlou, druhá docela tmavou. O průměrech, hmotách a hustotě trabantů víme velmi málo. Pickering určoval fotometricky světlost měsíců. Měsíce jsou dle toho velikosti: 1....12·8, 2....12·3, 3....11·4, 4....11·5, 5....10·8, 6....9·4, 7....13·7 a 8....11·8. Hmota Titanova byla určena Hillem z theorie Hyperiona a H. Struvem z theorie Japeta, rovna  $\frac{1}{4700}$  hmoty Saturnovy. Vycházejíce od této hmoty, obdržíme, opírajíce se o fotometrická určení Pickeringova a přikládajíce trabantům albedo a hutnost planety, tyto hypotetické hmoty:

Mimas	1 : 500.000	hm. Sat.
Enceladus	1 : 260.000	" "
Tethys	1 : 70.000	" "
Dione	1 : 80.000	" "
Rhea	1 : 30.000	" "
Titan	1 : 4.700	" "

Přibližné hodnoty hmot na základě obou dříve uvedených zákonů Struve-ových jsou:

Mimas	1 : 11,500.000	hm. Sat.
Enceladus	—	
Tethys	1 : 767.000	" "
Dione	1 : 528.000	" "
Rhea	—	
(Titan	1 : 4.700	" " )

Srovnáme-li hypothetické hmoty s přibližnými, shledáme, že síly světlo odrážející přibývá od vzdálenějších trabantů k bližším právě tak, jako u trabantů Jupiterových; přibývá tudíž od vzdálenějších trabantů k bližším buď jich albeda aneb u bývá jich hustoty.

Průměr Japetův určil Barnard ve velikosti 1400 mil.

Vyjmaje Japeta pohybují se všechny měsíce Saturnovy téměř v rovině prstence, v drabách málo výstředných, pouze Hyperion má větší výstřednost ( $\frac{1}{9}$ ).

I nejsvětlejší měsíc Titan jest menší než nejmenší měsíc Jupiterův. Pickering určil pro hodnoty průměru Titanova 2260 km a průměru Hyperiona 310 km. D'Arrest nalezl mezi oběhy čtyř vnitřních trabantů periodu  $465\frac{3}{4}$  dnů, po jejímž uplynutí se vzájemné polohy družic opakuji; na dobu



Obr. 191.

této periody připadá totiž 494 oběhů družice první, 340 oběhů družice druhé, 247 oběhů družice třetí a 170 oběhů družice čtvrté.

Obr. 191. ilustruje pohyb 7 měsíců Saturnových; pro měsíc Rheu jest udáno místo pro jednotlivé dny a polodny (12 hodin) oběhu, pro měsíce Titana a Hyperiona jest udáno místo pro jednotlivé dny oběhu; za začátek východiska byl zvolen bod východní.

Měsíce způsobují zatmění a bývají zatemňovány. Zatmění vyskytují se však řidšeji než u měsíců Jupiterových a to vždy kolem doby, kdy kruh mizí; tu sleduje vždy celá řada zatmění nepřetržitě po sobě tak, že bývá po jistou dobu každý úplňk zatemněn a že každé novoluní způsobuje zatmění. Na příklad přihodí se pro šestý měsíc 22 zatmění během 350 dnů, zatmění ta se opakuji vždy po uplynutí polovičního roku Saturnova. Pro pátý měsíc trvá perioda

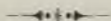


zatmění dva roky; za dobu tu jest 180 zatmění obou druhů. Perioda zatmění obnáší pro čtvrtý měsíc asi 3 roky. Mimas bývá zatemňován po  $10\frac{1}{2}$  roků při každém oběhu, tedy celkem asi 2000 krát, načež po 4 roky obihá bez zatmění. Osmý měsíc bývá málokdy zatmíván (jen dva-krát za polovici roku Saturnova). Měsíce se také občas vzájemně zatemňují, vyskytují se též zatmění měsíců stínem kruhu. I pokrytí měsíců kotoučem oběžnice byla pozorována.

Nejdokonalejší rozbor pohybu Saturnova provedl Leverrier, jenž v XII. (1876) svazku memoirů hvězdárny pařížské též pořídil tabulky pro vypočítání běhu Saturnova (Tables de Saturne). Dle výzkumů Leverrierových jest nejspolehlivější soustava elementů Saturnových s jich změnami tato:

Epocha 1850 leden 1 <sup>5</sup> středního času pařížského			
střední délka	140 52' 28.3" +	44046.30321" t	
délka perihelu	90 6 56.7 +	70.41338 t	
délka uzlu	112 20 53.0 +	31.39594 t	
sklon	2 29 39.8 —	0.14002 t	

*t* značí počet roků julianských.



## XI. U r a n.

Dne 13. března 1781 mezi 10. a 11. hodinou večer uzřel tehda v astronomickém světě úplně neznámý učitel hudby Vilém Herschel v zorném poli svého vlastnoručně zhotoveného dalekohledu hvězdu, jež jevila malý terč. Brzy bylo seznáno, že hvězda ta jest oběžnicí. Herschel chtěl objevenou planetu nazvati na počest svého vladaře Georgium sidus. Francouzští astronomové jmenovali novou oběžnici dle objevitele, jiní nazývali ji Cybele. Konečně se zavedlo nyní všeobecně užívané jméno Uranus (Nebeštanka, s označením ♅), jež Bode navrhl. Po přesném výpočtu dráhy Uranovy seznalo se záhy, že byla oběžnice různými pozorovateli dlouho před Herschelem viděna. Bode dokázal již r. 1784,

že oběžníci pozoroval r. 1690 Flamsteed,<sup>1)</sup> potom opět týž hvězdář r. 1712 a třikráte v březnu r. 1715, dále r. 1756 Tobiáš Mayer, r. 1753 Bradley a v letech 1763—1769 dvanáctkrát Lemonnier. Všichni tito hvězdáři považovali Urana za stálici.

Doba siderického oběhu planety kolem slunce obnáší 84 roků 7 dnů 9 hodin 22 min.; doba tropického oběhu jest o  $99\frac{3}{5}$  dne kratší. Průměrná vzdálenost Uranova od slunce se rovná 386 mill. mil; za příčinou výstřednosti dráhy rovné 0·04634 kolísá vzdálenost Uranova od slunce v mezích 404 a  $368\frac{1}{2}$  mill. mil. Na Uranu jeví se slunce (pod úblem  $99''$ ) jako malý kotouč, sotva třikráte tak veliký jako se nám jeví Venuše ve svém největším lesku. Největší vzdálenost Uranova od země rovná se 424, nejmenší pak 348 mill. mil. Se země se vidí Uran, ačkoliv průměr jeho asi 50.000 km obnáší, jen jako malý mdlý kotouč. Teprve před málo lety se podařilo Youngovi a Schiaparelli-mu uzříti na kotouči planety několik slabých pruhů. Obsah Uranův jest 90 kráté větší obsahu země; hmota Uranova jest jen 15 kráté větší hmoty zemské, proto jest střední hustota Uranova jen asi  $\frac{1}{5}$  střední hustoty země. Volný pád na povrchu oběžnice obnáší v prvé vteřině jen 4·3 m, váha tělesa jest na Uranu o  $\frac{1}{10}$  menší než u nás.

H. Seeliger studoval otázku tvaru Uranova a sestavil veškerá data otázky té se týkající. Již W. Herschel upozoroval v letech 1792—94 značné sploštění. Mädler určil sploštění planety v letech 1842, 1843 a 1845 ve velikosti  $\frac{1}{10\cdot4}$ ,  $\frac{1}{9\cdot4}$  a  $\frac{1}{9\cdot45}$ . Naproti tomu nepozoroval Lassell (r. 1852 na Maltě) žádného sploštění, průměr Uranův se rovnal 4·13". Kotouč Uranův shledali úplně kruhovitým

<sup>1)</sup> Flamsteed John, nar. r. 1646 v Derby, byl otcem určen pro stav duchovní; různá pozorování (zatmění slunce a vlasatic) získala F-ovi jméno a otcovské svolení ku pěstování vědy. Od r. 1670 studoval v Cambridgei; r. 1674 seznámil se s J. Moorem, jenž zjednal F-ovi přístup ke králi Karlu II. Tohoto upozornil F. na důležitost nových a dobrých pozorování hlavně za účelem určování zeměpisných délek: tím byl dán podnět k založení (r. 1675) královské hvězdárny v Greenwichi, jejímž prvním astronomem se F. stal. Tu pozoroval F. velmi horlivě, původně hrubými stroji (sextanty s dalekohledem), od r. 1689 pak stroji lepšími (kvadranty na zdi), sestrojenými jím a pomocníkem Abrah. Sharpem. Velmi četná a na tehdejší dobu velmi přesná pozorování tvoří první veliký moderní katalog hvězdný: „Historia coelestis britannica“ Londýn 1712, 1725 a atlas hvězdný: „Atlas coelestis“ (1729). F. zemřel r. 1719.

těž Bruhns, Engelmann a Zöllner v době od listopadu 1864 do března 1865. Průměr Uranův se rovnal  $3.32''$ . Také Millosevich v Římě neshledal při měření průměru ( $3.63''$ ) v měsících dubnu a květnu r. 1883 žádného sploštění. Naproti tomu poznal Schiaparelli v Miláně téhož roku ihned elliptický tvar Urana a stanovil posílení úhel velké osy ellipsy rovný  $197.30$ . Měření největšího ( $a$ ) a nejmenšího ( $b$ ) průměru podala hodnoty  $a = 3.911'' \pm 0.030''$ ,  $b = 3.555'' \pm 0.035''$ , z čehož plyne pro sploštění  $\frac{1}{10.9}$ . Příčinou různosti tvaru planety jsou systematické chyby měření, jež vznikají různou polohou hlavy pozorovatelovy při pozorování, odvislostí polohy planety k obzoru a j. Seeliger navrhuje proto měřiti pomocí hranolu, jenž otáčením uvádí vlákno, na němž se měří, stále do polohy vodorovné anebo svislé. Na měření má značný vliv též jakost vzduchu. Seeliger určil, shrnuv veškerý výsledky měření pro průměr Uranův, hodnotu  $3.823''$  (vlastní měření dala hodnotu  $3.915''$ ) pro vzdálenost 19.183 planety od slunce. Průměr Uranův obnáší dle toho asi 7200 mil. Dobu rotace Uranovy určili při sploštenosti rovné  $\frac{1}{10}$ : Mädler<sup>1)</sup> a Herschel mezi  $7\frac{1}{4}$  a  $12\frac{1}{2}$  hodinami.

<sup>1)</sup> Mädler, Johann Heinrich nar. se r. 1794 v Berlíně; kolem r. 1824 seznámil se s bankéřem Vilémem Beerem, jemuž přednášel o astronomii a mathematice. M. přiměl Beera k vystavění menší hvězdárny, na níž od r. 1830 začínaje oba pilně pozorovali; hlavním předmětem jich studia byl měsíc, výsledky výzkumů o tělese tom jsou složeny ve velké mappě: „Mappa selenografica“ Berlín 1834 a v díle: „Der Mond nach seinen kosmischen und individuellen Verhältnissen etc.“ (1837). R. 1836 stal se M. assistentem hvězdárny Berlínské, při níž již dříve pracoval. Po odchodu Struve z hvězdárny v Dorpatu byl M. povolán za ředitele hvězdárny a za profesora astronomie. Od r. 1840—65 byl M. zde neunavně činným v různých směrech astronomie stellární, hlavně na poli dvojhvězd. Pro oční chorobu, jež mu bránila konati další pozorování, opustil M. své místo a odebral se do Německa; meškav ve Wiesbadenu a Bonnu, odebral se do Hannoveru, kdež zemřel po dlouhoměsíční nemoci v březnu 1874. M. se zasloužil i pracemi o vlastním pohybu hvězd Bradleyových a pracemi o vypočítání drah hvězd podvojných. V pracích: „Untersuchungen über die Fixsternsysteme“ (2 díly, Mitau a Lipsko 1847, 1848) a „Die Centralsonne“ (Dorpat 1846) odvodil M. důsledky o konstituci soustavy světové, jež byly předmětem velmi ostré kritiky a nyní úplně zavrženy jsou. Velmi cenné jsou výzkumy o topografii planet. Svou populární astronomii (1. vydání r. 1841, 8. vydání 1885 obstaral Hermann J. Klein) šířil M. značně vědomosti astronomické. Spisy: „Reden und Abhandlungen über Gegenstände der Himmelskunde“ (Berlín 1870) a „Geschichte der Himmelskunde“ (2 díly, Braunschweig 1873) utěšili se valně přízně.

Vidmo Uranovo jest velmi slabé. Dle výzkumů Secchi-ho, Vogela, Hugginse a dle novějších pozorování Keelerových ukazuje vidmo Uranovo určitý počet pruhů a svazů (svazy nalézají se poněkud v části červené a oranžové), jež vznikají absorpcí v ovzduší planety. Jaké látky by se pruhy ty měly přičítati, nevíme. Zajímavé jest, že jeden pruh vidma Uranova délky vlny ( $618 \mu$ ) úplně splývá s jedním pruhem na vidmu Jupiterově a Saturnově. V lomivější části vidma jest viděti na fotogrammech čáry Fraunhoferovy.

Průměrná jasnost Uranova v opposici rovná se dle Zollnera  $\frac{8,486,000,000,000}{8,486,000,000,000}$  jasnosti slunce, albedo Urana jest 0.64. Za vteřinu urazí Uran v prostoru 0.9 mil. Po sobě sledující opposice jsou jen  $4\frac{1}{4}$  stupně na nebi vzdáleny. Doba synodického oběhu se rovná 1 roku 4 dnům a 10 hodinám.

Tabulky pohybu Uranova, založené na srovnání theorie s pozorováními, podal v XIV. sv. Mémoires (Annales de L'Observatoire de Paris) Leverrier. Elementy a jich změny v roku juliánském  $t$  jsou:

Epocha 1850.0 středního času pařížského

Střední délka	290 17' 50.91"	+	15475.11138" $t$
délka perihelu	170 50 7.1	+	53 4582 $t$
délka uzlu	73 13 54.4	+	18 0570 $t$
sklon	0 46 19.72	—	0.01732 $t$

11. ledna r. 1787 objevil Herschel dva měsíce Uranovy a určil jich dobu oběhu: pro první měsíc 8 dní 17 hodin  $1^m 19.3^s$  a pro druhý 13 dní  $11^h 5^m 1.5^s$ . V letech 1790, 1794 a 1801 domníval se Herschel, že objevil další trabynty. Herschelovi jevíly se měsíce jako velmi malé body, jež vždy již ve vzdálenosti  $18''$  až  $20''$  od okraje planety zmizely. Lassel objevil r. 1846 další dva trabynty, jež v letech 1852—1856 bedlivě společně s Marthem na Maltě stopoval. Lasselem objevené trabynty jsou hvězdičky velikosti 15. a jsou viditelné jen nejmocnějšími dalekohledy; k uzření Herschelových trabyntů jest zapotřebí dalekohledu průměru aspoň 11 a více palců. Měsíce Uranovy byly pojmenovány: Ariel, Umbriel, Titania a Oberon.

Dle Newcoma jest Ariel 16., Umbriel 16.5. velikosti. Pickering určil velikost měsíců Titanie 14.2 a Oberona 14.4; dle toho by měl při podmínce stejného albeda měsíců s Uranem měsíc Titania průměr 940, Oberon pak 870 km. Keelerovi se podařilo uzříti také spojitá vidma obou zevnějších měsíců.

Měsíce Uranovy vykazují zvláštnost, že dráhy jich stojí téměř kolmo na dráze Uranově; z toho se obvykle soudí dle analogie ostatních oběžnic, jež mají družice, že také rovník Uranův stojí téměř kolmo na dráze planety, že osa, kolem které se planeta otáčí, leží skoro v dráze Uranově. Je-li tomu skutečně tak, pak se vyskytují na Uranu nejpodivuhodnější odchylky od obvyklého pořadí klimatických poměrů.

Na Uranu pro všechna místa bez výjimky jest pak současně táž doba roční. Rovník i točny Uranovy mají slunce během roku Uranova dvakrát v nadhlavniku. Na počátku jara a podzimu, kdy slunce stojí v rovníku planety, mají veškerá místa na povrchu Uranově stejně dlouhý den a noc. Jakmile se však slunce vzdáli od rovníku, stávají se rozdily v délce dne a noci stále většími. Klein vypočetl dobu nejdelšího dne pro různé šířky Uranovy. Doby ty podává připojená tabulka.

Šířka	Délka nejdelšího dne	Šířka	Délka nejdelšího dne
50°	21 $\frac{1}{3}$ roků (našich)	50°	23 $\frac{1}{3}$ roků (našich)
10	4·7 " "	55	25·7 " "
15	7 " "	60	28 " "
20	9 $\frac{1}{3}$ " "	65	30 $\frac{1}{3}$ " "
25	11·7 " "	70	32·7 " "
30	14 " "	75	35 " "
35	16 $\frac{1}{3}$ " "	80	37 $\frac{1}{3}$ " "
40	18·7 " "	85	39·7 " "
45	21 " "	90	42 " "

V šířce 90 stupňů trvá nejdelší den 42 roky. Doby roční vykazují na Uranu největší možné rozdily. V době, kdy slunce stojí kolmo nad točnou, jsou trabanty v každém bodě oběhu svého v kvadratuře a fáse jich neukazuje žádného přibývání a žádného ubývání, fáse se otáčí kolem středu terče v periodě oběhu. Čím více se slunce vzdaluje od nadhlavniku točny, tím více se mění podoby trabantů, úplňky a novoluní jeví se však jen, když točny mají v obzorníku slunce, jež pak kolmo osvětluje rovník, to se stává vždy po 42 letech našich. Podoby ty se pak udržují po dlouhý čas. V tutéž dobu vyskytují se i vzájemná zatmění měsíců. Splývá-li skutečně dráha družic s rovinou rovníku Uranova, pak vychází slunce pro Urana na západě a zapadá na východě.



Čtenář pustíž uzdu své obrazotvornosti v otázce, zda-li na Uranu mohou existovati organismy podobné našim organismům. Případně pravil Tyndall: Dle zákona nepřímého čtvercového poměru vzdálenosti od slunce by nastalo takové snížení teploty na Uranu, že by tu byl lidský život nemožným. Avšak vzduchová vrstva tloušťky dvou palců nasycena parami aetheru by kladla jen slabý odpor pronikání paprsků slunečních a při tom by zabraňovala celým 38% vyzařování nazpět do světového prostoru. Takovýto obal vzduchový určité konečné tloušťky by dovoloval vstup paprskům tepelným, zamezoval by však výstup paprskům těm, takže by takto snadno mohlo trvati podnebí mírné i na nejvzdálenějších oběžnicích. Ostatně nejsou zajisté meze života všude v nekonečném vesmíru stejné jako na naší zeměkouli. Snad jest tam jinak utvářený život, snad existují tam bytosti dokonalosti nadlidské atd. Kdož to ví?

Nejlepší elementy drah měsíců Uranových podal Newcomb. Elementy ty podává připojený přehled:



Obr. 192.

	Siderický oběh	Střední oběh denní	Velká poloosa	V poloměrech Uranových
Ariel	2.5204 <sup>d</sup>	142.836 <sup>0</sup>	13.78''	7.72
Umbriel	4.1442	86.869	19.20	10.76
Titania	8.7059	41.351	31.48	17.65
Oberon	13.4633	26.739	42.10	23.60

	Výstřednost dráhy	Délka uzlu	Sklon dráhy	Délka perihelu
Arion	0.02	167° 20'	97° 58'	30° 46'
Umbriel	0.01	164 6	98 21	322 39
Titania	0.001	165 32	97 47	239 5
Oberon	0.004	165 17	97 54	315 3

Měsíce Uranovy se pohybují tedy retrogradně. Obr. 192. akazuje místa měsíců v drahách pro jednotlivé dny doby jich oběhu. Za východisko byl volen bod poblíž bodu severního. Z pohybu družic odvodil Newcomb pro hmotu Uranovu hodnotu  $\frac{1}{22\,600 \pm 100}$  a A. Hall hodnotu  $\frac{1}{22000}$  hmoty sluneční.

Marth udává polohu roviny, v níž družice se pohybují, vzhledem k rovníku zemskému takto: Délka uzlu výstupného  $N = 165.77^\circ$ , sklon  $J = 75.21^\circ$  (pro rok 1880.0).



## XII. Neptun.

Maje celou řadu pečlivě pozorovaných míst Urana snažil se Al. Bouvard<sup>1)</sup> vypočísti dráhu elliptickou, která by vzhledem k poruchám způsobeným Jupiterem a Saturnem vyhověla všem pozorováním. Bouvard shledal brzo, že nelze nalézt dráhu, která by vyhověla i novějším i starším pozorováním; proto založil svůj počet jedině na pozorováních novějších a přenechal pozdější době rozhodnutí, zdaž nerosovnalost, že nelze pozorování starší uvést v souhlas s udáními novějšími, má příčinu snad v nesprávnosti pozorování starších, aneb v nějakém neznámém vlivu, jemuž podléhá běh Uranův. Avšak již r. 1821 počaly se jevit nové odchylky mezi výpočtem a pozorováními; odchylky ty dostoupily r. 1832 hodnoty asi 30 vteřin a okolo r. 1840 již i hodnoty přes minutu. Naskytla se tedy otázka: jsou od-

<sup>1)</sup> Bouvard Alexis nar. se r. 1767 v Haut-Faucigny blíže Chamounix, přišel jsa synem zcela chudých rodičů r. 1785 do Paříže, kde po dlouhé době strádání nalezl r. 1793 zaměstnání na hvězdárně, R. 1794 seznámil se s Laplace-em a stal se od té doby jeho skromným spolupracovníkem, r. 1803 byl zvolen členem akademie, r. 1804 členem ústavu „Bureau des Longitudes“; do své smrti r. 1843 zůstal však B. věren hvězdárně jen v hodnosti assistenta. B. byl nejprve pilným pozorovatelem, později byl uveden Laplaceem na dráhu astronomie počtářské; na polí tom si získal B. velikých zásluh pořizem tabulek větších planet Jupitera, Saturna a Urana. Již r. 1821 vyslovil se B. při publikaci tabulek Uranových o nápadných odchylkách pozorování Urana od theorie a proslovil domněnku o veliké rušivé oběžnici. Pro Laplaceovu „Mécanique céleste“ provedl B. veškerý výpočty, B. objevil též několik vlasatíc.

chytky ty způsobeny některým posud neznámým tělesem? Otázkou tou se obírali mezi jinými vynikající hvězdáři Bessel a Hansen. Již r. 1834 navrhoval T. J. Hussey vypočítati přibližnou polohu onoho tělesa a pak je vyhledati dalekohledem. Airy považoval však pokus takový za nemožný. R. 1840 podnikl Bessel znova výpočet dráhy Uranovy, dospěl však k výsledkům, jaké našel Bouvard. R. 1842 vypsala kr. společnost nauk v Gottinkách cennou úlohu: prozkoumati theorii pohybu Uranova se zvláštním ohledem na příčinu rostoucí odchylky tabulek Bouvardových. Bessel, jenž se podjal řešení úlohy, zemřel a od té doby obírali se předmětem tím jen Adams v Cambridge-i a Leverrier v Paříži. Adams obdržel r. 1843 za výsledek svého studia, že odchylky způsobuje neznámé těleso obíhající v kruhu ve dvojnásobné vzdálenosti Urana kolem slunce, a r. 1845 v září určil přibližnou dráhu; výsledek svůj sdělil s Challisem, ředitelem hvězdárny v Cambridge-i, a později též s Airym. K vyzvání Aragovu v letě r. 1845 počal o této úloze pracovati též Leverrier. Přepočítav ještě jednou dráhu Uranovu ze známých podmínek a shledav opět, že nelze určití dráhu vyhovující všem dosavadním pozorováním, zkoumal Leverrier soustavně příčinu této neshody. Zamítнув domněnku, že by Newtonův zákon přitažlivosti mohl býti jen přibližně platným, a uznáv jiné předpoklady k vysvětlení neshody za velmi pravdě nepodobné, odbodlal se určití bližší polohu dráhy posud neznámé oběžnice, jež odchylky běhu Uranova způsobovala.

Po všestranné úvaze vyšetřoval Leverrier problém: „Mohou se nepravidelnosti běhu Uranova vysvětliti působením oběžnice umístěné v rovině ekliptiky v dvojnásobné vzdálenosti od slunce? Jaká jest pro tento případ poloha oběžnice, její hmota a elementy její dráhy?“

Vlivem jiné oběžnice se odchyluje skutečná dráha Uranova od dráhy elliptické; chceme-li tyto odchylky čili poruchy vypočítati, musíme mimo elementy dotyčné oběžnice znáti ještě sedm veličin, totiž elementy (6) rušící oběžnice a její hmotu. Vypočítati skutečnou dráhu oběžnice jest úloha velmi obtížná již tehdy, známe-li těchto třináct veličin; avšak daleko obtížnější jest úloha opáčná totiž vypočítati z poměrně malých poruchů oněch třináct veličin, totiž sedm elementů (hmotu v to počítaje) neznámé oběžnice a šest veličin, jež opravují jen přibližně známé

elementy Uranovy. Úloha byla poněkud zjednodušena předpokladem, že hledaná oběžnice se pohybuje v ekliptice a že pro první pokus byla za střední vzdálenost nové oběžnice volena dvojnásobná vzdálenost Uranova. Zvláštní methodou určil Leverrier místo v ekliptice, kde se v určitý čas musela oběžnice nalézati, aby na základě toho určení vypočítané poruchy Uranovy souhlasily s pozorováním. V červnu r. 1846 udal Leverrier přibližnou délku oběžnice ( $325^{\circ}$ ) pro rok 1847. Také Adams svým způsobem vypočetl místo to, jež jen asi o  $1^{\circ}$  se lišilo od udání Leverrierova. Souhlas ten přiměl Airy-ho, že pohlížel již s menší nedůvěrou než dříve na tento problem. Airy vyzval professora Challise v Cambridge-i, aby podniknul vyhledání nové oběžnice. Challis ochotně vyhověl vyzvání a chtěl zaznamenati všechny hvězdy nacházející se na pásu  $10^{\circ}$  širokém a  $30^{\circ}$  dlouhém ve směru ekliptiky; od 29. června do 29. září 1846 zanesl polohu 3000 hvězd. Zatím oznámil Leverrier 31. srpna další výsledek svých prací: elementy hledané oběžnice a místo její pro 31. srpna. Oběžnice měla býti velikosti asi 8. a zdánlivého průměru tři sekund. Výsledek ten sdělil Leverrier s Gallem v Berlíně. Pomocí výtečných berlinských map, akademií tamější vydaných, vskutku nalezl Galle, obdržev zprávu Leverrierovu dne 23. září, ještě téhož dne novou oběžnici vzdálenou o ne celý stupeň od místa vypočítaného; zdánlivý průměr její obnášel asi  $3''$ .

Také Challis obdržev 29. září poslední pojednání Leverrierovo odhodlal se vyhledati novou oběžnici na místě naznačeném podle zdánlivého průměru planety. Téhož večera prozkoumal část oblohy Leverrierem naznačenou a shledal mezi 500 hvězd, jež pozoroval, že jedna hvězda má značnější průměr, i byla to skutečně hledaná oběžnice. 1. října obdržel Challis zprávu o objevu Gallově a prozkoumaj četná svá pozorování nalezl, že již dříve dvakráte, 4. a 12. srpna, viděl novou oběžnici.

Novou oběžnici nazval Leverrier v soukromých dopisech Neptunem (Vodopán); později přenechal Aragovi právo pojmenovati tuto oběžnici. Arago volil jméno původního objevitele: Leverrier; udržel se však název prvý. Planeta označuje se  $\Psi$ .

Poněvadž výsledky Leverrierovy a Adamsovy byly jen prvním velmi nedokonalým přiblížením, nastala nyní úloha,

určiti přesně elementy dráhy Neptunovy. R. 1847 pokusil se Valz o toto určení, leč s výsledkem skrovným. I bylo velmi důležité zkoumati, zdali nebyl Neptun již za dob dřívějších pozorován a omylem zanesen mezi stálice. Americký astronom Walker našel skutečně ve velkém katalogu Lalandově „Histoire céleste“ hvězdu pozorovanou 8. a 10. května 1795, která se již na udaném místě nenacházela a jejíž místo se dobře shodovalo s přibližně určeným během Neptunovým. Walker vypočítal na základě pozorování toho dráhu Neptunovu a sledal, že pozorování tomuto i pozorováním novějším z r. 1846 vyhovuje táž dráha. Později se našlo, že též Lamont<sup>1)</sup> v Mnichově dvakráte (25. října 1845 a 7. září 1846) pozoroval Neptuna, jehož omylem pokládal za stálici. Na základě všech těchto známých dat byla vypočtena již dosti přesná dráha Neptunova a tu se objevilo, že se výpočet Leverrierův a Adamsův od skutečnosti značně liší. Střední vzdálenost nové oběžnice od slunce obnáší asi 30 vzdáleností země od slunce, kdežto ji Leverrier určil na 36; skutečný oběh kolem slunce trvá tedy 164 let (dle Leverriera byl oběh 217 let); hmota obnáší asi  $\frac{1}{17000}$  (dle Leverriera  $\frac{1}{9000}$ ) hmoty sluneční. Porovnání elementů Le-

<sup>1)</sup> Lamont (von) Johann nar. se r. 1805 v Bracmaru v severním Skotsku; po úmrtí otce, hraběcího správce, dostal se 12letý chlapec do semináře v Regensburgu, aby se stal theologem. Vyznamenav se ve studiu řeči a v mathematice byl L. dle svého přání dán do Mnichova, aby se tu na hvězdárně v Bogenhansen pod vedením Soldnerovým evičil v pozorování a počítání. Vyznamenav se stal se L. r. 1828 assistentem a r. 1835 nejdříve konservátorem, pak ředitelem hvězdárny a členem akademie mnichovské. R. 1852 byl L. jmenován také řádným professorem na universitě. Na poli pozemského magnetismu stal se L. autoritou prvního řádu. V astronomii proslavil se pracemi složenými většinou v 44 svazcích „Observationes astronom...“ a v annalech (1834—1877) král. hvězdárny u Mnichova. L. zabýval se s počátku pozorováním měsíců Saturnových a Uranových za účelem určení jejich drah a hmot planet, pak určováním mlhovin a skupin hvězd. Od r. 1840 řídil téměř výhradně poledníkovu pozorování velikého počtu teleskopických hvězd dle způsobu Besseleva a Argelandrova. 12 katalogů, jež v letech 1866—1874 v annalech ústavu vyšly, obsahují více než 34.000 hvězd velikosti 8. a 9. mezi + 27° a — 33° deklinace. L. zavedl a používal první v Evropě od r. 1850 začínající metody electrochronografického registrování průchodů hvězd. Od L. a pochází též dobrý populární spis: „Astronomie und Erdmagnetismus“ (Stuttgart 1851). L. vyznamenal se dále jako praktický vynálezce hlavně na poli magnetismu pozemského. Zemřel r. 1879.



verrierových a Adamsových s elementy nynějšími (pravými) podává připojený přehled:

	Elementy: Leverrierovy,	Adamsovy,	nynější:
velká poloosa v polo-			
měrech dráhy zemské	36·15	37·25	30·05
výstřednost	0·1076	0·1026	0·0090
délka perihelu	285 <sup>0</sup>	299 <sup>0</sup>	46 <sup>0</sup>
sklon dráhy k ekliptice	0 <sup>0</sup>	0 <sup>0</sup>	1·8 <sup>0</sup>
hmota (hmota slunce = 1)	0·0001	0·00015	0·00005

R. 1848 prohlásil Peirce, že všem pozorováním Urana, i nejstarším z r. 1690 se úplně vyhovuje vlivem Neptuna, pohybuje-li se v dráze na základě skutečných pozorování vypočítané. O vypočítání Neptuna pojednal A. Seydler v Časopise pro pěstování Math. a Fysiky roč. III. v článku, jehož bylo tuto použito.

Peirce v Cambridge-i (U. S.) vypočetl elementy nové oběžnice a poruchy, jichž Neptun dozná ve své dráze vlivem ostatních planet. Nejpresnější novější výzkumy o pohybu Neptunově a Uranově vykonali Newcomb a Leverrier, jenž sestrojil též přesné tabulky pro obě oběžnice. Dle těchto potřebuje Neptun při střední vzdálenosti 4490 *mill. km.* téměř 165 roků, aby oběhl kolem slunce ve své téměř kruhové dráze. Pro pomalý pohyb planety pošinouji se doby opposice v jednotlivých letech jen asi o 2½ dne, čili Neptun postoupí na obloze za rok jen asi o 2<sup>0</sup>. Opposice r. 1895 připadá na půl noc 8. prosince.

Elementy Leverrierovy a jich roční změny jsou:

Epocha 1850·0 středního času pařížského:

Střední délka	334 <sup>0</sup> 33' 28·89" + 7915·89825" <i>t</i>
délka perihelu	45 59 43·1 + 51·12675 <i>t</i>
délka uzlu	130 6 25·1 + 39·56306 <i>t</i>
sklon k ekliptice	1 <sup>0</sup> 47 2·13 — 0·34570 <i>t</i>
velká poloosa	29·97288"
výstřednost	0·00896425 + 0·000000056572 <i>t</i>

Kotouč planety, mající v průměru asi 2½", se jeví i za nejpriznivějšího stavu ovzduší, v nejmocnějších dalekohledech úplně kulatým bez zvláštních známek ve zbarvení bledě modravém. O době rotace a poloze osy planety nelze ničeho říci. Vidmo Neptunovo, jež zkoumali Vogel a Huggins, jest ještě slabší než vidmo Uranovo a ukazuje

několik širokých a tmavých pruhů absorpčních (hlavně v části červené), jež mají stejnou polohu jako ve spektru Uranově. Neptun jest dle toho obklopen mocným obalem mračnovitým. Světlost Neptunova jest dle Zöllnera 1460krát slabší než světlost hvězdy  $\alpha$  Aurigae (Vozky) — Capella. — Albedo rovná se 0.5 t. j. Neptun odráží polovici světla, jež od slunce přijímá. Jeví se jako hvězda 8. velikosti. Průměr planety obnáší 62.200 *km*. Obsah převyšuje asi 80krát obsah země, hmota jest asi 17krát větší než hmota zemská; hustota Neptunova rovná se jen  $\frac{1}{8}$  hustoty země. Tato planeta jest nejspíše ještě ve stavu položhavém, obalena mocným ovzduším.

Lassell, jenž častěji pozoroval tuto oběžnici na Maltě a v Anglii svými velikými reflektory, se domníval, že pozoroval prstenec (kruh) aneb podobné přívěsky kolem Neptuna. Pozdější pozorování konaná za příznivých poměrů nepotvrdila podobných zjevů. Planeta byla často fotografována od Robertse.

Planetu na dráze její doprovází družice, již r. 1847 Lassell poznal. Družice obíhá kolem oběžnice v 5 dnech, 21 hodinách a 4 minutách, jest světlejší a nejspíše větší než měsíc Uranovy; dle fotometrických určení Pickeringa by byla tak velká jako náš měsíc. Pohyb družice jest zpětný (retrogradní); dráha jest v obyčejném smyslu pohybu, kdy mluvíme pouze o pohybu ve směru přímém, od ekliptiky o  $145^{\circ}$  odkloněna ( $180^{\circ}$ — $35^{\circ}$ ). Roberts pořídil v době od 9. prosince 1890 do 24. února 1891 16 fotografických snímků Neptuna a jeho trabantu. Doba expozice byla  $\frac{1}{4}$  až 3 hodiny. Snímky ukazují jen jeden měsíc Neptunův. Pickering určil přibližnou hodnotu průměru družice předpokládaje stejné albedo, jaké vykazuje Neptun, na 3600 *km*. Měsíc jest velmi slabý předmět teleskopický, jeví se ve velikosti 13.—14. Měření vzdálenosti družice od oběžnice, jež byla konána ve Washingtoně 26palcovým dalekohledem, podala prostředek k určení hmoty Neptunovy rovné  $\frac{1}{10380}$  hmoty sluneční. Z poruch Uranových plyne pro hmotu Neptunovu hodnota  $\frac{1}{10760}$ , jež se s dřívějším udáním dosti shoduje. Pro průměr Neptunův rovný  $42\frac{2}{3}$  průměru zemského plyne z hodnot těch hustota Neptunova  $\frac{1}{5}$  hustoty zemské; jest tedy Neptun po Saturnu relativně nejlehčí (nejméně hmotnou) oběžnici z velkých planet.

V novější době poukázal Marth k tomu, že pozorování trabantu z let 1852—1883 dokazují změnu polohy dráhy

měsíce, neboť sklonu dráhy měsíce přibýlo za dobu nazačenou o  $5^{\circ}$ . Výsledek ten potvrdila pozorování H. Struveho v Pulkově. Tato změna polohy dráhy měsíce jest výsledkem sploštění oběžnice. Sploštění Neptunovo nelze ovšem pro malý průměr ( $2''$ ) kotouče přímo viděti nebo měřiti. Kdyby rovina dráhy měsíce splývala s rovníkovou rovinou planety, pak by poloha roviny té zůstala pro věčné časy touž; poněvadž však rovina dráhy měsíce tvoří úhel s rovníkovou rovinou oběžnice, musí se rovina dráhy měsíce pošinouti po rovníkové rovině planety tak, aby úhel obou rovin zůstal týž. Pol roviny dráhy měsíční opisuje tudíž kolem polu osy Neptunovy kruh. Z pozorování z doby dvou nebo tří století by bylo možno určití polohu kruhu toho a tím by se docílilo též poznání směru osy Neptunovy. Z posavadních pozorování lze pouze souditi, že úhel, jež svírá rovina dráhy měsíční a rovník oběžnice, obnáší asi  $20^{\circ}$ — $25^{\circ}$  a že sploštění Neptunovo musí býti menší než  $\frac{1}{100}$ .

Schäberle z hvězdárny Lickovy oznámil, že v noci 24. září 1892 za velmi průhledného, klidného vzduchu užířel 36palcovým dalekohledem poblíže Neptuna malou hvězdičku, jež byla na hranici viditelnosti dalekohledu. Hvězdička byla po dobu  $1^h 40^m$  stopována a jevila pohyb měsíce. Od doby označené nebyla však více nalezena.

Pozorování měsíce Neptunova konal v letech 1885 až 1893 na hvězdárně Pulkovské 30palcovým dalekohledem H. Struve. Výsledky výzkumů o dráze družice jsou: Délka trabanta počítaná od uzlu se rovná  $234.42^{\circ}$  pro epochu 1890 leden 0.0, střední pohyb denní se rovná  $61.25748^{\circ}$ , délka uzlu na rovník (zemský) se vztahující jest  $185.15^{\circ} + 0.148^{\circ} (t - 1890)$ , sklon k rovníku jest  $119.35^{\circ} - 0.165^{\circ} (t - 1890)$ . Velká poloosa dráhy obnáší dle měření Struvea  $16.271''$ . (Měření Washingtonská podávala  $16.263''$  až  $16.602''$ ) O výstřednosti dráhy měsíce lze jen říci, že jest menší než 0.01 (H. Struve odvodil 0.007). Z pohybu měsíce plyne pro hmotu Neptunovu hodnota  $\frac{1}{10300}$  hmoty sluneční.

Neptunem jsou nyní označeny meze naší soustavy planetární. Zdali za Neptunem existuje ještě nějaká oběžnice, nelze s určitostí říci; přitažlivá síla slunce dostačuje, aby řídila běh oběžnice i ve větších vzdálenostech. Snad není doba daleká, kdy poruchy drah komet, jež způsobuje Neptun, nám naznačí stopy k objevení oběžnice ultraneptunické.

Forbes sestavil 13 elliptických dráh vlasatic ve dvě skupiny, z nichž jedna skupina objímá vlasatice, jichž velká osa dráhy čítá 100, druhá pak skupina obsahuje vlasatice jichž velká osa dráhy čítá 300 poloměrů dráhy zemské. Forbes se domnívá, že zevnější konce os, afely, byly uvedeny ve skupiny ty dvěma oběžnicemi, jež ve vzdálenostech naznačených se nalézají.

Isaak Roberts, jenž pilně fotografuje nebeské objekty, požádal proto Forbesa za udání místa hypotetické bližší oběžnice a obdržev pokyn hledati v souhvězdí Lva poblíže souhvězdí Panny pořídil na své hvězdárně v Sussexu 18 fotografických snímků, jež obdržel v obdobích 7denních. Avšak neobjevila se žádná hvězda ve znatelném pohybu. Roberts soudí proto, že v prozkoumané části oblohy se nenalézá žádná transneptunická oběžnice světlejší než hvězdy velikosti 15.

V poslední době podrobil prof. S. Newcomb theorii pohybu čtyř slunci nejbližších planet důkladnému rozboru a dospěl nadmíru důležitých výsledků, jež s čtenářem do-  
datečně sdělujeme. 62.000 pozorování slunce, Merkura, Venuše, Marta a veškerá dobrá pozorování přechodů planet Merkura a Venuše před kotoučem slunečním tvořila základ výzkumů. Za hmoty planet byly voleny hodnoty pro Merkura  $\frac{1}{7,093,000}$ , Venuši  $\frac{1}{406,770}$ , Země  $\frac{1}{328,000}$ , Marta  $\frac{1}{3,093,600}$  a Jupitera  $\frac{1}{318,47,31}$ . Hodnoty hmot Merkura, Venuše a Jupitera byly odvozeny z periodických poruchů, jež způsobují planety ty v pohybu jiných těles. Hmota Země byla odvozena ze sluneční parallaxy 8.8'', hmota Martova byla odvozena z Hallových pozorování měsíců planety. Uvedené hodnoty a známé hodnoty hmot ostatních planet podávaly pak prostředek k určení theoretických změn elementů dráhy, jež se pak srovnávaly se změnami pozorovanými. Newcomb shledal takto značné rozdíly při pohybu přísluní Merkura a Venuše, při pohybu uzlu Venuše, pak i při pohybu uzlu a výstřednosti Merkura. K vysvětlení rozdílů těch lze činiti tyto domněnky: K vysvětlení pohybu přísluní Merkurova a Martova se může předpokládati, že není Newtonův zákon gravitační přesným, že neubývá přitažnosti slunce tak, jak čtverec vzdálenosti roste, nýbrž že se přitažlivost slunce mění nepřímou jako  $2.0000001574t^4$  mocnost vzdálenosti, jak nejprve A. Hall naznačil. Aneb se

musí nalezené rozdíly přičísti vlivu posud neznámých hmot v soustavě planetární.

Připustíme-li domněnku d r u h o u, nastává otázka, kde se mají umístiti neznámé hmoty. Prstenec planetoid poblíže slunce by musil míti k ekliptice sklon 9 stupňů, aby mohl současně způsobiti pozorovaný pohyb přísluní Merkurova a uzlu Venušina. Prstenec takový by měl hmotu  $\frac{1}{11.000}$  hmoty sluneční a způsoboval by proto značné sploštění kotouče slunečního, mimo to by odrazil ohromné množství světla. Něčeho podobného se však posud nepozorovalo. Kdyby se však prstenec pohyboval poblíže dráhy zemské (ekliptiky), pak by způsoboval v pohybu uzlu Venušina ještě větší odchylku, než se pozorovalo. Kdyby se prstenec položil mezi dráhy Merkura a Venuše, při čemž by se vysvětlily pohyby obou těchto planet, pak by byly elliptické elementy prstence tyto: Střední vzdálenost 0.48, výstřednost 0.04, délka přísluní  $10^0$ , délka uzlu  $35^0$ , sklon k ekliptice  $7.5^0$  a hmota  $\frac{1}{97.000.000}$ . Záhadou zůstává však, proč nebyla posud taková skupina planetoid objevena.

Připustíme tedy domněnku p r v o u a hledejme hodnoty hmot planet, jež by způsobovaly až na pohyb přísluní pozorované sekulární změny. Tu sledujeme, že bychom pak potřebovali pozměniti hodnoty hmoty pouze jediné planety, hmoty Z e m ě. Takováto změna hmoty Země by vyžadovala však značného zmenšení parallaxy sluneční. Vezme-li se však za parallaxu sluneční hodnota  $8.78''$  a za hmoty Venuše hodnota  $\frac{1}{408.000}$  a Merkura hodnota  $\frac{1}{6.000.000}$ , pak lze veškerý sekulární změny dosti dobře srovnati s hypotésou Hallovou, aniž jest třeba měniti hodnoty hmot ostatních planet.



### XIII. Světlo zvířetníkové.

Světlo zodiakální (zvířetníkové) zjevuje se v našich krajinách jako jemná, slabá pyramida světelná, již viděti jest šikmo se vznášející za jasného večera zimního nebo jarního po soumraku na nebi z á p a d n í m, v létě a na podzim před ranním soumrakem na nebi v ý c h o d n í m. Jméno své obdrželo světlo zvířetníkové odtud, že střední



čára světelné pyramidy se celkem podél zvířetniku (dráhy zemské, ekliptiky) rozprostírá; z té příčiny není světlo to u nás v létě a zimě tak dobře znatelné jako na jaře a na podzim; ležíc v létě a v zimě dráha ekliptiky poblíže obzoru, kdež se slabé světlo zvířetnikové snadno ztrácí v mlhách ovzduší. Poblíže rovníku se může světlo to po celý rok stejně dobře pozorovati, neboť tu dráha ekliptiky s rovinou obzoru svírá větší úhel, takže se tu pne světlo zvířetnikové skoro kolmo k obzoru; poblíže rovníku se rovná občas lesk světla zvířetnikového nejjasnějším místům dráhy mléčné. Světlo zvířetnikové se stává tím slabším, čím více se od slunce odchyluje, celkem se však může sledovati až do vzdálenosti  $90^0$  od slunce.

Světlo zvířetnikové bylo na východě, kde náboženské obřady předpisovaly dbáti ranního soumraku, již záhy upozorováno a jako „klamný ranní soumrak“ označeno. Mexičanům bylo světlo to již před odkrytím Ameriky známo. Na západě bylo světlo zodiakální častěji pozorováno od Tygeho, Rothmanna, Wendelina a od Joshuy Childreya; podrobně bylo popsáno v „Britannia Baconica. Londýn. 1661“.

Někteří astronomové poznali změny v jasnosti světla zvířetnikového, avšak teprve ku konci 17. století (od r. 1683) věnovali zjevu tomuto svou pozornost: D. Cassini, jenž také pronesl mínění, že se světlo to periodicky mění a že jest snad v určitém vztahu k činnosti slunce, a Nic. Fatio, jenž na různých místech zjev ten pilně studoval. Pravá podstata světla zvířetnikového jest ještě podnes úplně neznámou. Vidmo světla zodiakálního bylo často zkoumáno, výsledky studia se však neshodují. Angström shledal ve vidmu jedinou světlou čáru žlutozelenou ( $557.0 \mu\mu$ , čáru severní záře), jež poukazuje na žhavý plyn a na látku nesmírně jemnosti. Wright a Liais shledali vidmo spojitým a podobným spojitému vidmu slunečnímu. Vogel seznal vedle slabého vidma spojitého také i světlou čáru severní záře. Wright, jenž velmi soustavně studoval vidmo světla zvířetnikového, dokázal však, že čára severní záře nepochází od světla toho, nýbrž od slabých září severních, jež nejsou jinak poznatelný; čára severní záře se nalézá velmi často téměř na všech místech nebeské báně.

Vidmo světla zodiakálního jest jen vidmo spojité, jež se rozkládá asi od Fraunhoferových čar *D* do *G*, směrem ke koncům poněkud slábnouc, vidmo jest velmi podobno vidmu

slabého světla denního při široké šterbině spektroskopu. Wright zpozoroval též ve spojitém vidmu světla zvířetníkového i absorpční pruhy. Spojité vidmo světla zvířetníkového poukazuje k tomu, že příčina jeho leží v odraženém světle slunečním, odraženém snad od obromného množství

metegroidů, jež vyplňují světový prostor mezi sluncem a zemí.

Schia-parelli výklad ten zamítl již před 20 lety na základě studia jednotlivostí zjevu zvířetníkového, (nicméně se však udržuje výklad ten posud v učebnicích astronomie). Jones, kněz severoamerický, zaznamenával velmi pilně na svých námořských cestách v letech 1853 až 1855 veškera pozorování světla zvířetníkového a dospěl k výsledku, že světlo zvířetníkové jest velmi složitý úkaz a že



Obr. 193. Jednotlivé části světla zvířetníkového dle pozorování G. Jonesa.

se skládá obyčejně ze čtyř rozdílných částí. Na základě kužele hlavního se vznáší v různých tvarech velmi jasné světlo (luce fulgente), jež jest obaleno středním kuzelem jasného svitu, kužel ten bývá nejvíce pozorován a jest opět obalen pláštěm difúzního světla (luce diffusa), kolem něhož posléze se rozkládá světelný bledý nádech (luce paluda) (viz obr. 193.). Jones myslí, že světlo zvířetníkové pochází od malých částic hmotných, jež zemi naší uvnitř dráhy měsíce ve způsobě prstenu obklopují a v odraženém světle slunečním podobně svítí jako

prstence Saturnovy. Bezprostřední podnět k vyslovení této hypotézy podal Jonesovi objev, jež současně s Brorsenem r. 1854 učinil. Objev ten spočívá v tom, že se světlo zvířetníkové neskládá pouze z pruhu úžicího se ve výši (z pyramidy světelné), z něhož jedna část jest večer, druhá pak ráno, podél zvířetníku viditelnou, nýbrž že za příznivých okolností se zjevuje světelný pruh podél celého kruhu zvířetníkového od obzoru západního až k protějšimu bodu horizontu východního; oba obyčejně viditelné pruhy, večerní a ranní, spojuje světelný pruh, jenž jest daleko slabší a stává se právě jen na bodu ke slunci protilehlém světlejším. Pruh ten spojující nazýváme nyní protisvitem (Gegenschein, conterglow).<sup>1)</sup>

Houzeau<sup>2)</sup> shledal, že zvířetníkové světlo leží daleko za ovzduším našim, poněvadž nebyla zpozorována znatelná parallaxa zjevu toho.

Jako magnetická směrná síla země určuje ve výších atmosféry naší stavbu září severních, podobně snad působí směrná síla slunce na velejemné částice nejvyšších vrstev atmosféry zemské, způsobujíc tu ve způsobě záření podél dráhy země na protilehlé straně slunce rozsáhlé světelné pruhy velmi jemného lesku, podobné zjevům vlasatic. Při výkladu tom by protisvit tvořil zdánlivý konvergenční (sbíhavý) bod světelných pruhů, jichž osa by byla tvořena spojnicí slunce a země, prodlouženou ve směru noční strany zeměkoule. Výklad tento nevysvětluje však mnohých jiných okolností světla zvířetníkového.

<sup>1)</sup> První, jenž protisvit zpozoroval, jest dle R. Wolfa Pézénas (r. 1730). Protisvit viděl též zřetelně v jižní Americe r. 1803 Humboldt.

<sup>2)</sup> Houzeau, Jean Charles nar. se r. 1820. v Mons-u, stal se r. 1846. assistentem hvězdárny Brüsselské, již musil záhy opustiti pro svoje volné politické smýšlení. H. byl až do r. 1857. zaměstnán v službách belgického měření stupňového, vystěhoval se na to do Ameriky živě se různým zaměstnáním. V dobu tu konal pozorování, jež tvoří základ jeho „Uranométrie générale.“ R. 1876. stal se H. ředitelem hvězdárny Brüsselské, r. 1882. byl vůdcem belgické výpravy do Texasu ku pozorování přechodu Venuše před sluncem. R. 1883. vzdal se ředitelství hvězdárny. Práce H-ovy vztahují se na fyzikální zeměpis, geologii, meteorologii, popisné vědy přírodní a astronomii. Velmi cenné jest jeho „Vademecum de l'astronomie Bruxelles 1882.“ a veliké dílo bibliografické „Bibliographie générale de l'astronomie“ (vyšly posud 2 veliké díly). Jež společně s M. A. Lancasterem vydával. H. zemřel r. 1888. v Schacbercku poblíže Brüsselu.

Veškera pozorování dokazují, že zdánlivá elongace světla zvířetnickového t. j. úhel mezi směrem ke slunci a směrem k vrcholu světla zvířetnickového se během roku od měsíce ku měsíci mění. Pozorování, jež konali G. Schmidt, Jones, Decheverens, Heis, Weber a O. T. Sherman, svědčí o elliptickém okolí světla kolem slunce.

Z pozorování relativního množství světla zvířetnickového v posledních 40 letech plyne, že pro pozorování světla toho naskýtá se největší pravděpodobnost v našich šířkách asi 4 roky před minimem skvrn slunečních a nejmenší pravděpodobnost v čase maxima skvrn slunečních, jak z připojeného přehledu patrné.

V roku maxima skvrn slunečních budiž relativní množství pozorování světla zvířetnickového vyjádřeno číslem 12; pak jest relativní množství světla vyjádřeno

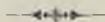
v letech						číslem
1. rok po maximu skvrn slunečních						11
2. " " " "	"	"	"	"	"	18
3. " " " "	"	"	"	"	"	18
4. " " " "	"	"	"	"	"	26
5. " " " "	"	"	"	"	"	31
6. " " " "	"	"	"	"	"	27
7. " " " "	"	"	"	"	"	22
8. " " " "	"	"	"	"	"	23
9. " " " "	"	"	"	"	"	23
10. " " " "	"	"	"	"	"	18.

V době maxima skvrn slunečních obsahuje světlo zvířetnickové většinou odražené světlo sluneční, v době minima má světlo zvířetnickové více světla vlastního, a jest celkem jasnější, jak tomu nasvědčují pozorování polarisační a snad i spektroskopická.

Země jest nejspíše od listopadu do března zahalena částicemi světla zodiakálního. Bledý pruh světelný rozkládající se podél celé dráhy zemské a protisvit poukazuje k tomu, že částice světla sahají přes dráhu zemskou.

Dle Hugginse jest slunce sídlem stálých výbuchů, jichž rychlosti se páčí na kilometry za vteřinu. Následkem výbuchů odtrhnou se od slunce částice a vyvrhnou se tak daleko, že tu elektrické odpuzování postačuje, aby přemohlo působení

přitažlivosti sluneční. Částice se odpudí od slunce a přijdou do blízkosti země, kde přitažlivost a odpuzování jsou v rovnováze, a tvoří tu látku světla zvířetníkového. Takto by se vysvětlilo, že se látka ta hromadí při a po maximu skvrn slunečních a že dosahuje největší hustoty v době minima skvrn slunečních. Částice způsobují v nejvyšších vrstvách atmosféry elektrické zjevy, a částicemi, které se dostaly za zemi, vzniká protisvit a světelný pruh rozkládající se podél celého zvířetníku. Nejasným zůstává, proč se hromadí látka podél dráhy země a nikoliv ve směru rovníku slunce.



#### XIV. Vlasatice.

Vlasatice jsou nejzvláštnější a nejvýstřednější tělesa nebeská i vzhledem k jich zvláštnímu tvaru, jich obromné proměnlivosti v rozsáhlosti a lesku, jakož i vzhledem k jich drahám, v nichž se pohybují. Poněvadž se dráhy těles těch zdály býti v dřívějších dobách úplně nepravidelnými, převládalo mínění, že se komety vymykají zákonům o pohybu v drahách pravidelných. Dříve byl všeobecně rozšířen klamný názor, že vlasatice jsou v souvislosti s osudy pokolení lidského vůbec a jednotlivých členů člověčenstva zvláště. Vlasatice byly posly hněvu bohů, věstící zkázu budoucí. Náhled ten byl tak zakořeněn, že si neštěstí bez komety a kometu bez neštěstí v zápětí krácejícího nedovedli představit, takže stalo-li se nějaké neštěstí, vymyslili se k vůli němu i komety, a když některá vlasatice se zjevila, hledala se hned úzkostlivě nějaká vůbec možná nehoda. V dobách nejstarších se také nepovažovaly komety za skutečná tělesa nebeská, nýbrž za pouhé úkazy vzduchové.

Za veškerý zprávy o úkazech z dob nejstarších děkujeme Číňanům a Arabům. Chaldeoové a Číňané považovali komety za hvězdy bloudící, jež se občas ubírají do nejzazších krajín nebeských, kdež se pro nás stávají neviditelnými; zaznamenávali pak pilně objevení se těles takových. Dle záznamů takových pořídil Pingré<sup>1)</sup> seznam komet (Pingré,

<sup>1)</sup> Pingré Alexandre Guy, nar. se r. 1711 v Paříži, byl původně theologem a knězem, od r. 1751 astronomem jedné hvězdárny pařížské



Cométographie, Paris 1783—84, 2 díly), jenž počíná kometou viděnou v Číně r. 2296 př. Kr. Také John Williams zpracoval na základě čínských annalů seznam komet, objevivších se v letech 611 př. Kr. až do r. 1640 po Kr. (celkem 372 komet). Z doby novější máme seznamy vlasatic: „Ph. Carl, Repertorium der Cometenastronomie München 1864“ s udáním pramenů pozorování a výpočtu drah a „J. G. Galle, Verzeichniss der bisher berechneten Cometenbahnen nebst Anmerkungen und Literatur-Nachweisen. Leipzig 1894“. České pojednání o kometách, jež se objevily od r. 646 př. Kr. až do r. 1577 po Kr. — celkem jich uvedeno 92 — podal Matyáš Gryll z Gryllova (nar. r. 1551 v Rakovníku, zemřel r. 1611 v Žateci (viz: J. Smolík, Matematikové v Čechách atd.) ve spise: „O kometách, kdy a kterých let se ukazovaly a jaké účinky a proměny v světě s sebou přinášely, z rozličných historií sebráno“. Mimo udání roku, kdy se kometa objevila, a jaké, obyčejné zlé, následky měla, neuvádí Gryll ničeho jiného. Také Daniel Basil z Deutschenberka (nar. se r. 1585 v Lipě, zemřel r. 1628 v Praze, viz Smolík) přidal k pojednání z r. 1618: „Soud hvězdářský přirozený o strašlivé s ocasem kometě“ atd. „Zaznamenání některých pamětí strany komet, které se jak před narozením Krista Pána, tak i po narození sběhly a co s sebou přinášely.“ V pojednání tom zaznamenal Basil, kdy se jaká kometa ukázala „od počátku světa 3492 leta a před Kristem Pánem 479 let až do roku 1596 po Kristu“, a jaké následky, obyčejně neblahé, měla. (Blíží viz Smolík.)

Prvá pozorování poloh vlasatic podnikl Regiomontan při vlasatci z r. 1472; dobrý tento příklad následoval Petr Apian, jenž konal relativně dobrá pozorování vlasatic z r. 1531 až 1538 a poznamenal, že ohony vlasatic se odvracejí od slunce, že tudíž výrok vyskytující se u Senecy: „Comae radios Solis effugiunt“ (ohony přebíhají před paprsky slunce) úplně se srovnává se skutečností. Dále dlužno uvést: Pavla Fabricia a Joach. Hellera, kteří pilně pozorovali vlasatci z r. 1556, lantkrabího Viléma, jenž objevil kometu r. 1558 a pilně též stopoval vlasatci z r. 1577.

---

a konečně bibliothekářem v Paříži. P. podnikl za astr. účely různé vědecké cesty. Proslavil se hlavně v říši komet, zejména svou cométografií. P. zemřel r. 1796.

Tyge Brahe konal netoliko četa ná pozorování komet (viz též: *Observationes septem Cometarum*. Vydáno Friisem r. 1867.), nýbrž za spolupůsobení Hájka z Hájku<sup>1)</sup> dovodil, že parallaxa komety r. 1577 byla menší než parallaxa měsíce, že se tedy kometa nalézala daleko za sférou měsíce, že nenáležela, jak staré učení tvrdilo, ovzduší, čímž byla dotvrzena kosmická povaha komet.

Jakmile bylo takto dokázáno, že jsou komety tělesa nebeská, soudilo se dále, že se pohybují také v dráhách pravidelných. Kepler, jenž znal jakožto tvar dráhy těles

<sup>1)</sup> Hájek z Hájku Tadeáš (Thaddaeus Hagecius ab Hayek, Th. Nemicus) nejslovnější hvězdář český, nar. se 1. října 1525 v Praze. Otec jeho Šimon II. byl bakalářem svobodných umění university pražské, spisovatelem a zámožným měšťanem. R. 1548 se odebíral Tadeáš II. na akademii Vídeňskou, kde poslouchal přednášky matematiké a lékařské, r. 1549 navrátil se do Prahy, kde navštěvoval universitu, byl 14. června 1550 povýšen na bakaláře a rok na to za mistra „in artibus.“ Po smrti otcové (r. 1551) odebral se II. do Vídně a později do Vlach, aby se zdokonalil v lékařství. V Bologni navštěvoval do konce r. 1554 fakultu lékařskou, načež se r. 1555 odebral do Milána. Ještě téhož roku se vrátil do Prahy, kde vstoupiv do sboru professorů v přednášky matematiké se uvázal. R. 1556 napsal spis: „Wypisání s významenáním gedné i druhé komety, kteréž widijny byly března a dubna měsýcuow lethá tohoto MDLVI.“ R. 1558 opustil II. nejspíše universitu, odebral se r. 1566 jako lékař k vojsku do Uher a zdržoval se na podzim téhož roku u Rábu, následující leta trávil u vojska na různých místech. Za zásluhy, jež si II. získal, povýšil jej zeuský sněm v Praze r. 1571 do stavu rytířského a jmenoval jej současně protomedikem království Českého. R. 1572 byl II. jmenován osobním lékařem císaře Maxmiliána II. a žil po několik roků ve Vídni u dvora císařského. Zde napsal 8. dubna r. 1573 krátký spis o nové hvězdě v souhvězdí Kassiopeje; hlavní pojednání o ní: „Dialexis de novae et prius incognitae stellae...“ bylo tištěno ve Frankobrodě r. 1574. O práci té se Tyge Brahe velmi pochvalně zmínil. Po smrti císaře Maxmiliána byl jmenován Hájek osobním lékařem císaře Rudolfa II. a dílel pak stále v Praze. Koncem r. 1577 se objevila kometa a tu uveřejnil o ní H. práci: „Descriptio cometac, qui apparuit anno domini 1577 etc.“ (Praha 1578.) R. 1580 vydal H. český spis: „O některých předešlých znameních nebeských a úkazích v povětrí, a o kometě tohoto roku 1580.“ Podobná kniha vyšla později v jazyku latinském. H. napsal mnoho minucí a různé spisy obsahu lučebního a lékařského. II. žil v přátelských poměrech s Brahem, jehož na jaře r. 1599 uvítal, a později často na observatoriu jeho v Praze i v Benátkách trávil. H. zemřel 1. září 1600. Podrobný a důkladný rozbor jeho spisů astronomických a bližší data životopisná podal J. Šmolík ve spisu: „Mathematikové v Čechách atd.“ H. byl první, jenž navrhl poledníkovú pozorování průchodní (passážní) k určování poloh hvězd. II. dokázal též, že jsou komety tělesa kosmická.

nebeských pouze ellipsu, vyslovil se ve článku: „Ausführl. Bericht von dem 1607 erschienenen Haarstern, Hall 1608“, nemoha pohyb komet srovnati s během v ellipse, „že pohyb komet jest přímá čára, . . . a nikoli kruhovitý jako pohyb planet.“ Minění toto bylo u současníků Keplerových valně rozšířeno. Dalekohledem poprvé pozoroval kometu r. 1618 C y s a t, prvé určení poloh komety (z r. 1664) dalekohledem provedl Auzout. Odkazující ve příčině dalších pokroků, o něž si podstatné zásluhy získali Giovanni Alfonso Borelli, P. Petit, Jakub Bernoulli a j., k výtečnému kompendiu R. Wolf, Handbuch der Astronomie, ihrer Geschichte und Litteratur, podotýkáme pouze, že vydal Jan Hevel, pilný pozorovatel komet, kometografii: „Cometografia, Cometarum naturam et omnium a mundo condito historiam exhibens. Gedani 1668“, v níž projevil náhled o pravděpodobnosti, že veškeré komety se pohybují v drahách křivočarách, jež se od přímky málo odchylují a jejich strana konkavní jest k slunci obrácena. Posléze proslovil Georg Samuel Dörffel<sup>1)</sup> na základě grafického znázornění svých pozorování komety z r. 1680 větu: že dráha komet jest parabolou, v jejímž ohnisku stojí slunce.

Velmi dobrá pozorování vlasatic konal na počátku století 18. Slaviček Karel, narozený kolem r. 1678 v Čechách, jenž r. 1714 se odebral jako missionář do Číny, kdež 24. srpna 1735 v Pekingu zemřel. Jeho pozorování astronomická, hlavně o libraci měsíce, nalézají se v Miscell. Berolin., 1727; v Hallersteinových Observ. astron. etc. a v „E. A. Souciet Observations mathématiques . . . „a jinde.

U většiny vlasatic, hlavně pak u větších komet, rozeznáváme 3 části: a) jádro, b) obal mlhový — coma (koma, vlas, kšice), c) ohon. Jádro s obalem tvoří hlavu vlasatice; obal obklopuje celé jádro na způsob vlasu, proto coma, vlas, a jména kometa, vlasatice. K obalu jest většinou připojen ohon, jenž s obalem způsobuje pak dojem dlouhého vlasu, což se jeví zvláště u vlasatic pouhým okem viditelných a patrněji vysvětluje název vlasatice, komety.

Jádro vyniká oproti obalu jasnějším světlem a jeví někdy uprostřed světlý malý kotouč, podobný planetárnímu

<sup>1)</sup> Dörffel Georg Samuel, nar. se r. 1643 v Plauen, žák Hevelův, farář a posléze superintendent ve Weida ve Východní Prusku, poukázal ve svém spisu (Plauen 1681) o veliké kometě r. 1680 na parabolický běh komet. D. zemřel r. 1688.

jádra; kotouč ten není vždy ostře omezen, nýbrž jest obklopen hustými a světlými mlhovými obaly. Jen zřídka vystoupilo jádro ostře omezené jako hvězda (tak při kometě z r. 1881). Průměr jádra lze těžko určit, obvykle se cenil u některých vlasatic na 5—6 mil, zřídka obnášel průměr více než 100 mil. Jádro nejspíše není souvislou pevnou hmotou. U menších vlasatic schází často jádro úplně, někdy se vyvine teprve při větší blízkosti u slunce.

Coma jest podstatnou částí vlasatic; mlhový obal byl viděn posud u každé komety, jádro a ohon však schází u mnohých vlasatic. Coma bývá na přední straně kulovitě zaoblena, prodlužuje se a rozšiřuje na opačné straně, přecházejíc tu v ohon; není ve všech částech stejnoměrně světlou, nýbrž bývá protkána obdivuhodnými pruhy světlými, mezi nimiž leží tmavá místa. Někdy obklopuje jádro více obalů mlhových. Coma neseslabuje zřetelně světla stálie v blízkosti její se nalézajících. Průměr hlavy vlasatic se často při blížení se vlasatic ke slunci zmenšuje, při vzdalování se od slunce opět zvětšuje. Tak pozoroval Schmidt, že průměr Enckeovy komety v době, kdy procházela od dráhy Martovy k přisluní, se zmenšil z 25.000 na 9.000 mil.

Ohon rozprostírá se od mlhového obalu, jsa jeho bezprostředním pokračováním a sestává z proudu mdlého světla bílého, jež se rozšiřuje a slabne, čím více se od jádra vlasatic vzdaluje, takže posléze nemůže pouhým okem býti již pozorován. Ohon bývá od slunce odvrácen; rozsáhlost jeho se mění u různých komet, obvykle bývá jasnější a delší, čím světlejší jest hlava komety. Mnohdy nebývá vůbec zřetelný, jindy rozprostíral se u velkých vlasatic přes polovici bane nebeské. Délka ohonu obnáší velmi často mnoho millionů kilometrů. Zřídka se rozděluje ohon také ve více částí, jež se rozbíhají. U komet teleskopických jest ohon těžko rozeznati od mlhavého obalu.

Dlouho zůstalo nerozhodnuto, zdali dráha komet jest skutečně parabolou anebo není-li snad spíše velmi dalekotáblou ellipsou. Neboť tvary paraboly a velmi excentrické ellipsy splývají téměř poblíže přisluní, kde ponejvíce se vlasatic pro nás viditelnými stávají a pozorují. Rozdíl mezi drahou elliptickou a parabolickou spočívá v podstatě v tom, že dráha elliptická jest konečná, vlasatic pohybující se v dráze takové se musí opět vrátiti; obě ramena paraboly sáhají však do nekonečna nespojujíce se nikde,

vlasatice pohybující se kolem slunce v dráze parabolické se proto nikdy nemohou vrátiti, ztrácejí se v nekonečném prostoru. Působením gravitace může posléze vzniknouti pohyb také v dráze hyperbolické. Jestližeby se kometa pohybovala v hyperbole, pak by se též nikdy již nevrátila.

Pohyb parabolický tvoří přechod mezi pohybem elliptickým a hyperbolickým; parabola se promění při nejmenším opoždění pohybu tělesa, podléhajícího zákonu gravitace, v ellipsu, při nejmenším urychlení však v hyperbolu.

Rychlost pohybu podmiňuje tvar dráhy. Aby se těleso pohybovalo v dráze parabolické, jest třeba, aby těleso v každém místě dráhy mělo rychlost právě nutnou k popsání paraboly, rychlost, již lze snadno odvoditi ze zákonů gravitačních. Jakmile jest rychlost větší, pohybuje se těleso v hyperbole; a je-li rychlost menší, musí se těleso pohybovati v ellipse.<sup>1)</sup> Příkladně nemůže se těleso vržené se země rychlostí 11 *km* za vteřinu nikdy již k zemi vrátiti, nýbrž musí opisovati samostatnou dráhu kolem slunce. Kdyby se některá kometa pohybovala v přísluní právě ve dráze zemské s rychlostí 42 *km* za vteřinu, pak by kometa ta měla právě rychlost, jaké vyžaduje pohyb parabolický.

Kdyby bylo možno z pozorování přesně odvoditi rychlost komety v daném místě, pak by se mohlo ihned rozhodnouti, v jakém tvaru dráhy (zda v ellipse, parabole neb hyperbole) se kometa pohybuje. Ve skutečnosti se při většině komet rychlost jich blíží hranici parabolické rychlosti; u ně-

<sup>1)</sup> Rychlost  $g$  v bodě dráhy, kde těleso nebeské jest od slunce ve vzdálenosti  $r$ , jest dána rovnicí:

$$g = k \sqrt{1 + m} \sqrt{\frac{2}{r} - \frac{1}{a}}$$

při čemž  $m$  jest hmota tělesa vyjádřená jednotkami hmoty sluneční (u komet  $m = 0$ ),  $\frac{1}{a}$  jest pro ellipsu veličinou kladnou, pro parabolu nullou a pro hyperbolu veličinou zápornou,  $k$  jest konstantou atrakční. Tvar kuželosečky, již těleso popisuje, jest dán rychlostí  $g$  ve vzdálenosti  $r$  tělesa od slunce. Dráha bude

$$\text{ellipsou, je-li } g < k \sqrt{\frac{2}{r}}$$

$$\text{parabolou, je-li } g = k \sqrt{\frac{2}{r}}$$

$$\text{hyperbolou, je-li } g > k \sqrt{\frac{2}{r}}$$

Vztahy ty jsou na směru pohybu nezávislé.



kterých vlasatic poukazují pozorování k malému přírůstku nad hranici parabolické rychlosti, přírůstek ten jest však tak nepatrný, že nelze ničeho s určitostí říci o tvaru dráhy, zdali skutečně některá kometa se pohybuje v dráze hyperbolické.

U jiných vlasatic jest rychlost pod hranicí parabolické rychlosti, komety ty se pohybují rozhodně v elliptických drahách, komety takové jsou periodické, vracejí se opět ke slunci v pravidelných obdobích; u některých byla doba oběhu kolem slunce z pozorování již velmi přesně stanovena.

Není vyloučena možnost, že veškerý komety náležejí k soustavě sluneční, že posléze jednou opět se navrátí; ovšem stane se návrat jich ve většině případů teprve po uplynutí mnoha set aneb tisíců let. Toť jeden náhled, jenž právě v době nejnovější si získává půdy. Oproti tomu stojí náhled, že komety jsou bludné části původně mlhové hmoty, jež v širém prázdňém prostoru jsou roztroušeny a jednou na své dráze v moc přitažlivé síly slunce stihly. Působením pohybů různých planet v jich drahách se mění rychlost pohybu komety, kometa se buď urychluje neb opozďuje ve své dráze. Je-li výsledek působení všech planet soustavy sluneční na běh komety urychlení běhu, pak opouští kometa soustavu sluneční s větší rychlostí, než jest parabolická, a nevrátí se již nikdy; je-li však výsledek působení planet na běh komety ten, že ji přitažlivé síly ve běhu zdržují, pak se tvar dráhy komety promění v elipsu více méně dalekotáhlou. Obyčejně jest zdržování komet v jich běhu působením planet tak nepatrné, že nelze poznati s jistotou, zdali a kdy se komety vrátí.

Stihne-li však některá kometa do sféry přitažlivé síly velké planety, příkladně Jupitera, pak bývá tak mocně ve běhu svém zdržována, že se tvar dráhy její přemění ve tvar elipsy málo výstředné, že kometa opisuje pak kolem slunce dráhu s malou dobou oběhu, že se kometa takto stává členem rodiny sluneční. Takovéto přibližování se komet do mocné sféry přitažlivosti velikých planet se může státi dosti často, aniž nově chycená kometa musí býti viditelnou nynějšími hledidly. Snad se staly periodické komety způsobem takovým členy soustavy sluneční; k náhledu tomu se kloní mnozí hvězdáři hlavně z důvodu, že téměř veškerý dráhy komet periodických jeví se poblíže drah větších planet. Že se dráhy komet těch neprotínají

s drahami planet, lze snadno vysvětliti změnami, jímž dráhy jich podléhaly během dlouhých dob vlivem poruchů planetárních.

Poněvadž dráhy komet se jen málo odchyľují od paraboly, hlavně v části, jež leží nejbliže ke slunci, a vlasatice právě v této části (několik měsíců před a po přísluní) se většinou pozorovati mohou, pozorování pak sama za příčinou mlhovitého, neurčitého a rychle se měnícího tvaru daleko nedostihují přesnosti pozorování stálé a planet, lze snadno poznati, že nelze ještě často i nyní rozhodnouti, zdali se kometa pohybuje v ellipse, parabole aneb hyperbole. Potvrzení periodičnosti obyčejné lze očekávati teprve po návratu komety.

Proto se také první výpočtení dráhy vlasatice podniká tak, že se předpokládá, že má dráha komety tvar paraboly; odvodí se tedy elementy parabolické, při čemž se výstřednost dráhy již z předu položí rovna 1; potom se výpočte běh komety z takovýchto elementů a výpočtená místa se srovnají s místy pozorovanými. Odchyľky mezi výpočtem a pozorováním často poukazují k tomu, že nevyhovuje dráha parabolická pozorováním, načež se přikročuje také k určení výstřednosti dráhy; je-li odvozená výstřednost menší než 1, pohybuje se kometa v dráze elliptické, pak určí se i velká poloosa ellipsy a pomocí této doba oběhu komety, načež lze také stanoviti nejbližší návrat vlasatice. Jest jasno, že výsledky ty budou velmi nejisté, neboť nepatrná chyba ve výstřednosti, liší-li se tato málo od jednotky, má v zápětí značnou chybu v určení doby oběhu. Při kometě z r. 1811 výpočtené Argelandrem způsobil přírůstek excentricity o 0·0001 v době oběhu (3000 let) přírůstek o celé století. Také poruchy značně pozměňují původně odvozené elementy. Je-li odvozená výstřednost větší než jednotka, pohybuje se kometa v dráze hyperbolické.

Obyčejně se odkládá přesnější výpočtení dráhy na dobu, kdy jest k dispozici celá řada pozorování, jež se rozkládají na značný prostor časový. Při dráze parabolické se určují tyto elementy: nejmenší vzdálenost od slunce  $q$ , poloha (délka) přísluní  $P$ , doba průchodu přísluním  $T$ , výstupný uzel  $\Omega$  a sklon  $i$ . Elementy ty se obyčejně vztahují na ekliptiku. Při sklonu se udává, zdali jest dráha (pohyb dráhy) přímá, direktní anebo zpětná, retrogradní, což lze také ihned vyjádřiti ve veličině  $i$  (sklonu); počítají-li se sklony přes  $90^\circ$  do  $180^\circ$ , pak označují hodnoty  $i$  od  $0^\circ$

do  $90^{\circ}$  dráhu přímou, hodnoty  $i$  od  $90^{\circ}$  do  $180^{\circ}$  dráhy zpětné, retrogradní.

Při výpočtu elementů elliptických se užívá týchž určení jako u planet, na místě doby oběhu udává se střední pohyb denní.

Při dráze hyperbolické uvádějí se tytéž elementy jako při dráze parabolické, pak výstřednost, jež ovšem převyšuje jednotku.

Mnozí matematikové a astronomové se suazili podati příhodné metody k vypočtení drah komet. Dřívější pokusy přímé vedly obtížnými cestami k rovnicím vysokých stupňů; proto se hledělo cestou nepřímou dospěti cíle; určovala se pokusy jedna aneb více neznámých. Nejjednodušší, nejjistější a nejpohodlnější jest metoda, již podal r. 1797 Olbers položiv za základ větu pronešenou již dříve Lambertem (Lambertův princip). Gauss, Encke, Oppolzer a j. metodu tu v mnohých směrech zdokonalili. Podstata metody se však nezměnila. Olbersova metoda učí stanovití ze tří úplných pozorování (rektascencí a deklinací) parabolu, jež, procházejíc přesně místem prvním a třetím, prochází též největším kruhem, proloženým druhým místem a příslušným místem slunce. K vypočtení poloh z nalezených elementů vypočetl Barker příslušné tabulky.

Obyčejně se pokládají první parabolické elementy za hodnoty přibližné a hledají se dle metody nejmenších čtverců k nim příslušné opravy tak, aby součet zbývajících chyb všech pozorování byl nejmenším.

O výpočet drah vlasatic se hlavně zasloužili Encke (56 drab), Hind (43), Pingré (39), Burckhardt<sup>1)</sup> (39), d'Arrest (35), Méchain<sup>2)</sup> (31) a mnozí jiní.

<sup>1)</sup> Burckhardt Joh. Karl, nar. se r. 1773 v Lipsku, žák Zachův, na jehož doporučení se odebral r. 1797 do Paříže k Lalande-ovi, stal se r. 1799 adjunktem ústavu: „Bureau des Longitudes“ a po smrti Lalande-ově r. 1807 ředitelem hvězdárny školy vojenské. B. vynikl jako výborný počtář a vyznamenal se i v theorii, zkoumal hlavně různé dráhy vlasatic, na základě Laplaceovy mechaniky nebeské vypracoval tabulky měsíční (Paříž 1812).

<sup>2)</sup> Méchain Pierre François André, nar. se r. 1744 v Laonu, byl původně stavebním inženýrem; seznámiv se při prodeji kvadrantu s Lalandem stal se na doporučení tohoto r. 1772 hydrografickým astronomem ve Versaillu, později pak astronomem mariny. M. byl pilným objevitelem vlasatic. Od r. 1792 účastnil se s Delambre-em při velikém stupňovém měření francouzsko-španělském, při němž u Valencie ve Španělsku r. 1804 zemřel.

Ve statistice komet dospělo se k několika zajímavým faktům. Počet komet retrogradních (se sklonem větším než  $90^0$ ) se rovná téměř počtu komet, jež se pohybují přímočarě; přicházejíť vůbec veškerý skloný stejně často. Perihel komet retrogradních i direktních leží většinou uvnitř dráhy zemské. Seřadí-li se periodické komety dle vzdálenosti odsluní, obdrží se 4 skupiny komet těch, jež odpovídají čtyřem velkým planetám (Jupiteru, Saturnu, Uranu a Neptunu). Zdá se též, že existují různé dvojice komet, že většina komet k nám přichází z krajín dráhy mléčné. Většina perihelů komet se rozprostírá v kruhu poloměru  $85\frac{1}{2}^0$ , jehož pol (délka  $178\frac{1}{2}^0$ , šířka  $29\frac{1}{2}^0$ ) připadá poblíže polu dráhy mléčné, k čemuž poukázal A. Svedstrop v Astr. Nachrichten č. 2552. Dosti stejnoměrně jsou rozděleny délky uzlů; dráhy komet protínají tedy ekliptiku ve všech směrech stejně často.

Z komet od r. 372 př. Kr. do konce století 15. bylo 30, jež měly dle výpočtu dráhu parabolickou, od konce století 15. až do r. 1880 máme 258 komet, jejichž dráhy bylo lze vypočísti. Výsledky srovnání elementů drah jsou složeny v připojeném přehledu.

počet komet	o distanci perihelu	počet komet	o délce uzlu	počet komet	o délce přisluní
31	0·0—0·3	43	0 <sup>0</sup> —60 <sup>0</sup>	42	0 <sup>0</sup> —60 <sup>0</sup>
62	0·3—0·6	45	60—120	53	60—120
73	0·6—0·9	42	120—180	30	120—180
56	0·9—1·2	49	180—240	42	180—240
18	1·2—1·5	34	240—300	61	240—300
18 větší než 1·5		45	300—360	30	300—360

Přehled tento poučuje nás, že daleko více komet má vzdálenost přisluní uvnitř dráhy zemské (vzdálenost přisluní země jest  $1^0$ ) než mimo ně, vlasatíc s větší vzdáleností přisluní, než jest dvojnásobná vzdálenost země, jest jen 7.

Největší počet vlasatic má vzdálenosti přisluní  $0^0$ — $1^0$ ; okolnost tato není nápadnou, neboť vlasatice s těmito vzdálenostmi přisluní jsou jak slunci tak i zemi bližší, tudíž i světlejší a mohou se proto snáze pozorovati než vlasatice, jež leží dále mimo dráhu zemskou. Význačně vystupuje však rozdělení komet vzhledem k délkám přisluní; tu vynikají dvě maxima kolem  $90$  a  $270$  stupňů a dvě minima

v okolí 170 a 350 stupňů. Okolnost tato se po dlouhou dobu uváděla v souvislost s původem komet. H o l e t s c h e k ve Vídni dokázal však, že uvedená zvláštnost se nenuceně vysvětluje poměry pozemskými. Ze statistických úvah nelze vůbec ničeho usuzovati o původu komet.

Stává celá skupina komet periodických s pohybem přímým a malým sklonem dráhy k ekliptice, jež vyniká i zvláštností, že afély leží poblíže dráhy Jupiterovy. Okolnost ta dává podnět k domněnce, že komety ty byly uvedeny v nynější tvar dráhy mocným poručením, jehož doznaly, když ve své původní dráze parabolické se přiblížily k Jupiteru. Myšlenku tu podrobil Tisserand theoretickému rozboru ve svém pojednání: „Sur la théorie de la Capture des Comètes periodiques“ (O theorii chytání komet periodických) a provedl dále C a l l a n d r e a u v práci: „Etude sur la théorie des Comètes periodiques“ (Studie o theorii komet periodických).

Bliží-li se kometa značně k mocné oběžnici, může od nějakého okamžiku začínajíc přitažlivost planety předčítí přitažlivost slunce, takže pak planeta zaujímá místo centralního tělesa, kolem něhož se kometa dle zákonů Keplerových pohybuje, kdežto působení slunce na kometu se jeví takřka jen v rušení dráhy. Vzdálenost (od středu planety) bodu, v němž působení planety počíná převyšovati přitažlivost slunce, se může považovati za poloměr koule, již nazýváme sférou působnosti (Wirkungssphäre) planety. Poloměr sféry působnosti nezávisí pouze na poměru hmoty planety k hmotě sluneční, nýbrž i na vzdálenosti planety od slunce. Výpočet podává pro sféru působnosti poloměr pro Merkura 0·001, Venuši 0·003, Zemi 0·005, Marta 0·003, Jupitera 0·280, Saturna 0·316, Urana 0·296 a Neptuna 0·501 poloměrů dráhy zemské. Planety vnitřní a Mars se dle toho nehodí pro chytání komet. Jinak tomu jest při Jupiteru, při němž poloměr sféry jest větší než  $\frac{1}{4}$  poloměru dráhy zemské. T i s s e r a n d dokázal, že kometa v dráze parabolické se pohybující pozmění svou dráhu za pobytu ve sféře působnosti Jupiterovy, pohybuje-li se v rovině dráhy Jupiterovy poblíže směru tečny na dráhu tu a předhoni-li planetu. Dráha komety se stane ellipsou s velkou osou rovnou  $3\frac{1}{7}$  poloměrů dráhy zemské. C a l l a n d r e a u dospěl výsledku, že veškeré elliptické dráhy komet, jichž poloosy leží v mezích 2·60 a 6·28 poloměrů dráhy zemské, byly uvedeny ve stávající



tvár dráhy vstupem jich do sféry působnosti Jupiterovy; původním tvarem dráhy komet těch byla parabola.

U komet, jež se po vstoupení do sféry působnosti Jupiterovy pohybují kolem slunce přímo v elipsách, jest nejmenší vzdálenost od slunce menší, u komet však, jež se pohybují zpětně po vstoupení do sféry působnosti Jupiterovy ve svých nových drahách eliptických, jest nejmenší vzdálenost od slunce větší než byla v původní dráze parabolické. Tisserand dokázal, že pro přímý pohyb komet nemůže býti výstřednost ellipsy (nové) menší, než

0.693		pro velké poloosy		3.0
0.642		ellipsy		3.2
0.596		v poloměrech		3.4
0.555		dráhy		3.6
0.520		zemské		3.8

Vylíčené výsledky stvrzuje připojená tabulka periodických komet (viz str. 559).

Představme si, že v prostoru světovém jest libovolně rozdělen určitý počet těles nebeských, jež se pohybují v přímé čáře ve všech možných směrech. Pak se některá tělesa působením svého vlastního pohybu a pohybu slunce ve světovém prostoru budou blížit ke slunci a podlehnou jeho přitažlivosti. Vypočteme-li, jak velká jest pravděpodobnost, aby se těleso pohybovalo v hyperbole, v parabole anebo kuželosečkové křivce vůbec, shledáme, že za uvedených podmínek se nebude žádné těleso pohybovati kolem slunce v křivce konečné, tedy v kruhu aneb ellipse, že je málo těles se pohybovati bude v parabole a že většina se musí pohybovati v dráze hyperbolické. Že ve skutečnosti byl odvozen jen relativně malý počet komet s drahami eliptickými a hyperbolickými, nedokazuje ovšem, že byl jich původní pohyb jiným než při většině ostatních komet, neboť jest možno, že byly komety ty ihned při vstupu do sféry soustavy planet odchýleny některou oběžnicí z původní dráhy.

Čím větší jest doba oběhu vlasatiec, s tím menší jistotou se doba ta dá určití, a jest velmi těžko rozhodnouti, zda skutečná dráha se liší od paraboly. Dobu oběhu v mezích 100—1000 let mají tyto vlasatiec (str. 560):

Kometa	Průchod přistupní, střední čas parížský	Délka přistupní	Délka uzlu	Sklon	Vzdálenost perihelia	Vý- střednost	Velká polosa	Do- ba oběhu v ročích	Počítat
Encke (1786 I)	1895 II 4-7440	158° 42' 19"	334° 44' 51"	120 54' 24"	0-34107	0-84623	2-218	3-305	Backlund
Tempel 2 (1873 II)	1894 IV 23-2470	306 15 0	121 10 5	12 44 22	1-35060	0-55108	3-009	5-218	Schulhof
Broisen (1846 III)	1875 III 30-5413	116 14 6	101 19 2	29 23 10	0-58984	0-80984	3-102	5-463	Lamp
Tempel 3 (1869 III)	1891 XI 17-4	43 14 16	296 31 15	5 23 14	1-08660	0-65270	3-129	5-534	Bossert
Winnecke (1819 III)	1892 VI 30-9250	276 11 4	104 4 37	14 31 34	0-88656	0-72599	3-235	5-820	v. Haardt
Tempel 1 (1867 II)	1879 V 7-4111	238 24 26	78 46 5	9 46 17	1-77160	0-46239	3-295	5-982	R. Gautier
Biela (1772) Finlay (1886 VII)	1852 IX 23-7339	109 8 17	245 51 26	12 33 16	0-86060	0-75502	3-526	6-621	Hubbard
D'Arrest (1851 II)	1893 VII 12-1856	7 41 34	52 27 43	3 2 2	0-98918	0-71952	3-526	6-626	Schulhof
Wolf (1884 III)	1890 IX 17-5	319 14 34	146 16 32	15 42 41	1-32404	0-62712	3-551	6-691	Leveau
Faye-Müller (1843 III)	1891 IX 3-5010	19 11 38	206 22 30	25 14 32	1-59286	0-55714	3-597	6-821	Thraen
Tuttle (1790 II)	1888 VIII 20-58	50 48 17	209 35 25	11 19 40	1-73814	0-54902	3-854	7-566	Möller
Pons-Brooks (1812)	1885 IX 11-1460	116 28 59	269 42 1	54 19 45	1-02472	0-82155	5-742	13-760	Rahs
Obers-Brooks (1815)	1884 I 25-7243	93 17 16	254 5 42	74 2 36	0-77573	0-95500	17-243	71-6	Bossert
Halley	1887 X 8-4566	149 45 47	84 29 41	44 33 53	1-19961	0-93110	17-408	72-63	Ginzel
	1835 XI 15-9454	165 48 26	55 9 59	162 14 55	0-58657	0-96739	17-988	76-3	Westphalen

Vlasatice:	Doba oběhu:	Vlasatice:	Doba oběhu:
1854 V	994 let	1846 VII	500 let
1811 II	875 "	1793 II	422 "
1853 II	782 "	1861 I	415 "
1882 II	772 "	1861 II	409 "
1763	733 "	1840 IV	344 "
1843 I	533 "	1874 IV	306 "
1855 I	520 "	1857 IV	235 "
		1889 III	128 "
		1862 III	121·5 "

Vlasatice označují se římskými číslicemi, jež se kladou za rok průchodu vlasatice přisluním, dle pořadí doby průchodu.

U vlasatic, jež mají dobu oběhu menší 100 let, se dá element ten již přesněji určití, vyjímaje případy, kdy bylo možno vlasatici pozorovati jen při jediném oběhu. Do skupiny vlasatic s dobou oběhu menší 100 let patří:

Vlasatice:	Objevitel:	Doba oběhu:	Vlasatice:	Objevitel:	Doba oběhu:
1846 IV	de Vico	75·7 let	1886 VII	Finlay	6·7 let
1874 V	Brorsen	75·0 "	1858 III	Tuttle	6·6 "
1852 IV	Westphal	60·7 "	1890	Spitaler	6·4 "
1867 I	Stephan	33·6 "	1886 IV	Brooks	6·3 "
1866 I	Tempel	35·2 "	1783	Pigott	5·9 "
1846 VI	Peters	12·8 "	1770 I	Lexell	5·6 "
1881 V	Denuing	8·9 "	1844 I	de Vico	5·4 "
1889 V	Brooks	7·1 "	1834 II	Barnard	5·4 "
1889 VI	Swift	6·9 "	1766 II	Helfenzrieder	5·0 "
1773 I	Grisehov	6·7 "	1819 IV	Blanplain	4·8 "

Velmi přesně určenou dobu oběhu mají vlasatice pozorované v několika oběžích.

D e n n i n g sestavil jména vynikajících objevitelů vlasatic. Připojený přehled podává jména blavních objevitelů komet, dobu jejich praktické činnosti a počet objevených vlasatic.

Jméno:	Doba činnosti	Počet objevených komet
Charles Messier . . .	1760—1798	13
P. F. A. Mechain . .	1781—1799	8
Karolina Herschelova	1786—1795	6
Jean Louis Pons <sup>1)</sup> .	1802—1827	30

<sup>1)</sup> Pons Jean Louis, nar. se r. 1761 v Peyre (Haute Dauphiné), stal se pomocníkem a adjunktem hvězdárny v Marsellu do r. 1813, později byl ředitelem hvězdárny v Marlia u Lucey, posléze od r. 1825 ředitelem hvězdárny ve Florenci. Proslavil se svými objevy 30ti komet, mezi nimiž komety Enckeovy r. 1818. P. zemřel r. 1831.

Jméno:	Doba činnosti	Počet objevených komet
P. de Vico . . . . .	1844—1846	5
T. J. C. A. Brorsen . . . . .	1846—1851	5
W. Klinkerfues . . . . .	1853—1863	6
C. C. Bruhns . . . . .	1853—1864	7
Giovan. B. Donati . . . . .	1855—1864	5
F. Aug. T. Winnecke . . . . .	1858—1881	13
Vilém F. Tempel . . . . .	1859—1884	18
Lewis Swift . . . . .	1862—1881	7
J. Coggia . . . . .	1867—1877	7
Alphonse Borrelly . . . . .	1871—1877	6
E. E. Barnard . . . . .	1881—1889	13
W. R. Brooks . . . . .	1883—1889	12

Poněvadž vlasatice se nám teprve stávají viditelnými při blížení se ke slunci, hledají se nejvíce v okolí slunce krátce po západu aneb krátce před východem slunce. Jakmile byla vlasatice objevena, zpravi se o objevu nejbližší hvězdárna, aby se záhy nabyla přesná poloha vlasatice a objev se zjistil. Dříve odměňovaly některé vlády a akademie objevitele vlasatic čestnými dary. V Severní Americe se organizovalo systematické hledání komet. Celé nebe se rozdělilo na pásy k rovníku rovnoběžné, 15<sup>0</sup> široké, jež se rozdělují mezi jednotlivé dobrovolné pozorovatele, kteří mají povinnost přidělený pás jednou za měsíc pečlivě prohlédnouti a o výsledku tom podati přiměřenou zprávu. Při hledání vlasatic užívá se hledačů komet s krátkou obniskovou vzdáleností. Komety hledají se za jasných nocí bezměsíčních: nalezne-li se mlhovitý předmět, dlužno nejprve rozhodnouti, není-li předmět ten mlhovinou, k tomu cíli nahlédne pozorovatel do velikého Herschelova katalogu mlhovin (General Catalogue viz později) a snaží se předmět identifikovati. Nalezne-li se objekt v katalogu, nevěnuje mu pozorovatel další pozornosti; nenalezne-li se však, nakreslí se skizza objektu se sousedními hvězdami, po uplynutí půl hodiny se skizza srovná s nebem. Vykazuje-li objekt změnu místa vzhledem k sousedním hvězdám, pak jest nalezený předmět vskutku kometou.

Světlo sluneční zabraňuje, že nelze užítí četných vlasatic, jež procházejí soustavou sluneční, na kterouž okolnost nejprve upozornil Holetschek. Jen za doby totalních zatmění slunce by se mohla dokázati přítomnost vlasatic poblíže

slunce se nacházejících. Vskutku byla při totalním zatmění slunce dne 16. dubna 1893 na fotografických snímcích zobrazena vlasatice, jež byla viditelnou v koroně sluneční. Desky, jež exponoval Schaeberle v Chile při zatmění, ukazovaly v koroně sluneční předmět podobný vlasatici. Týž předmět poznal na 3 deskách též W. H. Pickering. Vlasatice jevila na deskách znatelný pohyb.

První spektrální rozbor světla komet podnikl r. 1864 Donati, jenž dokázal, že komety vysílají aspoň část vlastního světla; ve spektru komet jeví se na spojitém podkladu tři světlé svazy. Záhy se seznalo, že plyn v kometách svítící jest uhlovodík. Úplná dokonalá měření svazů (Bänder) ve spektrech komet provedli hlavně H. C. Vogel a Hasselberg. Průměrná poloha hran tří světlých svazů ve spektru komet jest:  $563\cdot0\ \mu\mu$ ,  $516\cdot6$  a  $471\cdot9$ . Odechyly, jež spektra komet ukazují oproti vidmům uhlovodíků, záleží v tom, že ve vidmech komet se nezjevují v š e c k y svazy uhlovodíků, že skupina červená a fialová schází; dále, že maximum světlosti ve vidmech uhlovodíků splývá s hranou svazů, kdežto ve vidmech komet více uprostřed skupiny směrem k části fialové leží. Při značné dispersi se pozoruje při kometách pošinutí i při jednotlivých pruzích, z nichž se svazy skládají; u komet má druhý pruh největší světlost, u uhliku prvý. Harkness pozoroval ve vidmu komety Enckeovy 1871 V., že největší světlost svazů postupovala ke straně červené, když přibývalo světlosti komety. K vysvětlení těchto odchylek podává H. C. Vogel výklad, že jest nejsplše vidmo komet složené z vidma uhlovodíku a z vidma kysličníku uhelnatého; prvéjší vidmo převládá většinou a pozměňuje se občas vidmem druhým; jest také velmi pravděpodobno, že disruptivní výboje elektrické se dějí v kometách při nízkých teplotách. Značný vliv na rozdělení světla v svazech vidma komet má šířka štěrbin spekroskopu, jak H. C. Vogel a v novější době podrobně Kayser dokázal, jenž takto vysvětlil dříve uvedené odchylky vidma komet od vidma uhlovodíkového. Obr. 194. demonstuje poměry při vidmu vlasatic a vidmu uhlovodíku. Až do r. 1882 byly ve vidmech komet vedle spojitého vidma viděny jen pruhy vidma uhlovodíkového. Kometa 1882 I., objevená 17. března 1882 Wellsem, činila v té příčině výjimku, vidmo spojitě se zjevilo tu hned s počátku dosti světlé, kdežto obyčejné vidmo uhlovodíkové bylo jen stěží



poblíže jádra znatelné; intensity spojitého vidma stále přibývalo s blížením se komety ke slunci. 31. března upozoroval H. C. Vogel ve vidmu komety světlou čáru žlutou, jejíž poloha splývala s polohou čáry natriové. Natriová čára se jevila netoliko ve vidmu jádra, nýbrž i ve vidmu okolí. I prostému oku se jevilo jádro vlasatice v dobu tu ve žlutavém zbarvení. Velmi zajímavé jest, že po celou dobu čáry natriové svazy uhlovodíkové byly neobyčejně slabé, také se



Vidmo uhlovodíkové při úzké štěrbině.



Vidmo vlasatice.



Vidmo uhlovodíkové.

Obr. 194.

ukázalo při délce vlny  $613 \mu\mu$  světlé místo, jež nejspíše splývá s červenou skupinou čar uhlovodíkových. Čára natriová vystoupila v největším lesku v době největšího přiblížení se komety ke slunci (až na 0.06 střední vzdálenosti země od slunce).

Stejný zjev ukazovala kometa objevená v září téhož roku; u této byla čára natriová ještě 7. řijna viditelnou, když vzdálenost komety od slunce již na 0.7 vzrostla; svazy vidma uhlovodíkového vystupovaly tím silněji, čím více slábla čára natriová. Ukazy ty, jež byly také pokusy docíleny, svědčí o tom, že má samostatné světlo komet původ v disruptivních elektrických výbojích.

Když se vlasatice 18. září přiblížila nejvíce ke slunci, zjevily se ve vidmu dle svědectví Copelanda a J. G. Lohse v Dunechtu vedle čáry natriové ještě další (5)

světlé čáry v žluté a zelené části vidma; čáry ty byly ztotožněny s čarami železa.

Co se týče spojitého vidma komet, jež se různě jeví u jednotlivých komet, bylo dokázáno, že aspoň část spojitého vidma pochází od odraženého světla slunečního. Na fotografii spektra komety 1881 II ze dne 24. června 1881, již pořídil W. Huggins, byly viděny zřetelně čáry Fraunhoferovy; také fotografie spektra komety Wellsovy (1882 I) ukazovala zřetelně čáry takové.

Fotometrická určování světlosti komet přisvědčují zase domněnce, že část světla vidma spojitého přísluší vlastním u světlu komet. U komety 1884 I, jež se již v září 1883 náhle zjasnila, byl zpozorován 1. ledna 1884 náhlý výbuch světelný. Dle pozorování G. Müllera vzrostla světlost komety během několika málo hodin o celou 1·3 třídu velikosti. Vzhled hlavy komety se podstatně změnil, na místě jemného jádra se zjevil terč průměru několika vteřin. Současná spektroskopická pozorování H. C. Vogela dosvědčují, že během výbuchu světelného se poměry intensity ve svazech uhlovodíkových měnily, že spojitě vidmo jádra se stalo nápadně světlým u porovnání se svazy uhlovodíkovými. Ze změny relativní světlosti tří svazů plyne, že za výbuchu nastalo značné zvýšení teploty, při čemž vlasatice též samostatně vysílala bílé světlo. Také při kometě 1888 I byly pozorovány náhlé výbuchy světelné.

Tyndall a Flammarion tvrdili, že ohon nevytvořuje látka komety, že jest ohon buď jen elektricky osvětlenou částí aetheru světového anebo jeho modifikací, jež se vytváří zvláštním způsobem zastínění jádrem komety.

Že bývá ohon vlasatic od slunce odvrácen, vysvětluje se repulsivní (odpudivou) silou slunce. Bessel poprvé vyslovil a propracoval tuto myšlenku; ještě rozhodněji a určitěji vyřkl ji pak Olbers.<sup>1)</sup> R. 1870 vyvinul dále ideu Besselovu

<sup>1)</sup> Olbers Heinr. Wilh. Mathias, nar. 11. října 1758 v Arbergen u Brém, byl vychován v Brémách, kam otec jeho v povolání pastora r. 1760 byl přeložen. Zde se O. záhy jako autodidakt vzdělával v matematice a astronomii. Již r. 1777 pozoroval zatmění slunce, r. 1779 pozoroval a počítal vlasatice. Oddáv se medicíně a dokončiv studia lékařská promoval r. 1780 v Gottinkách. Pobyt krátký čas ve Vídni vrátil se na podzim 1781 do Brém, kdež se jako praktický lékař trvale usadil. R. 1820 vzdal se praxe lékařské. O. ovládal astronomii ve všech směrech, nejvíce se však zabýval astronomií vlasatic. Sám objevil 6 vlasatic, mezi nimiž periodickou r. 1815, jež nese jeho

Zöllner, jenž vyslovil jako základní princip elektrického působení do dálky, že působení toto není úměrné hmotě jako gravitace, nýbrž přibližně úměrné obsahu nebo povrchu. Fysikálně se vysvětluje celý pochod u komet takto: Vlasatice blížíc se ke slunci jest vysazena velmi mocnému záření tepelnému. Hlava komety sestává nejspíše z malého pevného jádra, obklopeného látkami kapalnými a poměrně mocným obalem plynovým. Záření tepelné jest u mnohých komet v přísluní čtyřikráte, u některých komet pak stokrátě mocnější než tepelné záření slunečních paprsků na našem rovníku. Tím se obal plynový mocně roztáhne, z kapalin se vytvořují nové páry a z jádra se mění látky v kapaliny, jež rovněž se vypařují. Pozorovateli se pak zdá, jakoby se jádro značně rozšiřovalo. Na místech vlasatice na straně ke slunci vzniká mocný proud vzestupný. Tím vznikají výbuchy a světlé pruhy, jež byly často pozorovány, jak vystupují směrem ke slunci. Tím, že se takoveto útvary mračnovité rozprostírají a současně částečným zhušťováním se zjasňují, vytvořuje se obal kol jádra na polovici komety ke slunci obrácené, takto vzniká coma komety. Takovýchto obalů může se rozprostíratí několik nad sebou dle uspořádání různých plynů a dle různé teploty kondensace jednotlivých součástí. Tím vzniká příčina mocného vývoje elektřiny; neví se ovšem, zdaž vývoj ten vzniká při vypařování a expansi anebo při pozdější kondensaci látek. Elektřina obsažená v comě komet jest stejnojmenná s elektřinou slunce, proto vzniká odpor u z v á n í, jež způsobuje v comě mocný pohyb velmi rozředených látek, jež se pak kolem jádra na straně od slunce odvrácené utvářejí v ohon komety.

Theorie ta vysvětluje sice velmi nenuceně pozorované úkazy komet, avšak nelze tvrditi, že jest bez námitek; jedna z hlavních námitek jest, že theorie tato musí předpokládati, že slunce má jednoznačný (negativní) elektrický náboj.

Tato theorie nabyla mocné opory výzkumy ruského astronoma Bredichina, jenž podrobil útvary pozorovaných

jména; pozoroval veliký počet komet a jich dráhy počítal. Trvalou památku si zajistil pojednáním „Über die leichteste und bequemste Methode die Bahn eines Cometen zu berechnen“ (Weimar 1797). O. objevil planetoidy Pallas a Vesta; jeho úvahy a výzkumy v astronomii stellární a ve fotometrii jsou plny nových ideí. Svou milou povahou připoutal celou řadu přátel a ctitelů k hvězdářství, mezi nimiž slavného Bessela. R. 1830 slavil O. své 50leté jubileum doktorské. O. zemřel 2. března 1840

komet přesnému studiu, aby stanovil výpočtem ze tvaru ohonu intensitu repulsivní síly. Bredichin našel, že není síla ta aneb urychlení, jež silou vzniká, u všech vlasatic hodnotou stejnou. Celkem existují tři typy (síly). Při prvním typu jest repulsivní síla (jež působí po odečtení gravitace) rovna asi 12násobné hodnotě síly přitažlivé. Ohony jsou proto dlouhé, přímočaré a od slunce téměř přesně odvrácené. Při typu druhém jest síla repulsivní téměř rovna přitažlivosti. V takovém případě ohony jsou zakřivenější a zůstávají oproti jádru pozadu. Při typu třetím rovná se repulsivní síla od  $\frac{1}{2}$  až do  $\frac{1}{5}$  přitažlivosti. Ohony typu toho jsou ještě zakřivenější a obvykle velmi krátké, též nejsou tak ostře omezeny jako ohony prvních dvou typů. Veškeré pozorované ohony dají se zařadit do těchto tří typů. Nestává žádných komet s jinými ohony, pro něž by repulsivní síly měly hodnoty jiné než jaké byly udány. Při ohonech anomálních, jež se nejspíše skládají z meteorů, jest repulsivní síla menší než přitažlivost, ohon jest obrácen ke slunci. Ohony takové jsou však velice řídké. Bredichin soudil pak z výsledků těch, že ohony těchto tří typů se musí skládati z látek, jichž hustota ve stavu par musí býti nepřímo úměrná příslušným silám repulsivním, tedy v poměru  $\frac{1}{12} : 1 : (2 \text{ až } 5)$  anebo v poměru  $1 : 12 : (24 \text{ až } 60)$ . Mezi chemickými látkami jsou skutečně takové, jež vyhovují poměru tomu. Mají hustoty vodík 1, uhlík 12, uhlovodík 14, dusík 14, natrium 23. Skutečně byla přítomnost látek těch v kometách spektroskopicky dokázána. Dlouhý ohon třídy první se dle toho skládá z vodíku, ohon třídy druhé z uhlovodíku.

Theorie tato vysvětluje také přibližně úkazy mnohonásobných ohonů.

Vlasatice Donatiho r. 1859 byla typu druhého a měla vedle toho slabý ohon typu prvního. Vlasatice z r. 1744 měla dokonce 6 ohonů. Při kometě té byly dobře vyvinuty ohony všech tří typů a každý ohon ukazoval ve dvou větvích (poloohonech) největší jasnost.

Přání, aby se podařilo pozorovati přechod vlasatice před kotoučem slunečním, čímž by se docílilo znalosti vlastní povahy jádra vlasatice, se neočekávaně vyplnilo při druhé kometě z r. 1862. Vlasatice ta blížila se k slunci se tak zjasnila, že byla viditelnou ve dne a mohla býti pozorována až ke vstupu k okraji slunečnímu. Jakmile jádro komety

vstoupilo před kotouč sluneční, zmizela vlasatice úplně a zjevila se teprve, když opět z polohy kotouče slunečního vystoupila. Z úkazu toho se soudí, že jádro komety sestává z části neobyčejně nepatrných rozměrů.

Komety jsou průhledné, nelomí všeobecně paprsků světelných. Ani ohony, ani mlhové obaly, ba ani jádra vlasatic neseslabovala znatelně světla stálic, přes něž se pohybovala. Tak sbledali Bessel při kometě Halleyově a Struve při kometě Bielově, že žádná refrakce neménila poloh hvězd, když tyto byly pokrývány jádrem a obalem komet. W. Meyer shledal však při III. vlasatici r. 1881, že se blava vlasatice skládala z látky světlo lomící a že lomivé síly ubývalo v poměru čtverce vzdálenosti od jádra.

Komety podléhají různým změnám jich vzhledu. Při blížení se k slunci se ohony prodlužují, při vzdalování se od slunce se zase zkracují aneb i docela mizejí. V blízkosti slunce se stabují mlhové obaly (comy), jich obvod se zmenšuje.

Podivuhodné jsou proudy světelné (výtoky), jež se při některých vlasaticích pozorovaly. Již Heinsius shledal proudy takové při kometě r. 1744, bedlivě studoval úkazy takové hlavně Bessel, jenž seznal, že světelné proudy se dějí v rovině dráhy komety na způsob kyvů v periodě 4 až 6 dnů. Vůbec se odehrávají hlavně v hlavách komet velkolepé převraty, jež se dají srovnati pouze s pochody na povrchu slunečním.

Schiaparelli poukázal k tomu, že se musí komety za příčinou jich nepatrné hustoty při blížení se ke slunci rozkládati. Jak dlouho zůstanou komety útvary trvalými, stabilními, nezávisí na rozměrech hlavy komet, nýbrž na množství látky a na vzdálenosti její od slunce. Schiaparelli udává, že se počtná stejnorodý shluk látky, jehož hustota se rovná hustotě ovzduší při  $0^{\circ}$  Celsia a  $0.177 \text{ mm}$  tlaku, rozkládati, jakmile se blíží ke slunci na vzdálenost menší než jest země od slunce. Přibývá-li hustoty ku středu, počíná se útvar ten postupně rozkládati se strany zevnější směrem ke straně vnitřní a rozloží se posléze úplně.

Otázku, co by se stalo se zemí při srážce její s nějakou vlasaticí, lze zodpovědět takto. Způsob a síla výsledku závisela by předem na druhu vlasatice, pak na části hmoty komety, s kterou by země do styku přišla. Země může projíti, (a nejspíše již častěji prošla), ohonem vlasatice, aniž při tom dozná sebe menšího porušení; jestli ohon

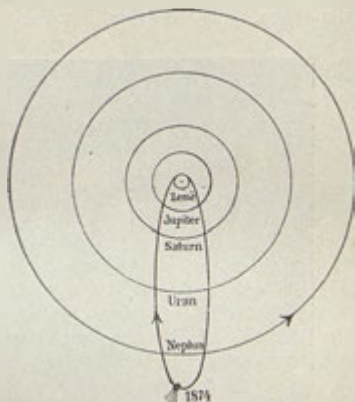


komet tak neobyčejně lehký a jemný, že i při průměru 1 milionu mil se jeví jako závoj ve světle slunečním. Velmi blízko k zemi prošla kometa Lexellova z roku 1770; nejkratší vzdálenost komety od země obnášela 300.000 mil (asi 6násobnou vzdálenost měsíce od země). Působení země na kometu bylo tak silné, že se doba oběhu komety změnila o 2 dny. Působením komety na zemi musila by se také doba oběhu země, tedy i délka roku, pozměniti. Výpočet podává pro případ, že by se hmota komety rovnala hmotě země, že by se délka roku změnila o 2 hodiny 53 min. Délka roku se však ve skutečnosti nezměnila ani o 2 sek., z čehož plyne, že hmota komety neobnášela ani  $\frac{1}{6000}$  hmoty zemské. Průchod země kometou teleskopickou byl by provázen velkolepým padáním meteorů (viz později), z nichž by mnohé na zemi dopadly. Srážka země s jádrem velké komety by byla však pro zemi zkázonosnou. Během několika málo vteřin při průchodu komety ovzduším by se vyvinulo takové horko, jež by vše zničilo v okruhu mnoha mil ještě dříve, než by vlastní jádro komety obromnou silou na zemi dopadlo, vše v cestě jsoucí ničíc. Pravděpodobnost takového úkazu jest však tak nepatrnou, že, jak Newcomb případně praví, spíše slepec, jenž na zdař bůh do vzduchu z pušky vystřelil, zasáhne střelou tou ptáka, než by byla možná srážka naší oběžnice s jádrem některé vlasatice.

Kometa Halley-ova. V srpnu 1682 objevila se na severním nebi vlasatice, jež dle Halley-e<sup>1)</sup> drahou svou

<sup>1)</sup> Halley Edmund, narodil se r. 1656 jako syn bohatého mydláře v Haggerstonu u Londýna. V 17. roku věku svého odebral se do Oxfordu, kde se theoreticky tak rychle vzdělal, že již r. 1676 uveřejnil ve Philos. Trans. pojednání z theorie planet. Téhož roku cestoval na státní útraty na St. Helenu, aby tu ve spojení s Hevelem a Flamsteedem pozoroval hvězdy jižního nebe. Ovocem vědecké výpravy byl: „Catalogus stellarum australium“ (Londýn 1679) R. 1678 stal se H. členem král. společnosti (Royal Society). R. 1679 byl vyslán do Danzigu k urovnání sporu o přesnosti pozorování pomocí dalekohledu aneb bez téhož, vzniklého mezi Hookem a Hevelem. H. zabýval se pilně zemským magnetismem, za účelem tím odebral se r. 1698 na pobřeží jižní Afriky a r. 1699 na břeh jižní Ameriky. Ovocem obou těchto výprav byla první mapa deklinace. R. 1703 stal se H. professorem matematiky v Oxfordu, r. 1713 tajemníkem král. společnosti a r. 1720 po smrti Flamsteedově král. astronomem v Greenwichi, kdež r. 1742 zemřel. H. byl i na poli fysikálním a mathematickém činným, v hvězdářství patří H. mezi nejplnější a nejzasloužilejší astronomy doby novější. H. byl první, jenž vypočítal

se podobala kometě, již r. 1607 pozoroval Kepler. Dráhy obou vlasatic byly téměř totožny; vztah ten oprávnil Halley-e prohlásiti totožnost obou komet. Kometa dle toho obíhala v ellipse kolem slunce asi v době 75 roků. Této době oběhu vyhovují některé úkazy komet, jež byly dříve pozorovány, tak kometa z r. 1531 a kometa z r. 1456, jež způsobila takový postrach ve světě křesťanském, že papež Kalixt nařídil modlitby k ochraně před Turky a před kometou. Halley předpověděl na základě shody jmenovaných čtyř úkazů opětne objevení se komety v roce 1758. Clairaut podrobil pohyb komety na základě tehdy založené theorie gravitační přesnému kalkulu s ohledem k působení přitažlivosti větších planet na běh komety a shledal, že působením Jupitera a Saturna se opozdí příští návrat komety asi o 618



Obr. 195. Dráha komety Halleyovy.

dnů, tak že kometa neprojde přisluním před polovicí dubna 1759; vskutku objevila se vlasatice koncem roku 1758 a prošla přisluním 12. března 1759. První objevil vlasatici na Štědrý večer sedlák Jiří Palitzsch<sup>1)</sup> u Drážďan. Následující návrat vlasatice r. 1835 byl již vypočten s ohledem k působení přitažlivosti planet (vyjímajíc Urana a tehdy ještě nezná-

dle Newtonovy metody dráhy více než 20 komet, mezi nimiž i dráhu periodické komety, jež nese jeho jméno. Pojav při pozorování přechodu Merkurova před sluncem na St. Heleně r. 1677 idou a princip nové metody o určení parallaxy sluneční z přechodů Venuše před sluncem, uveřejnil metodu tu v Philos. Trans. r. 1693 a 1716 H. upozornil r. 1718 na vlastní pohyb různých stálic.

<sup>1)</sup> Palitzsch (Palič?) Joh. Georg, sedlák z Prohlis u Drážďan, osvojil si samostatně znamenité vědomosti mathematické a astronomické, objevil koncem r. 1758 kometu Halleyovu, pozoroval hvězdy měnlivé a objevil neodvisle od jiných též měnlivost Algolu.

mého Neptuna) na běh komety na základě již zdokonalených method početních přesněji a snadněji než dříve jednak Rosenberger-em a Lehmannem, jednak Francouzi Damoiseau-em a Pontécoulant-em. Vlasatice byla poprvé uzřena 5. srpna 1835 od Dumouchela v Paříži a prošla přísluním 16. listopadu, jen 3 dni později než jak Pontecoulant udal. Kometa byla do polovice května 1836 stopována, kdy zmizela i v nejmocnějších dalekohledech



Obr. 196. Kometa Bielova (rozdvojená), 19. února 1846 dle Struve.

tehdejších. Dle theorie prošla r. 1873 nejvzdálenějším bodem své dráhy, (viz obr. 195.) jenž leží ještě za dráhou Neptunovou, a od té doby nalézá se na cestě opětého návratu k nám. Pontécoulant klade příští průchod přísluním do polovice května 1910. Přesné datum dlužno očekávati teprve od výpočtu, jenž v úvahu vzíti musí působení Urana i Neptuna na běh vlasatice. Planeta Jupiter zkrátí tentokráte dobu oběhu o 679 dní, kometa bude přecházeti kolem dráhy zemské ve vzdálenosti 300.000 mil (roku 1835 byla vzdálenost ta 3 mill. mil).

Kometa Bielova. Velmi zajímavou jest vlasatice, již objevil 26. února r. 1826 v Josefově v Čechách Biela<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Biela Vilém, baron, nar. se r. 1782 v Rosslavě v Hareu, byl poslední ze staročeského rodu pánů z Bělé, kteří se v třicetileté válce z vlasti vystěhovali. Vychován byl v Drážďanech, od r. 1805

a jež byla po svém objeviteli pojmenována kometou Biellovou. Josef Morstadt<sup>1)</sup> poznal kolem r. 1820, že kometa objevená 10. listopadu 1805 Ponssem a označená 1806 I jest pátý návrat komety objevené 1772 Montaigne-m, že tudíž doba oběhu komety obnáší asi  $6\frac{3}{4}$  roků, a proto že lze kometu opět očekávati r. 1826. Morstadt vyzval přítele svého, milovníka astronomie Viléma Bielu, jenž tehdy v Josefově jako setník sloužil, aby se pokusil o vyhledání komety. Biela ochotně vyhověl vyzvání a našel kometu v naznačený čas, načež



Obr 197. Kometa Biellova, 21. února 1846 dle Struve.

provedl i výpočtení dráhy a podal důkaz o správnosti náhledu Morstadtova.

V listopadu 1832 objevila se kometa opět s větší odchylkou od výpočtu a byla pilně sledována. V zimě

---

sloužil ve vojště rakouském. Po francouzských válkách přišel r. 1815 do Prahy, kdež studoval astronomii. R. 1832 stal se B. komendantem v Rovigu; onemocněv r. 1844 odebral se na odpočinek do Benátek, kde r. 1856 skonal. B. objevil 3 vlasatice, mezi nimiž, jsa setníkem v Josefově, periodickou, jež nese jméno vlasatice Biellova. B. napsal „Die zweite Weltenkraft“ a několik článků do odborných časopisů. Bližší o objevu vlasatice Biellovy viz F. J. Studnička, Bericht über die math. natur. Publik. der k. böhm. Gesell. d. Wiss. während ihres 100jähr. Bestandes p. 49 et seq.

<sup>1)</sup> Morstadt Josef, narodil se r. 1797 v Kolíně v Čechách, byl c. k. úředníkem a majitelem soukromé hvězdárny v Praze, zemřel r. 1869 v Lichtenwaldu v Stýrsku.

1845—46 objevila se vlasatice přesně dle výpočtu. Začátkem roku 1846. rozpadla se vlasatice ve dvě vlasatice různé podoby a světlosti (viz obr. 196. a obr. 197.). Menší vlasatice rostla od února, až se vyrovnala světlostí družce, pak se stala menší a slabší a zmizela posléze v březnu, kdežto družka mohla býti ještě celý měsíc potom sledována. Zdánlivá vzdálenost obou částí rostla od polovice ledna ze 2' do polovice března na 9'; pravá vzdálenost obnášela v polovici ledna 45, v polovici února 49, koncem března pak jen 43 poloměrů zemských.



Obr. 198. Obě komety Bielovy, při návratu r. 1852 dle Secchi-ho.

R. 1852. se obě vlasatice vrátily. Nejprve byly pozorovány v srpnu, byly však již 378 poloměrů zemských od sebe vzdáleny. (viz obr. 198.) Vzdálenosti té přibýlo během září ještě o 30 poloměrů zemských. Světlostí se složky vzájemně předstihovaly, tak že bylo těžko poznati, která z nich jest vlasaticí hlavní. Koncem září zmizely. Od té doby vykonala vlasatice třikráte svůj oběh kolem slunce, přísluním prošla vlasatice 1859, 1865, 1872 a 1878. R. 1859 nebyly vlasatice nalezeny snad pro nepříznivou svou polohu k zemi; rovněž nebyly nalezeny r. 1865 snad pro velikou vzdálenost od země. R. 1872 vyskytlo se velmi příznivé postavení vlasatic k zemi; vlasatice nebyly však nalezeny, tak že se musí za to míti, že se rozložily, rozpadly. Některé trosky vlasatic těch způsobily velkolepé padání hvězd 27. listopadu 1872 a 1885.



Kometa Bielova jest také známou, že se může velmi přiblížiti k zemi, ba i s ní se sraziti. Poznání stavu toho způsobilo r. 1832 veliký postrach i v učených kruzích. Strach ten nebyl však odůvodněn, neboť kometa přecházela kolem dráhy zemské sice ve vzdálenosti 13krátě menší než jest vzdálenost měsíce od země, ale v době, kdy země na své dráze byla ještě daleko vzdálena od nebezpečného místa; nacházelať se od místa toho vzdálena 13 millionů mil.

Také srážka komety s kometou Enckeovou v místě, kde dráhy obou těles se protínají, není vyloučena.

Elementy obou vlasatic jsou:

Biela severní:			Biela jižní:		
průchod přísluním 1852 září 23	17 <sup>h</sup>	par. č.;	1852 září 22	23 <sup>h</sup>	par. č.
délka přísluní	109 <sup>o</sup> 5'			108 <sup>o</sup> 58'	
délka uzlu výstupného	245 50			245 58	
sklon	12 33			12 34	
velká poloosa	3 526			3 535	
excentricita	0 755			0 755	
nejmenší vzdálenost od slunce					
v poloměrech dráhy zemské	0 860			0 861	
největší vzdálenost od slunce	6 17			6 20	
siderický oběh v jul. rocích	6 587			6 629	
podle výpočtu d'Arrest-ova.					

Úkaz rozštěpení a rozdělení vlasatice Bielovy nezástal ojedinělým. Již Seneca mluví o rozdělení vlasatice. Úkaz podobný byl pozorován, a to ještě zřejměji, také u velikých komet: u druhé komety z roku 1618 a u komety z r. 1652. Jádro komety první se rozložilo brzo v celou řadu malých jader. Hlava komety druhé měla již s počátku vzhled bleďého kotouče velikosti měsíce, posázeného jádry.

Také veliký počet obyčejných komet teleskopických poukazuje svým granulovaným (zrnitým) vzhledem jádra k nastávajícímu processu rozdělení. R. 1860 26. února objevil Liais v Brasílii vlasatici podvojnou, jež celkem co do změny se podobala kometě Bielově. V novější době byly úkazy podobné pozorovány u více komet, tak bylo u druhé vlasatice roku 1882. pozorováno 5. října na hvězdárně v Kielu rozdělení jádra nejprve ve dvě části, 13. října objevily se tři, několik dní později pak čtyři a v lednu 1883 pět jader. J. Schmidt objevil již 9. října, že se ve vzdálenosti málo stupňů od komety nalézal útvar mlhovitý, jenž se rovnoběžně s jádrem komety pohyboval a již po několika dnech zmizel. 14. října našel Barnard v Nashvillu poblíže

komety 6 až 8 oddělených hmot mlhových, jež rovněž rychle zmizely. Několik dní později nalezl posléze Brooks v Phelpsu opět na jiném místě mlhovinu, jež brzy opět zmizela. Rozštěpily se tedy části komety a po krátkém čase se rozložily.

Kometa Encke-ova. Kometu Encke-ovu objevil nejdříve v Paříži Méchain 17. ledna 1786. Vlasatice byla



Obr. 199. Změny komety Enckeovy dle Schwabe. 1. Vzhled komety 19. října 1838. — 2. Vzhled 5. listopadu. — 3. Kometu dne 10. listopadu. — 4. Kometu dne 12. listopadu.

znovu objevena r. 1795 Karolínou Herschelovou, r. 1805 Bouvardem a r. 1819 Ponsem. Od doby té byla poznána jako periodická kometa od Encke.<sup>1)</sup> (Obr. 199. demonstruje

<sup>1)</sup> Encke Johann Franz, nar. se r. 1791 v Hamburku, vstoupil r. 1811 na universitu v Gotinkách, kde byl Gaussem připoután k astronomii. R. 1813 vstoupil E. do chanzovské legie a r. 1815 do řad pruských. R. 1816 byl E. ustanoven observátorem při hvězdárně na Seebergu u Gotly a pomocníkem Lindenaua. R. 1822 stal se ředitelem hvězdárny, kdež podnikl výpočet dráhy vlasatice z r. 1680,

změny tvaru a rozměrů komety průběhem 24 dnů v roku 1838. Obr. 200. ukazuje vzhled komety dne 13. srpna 1868.) Kometa ta jest zvláště zajímavou ve dvoji příčině: 1. doba jejího oběhu se stále zmenšuje od návratu k návratu; zmenšení to obnáší asi 2 hodiny. 2. Kometa podléhá značným poruchám od planety Merkura; poruchy ty podávají možnost k určení hmoty, dosud ještě špatně známé, jmenované planety. Pohyb vlasatice té studovali Encke,



Obr. 200. Kometa Encke-ova, dne 13. srpna 1868.

dokázal totožnost vlasatice té s vlasatíci, již 26. listop. 1818 Pons v Marseilli objevil a s vlasaticími z r. 1805 a 1795. Vlasatici té, jež nese jeho jméno, věnoval E. 8 pojednání (1829—1859). Za přesná určení dráhy vlasatice přičkla mu Král. hvězd. spol. v Londýně 1823 a Král. spol. v Londýně 1828 zlatou medaili. E-ova pojednání o speciálních perturbacích, o počtu interpolačním, methodě nejmenších čtverců zakládají se podstatně na přednáškách velikého mistra Gausse, jež záhy poznal a ocenil snahu, píli a počtářský talent Encke-ův. E. účastnil se i Gaussova měření stupňového. Z přechodů Venuše před sluncem pozorovaných r. 1761 a 1769 odvodil E. pro parallaxu slunce hodnotu  $8.57''$ , jež po dlouhou dobu za nejspolehlivější byla považována. R. 1825 byl E. povolán za ředitele hvězdárny do Berlína, stal se tu členem akademie a stálým tajemníkem třídy math.-fys. Zde vyvinul neobyčejně plodnou činnost vědeckou a učitelskou. Jako astronom akademie zasloužil se o vydávání akademických map hvězdných. E. odchoval celou řadu vynikajících hvězdářů. Novou hvězdárnu Berlínskou, jež byla r. 1835 dohotovena, opatřil výtečnými stroji, jimiž byla vykonána velmi cenná pozorování. Od smrti Bode-ho řídil vydávání „Berliner astron. Jahrbuch“ (37 ročníků 1830—66) a napsal do nich 39 pojednání. Jako ředitel vydal 4 svazky astron. pozorování hvězdárny Berlínské. Přes 150 pojednání a zpráv jest obsaženo ve spisech akademie berlínské, přes 200 v „Zachs Monatl. Correspondenz“, v „Astron. Nachrichten“ a jinde. E-ův životopis od K. Bruhnse vyšel v Lipsku 1869; jeho „Gesammelte math. u. astron. Abhandlungen“ vyšly v Berlíně ve 3 svazcích v letech 1888—89. R. 1863 uchýlil se E. z příčin zdravotních do Špandavy, kde r. 1835 náhle skonal. Zasluby E-ovy spočívají hlavně ve vybroušení method pro vypočítání drah těles nebeských ve směru jak theoretickém tak i praktickém.

Asten a v novější době M. O. Backlund. Encke usoudil ze svého studia, že existuje odporující ústředí kolem slunce, že hustota ústředí toho jest nepřetržitou a se mění v obráceném poměru se čtvercem vzdálenosti od slunce. Přítomnost odporujícího ústředí toho by vysvětlovalo urychlování pohybu komety. Backlund odvodil v novější době ze studia pohybu komety tyto výsledky: „Pozorování odporují všem předpokladům o síle odporující, jež jest vyjádřena výrazem tvaru:  $K \frac{v^m}{r^n}$ , když značí  $v$  rychlost komety a  $r$  průvodič

(radius vektor) dráhy a  $K$  konstantu gravitační,  $m$  a  $n$  jsou celistvá čísla. Backlund má za to, že jest lépe zamítnouti všechny domněnky o odporujícím ústředí hustoty nepřetržité a že by se působnost odporu měla omeziti pouze na určité krajiny v prostoru. Současně byla odvozena hmota Merkura rovná  $\frac{1}{8,700,000}$  hmoty sluneční.

Také při periodické kometě objevené r. 1843 Faye-em s dobou oběhu 7 let nalezl Möller v Lundu spočátku zmenšování doby oběhu; pozdější výpočty s přesnějšími daty ukázaly však, že denní střední pohyb komety se nikterak nemění. I u periodické komety Winnecke-ovy s dobou oběhu  $5\frac{1}{2}$  roku, při níž Oppotzer myslil, že sledoval znatelné známky působení odporujícího ústředí, spočívají dle novějších výzkumů odchylky v pohybu dráhy v nedostatečném počtu poruchů, jež vyplývají hlavně z nedokonalé znalosti hmot oběžnic.

K nejpodivuhodnějším vlasaticím patřila kometa z roku 1744, jež vynikala neobyčejnou světlostí a za doby průchodu přísluním (1. března) nabyla takového jasu, že byla viděna prostým okem i v poledne. Vlasatice tato měla krátce po průchodu přísluním  $6, 30^0$ — $40^0$  dlouhých, přibližně stejně vyvinutých ohonů, jež se rozkládaly kol hlavy vějířovitě ve směru od slunce odvráceném.

V 19. století vynikala velikolepostí zjevu a dráhou svou nejprve vlasatice z r. 1811. Vhodné postavení komety k zemi a značný sklon dráhy způsobily, že bylo možno tento stkvostný úkaz nebe pozorovati dalekohledy po dobu 17 měsíců (od března 1811 do srpna 1812). Kometa nabyla prošeďší 12. září 1811 přísluním svého největšího lesku teprve začátkem října; v čas ten byl ohon komety skoro 90 millionů  $km$  dlouhý (zdánlivá délka ohonu byla  $25^0$ ). Jádru jevílo se jako neurčitý světlý terč obklopený druhem tmavého prstenu, za

nimž se rozkládal světelný oblouk comy přecházejí ve dvě ostře omezené větve úzkého ohonu. Dle Olberse tvořilo jádro takřka ohnisko paraboly skládající se z oblouku světelného a ohonu. Argelander, jenž vypočetl dráhu komety, nalezl dobu oběhu  $3065 + 45$  roků.

Podivuhodnou byla vlasatice roku 1843, jež náhle se zjevila v únoru roku 1843 zcela poblíže slunce. Kometu byla v jižnějších místech s počátku za dne viditelnou, mnozí hvězdáři měřili v době té zdánlivou vzdálenost její od slunce. Dne 27. února byla vlasatice jen asi  $1\frac{1}{2}$  stupně od slunce vzdálena; kometu však brzy slábla a zmizela již v dubnu i pro dalekohledy.

Vzdálenost přísluní vlasatice od středu slunce obnášela jen 1 million *km*, od po vrchu slunečního pak dokonce jen 310.000 *km*. Vlasatice měla nepatrné jádro, ohromný však ohon, jenž dostoupil po průchodu komety přísluním délky asi 250 millionů *km*. Různé výpočty dráhy této vlasatice udávají pro dobu oběhu 35 až 530 roků, čemuž se nelze diviti, neboť oblouk dráhy, v kterém se vlasatice mohla po 6nedělní dobu viditelnosti pozorovati, byl tak malý, že i parabola i ellipsa s krátkou dobou oběhu k oblouku takovému těsně přiléhá.

Kometu Brorsenova byla objevena 26. února 1846 Th. Brorsenem <sup>1)</sup> v Kielu a byla jako kometu 1846 III



Obr. 201. Kometu Brorsenova dne 14. května 1846 dle Bruhna.

<sup>1)</sup> Brorsen Theodor, nar. se r. 1829 v Norburgu, studoval v letech 1842—45 na universitě v Kielu, kde objevil r. 1846 periodickou kometu, jež nese jeho jméno a kometu 1846 VII. Seznámiv se se Schumacherem odebral se r. 1847 jako pracovník na hvězdárnu v Altoně, kdež objevil třetí kometu 1847 V. Téhož roku byl povolán jako observator na nově zřízenou hvězdárnu barona R. Parishe v Žamberku v Čechách. Zde objevil B. vlasatice 1851 III. a 1851 IV. a konal až do r. 1855. četná pozorování, zde objevil též protisvit světla zvířetníkového. B. trávil v Žamberku do r. 1867, načež žil



do 22. dubna pozorována. Záhy bylo poznáno, že kometa jest krátkoperiodickou vlasaticí s dobou oběhu 5.5 roku a že nejbližší návrat přísluním dlužno očekávati 26. září 1851. Vlasatice nebyla r. 1851 pozorována, byla pak náhodou 18. března 1857 Bruhnsem nalezena jako kometa 1857 II. Vlasatice nebyla opět na podzim r. 1862 pozorována,



Obr. 202. Vlasatice Donati-ova, 5 října 1858 dle G. B. Bonda.

byla pak dle výpočtu Bruhnse tímto 12. dubna 1868 opět nalezena, obr. 201. podává Bruhnsov výkres komety pro 14. květen 1868; při následujícím návratu byla kometa 31. srpna 1873 Stephanem v Marseillu jako velmi slabá vlasatice (1873 VI) objevena. Dle výpočtu Schulze, jenž bral v úvahu poruchy způsobené planetami, byla kometa několika

v úplném zátiší jako podivín ve svém rodišti na ostrově Alsen maje zálibu pouze v květinách. Zde zemřel 31. března 1895.

hvězdáři r. 1879 (1879 I) opět nalezena a pilně do 23. května stopována. R. 1884 nebyla kometa více nalezena, ačkoliv byla pilně hledána, rovněž nebyla roku 1890 nalezena ani mocnými hledidly. Otázku: rozložila se vlasatice aneb zesláblo světlo její? zodpoví teprve budoucnost. Kometa Brorsonova jest zají-

mavá svým velkým sklonem  $290^\circ$ . R. 1842 přišla k Jupiteru až na vzdálenost 0.055 a byla vlivem této velké planety



Obr. 203.



Obr. 204.

teprve v nynější dráhu uvedena, dříve pohybovala se v dráze se sklonem  $45^\circ$  stupňů. Kometa Brorsonova nejevila žádných proudů světelných, vyznačovala se však silnými měnami vzhledu a rozměrů po průchodu přísluním. Dle nejnovějších výzkumů E. Lampa jest velmi pravděpodobno, že kometa Denningova 1894 I jest ve spojení

s kometou Brorsenovou; obě vlasatice stály koncem ledna 1881 současně velmi blízko na témž bodu světového prostoru; snad tvořily obě vlasatice až do označené doby jen jediné těleso, jež nějakou událostí bylo roztrženo.

Začátkem února r. 1880 vyskytla se pro jižní polokouli opět velká kometa v bezprostřední blízkosti slunce; vlasatice ta se stala také brzo neviditelnou, dráha její vykazuje ve-



Obr. 205. Kometa Donatjova, 6. a 8. října 1858 dle výkresů Bondových.

likou podobnost s dráhou komety z r. 1843, takže se soudilo, že komety r. 1843 a 1880, jež i v ohledu fysickém mnohé podobné vztahy jevily, jsou totožné; pro dobu oběhu by plynula hodnota 37 roků. Mnozí hvězdáři však nieméně myslí, že obě vlasatice nejsou identické, nýbrž že spíše obě komety tvoří soustavu, a podpirají náhled ten o zjev nové komety 1882 II, jež vykazovala opět téměř identické elementy jako obě dříve uvedené vlasatice; že by se pak kometa z r. 1880 byla tak záhy vrátila, jest úplně vyloučeno. Kometa 1882 II se přiblížila k povrchu slunečnímu až na 30.000 mil, jádro její se silně ohřálo a roztáhlo, načež se

rozdělilo ve 4 jednotlivá jádra, jež vykonávala svůj další běh úplně na sobě nezávisle. Krentz odvodil pro doby oběhu jader těch 670, 770, 880 a 960 roků. Jest pravděpodobno, že takové oddělování se hmot se může za příznivých okolností opakovati; proto lze také pokládati za

možné, že se

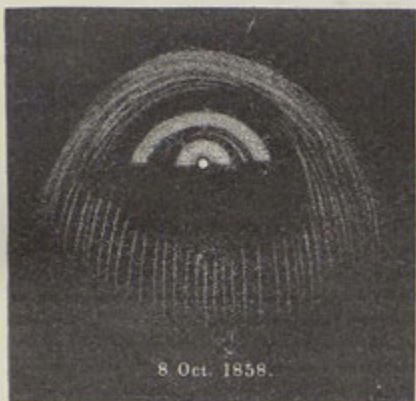
od velké komety 1882 II již při dřívějších přechodech před sluncem odloučily části, jež jako samostatné komety se vrátiti mohou. Snad pocházejí od jediné obrovské komety

vlasatice r. 1668, 1689, 1835, 1880 I a 1887 I.

K nejkrásnějším zjevům doby nové patří kometa, jež byla viditelná na podzim r. 1858 na nebi západním. Vlasatice se vyvinula docela ponenáhlu z nepatrných začátků ve zjev velkolepý. Kometu objevil 2. června 1858 nejprve Donati ve Florencii jako



Obr. 206.



Obr. 207.

slabou mlhovinu průměru 3'; vlasatice zůstala dlouhou dobu v tomto stadiu, teprve v polovici srpna počal se ohon vyvíjeti, jenž ještě koncem měsíce toho byl teprve půl stupně dlouhý. Od doby té rostl ohon značně, také jádro se zjasňovalo značně. V první polovici října, nedlouho po průchodu přísluním, dosáhla pak kometa největšího lesku. Překrásný pohled skýtala vlasatice kolem 5. října, kdy velmi blízko její

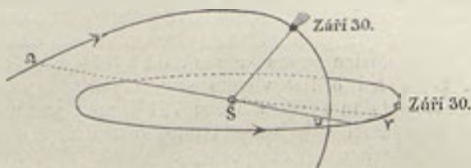


Obr. 208.

hlavy stál Arctur, hvězda 1. velikosti (viz obr. 202.). Ohon nabyl v polovici měsíce podivuhodného tvaru pérovitého, byl asi  $60^{\circ}$  dlouhý a na nejzazším konci více než  $10^{\circ}$  široký. Ohon ten doprovázel slabý, téměř přímočarý ohon vedlejší. Na hlavě zjevovaly se současně podivuhodné úkazy, z jádra vyvíjela se v periodách asi 4 až 7 dnů řada obalů, jež nepřetržitě přecházely v ohon, jenž byl znatelně rozštěpen. Útvary obalů a jich měny v dobách krátkých znázorňují obr. 203., 204., 205., 206., 207. a 208. Oscillace (kmitání) světelných proudů, jaké vykazovala kometa Halleyova r. 1835, nebyly však

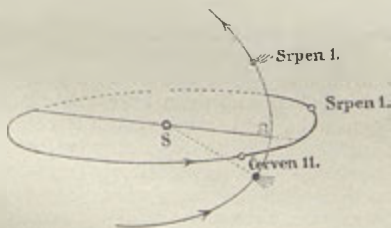


pozorovány. V říjnu spěchala kometa rychle směrem jižním a zmizela koncem měsíce pozorovatelům severním; na jižní polokouli byla však vlasatice stopována až do března 1859. Schematický výkres (viz obr. 209.) znázorňuje dráhu komety a dráhu zemskou. Výpočet dráhy na základě všech pozoro-



Obr. 209. Dráha komety Donati-ovy a země.

vání podnikl G. W. Hill, jenž seznal, že kometa opisuje ellipsu s dobou oběhu 1950 roků. Dle toho by se kometa byla zjevila již r. 92 před Kr. a navrátí se r. 3808. Ovšem jest doba oběhu na 50 a více roků nepřesnou, Asten nalezl pro dobu oběhu 1879, Löwy 2040 roků.



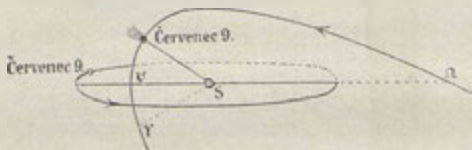
Obr. 210. Dráha velké komety z r. 1861.

Velkou vlasatíci byla kometa, jež 30. června 1861 večer náhle z paprsků slunečních vystoupila. Kometa ta v Evropě viditelná měla na krátkou jen dobu mocný ohon a světlé jádro, během 14 dnů ubylo délky hlavního ohonu asi se

100 stupňů na 25 stupňů, současně klesala světlost jádra; hlavní ohon doprovázel druhý ohon slabý a zakřivený. Jádro zjevovalo podobné obaly světlové, jaké jsme uvedli při vlasatici Donati-ově. Kometa zmizela pro prosté oko v srpnu, byla však však dalekohledy až do jara 1862 pilně stopována. Dráha tělesa toho (viz obr. 210.) stojí téměř kolmo k ekli-

ptice, kometa se přiblížila 30. června k zemi až na vzdálenost 15 millionů *km*.

Jako kometa Halley-ova jevila i srpnová kometa z r. 1862 podivuhodné změny zářící hmoty. Světlost jádra komety se měnila periodicky během tří dnů souhlasně se změnami tvaru comy, světelná hmota tvořící jádro trvala v pravidelném chvění kyvadlovém. Celá hlava vlasatice měnila podivuhodné svůj tvar. Vedle hlavního ohonu byl viděn po krátkou dobu ještě ohon druhý; ohon hlavní byl nejprvé od slunce odvrácen, od polovice srpna se však odchýlil od směru toho již při hlavě asi o  $15^{\circ}$  vlivem síly odpudivé vycházející z jádra. Kometa ta s dobou oběhu  $121\frac{1}{2}$  roku jest památna velkou podobností a nejspíše i totožností dráhy s drahou srpnového roje letavice (viz později).



Obr. 211. Dráha komety Coggia-ovy.

Podivuhodné změny prodělala též kometa, již objevil Coggia 17. dubna 1874. S počátku byla vlasatice ta slabou a pohybu malého. V květnu se rychle zjasňovala a byla již začátkem června pouhým okem viditelnou blíže místa, kde byla objevena. Pak nastalo delší zjasňování a současně urychlování pohybu na jih. Z malého, poněkud vejčitého jádra proudila hmota světelná, a to asi od polovice června ve 2 jednoduchých obloucích světelných, jež přecházely v ohon, kterýž byl uvnitř ostře omezen; v červenci byly světelné proudy velmi nepravidelné, obaly světelné se brzo na jedné, brzo na druhé straně jádra takřka pokrývaly. Ohon byl nejprve v polovici května jen v dalekohledu viditelný, vyvíjel se pak značně od polovice června, kdy ho Schmidt v Athenách prostým okem zřel. Počátkem července byl ohon  $15^{\circ}$  dlouhý a málo zakřivený, světlosti jeho ubývalo rychle se vzdáleností od hlavy. Po průchodu přísluním dne 9. července se ohon dále rozvíjel a svítil v době od 15. do 23. července na severním obzoru o půl noci, kdy hlava vla-

satic již dávno sestoupila pod obzor, jako široký paprsek severní záře; délka ohonu obnášela tehdy asi 55—60 stupňů. Vlasatice prošla sestupným uzlem 22. července a byla koncem července na jižní polokouli opět uzřena ve světle již mdlejší; byla tu pak pozorována až do začátku října. Obr. 211. znázorňuje dráhu komety.  $\Omega$  jest výstupný uzel,  $\varpi$  pak sestupný uzel dráhy.  $S^{\circ}$  jest směr k bodu jarnímu.

Velmi zajímavou byla velká vlasatice 1881 III, již 22. května 1881 Tebbutt ve Windsoru objevil. Kometa mohla býti pozorována na severní polokouli teprve 22. června; koncem června a začátkem července skýtala pozorovateli krásný zjev, ohon komety se mohl ten čas stopovati až na  $200^{\circ}$  délky. Ohon byl na straně svého denního pohybu velmi ostře omezen přímkou, ležící téměř v rovině slunce — země; druhé omezení ohonu bylo asi v třetině délky ohonu velmi neurčité, ztrácejíc se ponenáhlu v prostoru. Hlava vlasatice ukazovala na straně ke slunci obrácené silné periodické proudy světelné, jež ode dne ke dni měnily naklonění k ose ohonu až i o 90 stupňů. Huggins fotografoval vidmo komety a shledal dvě světelné čáry za čarou H. Čáry ty ukazovaly též komety roku 1866 a 1868. Vogel považoval vidmo komety za vidmo směsi uhlovodíku a kyslíčniku uhelnatého. Kometa byla pozorována po dlouhou dobu 9 měsíců.

Velmi zajímavou byla též vlasatice 1888 I objevená Sawerthalem<sup>1)</sup> na Mysu Dobré Naděje. I u této komety se vyskytlo ponenáhle rozštěpení jednoduchého jádra ve více částí. Neobyčejně zajímavým byl u vlasatice té, teprve dva měsíce po průchodu přísluním, náhlý světelný výbuch, jímž se světlost zvýšila asi o 2 třídy velikosti; současně vystoupily z jádra dva velmi světlé výběžky, jež se ohnuly kruhovitě na obě strany jádra a předčily světlostí ohon komety.

Vlasatice 1889 V, objevená Brooksem, byla shledána periodickou s dobou oběhu 7 let. V mocných dalekohledech hvězdáren na Mount Hamiltonu, ve Vídni a v Pulkově byly u této komety pozorovány velmi zajímavé zjevy. Barnard byl první, který zpozoroval dva slabší průvodce komety, ve Vídni byl později objeven ještě třetí průvodce. Jeden průvodce pozbyl záhy svého zřejmého jádra, rozprchal se a zmizel konečně. Třetí průvodce se naopak stále zjasňoval,

<sup>1)</sup> Z české rodiny Závrtalů.

až předčil světlostí kometu hlavní, potom slábl podobným způsobem jako průvodce prvý. Dráhy průvodců ležely dle výpočtu vesměs v rovině dráhy hlavní komety; výpočet také udával, že odloučení od hlavní komety se stalo současně u všech průvodců v odslnu dráhy. Chandler poukázal k tomu, že se vlasatice v květnu 1886 značně přiblížila k Jupiteru, a že poruchy touto planetou způsobily odštěpení menších částí, jež staly se průvodci komety hlavní, dále shledal, že Jupiter úplně pozměnil dráhu, v níž vlasatice dříve během 27 roků obíhala, v dráhu s dobou oběhu 7 let. Čtyři doby oběhu této komety se rovnají 9 oběhům Jupiterovým kolem slunce; vlasatice přišla tedy již r. 1779 do okolí Jupiterova. V dobu tu byla pozměněna Jupiterem také dráha komety Lexellovy. I jest náhled Chandlerův, že obě komety jsou totožny, dosti pravděpodobný.

K nejzajímavějším vlasaticím doby poslední patří kometa, již 6. listopadu 1892 poblíže velké mlhoviny v Andromedě objevil Holmes v Londýně. Kometa se jevila jako světlá, kruhovitá mlhovina průměru 5' s centrálním zhuštěním, ale bez jádra. Brzo se ukázalo, že kometa prošla přisluním již několik měsíců dříve, že se za doby objevu nalézala již ve veliké vzdálenosti od slunce, že dráha její jest elliptickou s krátkou dobou oběhu. Kometa byla o dva dni později také mnohými jinými pozorovateli objevena. Světlostí komety pomalu ubývalo, při čemž kometa značně rostla, koncem listopadu vzrostla kometa až na 30'. Současně přibývalo průhlednosti bledé hmoty mlhavé tak silně, že byly viditelný nejhustší části vlasatice i slabé hvězdy. Za kometou rozkládal se malý, slabý ohon, jenž na fotografiích Barnardových ze dne 10. listopadu vykazoval délku  $\frac{1}{2}^{\circ}$ . Fotografická deska ukazovala na konci ohonu, ve vzdálenosti  $1^{\circ}$  od hlavy, slabou difúzní (roztáhlou) mlhovinu, jež byla v souvislosti s kometou. Kometa byla do konce listopadu viditelnou prostým okem jako bledá, malá mlhovina, začátkem prosince mohla se lehko pozorovati hledidly středními, pak ubývala neobyčejně rychle světlost její, takže začátkem ledna 1893 byla s námahou viditelná i mocnými hledidly. Kolem 16. ledna se na místě komety zjevil objekt stálci podobný, velikosti 7·8 s mlhovým obalem průměru 30". Kometa i ohon úplně zmizely. Brzy potom nabyl objekt opět svého obyčejného vzhledu jako kometa, 23. ledna vzrostla kometa opět na 2' průměru. Uprostřed února se jevila kometa opět jako bledá, roztáhlá

mlhovina průměru 5'—10'. Během března byla kometa viditelnou jen v nejmocnějších hledidlech. Vidmo komety bylo sledováno souhlasně různými pozorovateli spojitým. Kometa obíhá v dráze, jež se nalézá uvnitř dráhy Jupiterovy.

Nejlepší elementy vlasatice té podal v Astr. Nachrichten č. 3293. H. J. Zwiers. Elementy jsou pro epochu 1896 červenec 26. středního času Greenwichského:

Střední anomalie	776461.726"	
délka přísluní	345°37'42.20"	} vzhledem k aequi- noctiu 1892.0.
" uzlu	531 38 55.89	
sklon	20 48 22.63	
výstřednost	0.410.	Kometa se vrátí
denní pohyb střední	515.95724"	v květnu 1899.
log (velké poloosy)	0.5582619.	

Zajímavou byla vlasatice objevená W. F. Galem v Sydney 1. dubna 1894. H. C. Russell a objevitel sledovali, že během měsíce dubna ohon častěji úplně zmizel a značné proměny jevil; byl ohon brzo úzký a dlouhý, brzo široký a vějířovitý. Úkazy ty potvrzovala také fotografie. Za doby největšího lesku koncem dubna se jevila vlasatice v dalekohledech dle souhlasných pozorování různých astronomů jen jako velká, kulatá, uprostřed silně zhuštěná mlhovina bez ohonu anebo nanejvýše s velmi krátkými ohonky; naproti tomu ukazovaly fotografie Barnardovy, Wolfovy a snímky bratří Henry vlasatice s úzkým, jasným, několik stupňů dlouhým ohonem, jenž se na konci dělil. Úkaz ten lze vysvětliti tím, že světlo ohonu bylo velmi bohato na paprsky aktinické (chemické).

V ohledu kosmogonickém budila zájem vlasatice 1886 II, již 3. prosince 1885 objevil Barnard. Farář Thraen dokázal na základě velmi pečlivého rozboru všech pozorování objímajících dobu 9 měsíců, že kometa opouštějíc vnitřní prostor naší soustavy sluneční, opisovala dráhu hyperbolickou. Thraen položil si proto otázku, zdali vlasatice již také s hyperbolickou drahou do soustavy sluneční vstoupila anebo nebyla-li uvedena v dráhu takovou vlivem Jupitera a Saturna, jimž se poblíže přísluní velmi přiblížila. Výpočet poruchů, jež způsobily jmenované planety ve výstřednosti dráhy, ukazuje, že výstřednost od r. 1885 ponaáhlu klesala na jednotku, že tvar křivky dráhy byl před 5. říjnem 1882, kdy kometa měla vzdálenost od slunce 12.7 poloměrů dráhy



zemské, dlouhotáhlou ellipsou a že kometa byla při průchodu přísluním v květnu 1886 poruchy Jupitera a Saturna z naší soustavy sluneční vyvržena.

Z novějších periodických komet zasluhují zmínky: kometa 27. března r. 1894 Denningem objevená s malým sklonem dráhy  $5\frac{1}{2}^0$ , jež se pohybuje v dráze elliptické s dobou oběhu asi 7·7 roků. Na základě elementů odvozených z pozorování seznalo se, že se dráha komety blíží ke dráze Jupiterové až na 0·15 poloměru dráhy zemské a že se kometa r. 1889 pohybovala poblíže Jupitera ve vzdálenosti menší, než jest vzdálenost země od slunce, a že tudíž nejspíše teprve tehdy do nynější dráhy byla uvedena. Ostatně ukazovaly další výzkumy Schulhofovy, že kometa může býti identickou s kometami (Grischovovou) 1743 I a (Blanplainovou) 1819 IV.

Velmi slabá kometa objevená 21. listopadu Eduardem Swiftem, synem známého lovce komet prof. H. Swifta, se ukázala býti nejspíše identickou s kometou de Vico-vou 1844 I. Doba oběhu nové komety obnáší 5·8 roků; je-li kometa identickou s označenou vlasaticí, pak se přiblížila značně k Jupiteru v letech 1863, 1874 a 1886, čímž návrat k přísluní během posledních 8 průchodů přísluním se opozdil o více než o rok. Že byla kometa de Vico-va prostým okem viditelná, kometa Swiftova však velmi slabou se zjevila, lze snad vysvětliti tím, že kometa se během mezidobí počala rozkládati v roj meteorů podobně, jak se to ukázalo u Bielovy komety, počínajíc od r. 1846.

Berberich probral otázku, zdaž se vyskytují při vlasaticích příbuznosti drah, jež nelze za náhodilé pokládati, jež právě naopak poukazují na společný původ vývoje komet zdánlivě k sobě patřících. Berberich podal náhled, že veliké množství komet se dá vysvětliti dělením několika málo vlasatic. Také poukazuje Berberich k tomu, že může anebo mohlo i pro Bielovu kometu existovati více členů soustavy. Také Schulhof pokládá existenci celé soustavy Bielovy za pravděpodobnou, myslí však, že soustava ta přináleží větším dílem již minulosti. Rovněž i Bredichin přičítá původ periodických komet dělení velké komety; náhled ten nabývá opory fotografickým objevem komety z 12. října 1892. Kometa ta, objevená Barnardem, vykazuje velikou podobnost dráhy s drahou komety Wolfovy 1884 III = 1891 II. Možná, že i kometa

1874 IV, již objevil 19. srpna 1874 Coggia, jež má dobu oběhu 300 let, náleží k téže skupině. Rozdíly drah komety Barnardovy a Wolfovy se dají snadno vysvětliti způsobenými poruchy od planety Jupitera. Podobně může mít kometa Brooks-Lexellova příbuzné v kometách Faye-ové, de Vicové a několika starších vlasaticích. Nejspíše náležejí téže soustavě velká kometa z r. 1807, pak kometa 1880 V, kometa 1881 III, dále komety Sawerthalova 1888 I, Davidsonova 1889 IV a Swiftova 1892 I. Dráhy komet těch měly takovou polohu, že musily býti značně pozměněny vlivem planet, a snad i některé stálice (Siria).



## XV. Létavice a meteory.

Za jasné noci pozorujeme často hvězdu rychle letící a mizící opět tak rychle, jak rychle se zjevila. Takovýchto létavic, jasic (Sternschnuppen, shooting stars, étoiles filantes) vidíme za obyčejných poměrů během hodiny asi 5, jsou jednu nebo 2 vteřiny viditelné, pohybují se někdy i pomaleji a dlouhou cestou, zanechávajíce často po sobě světlý ohon trvající někdy několik minut. Mnoho létavic jest tak slabého světla, že se pozorují jen při bedlivé pozornosti nebo náhodou v dalekohledu. Pozorovaly se již létavice 9. velikosti a ještě slabší. Dle J. Schmidta jest počet těchto teleskopických létavic velmi veliký. Některé létavice jsou naproti tomu tak silného lesku, že ozařují celou oblohu; létavice ty nazýváme meteory (v užším smyslu) nebo body (koule ohnivé). Barvy létavic jsou různé; většina jest barvy bílé, některé jsou barvy žluté, málo barvy červené a zelené. Některý čas padaly létavice tak zhusta, že budily neobyčejný zájem a uváděly lidstvo ve veliký postrach. Tak v noci 12. listopadu 1799 viděli Humboldt a Bonpland v Andách ke 2. hodině pravý déšť jasic. V několika hodinách zjevily se tisíce jasic, předčíce leskem občas i lesk Venuše, létavice vystupovaly nad obzor mezi východem a severovýchodem a letěly k jihu. Další veliký déšť létavic byl bedlivě pozorován v severní Americe r. 1833. Olmstedt v Newhaven založil na základě svých pozorování úkazu toho

svoji theorii, jež opírajíc se sice o chybné náhledy, přece upravila cestu k dalšímu poznání příčin velkolepého úkazu. Hlavně H. A. Newton podal po letech 1860 výzkumy, poučující nás o pravé příčině úkazu toho.

Od létavic dalekohledných, obyčejných a bolidů liší se ne sice v podstatě, ale ve stupni zjevu, a chroolithy, povětroně (meteority, kameny meteorické), jež na zem dopadají. Určitých mezí nelze stanovit ani mezi teleskopickými a obyčejnými létavicemi, aniž mezi bolidy a meteority. Létavice a povětroně byly v nejstarších dobách jen výjimečně pozorovány; původně byly za spadlé kameny považovány, později za útvary našeho ovzduší. Ani roj létavic ani déšť povětronů nebudil ve starých dobách zvláštního zájmu. Jen Číňané všímali si těchto úkazů, zaznamenávající je. Eduard Biot poučuje nás ve svém „Catalogue général des étoiles filantes et des autres météores observés en Chine pendant 24 siècles. Paris 1846“ mimo jiné, že nejstarší roj létavic byl pozorován v Číně již r. 687 př. Kr., rovněž že i déšť kamenů se přihodil r. 644 př. Kr. (Rudolf Wolf, Handbuch der Astronomie etc. p. 572). Jiné seznamy podali: Ad. Quetelet, Catalogue des principales apparitions d'étoiles filantes (Brux. 18<sup>29</sup>/<sub>31</sub>); Mich. Chasles, Sur les apparitions périodiques d'étoiles filantes observées du 6 au 12 siècle (1841) a jiní. Také jednotliví Řekové měli na tehdejší poměry dosti správné názory o těchto zjevech. Anaxagoras (kolem r. 465 př. Kr.) uslyšev o padlém povětronu v Thracii tvrdil, že spadl ze slunce; Plutarch v díle o životě Lysandrově soudí, že jsou létavice tělesa nebeská vyvržená nepravidelným pohybem a padající nejen na obydlenou zemi, nýbrž i do moře. Také Arabové všímali si těchto úkazů. Z dob pronásledování křesťanů dlužno uvést pověst o ohnivých slzách sv. Vavřince, upáleného v Římě r. 258 dne 10. srpna, kdy poutal pozornost četný roj létavic. V 16. a 17. století jevil se již větší zájem o tyto úkazy, nicméně byly pronášeny vážné pochybnosti o skutečnosti jich a uznávání zjevů těch bylo považováno za kacířství. Halley shledav při několika pozorovaných meteorech značné výšky a rychlosti, usoudil, že jsou meteory původu kosmického („Account of several extraordinary meteors Ph. Tr. 1714“), jeho důkaz zůstal však nepovšimnut. Dva r. 1751 26. května v 6 hodin večer spadlé povětroně v Hrašíně u Záhřeha v Chorvatsku,

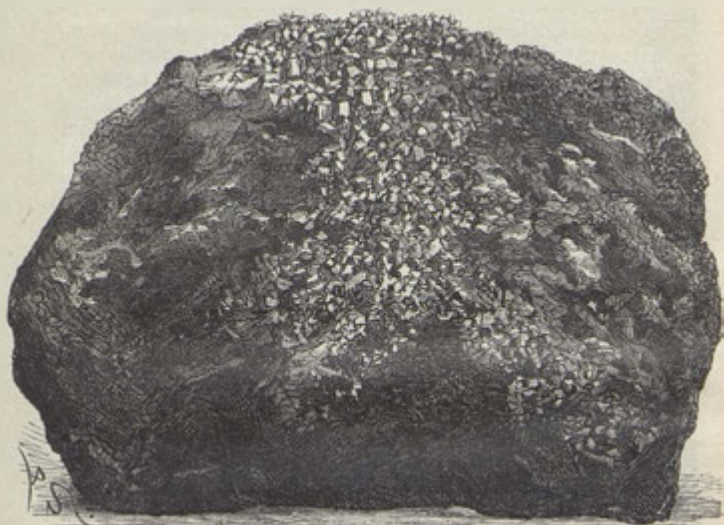
ač skutečnost pádův jich byla protokolárně ověřena, nepřesvědčily pochybovače, ba vídeňský přírodopysk Ondřej Štůtz tvrdil ještě r. 1790, že povětroně ty vznikly v našem ovzduší vybíjením elektrické látky. Pád povětroňů 24. července večer po 9. hodině r. 1790 v Juillac (v Gaskoňsku) osvědčený 300 očitými svědky nepřesvědčil o pravdivosti zjevu ani pařížskou akademii, jež pokládala zjev podobný za fysicky nemožný úkaz.

Ohnivé koule (Feuerkugeln) slovou jasnější meteory a liší se od obyčejných létavic podobou, tvarem a hojností jich zjevení; pohybují se většinou zdoluhavě a obyčejně jen několik stupňů, jsou barvy červené nebo zelené a osvětlují zhusta svým velkým leskem celou oblohu. Jich zdánlivá velikost, t. j. světlost, předčí občas lesk úplňku, kouli následuje pomalu hasnoucí ohon. Počet jich jest menší než počet létavic porůznych, pro celou zemi odhaduje se však nicméně na několik 10.000; zaznamenáno jich jest od narození Páně asi 1500. Zhusta provází zjevy ty ve výštech až více než 100 kilometrů prudké trasknutí (detonace). Meteory, jež na zemi dopadnou jako kovové nebo kamenné hmoty — povětroně (aërolithy), trasknou (detonují) a roztrhují se v nižších výškách. Tyto ohnivé meteory vyskytují se řídkěji na jaře, nejhojněji ke sklonku léta a na podzim; detonují nejčastěji v prvých měsících roku, nejřídkěji ke konci roku. Dle Schmidta padají kameny meteorické nejčastěji v květnu. Meteory s ohony vyskytují se naproti tomu význačně nejhojněji v srpnu a září. Vidma jich jeví tytéž vlastnosti jako vidma létavic obyčejných. Hersehel stanovil ve spektru jasnějších létavic maximum světlosti v části zelené. Secchi pozoroval ve vidmu čáru magnesiou, Konkoly čáru natriovou. Všem meteorům společné spektrum spojitě se snadně vysvětluje žhavým stavem pevných součástí.

Základ k moderním názorům o meteorech podal Chladni. V dile: „Über den Ursprung der von Pallas<sup>1)</sup> gefundenen und anderer Eisenmassen. Riga 1794“ (O původu hmoty železitě nalezené Pallasem a jiných hmotách železitých; povětroň Pallasův, nalezený v Krasnojarsku v Sibiři, váby

<sup>1)</sup> Petr Šimon Pallas (\* 1741 v Berlíně, † 1811 tamže), akademik petrohradský, cestovatel, poznal a popsal (1771) hmotu ryzího železa, jež r. 1749 objevena byla kozákem v Sibiři na vysokém vrchu pohoří břidlového.

700 kg ukazuje obr. 212.) — pokládá povětrně za části kosmické hmoty a poukazuje na vztah jich k létavicím. Chladni a přívrženci jeho utržili si však za učení své posměchu. Teprve ponenáhlu nastával v mínění obecném převrat a pařížská akademie vyslala již r. 1803 Biota k vyšetření kamenného deště padlého 1803 6. dubna o polední v Aigle (département de l'Orne) a upustila na základě



Obr. 212. Železo Pallas-ovo.

zprávy téhož od svého původního předpojatého mínění. Kamenný déšť ten obsahoval 2 až 3 tisíce kamenů jednotlivé váhy 7—85 kg, na elliptické ploše, jejíž velká osa měřila na severozápad  $2\frac{1}{2}$  hodiny, malá osa pak byla hodinu dlouhá.

O původu meteoritů kolovaly nejpestřejší domněnky a vykládaly se jimi nejrozmanitější úkazy. Na začátku tohoto století se mysliło, že jsou vyvrženy z vulkanů měsíce; <sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Již Riccioli (1651) hledal původ meteoritů v praehistorické vulkanické činnosti měsíce. Olbers vypočetl rychlost vývrhu aéro-



teprve poznáním, že meteority se nepohybují kolem země, nýbrž kolem slunce, seznalo se, že by vulkany měsíce musily býti velmi mocně činné, aby vyvrhly tak ohromný počet kamenů, jenž by dostačil, abychom je tak často postihli; dalším poznáním, že nyní vulkany měsíce nejsou činné a dřívější snad činné, spíše lavu chrlicí, nebyly s to takové hmoty vyvrhovati, mizela domněnka o měsíčním původu meteoritů.<sup>1)</sup> Že meteority jsou původu vulkanů zemských, tvrdí se ještě nyní od některých astronomů (Ball). Avšak meteority nejsou podobny nerostům zemským; jsou sice některé minerály v nich podobny mineralům obsaženým ve skalních útvech, některé železité meteority podobají se železům Grönlandským, ale posud nenalezl se na zemi kamenný útvar podobný meteoritům. Zemské vulkany musily by býti úžasně mocny a činny, aby vyvrhly tolik meteoritů, kolik jich známe, meteority musily by dále hoření ovzduší opustiti touž rychlostí, kterou se opět k zemi nyní vrací, meteoritům musila by býti udělena ohromná energie, aby pronikly celé naše ovzduší a vzdalovaly se od země rychlostí planetarní, kterou se skutečně k nám pohybují.<sup>2)</sup> Vážnější domněnka byla, že meteority pocházejí ze slunce. Uvážíme-li, že pevná tělesa mají z horkého slunce vzejiti bez zničení atmosférou slunce tak hustou, seznáme nepravděpodobnost tohoto náhledu. Mimo to musí ze slunce vyvržené těleso působením zákona gravitačního téměř v rovné čáře se pohybovati a opět do slunce se vrátiti, a kdyby až zemského ovzduší dostihlo, musilo by se pohybovati v čáře k ekliptice rovnoběžné, avšak dráhy všech pozorovaných meteoritů byly jiné.

Jiný náhled byl, že meteority jsou trosky planet vnitřní katastrofou roztržených; hypotéza tato jest příliš libovolná, neboť jest těžko pochopiti, proč hmota působením tíže a jiných sil zhuštěná má se roztrhnouti vnitřními silami v kusy,

---

lithů z měsíce nejméně na 2400 metrů v sekundě, aby aërolith na zemi dopadl. Rychlost meteoritů značně převyšuje číslo to.

<sup>1)</sup> Dokázaná stejnost meteoritů s létavicemi a souvislost těchto s vlasaticemi vyžadoval by stejný původ též pro vlasatice (že přicházejí z měsíce).

<sup>2)</sup> Souvislost létavice s meteority mluví také proti domněnce, že meteority pocházejí z vulkanů zemských. Musily by létavice ano i vlasatice je provázeti býti tělož původu.

když přece již ztratila ochlazením svou původní energii. — Meteority byly vůbec příčinou úkazů, pro něž nemohli se nalézt jiné příčiny. „Meteority zásobovaly slunce zářivou energií, udělovaly měsíci jeho acceleraci; lomily tělesa nebeská v kusy, kupily na měsíci hory, způsobovaly zář severní a řídily počasí pozemské. Meteority byly trabanty země; obíhaly ve skupinách neb ojedinele kolem slunce; odražely světlo zvířetníkové, tvořily ohony vlasatic a koronu slunce.“

Zajištěné jsou tyto věty: 1. Světelné dráhy meteorů leží v boření části ovzduší zemského. Málo jich se zjeví ve větších výších než 100 mil a málo jich lze spatřiti v menší výšce než 30 mil od povrchu země, vyjímaje ty, jež na zemi spadnou, kdežto dráhy svrchu uvedené probíhají tělesa mimozemská. 2. Rychlosti meteorů ve vzduchu jsou téhož řádu jako rychlost země ve dráze kolem slunce, v průměru jsou rovny 50 až 250krát rychlosti zvuku ve vzduchu. 3. Proto obíhají kolem slunce jako centralního tělesa a ne kolem země. 4. Čtyři vlasatice jsou v úzkém vztahu ke 4 periodickým rojům létavic, jež se dostavují 20. dubna, 10. srpna, 14. a 27. listopadu. Meteoroidy, jež způsobily tyto roje létavic, tvoří skupiny, z nichž každá se pohybuje ve zvláštní dráze, podobné dráze vlasatice, jež s rojem tím souvisí. Jednotlivé členy roje jsou tak vzdáleny, že nepůsobí vzájemně na pohyb. 5. Obyčejné létavice porůzné neliší se ani tvarem ani podobou od členů rojů. 6. Meteority spadlé v různých dobách a místech liší se chemickým složením, mineralogickým tvarem a pevností; mají však společné vlastnosti lišící je od pozemských útvarů. 7. Nedokázala se posud ani nejmenší stopa organického života v meteoritech.

Velmi pravděpodobné jsou tyto úsudky: Létavice jsou pevná tělesa pronikající vzduch na několik mil, často se trhající v kusy, občas ve vzduchu se zakmitající. H. A. Newton nazývá takováta mimo ovzduší země neviditelná tělíska meteoroidy.

Velmi důkladně zabýval se výzkumy drah meteoritů prof. H. A. Newton z Yall College. Týž rozeznává 3 druhy: 1. 116 meteoritů, o nichž jest zpráv určitých o směru pohybu ovzduším naším, 2. 94 meteoritů, jež za dne spadly, 3. 50 anebo více případů, při nichž udání času jest nejisté.

Prof. Newton dospěl k těmto výsledkům: 1. Meteority (našich sbírek) pohybovaly se původně v dráhách kolem slunce, nakloněných k zemské dráze o méně než 90 stupňů, pohyb jich byl přímý. 2. Důvod, proč jen takovéto meteority k nám se dostaly, nezávisí na příčinách pozemských, nýbrž kosmických. Buď se pohybují meteority, jež protínají dráhu zemskou, vůbec vesměs ve směru přímém (jako planety), anebo meteority ve směru retrogradním se pohybující neprotínají našeho ovzduší a nedostanou se ve způsobu pevném na naši zemi. 3. Vzdálenost přísluní všech téměř drah meteoritů leží mezi 0·5—1·0 poloměru dráhy zemské, tedy v mezích 10 až 20 millionů mil.

První chemické zkoumání povětroňů podnikl a popsal ve svém díle „Opus minerale. Amsterodam 1651“ technický chemik Jan Rudolf Glauber (narozen na začátku 17. století v Karlstadt (Franky), zemřel v Amsterodamě 1668). První rozbor provedl však teprve Ed. Howard (Ph. Tr. 1802). Od té doby podniknuty byly od chemiků i mineralogů četné rozborů starších i novějších meteoritů. Rozborů ty dokázaly, že v meteoritech nejsou žádné nové elementy, ale složení elementů že jest podstatně rozdílné od složení jich v pozemských hmotách; chemické sloučeniny povětroňů ukazují charakteristické známky, na základě jichž se našly v různých krajinách země (hlavně v Mexiku) veliké hmoty původu meteorického. Specifická váha povětroňů kolísá mezi 2 a 8·5.

Dle složení dělí se povětroně: podle G. Rose<sup>1)</sup> v meteority železité (železné, Eisenmeteorite), bohaté na železo niklové, a v meteority kamenné<sup>2)</sup> (kamenité, Steinmeteorite), obsahující kyselinu křemičitou, hlinitou zemi, vápno, jež se slučují v nerosty olivín, enstatit, bronceit a podobné; Daubrée<sup>3)</sup> rozřídil meteority v siderity, obsahující buď jen metalické

<sup>1)</sup> Nar. se r. 1798 Berlín, zemřel 1873 tamže. („Beschreibung und Eintheilung der Meteoriten. Berlin Abh. 1863.“)

<sup>2)</sup> Povětroně nalezené v Aigle patří k meteoritům kamenným. Povětroň od Pallase a povětroň padlý u Záhřeba patří k meteoritům železitým.

<sup>3)</sup> Gabriel Auguste Daubrée (nar. se r. 1814 Mety, prof. geologie v Paříži) „Classification adoptée pour la collection des météorites du Muséum (1867).“

železo neb toto s jinými nerosty, a v asiderity, v nichž metalické železo schází.

Nejhojněji vyskytují se mezi povětroni siderity, hlavně takové, při nichž se vyskytuje železo v zrnitém tvaru.

Obr. 213. představuje meteorit ryzího železa, vážící 625 *kg*, jenž byl nalezen v rovině départementu du Var,



Obr. 213. Meteorické železo nalezené Brardem v Cailla.

části to alp přímořských. Na ostrově Disko byl nalezen v Ovifaku Nordenskiöldem aërolith, jenž byl roztržen asi v 15 kusů, z nichž jednotlivé vážily 20.000 (viz obr. 214.), 4300 a 8500 *kg*. Při Laplatě leží povětroň asi 15000 *kg* těžký.

Alois Beck z Widmanstätten nalezl zvláštní obrazy sestávající z množství čar pod různými úhly se protínajícími, když r. 1808 leštěný průřez Záhřebského meteoritu leptal kyselinou dusičnou. Obrazce ty mají jméno jich objevitele.

V novější době shledali Jerofejev a Lačinov při zkoumání meteoritu z Novo-Ureje uhelný prach tvrdosti diamantu; rovněž i Weinschenkův výzkum železa z Arvy potvrdil přítomnost malých zrněk isotropických, rýpajících rubin a skládajících se většinou z uhlíku. Meteorické železo z Cañon Diablo (Arizona) ukazovalo na průřezích dutiny, v nichž ležely, malé, černé krystalky, jež pro svou tvrdost



Obr. 214. Kus meteorického železa, nalezeného r. 1870 Nordenskiöldem v Ovilfaku.

se považovaly za diamant. Chemický rozbor, jež provedl Friedel, dokázal skutečně přítomnost diamantu v železe meteorickém v Cañon Diablo (*Comptes rendus* 1892 p. 1037). Analýsy železa Gronlandského ukázaly přítomnost safířů, amorfního uhlí a tuhy, avšak žádných diamantů.

V nejnovější době nalezena v železe meteoru z Augusta County U. S. nově nalezená součást vzduchu a argonu a i helium. Prof. Ramsay vyhnal z meteoritu toho  $45\text{ cm}^3$



plynu, z něhož po explozi s kyslíkem několik setin procent zmizelo; zbytek jevil pak charakteristické vidmo argonu a žlutou čáru heliovu. Ostatně jest helium obsaženo i v mnohých mineralech pozemských (cleveitu, některých hlubokozemských hmotách, některých rudách příbramských [Brauner]), hlásajíc shodu a rovnovážnost hmoty v celém všemmiru.

Zdá se, že ve sněhu suspendovaný prach železitý, nalezený Nordenskjöldem na Špicbergách, jest zbytek meteorické hmoty, rozprášené v jemné části.

V střední a jižní části velkého oceánu našly se v nejhlubších krajinách malé kovové kuličky průměru  $\frac{1}{5}$  mm, na jedné straně poněkud stlačené. Kůra skládala se ze železa magnetového, zrno bylo z niklu. Jiné kuličky, průměru  $\frac{1}{2}$  mm, ukazovaly při chemickém rozboru železo, kyselinu křemičitou a j.; kuličky byly nepravidelně kulaté, podobné chondritům, druhu meteoritů. Angličané soudí, že jsou původu kosmického a že jakožto meteority spadly do oceánu. Počet jich musí býti ohromný; jinak by takový nález v moři byl právě tak náhodilým, jakobychem na první pokus našli jehlu v písku Sahary.

Pády povětroňů sestavil Arago ve své populární astronomii. Ze seznamu toho uvádíme zjevy v Čechách a na Moravě pozorované: R. 1618 spadla metalická hmota v Čechách (Marcus Marci, philosophia vetus restituta). Roku 1723 22. června spadlo 33 kamenů v krajině kolem Pleškovice a 25 u Libošic (Stepling, de pluvia lapidea), r. 1743 (?) kameny u Lovosic aneb Libošic (Stepling), 1753 3. července, pád kamenů u vesnic Strkov a Plán u Tábora (Stepling a Mayer), 1808 3. září pád kamenů u Lisy v Bolešlavsku, 1824 14. října spadl po osmé hodině ranní mezi Žebrákem a Hořovicemi kamenný povětroň, nalezeny byly dva kusy, z nichž větší, vážící asi kilogram, chová české Museum; 1829 19. listopadu spadl povětroň v Praze; 1831 9. září pád kamenů ve Veselí u Hradišče v Moravě; 1831 prosinec pád kamenů na Moravě, 1833 25. listopadu pád kamenů u Blánska; 1847 14. července spadl velký železný povětroň v Broumově, z dvou nalezených kusů zabořil se větší, těžký asi 23 kg, do země a byl 6 hodin po pádu ještě tak horký, že nebylo možná se ho rukou dotknouti, druhý asi 17 kg těžký kus probořil střechu domku. Zmínky zasluhuje železo loketské, jež bylo až do r. 1811, kdy bylo dodáno do

mineralního kabinetu Vídeňského, chováno na radnici v Lokti pod jménem „zakletý purkrabí“.

Co se doby pádu týče, známe jen tyto železité meteority s přesnou dobou pádu:

meteorit spadlý	26. května 1751. v Hrašíně (Chorvátsko),
„	1. srpna 1835. v Carlotte (Karolina),
„	14. července 1847. v Broumově (Čechy),
„	23. ledna 1870. v Nedagolla,
„	20. dubna 1876. v Rowton.

K těmto přistoupilo meteorické železo padlé 27. listopadu 1885. v Mazapil (Mexiko), proslulé tím, že jest to prvý meteorit jevící přímý vztah k létavicím, spadl totiž během deště létavic, jenž souvisí s rozloženou vlasatí Bielovou. Tento meteorit, zajímavý zvláštností podoby a krásným vzhledem kory opálené, váží 4 kilogrammy a jest nyní majetkem mineralogického oddělení dvorního musea ve Vídni.

H. Bornitz sestavil v pop. astr. časopise Sirius (1888. p. 157.) veškerý známé pády povětroňů dle měsíců, dnů a hodin. Z 295 udaných pádů plyne, že počet pádů odpoledních jest o 104 procenta větší než dopoledních. Rozdělení pádů na jednotlivé hodiny jest toto:

odpoledne										
	12—1	1—2	2—3	3—4	4—5	5—6	6—7	7—8	8—9	9—10
za rok:	12	14	15	35	24	18	17	12	19	14
<hr/>										
	10—11		11—12							
	13		5							
<hr/>										
dopoledne										
	12—13	13—14	14—15	15—16	16—17	17—18	18—19			
za rok:	3	3	7	5	7	9	5			
<hr/>										
	19—20		20—21		21—22		22—23		23—0	
	12		11		9		10		16	

Mineralogický dvorní kabinet vídeňský čítal r. 1885 celkem 1196 meteoritů ze 358 míst.

Co se týče mineralogického a chemického složení, popisuje atd. meteoritů, buďtež ku poučení uvedena díla: Paul Maria Partsch, Die Meteoriten u. Eisenmassen im k. k. Hof-Mineralienkabinet. Wien 1843 (Nové vydání A. Březina

1885). — W. Haidinger, Über die Natur der Meteoriten in ihrer Zusammensetzung und Erscheinung. — St. Meunier, Cours de géologie comparée (Météorites) Paris 1874.

Veškerý náhledy o povaze meteoritů, jež podali Reichenbach, Haidinger, Tschermak a Meunier, shodují se v podstatě v tom, že jsou meteority pravé polygenní svaliny (jesepy, Trümmergesteine), že chondry, uzly a jiné obsahy meteoritů byly úplně vytvořeny a že co úlomky se dostaly do hmoty je obsahující. Opačný náhled má Sorby, jenž, opíraje se o časté objevení se skelných výtrusů (Sporen) v meteoritech, hledá původ v roztavení a chondry pokládá za roztavené kuličky bezskelné. Sorby myslí, že meteority byly vyvrženy ze slunce následkem bouřlivých výbuchů slunečných a že při rychlém a ukvapeném ztuhnutí nabyly stávajících útvarů. Aristides Březina vyvrací oba náhledy a vrací se k náhledu zakladatele nauky o meteoritech, Chladnému. Dle téhož domněnky přijdou meteority ve tvaru prachovitých nebo plynových shluků na hranici našeho ovzduší, ztratí odporem tohoto svou kosmickou rychlost, čímž nastane výbuch a násilně stlačené těleso kosmické se kondensuje ve tvar pevný.

Průměrný počet meteorů na nebi viditelných jest různý v jednotlivých hodinách nočních, různý v jednotlivých dobách ročních a neobjevuje se na všech stranách oblohy stejně. Počet viditelných meteorů roste stále od prvních hodin večerních k hodinám raním, jak to již Herrick (1838) a Brandes (1827) poznali a Coulvier-Gravier (1847) potvrdil. Dle badatele tohoto jest počet meteorů kolem třetí hodiny raní třikrát, dle Schmidta docela i 4krát větší než počet meteorů za prvních hodin večerních. Zjev ten slove denní variace meteorů.

Julius Schmidt čítal v hodinách:

od	5	do	6	večer	průměrně	4	létavice
"	6	"	7	"		5	"
"	7	"	8	"		6	"
"	8	"	9	"		7	"
"	9	"	10	před půlnocí		8	"
"	10	"	11	"		9	"
"	11	"	12	"		12	"

od 12	do 1	po půlnoci	14	létavíc
" 1	" 2	"	16	"
" 2	" 3	"	18	"
" 3	" 4	"	18	"
" 4	" 5	"	19	"
" 5	" 6	"	15	"

Z četných pozorování shledal Coulvier-Gravier průměrné množství za hodinu v době od 6 hodin večer do 6 hodin ráno:

6·5 7·0 6·3 7·9 8·0 9·5 10·7 13·1 16·8 15·6 13·8 13·7

R. 1823 poznal Brandes, že jest počet meteorů na jaře menší než na podzim.

Totéž potvrdil Coulvier-Gravier z 4letých, Wolf z 12letých a Schmidt ze 27letých pozorování. V druhé polovici roku lze pozorovati 2—2½krát více meteorů než v polovici prvé. Zjev ten slove roční variace meteorů.

Pro jednotlivé měsíce podal Jul. Schmidt toto průměrné množství hodinové:

leden	13·1
únor	6·4
březen	10·7
duben	11·6
květen	8·7
červen	9·4
červenec	18·3
srpen	25·0
září	11·7
říjen	18·1
listopad	16·6
prosinec	18·0
Průměr	14·0

Brandes poznal také, že největší počet meteorů přichází od východu, nejmenší od západu. Tuto tak zvanou azimutální variaci meteorů potvrdili Schmidt a Coulvier-Gravier.

Denní a azimutální variace meteorů se vysvětluje z kombinace pohybu země a pohybu meteorů. Výklad takový podali již r. 1825 Brandes a r. 1838 Herrick, r. 1857 pak Bompas. Velmi jasný výklad podal pak Schiaparelli v klassickém díle: „Entwurf einer astronomischen Theorie der Sternschnuppen 1871,“ (německý překlad).

Meteory přilétají ze všech stran stejně hojně na naši zemi. Kdyby země v prostoru stála otáčejíc se pouze kolem své osy, tu zdálo by se pozorovateli na zemi, že se objevuje v každé době stejně meteorů. Kdybychom si však představili, že země letí prostorem rychlostí, která jest proti rychlosti meteorů velmi značnou, pak by nechávala země za sebou prázdno a pozorovatel stojící na straně od směru pohybu odvrácené neviděl by žádného pádu meteorů. Meteory bylo by viděti pouze potud, pokud bod, ku kterému země směřuje, by byl nad obzorem. Bod ten, ležící na tečně ku dráze zemské, nazývá se dle Schiaparelliho apex aneb meteorické slunce.

Poněvadž ve skutečnosti země ani nestojí ani není rychlost pohybu jejího proti rychlosti meteorů velmi značnou, budou meteory viditelný i na straně od apexu přímo odvrácené, na straně antiapexu, avšak v počtu skrovnějším. Čím výše na nebi stojí apex, tím více meteorů jest viditelný, právě tak, jako čím výše nad obzorem stojí slunce, tím více světla a tepla zemi dodává. Odtud pochází název meteorické slunce.

V 6 hodin večer stojí pozorovatel takřka na z á d e c h země, která se pohybuje v ekliptice, a dívá se na část dráhy zemské, kterou země právě proběhla. Vidi proto meteorů málo. Jako když prolítne dělová koule houfem komárů, nechává země za sebou prázdno, tvoříc takřka otvor do houfu meteorů. Průběhem noci otočí se země a pozorovatel se octne v 6 hodin ráno úplně na p ř e d u země. Tu stojí apex nejvýše nad obzorem, pozorovatel vidí proto nejvíce meteorů. A právě v tom záleží variace denní.

Při roční dráze pozorovatele ležj apex stále na straně východní, pozorovatel vidí největší množství meteorů na východě. A v tom záleží variace azimutální. Kdyby bylo možno pozorovati meteory ve dne, kdy apex leží na straně západní, objevovalo by se nejvíce meteorů na západě.

Výklad roční variace podal r. 1864 A. S. Herschel. Od zimy do léta jest apex pro severní polokouli nízko nad obzorem, a to začátkem jara nejnižše. V době této jest při postupném pohybu země severní polokoule nejdále na zad. Od léta do zimy jest však apex vysoko nad obzorem, nejvýše začátkem podzimku. Tu jest severní polokoule jaksi čelem země, kterým tato na houf meteorů naráží. Výklad tento předpokládá pro polokouli jižní poměry



právě opačné, poněvadž jižní polokoule má pak opačná postavení než polokoule severní.

Z pozorování Neumayerových, která konal v letech 1858 až 1863 v Melbourne, plyne, že průměrný hodinný počet meteorů obnáší v první polovici roku 12, v druhé 17·3, tedy právě opačně, jako to připouští výklad Herschelův. Proto dlužno hledati novou příčinu, jež se druí ke sklonu osy zemské. Georg C. Bompas hledá příčinu tu v kosmickém pohybu celé soustavy sluneční. Pohyb ten zvětšuje absolutní rychlost země v první polovici roku (od perihelu do afelu) a zmenšuje ji v druhé polovici roku (od afelu k perihelu); při tom se předpokládá, že většina meteorů má vlastní pohyb téhož směru jako soustava sluneční. Nejvíce meteorů se potká se zemí tam, kde relativní pohyb obou je největší, tedy v druhé polovici roku, a nejméně tam, kde relativní pohyb ten jest nejmenší, tedy v první polovici roku. Poměry ty platí pro obě polokoule zemské. Obrazně se věc ta vysvětluje takto: Jdeme-li po proudu lidí po straně mostu, předejde nás málo lidí, ale jdeme-li proti nim, potkáme jich mnohem více.

*Periodické létavice.* Obyčejné meteory, jež vidáme každodenně za jasných večerů, pohybují se ve všech směrech, dráhy jich mají libovolnou polohu; meteory takové zdají se býti rozděleny v prostoru beze všech pravidel. Oproti tomu vyskytují se meteory, jež se periodicky objevují, tvoříce celé roje létavic a v témž směru se pohybující. Naznačíme-li si dráhy takového roje meteorů na sféře nebeské pomocí nebeského globu aneb map hvězdných a prodloužíme-li dráhy ty zpět, shledáme, že se veškeré ty dráhy téměř v témž bodě nebeském protínají. Bod ten slove bodem radiacním aneb radiantem příslušného roje, jest nezávislý na rotaci země a jest stále na témž místě, nechť se pozorovatel nalézá kdekoli, pohybuje se zdánlivě s hvězdami od východu na západ. (Obr. 215. ukazuje radiacní bod létavic listopadových.) Z toho plyne, že meteory takové nenáleží ovzduší zemskému, neboť pak by se bod radiacní musil pohybovati v opačném směru zdánlivého pohybu hvězd, od západu na východ. Bod radiacní jest jen výsledkem perspektivy, rovnoběžné dráhy roje létavic se v něm zdánlivě sbíhají zrovna tak, jak v dlouhém stromě řadí se zdají stromy na konci sbíhati; z bodu radiacního se zdají dráhy roje létavic rozbíhati na všechny strany.



vají pro jednotlivé měsíce zde připojený počet radiantů, jež z větší části týmž rojům meteorů příslušeji.

	Denning	Zezioli		Denning	Zezioli
Leden	14	24	Červenec	36	46
Únor	7	17	Srpen	55	16
Březen	6	4	Září	36	8
Duben	18	20	Říjen	62	10
Květen	5	11	Listopad	37	14
Červen	2	7	Prosinec	18	13

Celstvý počet radiantů, jež Denning z pozorování 1876-80 odvodil, obnáší 296, radiantům těm příslušeji 173 různé roje (proudy) meteorů. Pro různé světlosti udává Denning:

pro světlost větší 1. třídy, 1. tř., 2. tř., 3. tř., 4. tř., 5. tř. velikosti a menší						
počet létavic	195	348	919	1051	1200	517
v procentech	4.6	8.2	21.8	24.8	28.4	12.2

Průměrná délka zdánlivé dráhy obnáší dle téhož bádatele  $11\frac{1}{4}^0$ .

Většina rojů ukazuje v počtu, vzhledu a drahách jednotlivých členů určité zvláštnosti; příbuzné roje se často sešklupují v určitých krajinách nebe. Roje ukazují v různých rocích různou intenzitu zjevů; mnohý roj vystupuje ve stejném počtu členů každoročně, jiný roj ukazuje naproti tomu v některém roce značný vzrůst členů. Zvláštností tou se honosí hlavně roj srpnový a listopadový. Při roji posledním vyskytuje se v periodě 33—34 roků neobyčejně hustý pad létavic, jenž již záhy poutal pozornost hvězdářů.

Létavice přináležejí vůbec určitým rojům meteorů, jichž počet členů jest však mnohem menší než u periodických rojů létavic.

Největší počet létavic připadá na druhou polovici roku, značné přibývání létavic jest znamenati od polovice července do polovice srpna.

Denning pozoroval v letech 1876—1879 v 548 hodinách vedle 762 Perseid asi 5400 létavic, z nichž pouze 700 připadalo na prvou polovici roku; počet létavic před půlnocí se rovnal přibližně počtu létavic po půlnoci. Objev Denningův, že některé skupiny meteorů po celé týdny, ano měsíce z téhož bodu oblohy vycházejí, není posud vysvětlen. Kleiber uveřejnil seznam (918) bodů radiačních, jež Denning

v Bristolu pozoroval. Většina bodů radiačních nalézá se na severní polokouli.

Seznam hlavních radiantů létavic pro jednotlivé dny roku jest tento:

D o b a	Rektascense	deklinace	
2. leden	119 <sup>0</sup>	+ 16 <sup>0</sup>	
2.—3. "	232	+ 49	Quadrantidy
4.—11. "	180	+ 35	
18. "	232	+ 36	
28. "	236	+ 25	
16. únor	74	+ 48	
7. březen	233	— 18	
7. "	244	+ 15	
9. duben	255	+ 36	
16.—30. "	206	+ 13	
19.—25. "	271	+ 33	Lyridy
29. duben—2. květen	326	— 2	Aquaridy
22. květen	232	+ 25	
23.—25. červenec	48	+ 43	
25.—28. "	335	+ 26	
26.—29. "	342	— 34	
27. "	7	+ 32	
27.—29. "	341	— 13	Aquaridy
27. červenec—4. srpen	29	+ 36	
31. červenec	310	+ 44	
7.—11. srpen	295	+ 54	
7.—12. "	292	+ 70	
8.—9. "	5	+ 55	
9.—11. "	44	+ 56	Perseidy
9.—14. "	9	— 19	
12.—13. "	345	+ 50	
12.—16. "	61	+ 48	
20.—25. "	6	+ 11	
21.—23. "	291	+ 60	
23. srpen—1. září	282	+ 41	
25.—30. srpen	237	+ 65	
3. září	354	+ 38	
3.—14. "	346	+ 3	
6.—8. "	62	+ 37	
8.—10. "	78	+ 23	
13. "	68	+ 5	

D o b a	Rektascense	deklinace	
15.—20. "	10	+ 35	
15.—22. "	6	+ 11	
20.—21. "	103	+ 68	
21.—22. "	74	+ 44	
21.—25. "	30	+ 36	
21. "	31	+ 18	
29. září — 9. říjen	24	+ 17	
7. říjen	31	+ 18	
8. "	43	+ 56	
18.—20. "	90	+ 15	Orionidy
20.—27. "	328	+ 62	
22.—25. "	108	+ 23	
31. říjen — 4. listopad	43	+ 22	
1.— 8. listopad	58	+ 20	
13.—14. "	53	+ 32	
13.—14. "	149	+ 23	Leonidy
13.—14. "	279	+ 56	Bielidy
23. "	25	+ 43	Andromedidy
20.—27. "	62	+ 22	
25.—28. "	154	+ 40	
28. "	328	+ 62	
1. prosinec	43	+ 56	
1.—10. "	117	+ 32	Geminidy
6. "	80	+ 23	
6.—13. "	149	+ 41	
9.—12. "	107	+ 33	
10.—12. "	130	+ 46	

O listopadovém roji létavic podal nejlepší výzkumy H. A. Newton. Tento badatel našel, že zjev listopadového padání hvězd, jež hlavně ve velkolepé míře nastoupilo r. 1799 a 1833, se dá stopovati asi tisíc let zpět a že se ukaz dostavil v dřívějších stoletích o několik dní dříve. Tak bylo velkolepé padání létavic r. 1799 listopadu 12., r. 1883 listopadu 13., nejstarší známé padání hvězd r. 902 připadlo již na den 24. října. Newton dospěl k těmto výsledkům: Listopadový roj létavic obíhá kolem slunce v dráze uzavřené, dráha ta protíná dráhu zemskou v bodě, v němž se země nyní dne 13. listopadu nalézá. Průsek dráhy listopadového roje a dráhy zemské postupuje ročně asi o 52" zpět působením stále změny polohy dráhy roje. Roj meteorů



není stejnoměrně podél své dráhy rozestřeno, nýbrž zhušťuje se asi po délku 15té části obvodu v mračno. Země setká se s částí tou průměrně každý  $33\frac{1}{4}$  týden, v jiný čas nedostihne vlastní roj buď ještě bodu křížení aneb jej již předstihl; velký pád létavíc může jen pak nastati, setkají-li se současně země i roj. Newton předpověděl velký pád létavíc pro rok 1866, a vskutku dostavil se v noci ze 13. na 14. listopadu roku toho velkolepý déšť létavíc v Evropě. Úkaz dostoupil vrcholu o 2. hodině v noci, počet létavíc vycházejících na všechny strany z hlavy Lva páčil se na tisíce, tvoře ohnivý déšť; intensity rychle přibývalo a rovněž tak rychle ubývalo. Maximum připadlo na 2 hod. 10 m. středního času Berlinského, radiační bod měl souřadnice: rektascensi  $148^{\circ}$ , deklinaci  $+23^{\circ}$ . Pozorovatelé Greenwichští čítali od 9 hodin do 12 hod. jen 193, od 12 hod. do 2 však 6892, od 2 do 5 hodin již jen 1400 meteorů.

V následujících obou letech se opakoval pád četných létavíc, byl pak pro severní Ameriku zvláště velkolepým r. 1868. Maximum nastalo 14. listopadu ráno o 5. hodině středního času Washingtonského. Během krátké doby  $1\frac{1}{2}$  hodiny padlo pro jednotlivého pozorovatele až 30.000 létavíc.

Netoliko periodické, nýbrž i sporadické meteory přináležejí vlastně k celým soustavám létavíc, ke shlukům jednotlivých těles, jež kolem slunce ve společných drahách obíhají. Výzkumy Newtona a Schiaparelliho bylo dokázáno, že dráhy létavíc jsou velmi výstředné; radiační body meteorů jsou celkem rovnoměrně rozděleny na nebi, z čehož soudíme, že dráhy meteorů mají v prostoru všechny možné sklony k ekliptice. V těchto směrech mají meteory společné vlastnosti s kometami, proto se klade původ meteorů jako původ vlasatic do prostoru mimo soustavu sluneční.

Schiaparelli podal koncem r. 1866 tuto theorii: Mimo soustavu planetární nalézají se shluky malých tělisek, mračna kosmická, jež v prostoru světovém snad vznikla koncentrací hmoty. Dostane-li se takovéto kosmické mračno jakéhokoliv původního tvaru do sféry přitažlivosti slunce, pak se při blížení se ke slunci roztáhne ve dlouhý parabolický proud poměrně malého průřezu, jenž dle okolností potřebuje k projití přísluním léta, staletí aneb i celá tisíciletí. Části proudu, jež se setkají se zemí na její roční dráze, zjevují se nám jako meteorický roj, vycházející z určitého bodu nebe. Počet takovéhoto meteorických proudů jest nejspíše velmi veliký,

proudy ty protínají soustavu sluneční ve všech vzdálenostech a směrech; velmi řídká hmota proudů dovoluje vzájemné protínání se proudů beze všech poruchů. Části parabolických proudů vracejí se po průchodu přísluním opět do prostorů světových. Přijde-li takovýto proud do blízkosti některé oběžnice, může doznati značných poruchů; jednotlivé částky, meteory, oddělí se od proudů a pohybují se pak ve zvláštních drahách. Takto vznikají meteory sporadické.

Dříve uvedené analogie mezi soustavami meteorů a kometami vybízejí k další domněnce, že stávají soustavy složité, že mračno meteorů jest soustředěno kolem jednoho aneb více větších jader, to jest kolem jedné nebo více vlastic.



Obr. 216. Giovanni Virginio Schiaparelli, ředitel hvězdárny Milánské nar. se v Savigliano v Piemontu r. 1835.)

Přijde-li takováto složitá soustava do sféry přitažlivosti

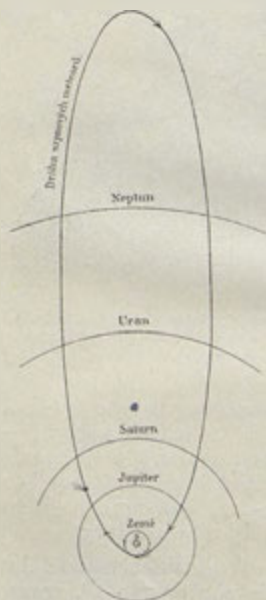
slunce, pak se musí dráhy, v nichž se pohybují tělesa hlavní, málo lišiti od parabol, v nichž se tělíska malá pohybují. Nalezneme-li, že některý proud meteorů se pohybuje v dráze parabolické, jež jest identická i velikostí i polohou s parabolickou dráhou některé komety, pak musíme za to míti, že kometa tvoří část takovéto složité soustavy.

Vycházeje z takovýchto úvah vypočetl Schiaparelli dle metody Ermannovy dráhu meteorického proudu 10. srpna, jenž dle souhvězdí, v němž se nalézá radiační bod, proud Perseid slove. Za souřadnice bodu radiačního zvolil Schiaparelli dle určení A. S. Herschela: rektascensi  $44^{\circ}$ , deklinaci  $56^{\circ}$ , za dobu nejsilnějšího deště meteorů anebo, což jest totéž, za doby průchodu země sestupným uzlem dráhy:

1866 srpen 11. 6 hodin ráno. Elementy proudu meteorického byly odvozeny tyto:

Perseidy 1866		Kometa 1862 III.
délka přísluní	292 <sup>0</sup> 54'	290 <sup>0</sup> 13'
délka vystupného uzlu	138 16	137 27
sklon	115 57	113 35
vzdálenost perihelu	0.9643	0.9626
doba oběhu		123.4 roku.

Připojené elementy komety 1862 III., jež se velmi dobře shodují s elementy meteorického proudu Perseid, dokazují, že kometa 1862 III. tvoří část Perseid, že meteorický proud a kometa k sobě patří. Perseidy jsou nejspíše podél celé dráhy dosti rozměrně rozděleny až na jedno místo. Části se tuto nalézající prošly přísluním asi 4 roky později než srpnová vlasatice 1862 a země se setkala s částmi těmi ve dnech 9. až 12. srpna 1866 (viz obr. 217.). Schiaparelli vypočetl také dráhu proudu listopadového, pro nějž určil z hojného padání létavic v listopadu roků 1799, 1833 a 1866 dobu oběhu 33.3 roků; za bod radiální bylo zvoleno místo  $\alpha$  Leonis dle Olmstedových pozorování z roku 1833, průchod země sestupným uzlem dráhy meteorů byl položen na půlnoc 13. listopadu. Takto byly odvozeny elementy proudu listopadového I.; z anglických pozorování velkolepého deště hvězd dne 13. listopadu 1866, při čemž bylo místo radiálního bodu nalezeno o 6 stupňů odehyné od



Obr. 217. Dráha meteorů srpnových.

dřívějšího a za dobu největšího lesku úkazu byl odvozen 14. listopad 1 hod. 11 min. ráno středního času Greenwichského, našel Schiaparelli elementy II. listopadového roje,

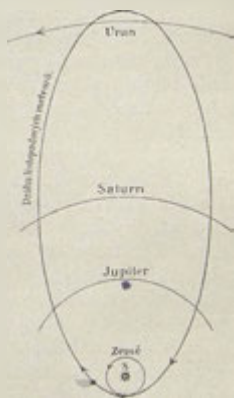
Leonidy zvaného. Souvislost listopadového roje létavic s kometou 1866 I (Tempelovou) ukazují elementy této komety III.

	Leonidy 1866		Kometa 1866 I. (Tempelova).	
	I.	II.	III.	
Délka přísluní	31°	46° 30·5'	42°	24·2'
délka vystupného uzlu	231	231 28·2	231	26·1
sklon	165	162 15·5	162	41·9
vzdálenost perihelu	0·96	0·9873	0·9765	
výstřednost	0·91	0·9046	0·9054	
doba oběhu	33·3 roků	33·25	33·176	

Ze shody elementů udaných se soudí, že listopadové meteory se pohybují v dráze Tempelovy komety 1866 I a že části, jež se nám jako kometa zjevily, přísluním prošly o 10 měsíců dříve než roj meteorů (viz obr. 218.).

Weiss upozornil, že kosmická mračna, jak si je Schiaparelli představoval, nemohou býti útvary stabilními a proto se nemohou také vyskytovat v prostoru stálic. Právě vlasatice jsou původní tělesa (Urkörper), jichž rozpadáváním teprve uvnitř prostoru soustavy sluneční se poněkud vytvářejí proudy meteorů. Kometa pohybující se původně v dráze parabolické pozmění svou dráhu poruchy oběžnice, k níž se přiblížila, a pak teprve nastoupí rozkládání se komety v mračno meteorů. Schiaparelli uznal také správnost náhledu toho a upustil od svých původních ideí přidružil se později náhledů Weissových.

Weiss dospěl dále k závěrku, že musí dle náhledu jeho každá periodická kometa dáti podnět k utvoření se prstence meteorů a že i veškerý periodicky se opakující pády létavic vznikají při průchodu periodické komety dráhou zemskou. Weiss vypočetl proto pro komety, jichž uzly při-



Obr. 218. Dráha meteorů listopadových.

služely délkám, v nichž se země za doby hustého pádu létavic nalézá, příslušné průvodiče při průchodu komet ekliptikou a našel takto další dvě periodické komety s krátkou dobou oběhu, jež protínají v sestupném uzlu dráhu zemskou tam, kde ročně 20. dubna a koncem listopadu se setkáváme s četnými proudy létavic. Komety ty jsou 1861 I. a kometa Bielova. Tedy celkem pro 4 komety jest dokázána spojitost jich s prstenci meteorů. Weiss, Schiaparelli a A. S. Herschel zkoumali veškerý vlasatice, jež se mohou ke dráze zemské značně přiblížiti a našli také několik komet, jež lze uvéstí ve spojení s některým proudem meteorů. Spojitost ta není však tak přesně dokázána jednak pro nedokonalou znalost polohy radiačních bodů, jednak i pro nejistotu v elementech starších komet.

Rozkládání se (disgregace) jádra komet postupuje dále, až se jádro poněkud rozloží v létavice a meteory. Jakým způsobem se přeměnění toto děje, není posud úplně objasněno. Jistý jest vzájemný svazek mezi kometami a roji meteorů; také na kometě Bielově bylo pozorováno netoliko rozdělení jádra ve dvě částky, nýbrž i zjev, že obě komety úplně zmizely a na jejich místě v dráze vystoupily roje meteorů.

Z toho lze souditi, že létavice (snad všechny) mají původ svůj v rozkladu (disgregaci) komet. Létavice mají po svém vzniku ještě jakousi vzájemnou spojitost a i spojitost ke zbytku komety, z níž povstaly, obíhají jako veliký roj v téže dráze, v které se zbytek komety pohybuje. Jakmile se roj takový přiblíží k některé oběžnici, uvádějí se jednotlivé součástky roje v jiné dráhy, takto vznikají pak sporadické létavice. Původně mocný roj létavic poněkud slábne a také se rozkládá.

Zdálo by se, že i větší meteory, aërolithy a bolidy jsou potomci komet, neboť jest velmi možno, že při rozprasknutí jádra komety vznikají i větší hmoty. Pozorování nestvrzují však náhledu toho. Létavice přicházejí při rovnoměrném rozdělení ze všech směrů prostoru, proto připadá denní maximum zjevů létavic v hodiny ranní. Aërolithy vykazují naproti tomu denní maximum v dobu denní; z čehož soudíme, že větší počet aërolithů se nesetkává se zemí na straně, kam směřuje země na své dráze, z tak zvaného apexu, nýbrž právě z bodu protilehlého, antiapexu. I kdyby zdánlivě z obou stran přicházel stejný počet aërolithů, přece



bychom soudili, že ve skutečnosti většina jich má pohyb stejnoměrný se zemí; tím spíše jest tomu tak, když většina aërolithů zdánlivě ze zadu přichází. Na okolnosti takové upozornil blavně H. A. Newton.

Aërolithy nemají proto původu svého v kometách jako létavice. Ohnivé koule, bolidy a povětroně vykazují také celkem dráhy hyperbolické. Někteří astronomové myslí, že četné, malé kosmické hmoty, obíhající kolem slunce, bývají při přiblížení se k velké planetě ze svých drah odchýleny. Malá tělíska přijdou v přísluní blíže ke slunci a musí proto často i dráhu zemskou protínati. Na místech těch mají větší rychlost než země ve své dráze, a poněvadž se pohybují jako vůbec všechny planety od západu na východ, musí se setkat se zemí hlavně ze zadu. Jen v případě, že by výstřednost dráhy některých tělísek byla velmi značnou, mohla by tělíska ta na přední straně se setkat se zemí. U některých aërolithů byla z pozorování odvozena absolutní rychlost v dráze asi 40 km za vteřinu, tedy rychlost parabolická. Pro takováto tělesa by se musil hledati jich původ v interstellárních prostorech světových jako pro komety. Aërolithy takové byly snad původně koule plynové jako komety, jež se ponenáhlu zhustily až ve stav pevný, aneb jest tento druh povětroňů větší troskou roztržené komety. Pak by však dle theorie musily povětroně takové přicházeti ze všech směrů, směr od antiapexu by nesměl převládati. Snad budoucí pozorování rozhodnou původ těchto parabolických aërolithů. — O dráhách meteorů pojednává se zdarem prof. G. von Niessl v Brně.

Podstatný rozdíl mezi aërolithy a létavicemi spočívá snad v tom, že aërolithy jsou samostatná individua, utvořená z prahmoty (mlhoviny sluneční) pochoodem zhuštění, kdežto létavice se utvořily disgregací (rozložením se v jednotlivá tělíska) větší hmoty, jež se nám zjevuje jako jádro komety. Prvotním útvarem jest plynová hmota, sekundárním pak teprve meteority. V novější době podal Lockyer theorii, jež tvrdí pravý opak, že prvotním útvarem kosmogonickým byly meteorické kameny, z nichž mocnými srážkami vznikly plyny a páry. Tato meteorická theorie nedoznala však příznivého uznání.

Prameny statě o meteorech a létavicích:

J. V. Schiaparelli. Note e Riflessioni sulla teoria astronomica delle Stelle cadenti. (Dle německého překladu od Boguslavskiho (1871).

H. A. Newton. Die Meteoriten und Sternschnuppen (překlad německý 1886).

R. Lehmann-Filhés. Die Bestimmung der Meteorbahnen nebst verwandten Aufgaben. Berlin 1883.

R. Wolf. Handbuch der Astronomie, ihrer Geschichte u. Literatur. Zürich 1890—1893.

Práce E. Weise, G. von Niessl-a, H. A. Newtona a A. Herschela a j.

G. Huber. Sternschnuppen, Feuerkugeln und Meteor-  
schwärme.

B. Kučera. O denní, roční i azimutální variaci meteorů. Živa V.



## Ilava V.

Koperník uznáv hvězdy za samozářící tělesa, daleko mimo soustavu slunečnou ležící, rozšířil tím meze sféry hvězd, nepřemýšlel však hlouběji o povaze a jich vztahu ke slunci, což určitěji naznačili teprve Galilei a Kepler; Galilei snažil se hlavně názorem a objevy objasniti naše pojmy o všemmíru, a to spíše prakticky než spekulativně. Kepler pak spekulativní cestou přišel první k náhledu, že naše slunce jest jen jedno individuum hvězdné mezi nesčetnými jinými v prostoru a že se nám jeví tak jasné a veliké, poněvadž jest nám tak blízké. Kepler nerozvinul svého náhledu dále, teprve Kant a Herschel rozšířili ideu tu svými výzkumy o konstituci nebes.

„Když se sbledalo, že slunce naše jest jedním z nesčetných millionů jiných sluncí, že celá soustava sluneční jest jen mizící díl stvoření, že poznání soustavy sluneční jest jen poznání malého koutku všehomíra, otevřel se duchu lidskému nekonečný prostor.

Při všech námáhách a ostrovtipu, jež Herschel a nástupci věnovali řešení problému hmotného všehomíra, jsme velmi daleci i přibližného řešení. Jak daleko a v kterém směru vesmír pojmáme a stopujeme, všude přichází nám nekonečnost v prostoru a času vstříc; veškera známost a poznání, jež člověk učinil v otázkách, co jest vesmír nyní, co byl kdysi a které příčiny během času ho mění, vždy smrští se v nic; jen tu a tam kmitne slabé světélko. Pro naši budoucí generaci bude záblesků těch více, ale úplného světla nedostihne člověčenstvo upoutané na konečnost. Vše, co můžeme nyní a v budoucnosti dělati, jest stavěti pravděpodobné hypothesis na základě se

hromadícího materialu pozorovacího a na základě našeho stále se šířícího poznání zákonů přírodních“). (Newcomb.)

Stellární astr. v užším slova smyslu jest nauka o úkazech pohybů hvězd; v našich dobách rozšířila se jednak astrognošii, jež popisuje skutečné události nebe, jak se jeví pouhému oku nebo dalekohledem, je seřazuje a hromadí, jednak astrofysikou, jež učí znáti povahu a podstatu hvězd. Výsledky astrognošie a astrofysiky vedou pak k poznání stavby nebes, a k poznání dějin vývoje všehomíra i jeho částí.



## I. Astrognošie.

Astrognošie (hvězdoznalství) v užším smyslu jest znalost souhvězdí a jednotlivých hvězd, jak se pouhému oku jeví dle jich jmen neb polohy; astrognošie v širším smyslu objímá vše, co pozorováním vůbec jako skutečný material bylo nashromážděno, a srovnávajíc vše dle statistických a mathematických method podává ve spojení s výsledky fysiky a chemie hvězd základy k dalším zkoumáním. — Hlavní pomůcky hvězdoznalství jsou: mapy hvězdné (Sternkarten), katalogy hvězdné a globy nebeské. — První počátky astrognošie byly všem národům společny a teprve při větších pokrocích vzdělanosti řídila se bližší znalost hvězd dle povahy jednotlivých národů. Potřeba hvězdoznalství vztahovala se původně k pozorování jednotlivých hvězd jasnějších; dle úkazů těchto řídil si pastýř neb rolník svůj čas, dle jich běhu řídil se plavec na svých cestách. Původ bližšího pozorování nebe nesčetnými hvězdami posetého, k němuž hlavně dojem vznešenosti pobízí, sluší hledati v Indii; staří Persané byli sluhové hvězd, proto věnovali zajisté bližší pozornost noční obloze. I v Egyptě lze mnohé počátky znamenati, ač vědomosti o nich se na naši dobu nezachovaly. Teprve Arabové a Řekové přinesše z východu první vědomosti zbudovali jakousi nauku o astrognošii.

Zdá se, že nejprve byly pojmenovány jednotlivé hvězdy, a to dříve než se ve skupiny a souhvězdí spojovaly. Arabové slučovali málokdy více hvězd v jeden obraz, a to jen tehdy, byla-li podobnost s nějakým předmětem (vždy bezživotným —

lodka, vědro atd.) nápadná; teprve pozdější Arabové převzali souhvězdí hlavně Řeků.

Sestavení souhvězdí, jaké se do naší doby zachovalo, jest výsledkem nejružnějších názorů a dob; obloha se postupně souhvězdími plnila a nynější názvy nejsou vždy původní, byvše časem značně změněny. Nepopíratelný jest zajisté mythologický původ souhvězdí; téměř každé souhvězdí spojeno jest s jedním neb celou řadou mythů. — Původ zvířetníku (souvězdí ekliptikálních) našel Ideler v Chaldeji; Řekové již v sedmém století př. Kr. dosáhli o tom vědomosti. Nestejné rozložení souhvězdí zvířetníku (Rak objímá na příklad pouze 18, Panna však 44 stupně), nesouměrnost jejich polohy k ekliptice (Beran stojí téměř úplně na severu, Štír na jihu ekliptiky) nasvědčují tomu, že spojení zvířetníku s ročním během slunce se stalo, když souhvězdí již zavedena byla. Nynější souhvězdí zvířetníku jsou původu řeckého, byla však postupně zaváděna. Po 60. olympiadě zaveden Kallistratem Štír, v 71. olympiadě Cleostratem Beran a Střelec atd. I pořadí nebo počátek souhvězdí ve zvířetníku se měnil. Kalippus označil Rakem obratník léta, Skopcem obratník zimy. Eudoxus začal pořadí zvířetníku Beranem jako jarní rovnodenností, Aratus (270 př. Kr.) Rakem, poněvadž Meton počítal astronomický rok od obratníku léta. Aratus uvádí souhvězdí v pořadí: „Oba Medvědy, Draka, Hercula, Korunu, Hadonošce, Hada, Štíra, Klepeta štíra, Hlídače medvěda, Pannu, Bližence, Raka, Lva, Vozku, Byka, Hyady, Cephea, Cassiopeju, Andromedu, Pegasa, Berana, Trojúhelník, Ryby, Persea, Plejady, Lyru, Ptáka, Vodníka, Skopce, Střelce, Luk, Orla, Delfína, Oriona, Psa, Zajíce, Argo, Velrybu, Řeku, Jižní rybu, Vodu, Oltář, Centaura, Zvíře, Hada vodního, Pohár a Havrana.“

Odehylky těchto souhvězdí od nynějších jsou jen nepatrné. Ještě menší odehylky dává rozdělení Eratosthena; u něho přichází již název „Labuť a Vlasy Bereniky“ (pojmenované od Conona dle ženy Philadelphá Euergeta). Seznam v *Almagestu* Ptolemaeově čítá 48 souhvězdí a to a) 21 severních: Malý a Velký Medvěd, Drak, Cepheus, Bootes, Koruna, Hercules, Lyra (dříve Želva, z jejíž skorápky vznikla Lyra Apollova), Labuť (u Ptolemaea Pták, u Arabů Kvočna), Cassiopeja, Perseus, Vozka, Ophiuchus, Had, Šíp, Orel, Delfín, Malý Kůň, Pegasus, Andromeda, Trojúhelník; b) 12 zvířetníkových: Beran, Byk, Bliženci, Rak, Lev, Panna,



Váhy, Štír, Střelec, Kozorožec, Vodník, Ryby; c) 15 jižních: Velryba, Orion, Eridanus, Zajíc, Pes, Malý Pes, Argo, Had vodní, Havran, Pohár, Centaur, Vlk, Oltář, Orel, Jižní Koruna, Jižní Ryba. — Místa oblohy, kde nebylo jasnějších hvězd, zůstala prázdná, a hvězdy (slabší) tam stojící sluly bez-  
tvarné — amorfoi, informes. S poněkud změněnými názvy přicházejí tatáž souhvězdí v katalogu Ulugh-a Beigh'a z r. 1437. Místa prázdná a krajiny kolem jižního polu byla pojmenována novějšími astronomy. Vlasy Bereniky a Antinous jako souhvězdí byla teprve Tychonem zavedena. Jan Bayer<sup>1)</sup> uvádí ve své „Uranometrii“ (Augsburg 1603) vedle dříve jmenovaných ještě tato souhvězdí: „Phoenix, Tucan, Had vodní, Holub, Niphias, Létací ryba, Jižní kříž, Chamaeleon, Včela, Jižní trojúhelník, Rajský pták, Páv, Indian, Jestřáb.“ Kdy a od koho souhvězdí ta zavedena byla, nelze rozhodnouti. V středověku byla u lidu v užívání mnohá souhvězdí, jež později v astronomických spisech se uvádějí. Jakub Bartsch zavádí ve svém „Planisphaerium (Usus astronomicus planisphaerii stellati Argentinae 1624“) Žirafu, Mouchu, Jednorozce, řeku Tigris, Jordan, Kohouta a Rhombus. V krajinách kolem jižního polu nebe zaváděli nová souhvězdí hlavně Petrus Theodori, Augustin Royer a Halley a ještě v polovici 18. století La Caille. Avšak i na severní polokouli, kde toho nebyla potřeba, zaváděna nová souhvězdí; tak zavedl Hevel ve svém „Prodromus astronomiae 1690“ souhvězdí: „Honící psy, Asterion a Chara, horu Mánalus, Cerbera, Lišku s Husou, Ještěrku, Rysa, Štít Soběského, Malého Lva, Malý Trojúhelník a Sextant“. Lemonnier uvádí v atlase Flamsteed-ově (1776) souhvězdí Soba (na památku laponského měření) a oslavuje měření peruanské souhvězdím Ptáka samotáře. Bode přináší ve svém „Vorstellung der Gestirne 1782“ souhvězdí: „Štít Brandenburgský“ k návrhu Bohumíra Kircha z r. 1688 a „Býk Poniatovski-ho“ k návrhu Počobuta ve Vilně r. 1777 a „Čest Bedřicha“ (Friedrichs Ehre) a zavádí souhvězdí: „Tiskárna a Stroj elektrický.“ Lalande uvádí jako nová souhvězdí: Messier (na počest

<sup>1)</sup> Bayer Johannes, nar. se r. 1572 v Rhainu v Bavorsku, podal svou: „Uranometrii“ první veliký atlas hvězd, v němž zavedl ještě nyní užívané označování jasnějších hvězd písmeny řecké a latinské abecedy. B. zemřel v hodnosti právního nadvládního v Augsburgu r. 1625.

známého lovce komet Messiera), Quadrant (na oslavu pozorování pásmových konaných kvadrantem na zdi), Balon, Kočku. Mnohá z těchto souhvězdí opět zmizela, ano vyskytly se i hlasy (Wurm), které k odstranění všech souhvězdí radily. John Herschel nechtěl sice jmen souhvězdí odstraniti, za to však jednotlivá souhvězdí omeziti rovnoběžníky a čarami hodinovými tak, aby celé nebe se dělilo v samé sférické čtyřúhelníky — regiones zvané (Regio Centauri, Regio Ursae atd.). V nejnovější době uznávají se dle návrhu astronomické společnosti souhvězdí, jež Argelander ve své „Uranometria Nova“ uvádí.

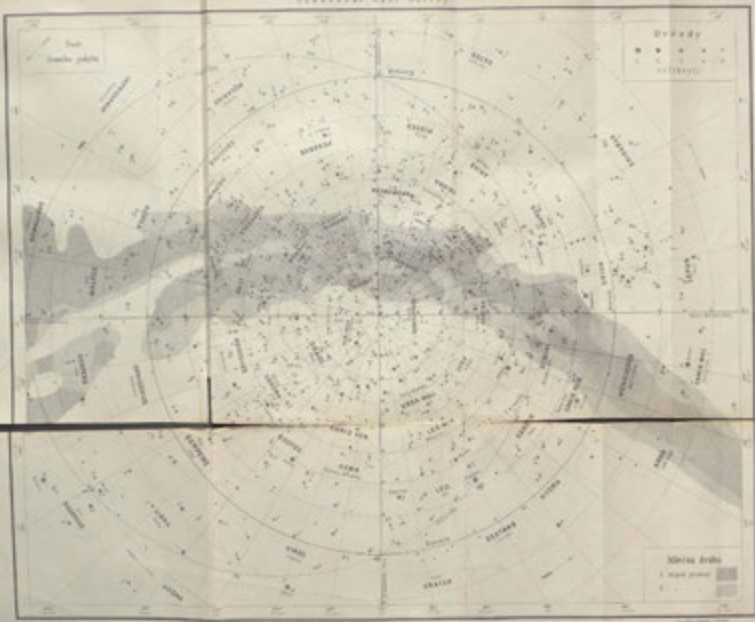
Vedle 48 souhvězdí v Almagestu uvedených přijata byla souhvězdí: Coma Berenices (49), Columba (Holub 50), Monoceros (Jednorozec 51), Camelopardalus (Žirafa 52), Hydus (Had vodní 53), Phoenix (54), Dorado (Zlatá Ryba 55), Chamaeleon (56), Piscis volans (Ryba létací 57), Crux (Jižní Kříž 58), Musca (Moucha 59), Apus (Rajský Pták 60), Triangulum australe (Trojúhelník jižní 61), Pavo (Páv 62), Indus (63), Grus (Volavka, Jestřáb 64), Tucana (Anser indica 65). R. 1690 vyšlo ze závěti Hevelovy zobrazení hvězdného nebe na 54 listech pod názvem: „Firmamentum Sobiescianum“, v němž se vyskytují různá nová souhvězdí, z nichž bylo přijato následujících 7: Lynx (Rys 66), Leo minor (Lev menší 67), Sextans (jako upomínku na stroj, jímž Hevel konal svá pozorování od r. 1658 do r. 1679, kdy lehly popelem stroje a manuskripty jeho, 68), Canes venatici (Psi honící 69), Scutum Sobiescii (na počest zachránce Vídne, polského knížete Jana Soběského, jemuž Hevel děkoval za četnou podporu 70), Vulpecula cum anser (Liška s Husou 71), Lacerta (Ještěrka 72). Posléze přidal Lacaille za svého pobytu r. 1752 na Mysu Dobré Naděje, kdež prováděl revisi jižního nebe, několik nových souhvězdí, z nichž později bylo přijato následujících 12: Apparatus Sculptoris (Dílna sochařova 73) Fornax (Pec chemická 74), Horologium (Kyvadlové hodiny 75), Reticulum (Síť 76), Caelum sculptoris (Rydlo sochaře 77), Mons mensae (Kopce tabulový, Tafelberg 78), Equus pictoris (Malířské chůdy 79), Antlia pneumatica (Vývěva 80), Circinus et norma (Kružítka a Pravitka 81), Telescopium (Dalekohled 82), Octans (83) a Microscopium (Mikroskop 84). Těmito 84 souhvězdími úplně vystačíme.

Ve starověku zavádělo se hlavně Araby pojmenování jednotlivých světlejších hvězd; za nynější doby způsob ten úplně vymizel. Některá jména dříve užívaná se nicméně v astronomii ustálila. Podáváme nejvíce užívaná jména jednotlivých hvězd a připojujeme označení těchto, jak je Bayer zavedl:

Acharnar $\alpha$ Eridani	Fomalhaut $\alpha$ Piscis austr.
Aldebaran $\alpha$ Tauri	Gemma $\alpha$ Coronae
Alderamin $\alpha$ Cephei	Hamal $\alpha$ Arietis
Algenib $\alpha$ Persei	Markab $\alpha$ Pegasi
Algol $\beta$ Persei	Menkar $\alpha$ Ceti
Alphard $\alpha$ Hydrae	Pollux $\beta$ Geminorum
Altair (Athair) $\alpha$ Aquilae	Procyon $\alpha$ Canis min.
Antares $\alpha$ Scorpii	Regulus $\alpha$ Leonis
Areturus $\alpha$ Bootis	Rigel $\beta$ Orionis
Arneb $\alpha$ Leporis	Sadalmelek $\alpha$ Aquarii
Beteigeuze $\alpha$ Orionis	Schedir $\alpha$ Cassiopejae
Canopus $\alpha$ Argus	Sirius $\alpha$ Canis maj.
Capella $\alpha$ Aurigae	Sirrah $\alpha$ Andromedae
Castor $\alpha$ Geminorum	Spica $\alpha$ Virginis
Deneb $\alpha$ Cygni	Thuban $\alpha$ Draconis
Deubola $\beta$ Leonis	Wega $\alpha$ Lyrae
Dubhe $\alpha$ Ursae maj.	Yildun $\delta$ Ursae min.

V té příčině pro důkladnější studium doporučujeme spisek: „Victor Lach, Anleitung zur Kenntnis der Sternnamen mit Erläuterungen der arabischen Sprache und Sternkunde. Lipsko 1796“ aneb dilo: „Ludwig Ideler, Untersuchungen über den Ursprung und die Bedeutung der Sternnamen Berlin 1809.“

K rozeznání jednotlivých hvězd v souhvězdích připojoval Ptolemaeus v Almagestu k souřadnicím a velikosti příslušné hvězdy i popis její polohy v obraze, znázorňujícím souhvězdí; příkladně byla hvězda v jižním oku Byka-Aldebaran. Způsob ten, ačkoliv pro nedostatek ustálených obrazů souhvězdí k četným omylům vedl, se nicméně déle než celé tisíciletí udržel; i návrh Piccolominiho, pronesený v prvé polovici 16. století, aby se každé hvězdě přidala písmena a k označení hvězd se udávalo jak souhvězdí tak i písmeno, nebyl povšimnut. Teprve návrh na počátku 17. století Bayerem učiněný, aby se každé hvězdě přidalo písmeno a to jasnějším hvězdám



souhvězdí první písmena, slabším pak pozdější písmena abecedy řecké, a jestližeby ta nevystačovala, pak písmena abecedy latinské, byl přijat. Bohužel se sám Bayer pravidel svých přesně nedržel.

K zobrazování nebe hvězdného byly taktéž činěny různé návrhy. Julius Schiller zlobě se na souhvězdí pohanská spojil se s Janem Bayerem za příčinou pořízení křesťanského nebe, v němž bylo vyměněno 12 souhvězdí zvířetnickových dvanácti apoštolů, Perseus ustoupil apoštolu Pavlovi, Argo navis bylo zaměněno archou Noemovou, Hadoňoš ustoupil papeži Benediktu, Pegasus archandělu Gabrielu, Vozka sv. Jeronýmu, Herkules Svatým Třem králům, Cassiopeja postoupila své místo Maří Majdaleně, Centaur Abrahamu, Rajský Pták Evě, Orion Sv. Josefu, Velký Pes králi Davidovi atd. Atlas křesťanský: „Coelum stellatum christianum“ vyšel r. 1627 pod dozorem zetě Keplerova, Jakuba Bartsche (nar. se r. 1600 v Laubanu v Lužici, zemřel tamže r. 1633). Erhard Weigel vydal zase nebe heraldické, v němž byla souhvězdí nahrazena znaky knížat, zemí a měst.

Známe-li polohu aspoň jednoho souhvězdí, poznáme i polohu ostatních souhvězdí různými pomůckami, z nichž k jednoduchým patří vedení přímek od hvězdy k hvězdě čili tak zvané *alignement*. Mnolhá *alignement*, jež jsou níže uvedena a v praxi se dobře osvědčují, byla vzata z díla: „Všeobecný zeměpis. Část: Zeměpis hvězdářský. Seepsal prof. Dr. F. J. Studnička“.

Nejznámější souhvězdí jest Velký Vůz neb Velký Medvěd (viz příloženou mapu naší oblohy), jež představuje 7 hlavních hvězd; čtyři do čtyřúhelníku postavené hvězdy znázorňují čtvero kol, ostatní tři hvězdy jsou rozestaveny v oblouku, dvě z nich značí oj a jedna vozku. Mnoho slabších hvězd označují hlavu a nohy Medvěda (vlastně Medvědice-Ursa), kdežto dříve uvedených 7 hvězd hlavních se rozkládá podél zadku a ohonu. Původní podobu souhvězdí představoval pes. Jednotlivé hvězdy Velkého Vozu mají svá zvláštní označení a pojmenování a to zadní kola:  $\alpha$  Dubhe,  $\beta$  Merak; přední kola:  $\gamma$  Phekda,  $\delta$  Megrez; ostatní hvězdy slovou;  $\epsilon$  Alioth,  $\zeta$  Mizar,  $\eta$  Benetnaš neb Albaid. Zvolíme-li toto význačné souhvězdí za východisko k sousedním souhvězdím pro večerní dobu o desáté hodině, přijdeme, vedeme-li zadními koly Velkého Vozu přímkou vzhůru, na jasnou hvězdu menšího souhvězdí, slož-



ného ze 7 hvězd podobně jako Velký Vůz, ale opačně postaveného. Souhvězdí to se nazývá Malý Vůz aneb Malý Medvěd. Jasná hvězda sluje hvězdou polární, točnou, polarkou; v starých dobách řídila se hvězdou tou u starých národů mořská plavba; poněvadž polarka označuje konec ohonu psa, sluje též Kynosura — psi ohon. Prodloužíme-li čáru vedenou zadními koly Velkého Vozu dále k sousedství dráhy mléčné, připadneme na málo význačné souhvězdí Cephea; prodloužíme-li čáru touž dolů k obzoru, přijdeme přes malé souhvězdí Malého Lva k rozsáhlému souhvězdí Velkého Lva, jež kráší velmi jasná hvězda  $\alpha$  Leonis-Regulus. Ohon Velkého Lva s jasnou hvězdou Denebolou sousedí se souhvězdím Panny, jež kráší jasná hvězda Spica (Klas). Obrátíme-li se obličejem k severu, uzmíme mezi Velkým a Malým Medvědem souhvězdí Draka, jehož hlava se nalézá na levě v prodloužení předních kol Malého Vozu a vyznačena jest 3 jasnými hvězdami, jež vytvářejí tvar trojúhelníka. Směrem západním ke dráze mléčné nalézá se souhvězdí Lyry s jasnou hvězdou Wega. Prodloužíme-li čáru spojující levá hoření kola Velkého Vozu na západ, připadneme přes malé souhvězdí Psů honících k velmi jasné hvězdě Arkturu v souhvězdí Boota, jež se rozkládá směrem k hlavě Draka a hraničí západně od přímky, jež spojuje Arctura s Wagon, se souhvězdím Koruny, podoby věnce a s velikým souhvězdím Hercula. Mezi Arcturem. a Regulem rozkládá se souhvězdí Kštiny Bereniky. Nedaleko polárky nalézá se souhvězdí Cassiopeja, jehož 5 nejjasnějších hvězd vytváří W. Přímka spojující hvězdu  $\beta$  souhvězdí toho s hvězdou  $\delta$  Velkého Medvěda obsahuje uprostřed polárku. Mezi Cassiopejou a Velkým Medvědem, téměř souměrně k polárce a k oběma souhvězdím stkví se dvě nejjasnější hvězdy severního nebe: Capella ( $\alpha$  Aurigae,  $\alpha$  Vozky) v rektascenci  $5^h$  a Wega v rektascenci  $18\frac{1}{2}^h$ . Cassiopeja, Velký Vůz a obě jasné hvězdy Capella a Wega tvoří nejlepší pojitko mezi ostatními souhvězdími. Mezi Malým Medvědem, Cassiopejou a Velkým Medvědem rozkládají se kolem točny souhvězdí Camelopardalus (Žirafa), pak již uvedený Drak a Cefeus. Jižně od Cassiopeje přijdeme na souhvězdí Andromedy s jasnou mlhovinou; východně stihneme Persea s hvězdou měnlivou  $\beta$  Algol a dvěma krásnými hvězdokupami; k Perseu drží se Vozka (Auriga) s Capellou; druhá jasná hvězda  $\beta$  zpro-

středkuje přechod k oběma jasným hvězdám Castor a Pollux v zvířetníkovém souhvězdí Blíženců. Severně od těchto leží mezi Vozkou a Velkým Medvědem málo význačné souhvězdí Rysa (Lynx). K Lyře přiléhá krásné souhvězdí Labutě (Cygnus), jehož nejvýznačnější čtyři hvězdy napodobují tvar kříže. Souhvězdí Ještěrky převádí nás opět k Andromedě. Jižně od Andromedy rozkládají se souhvězdí zvířetníková.

Přímka vedená v souhvězdí Labutě od hvězdy  $\alpha$  přes  $\varepsilon$  ukazuje přes souhvězdí Lišky na protějším břehu dráhy mléčné ke skupině pěti skoro stejně jasných hvězd souhvězdí Delfína, vedle něhož se stkví jasný Altair v souhvězdí Orla. Mezi Andromedou, Liškou a Delfínem rozkládá se jižně od Ještěrky souhvězdí Pegasa, jehož tři nejjasnější hvězdy  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  tvoří s hvězdou  $\alpha$  souhvězdí Andromedy veliký pravidelný čtyřúhelník. Mezi Pegasem a Delfínem jest umístěno malé souhvězdí Equulea (Malého Koně). Hvězdy  $\alpha$  a  $\gamma$  Andromedae tvoří s jinou jasnější hvězdou ( $\alpha$  Arietis), blíže k obzoru položencu, trojúhelník stejnoramenný, na jehož vrcholu se nalézající hvězda vyznačuje souhvězdí Skopce. Dvojici jasných hvězd Castora a Polluxe v souhvězdí Blíženců, stojící na jedné straně mléčné dráhy odpovídá na druhé straně dvě velmi jasných hvězd, z nichž výše stojící Aldebaran vyznačuje souhvězdí Býka, níže k obzoru stojící Beteigeuze pak se nalézá v nejkrásnějším souhvězdí naší oblohy, Orionu. Souhvězdí to, jež se za doby zimní dosti vysoko nad jižním obzorem vzuáš, okrášleno jest třemi stejně jasnými, blízko sebe postavenými hvězdami  $\delta$ ,  $\varepsilon$  a  $\zeta$  vyznačujícími pás Orionův, nad nímž blíže mléčné dráhy září velmi světlé hvězdy  $\alpha$  Beteigeuze a  $\gamma$  Orionis, Bellatrix. V stejné vzdálenosti pod pásem stkví se hvězda  $\beta$  Orionis, Rigel. Přímka vedená pásem na pravo ukazuje na Aldebarana a sáhá v prodloužení do krásné skupiny Plejad (Kuřátek) 6 hvězdiček kolem jasnější hvězdy Alcyone (Kvočna); táže přímka prodloužená na levo směřuje k nejjasnější hvězdě oblohy Siriu (*σείριος*, hořící) v souhvězdí Velkého Psa, jemuž na protější straně dráhy mléčné odpovídá Malý Pes, s velmi jasnou hvězdou Procyonem. Mezi Velkým a Malým Psem rozkládá se souhvězdí Jednorožce.

Souhvězdí dělíme v severní, jež se rozkládají od severní

točny k rovníku a v jižní, jež jsou umístěny od rovníku k jižní točně.

Severně od rovníku nebeského leží zodiakální souhvězdí: Ryby, v nichž se nalézá nyní bod jarní rovnodennosti, Skopec, Býk, Blíženci, v nichž dostupuje slunce nejvyšší své polohy, Rak a Lev; jižně od rovníku leží souhvězdí zvířetníková: Panna, Váhy, Štír s jasnou hvězdou Antares, Střelec, kdež slunce opět počíná stoupati, Kozorožec a Vodnář.

Ze souhvězdí severních dlužno ještě uvést: Trojúhelník, Šíp, Lišku s Husou, Hada (Serpens) s Hadoňem (Ophiuchus). Ze souhvězdí jižních uvádíme pak u nás ještě viditelná souhvězdí: Velryby s měnlivou hvězdou Mira(o) Ceti, rozsáhlé souhvězdí Hydry, Havrana, jež vyznačují pod Pannou 4 hvězdy, Jižní Ryby s jasnou hvězdou Fomalhautem; Eridana, Zajíce, Sextanta, Pohár a Štít Soběského.

Ze souhvězdí jižních, u nás neviditelných, jest nejkrásnější souhvězdí Kříže, nejrozsáhlejší jsou pak souhvězdí Centaura a Lodě Argo.

Pro vlastního astronoma mají souhvězdí a názvy hvězd velmi podřízený význam; astronom hledá, poznává a určuje hvězdy dle jich polohy na obloze pomocí souřadnic (hlavně rektascense a deklinace).

Pro dobu uprostřed jednotlivých měsíců se nacházející jest na obloze kolem 9. hodiny večer poloha souhvězdí k našemu obzoru tato:

V lednu stojí v nadhlavníku Perseus, na jihu Orion a Taurus, Canis minor a Blíženci, na západě Lyra, severovýchodně Regulus.

V únoru sklání se Orion více k západu, v nadhlavníku se vznáší Capella, na východě stkví se Blíženci se Lvem, na severu září Arctur; nad obzor severovýchodní vystupuje Deneb.

V březnu poskytuje na západní straně oblohy skvělý vzhled Orion s Býkem, Velký Medvěd vznáší se poblíže nadhlavníku, Deneb vystupuje výše nad obzor, jihovýchodně objevuje se pak Panna se svým skvělým Klasem (Spica).

V dubnu dostupuje Velký Medvěd zenitu, Býk a Orion počínají se pod obzor skláněti, mezi Aldebaranem a Regulem září Blíženci, Labuť vystupuje nad obzor.

V květnu stkví se na nebi západním Blíženci, na severovýchodu vystoupí již úplně Labuť, na severozápadu září v stejné výši Capella, na straně jižní stkví se Špica a Arctur.

V červnu vyskytuje se na nebi východním Labuť, Lyra, Delfín a Orel; jihovýchodně stojí Antares ve Štíru; na nebi západním se rozprostírají Lev a Panna, Blíženci počínají pod obzor se skláněti.

V červenci vystupuje výše sbor dřívějších souhvězdí: Labuť, Lyra, Delfín a Orel; Capella a Regulus zapadají pod obzor, Antares počíná vřeholiti.

V srpnu ovládá západní nebe Bootes, Labuť vznáší se blízko zenitu, Panna klesá pod obzor.

V září vřeholí Delfín a Deneb, Arctur a Capella jsou poblíže obzoru; na východě počínají vycházeti Plejady.

V říjnu vznáší se blíže nadhlavníku Labuť s Lyrou a Orlem, na východě vystoupily výše Plejady i s Aldebaranem, následuje pak souhvězdí Býka.

V listopadu vystupuje již Orion nad obzor, Velký Medvěd jest skloněn k obzoru, na západě stkví se Orel, Lyra a Labuť, značně vysoko rozkládá se Cassiopeja, s níž sousedí Perseus.

V prosinci počíná se objevovati na východě stkvělá skupina souhvězdí Orion, Býk, Vozka a Blíženci; v nadhlavníku se vznáší Perseus a Cassiopeja; Lyra a Labuť se již blíží k obzoru, na jihu rozkládá se souhvězdí Velryby.

Příštím měsícem počínajíce mění se vzhled hvězdnatého nebe v polohách souhvězdí k obzoru jako před rokem.

Již Řekové třídili hvězdy dle jich lesku neb jich zdánlivé velikosti v třídy, a to v 6 tříd; první třída objímala nejjasnější hvězdy, šestá hvězdy pouhým okem ještě viditelné. Skutečné velikosti hvězd vyjádřené v míře liniární (mílich nebo kilometrech) jsou nám úplně neznámy. Pouze u několika málo hvězd, jichž hmotu dovedeme přibližně určit, můžeme též přibližně stanoviti skutečný průměr a tu sledujeme, že jsou hvězdy ty celkem velikosti našeho slunce. Zdánlivé průměry, jaké jeví jasnější hvězdy v dalekohledu aneb v oku, vznikají pochody optickými (ohybem světla). V seznamu hvězd v almagestu přiděleno každé hvězdě udání třídy zdánlivé velikosti; v seznamu hvězd pořizeném v 10. století Peršanem Al-Sûfi-m (903—986) určeny jsou již zdánlivé velikosti hvězd dosti přesně. Al-Sûfi



dělil poprvé dále velikost hvězd dle toho, zdála-li se mu býti velikost nad aneb pod celou třídou (Al-Sûfi, Description des étoiles fixes, traduite par Schjellerup.) Číslo velikosti bylo připojováno sledující aneb předcházející číslo velikosti. Tak se příkladně označovaly hvězdy druhé třídy: něco jasnější 2.1, střední 2, něco slabší 2.3.

Volíme-li pořad souhvězdí dle vzdálenosti od severní točny ve směru rostoucích rektascensí, obdržíme pro jednotlivá souhvězdí dle Heisova atlasu: Atlas coelestis novus a dle Gouldovy Uranometrie: Uranometria Argentina připojený počet hvězd do velikosti 6.7 až 7.

Souhvězdí severní	Počet hvězd	Souhvězdí severní	Počet hvězd
Ursa minor — Malý Medvěd	54	Coma Berenices — Kštica	70
Cepheus	159	Bereniky	140
Draco — Drak	220	Bootes	31
Cassiopeja	126	Corona Borealis — Koruna	227
Camelopardalus (Žirafa)	138	Hercules	62
Ursa major — Velký Medvěd	227	Vulpecula — Liška	18
Canes venatici — Psi honici, Chrti	88	Sagitta — Šíp	31
Lyra	69	Delphinus — Delfín	30
Cygnus — Labuť	197	Triangulum — Trojúhelník	80
Lacerta — Ještěrka	48	Aries — Skopec	188
Andromeda	139	Taurus — Býk	106
Perseus	136	Gemini — Blíženci	37
Auriga — Vozka	144	Canis minor — Malý Pes	92
Lynx — Rys	87	Cancer — Rak	161
Leo Minor — Malý Lev	40	Leo — Lev	16
		Equuleus — Malý Kůň	178
		Pegasus	128
		Pisces — Ryby	

Souhvězdí jižní	Počet hvězd do velikosti 7. dle Goulda	Souhvězdí jižní	Počet hvězd do velikosti 7. dle Goulda
Cetus — Velryba	321	Crater — Pohár	53
Eridanus	293	Corvus — Havran	122
Orion	186	Libra — Váhy	271
Lepus — Zajíc	103	Virgo — Panna	123
Monoceros — Jednorožec	165	Serpens — Had	209
Canis major — Pes Velký	178	Ophiuchus — Hadonoš	Štít
Hydra	393	Scutum Sobiesii — Štít Soběski-ho	33
Sextans — Sextant	75		



Souhvězdí jižní	Počet hvězd do velikosti 7. dle Goulda	Souhvězdí jižní	Počet hvězd do velikosti 7. dle Goulda
Aquila et Antinous — Orel		Telescopium — Dalekohled	87
a Antinous	146	Microscopium — Drobnobled	69
Scorpius — Štír	185	Grus — Volavka	106
Sagittarius — Střelec	298	Phoenix	139
Capricornus — Kozorožec	134	Horologium — Hodiny	68
Aquarius — Vodnář	276	Reticulum — Sif	34
Piscis austrinus — Ryba jižní	75	Dorado	43
Sculptor — Sochař	131	Piscis volans — Ryba létací	46
Fornax — Pec	110	Crux — Kříž	54
Caelum	28	Musca — Moucha	75
Columba — Holub	112	Circinus — Kružítko	48
Pictor — Malíř	67	Triangulum australe — Trojúhelník jižní	46
Pyxis — Kompas lodní	65	Pavo — Páv	129
Antlia — Vývěva	85	Indus	84
Argo (lod')	829	Tucanus — Tukan	81
(Části lodě: Vela 248, Puppis 313, Carina 208)		Hydrus — Vodní Had	64
Centaurus — Centaur	389	Mensa (Mons Mensae) — Stůl	44
Lupus — Vlk	159	Chamaeleon	50
Norma	64	Apus — Rajský Pták	67
Ara — Oltář	86	Octans — Oktant	88
Corona austrina — Koruna jižní	49		

Jižní souhvězdí: Velryba, Orion, Jednorožec, Hydra, Sextant, Panna, Had, Hadonoš, Orel a Antinous sahají též do severní polokoule nebe. Souhvězdí od — Sochaře začínaje až ke konci nejsou celkem u nás viditelný. Největší a nejbohatší hvězdami souhvězdí jsou na severním nebi: Velký Vůz, Hercules a Drak, na jižním nebi: Lod' Argo, Vodní Had a Centaur.

Počet hvězd viditelných pouhým okem mění se bystrostí oka, průhledností vzduchu a jest daleko menší, než by se dle povrchního dojmu očekávali dalo. Normální oko vidí při dobrém stavu atmosféry na celém nebi asi 5500 hvězd; v našich krajinách, kde pouze  $\frac{3}{4}$  všech hvězd nad obzor vystupuje, vidí tudíž asi 4000 hvězd. Argelander čítal pro severní polokouli 2342 a pro část

jižního pásma do 36 stupně jižní deklinace ještě 882, tedy celkem 3224 hvězd viditelných pouhým okem, Heis nadán jsa velmi bystrým zrakem čítal dokonce 5421 hvězd. Behrmann sečetl od 20. jižního rovnoběžníku až k jižnímu polu 2344 hvězd, Houzeau na celém nebi 5719 hvězd. V průměru připadá na každý čtverečný stupeň<sup>1)</sup> na nebi dle Houzeaua 0.139 hvězd. Počet hvězd roste značně, pozoruje-li se nebe dalekohledem a to tak rychle mocností dalekohledu, že nelze přistoupiti k sečtení, nýbrž k pouhému odhadu.



Obr. 219. Krajina v souhvězdí Blizenců okem neozbrojeným.

Obrázce 219. a 220. demonstrují rozdíl, co vidí pouhé oko a co ukazoval dalekohled Chacornacův otvorn 27 cm v malé části (čtverci strany 5<sup>0</sup>) v souhvězdí Blizenců. Oko neozbrojené vidí tu nejvíce 7 hvězd, dalekohled Chacornacův ukazoval pro týž prostor světový 3205 hvězd, velikosti 3 až 13. Wilh. Herschel vykonal na různých místech nebe odhady množství hvězd — „star-gauges“, — na jejichž základech W. Struve určil součet všech hvězd

viditelným 20stopým Herschelovým dalekohledem na více než 20 millionů. Novější obrovské dalekohledy ukazují daleko více hvězd, asi 100 millionů. —

V připojeném přehledu uveden jest počet hvězd dle zdánlivé velikosti, jak je určili Argelander, Heis, Behrmann a Houzeau.

Velikost: 1. 2. 3. 4. 5. 6. třídy, slabší

Argelander	do —20° deklinace	12	45	129	274	705	1799	—
	jižnější	2	6	24	51	105	72	—
Heis	do —20° deklinace	11	42	128	262	744	1861	1896
	jižnější	2	6	24	51	110	149	68
Behrman	jižně od —20° deklinace	7	21	56	123	462	1652	
Houzeau	severně od rovníku	11	26	88	277	595	1919	
	jižně od rovníku	9	25	112	318	618	1721	

Co učinil Argelander a Heis pro nebe severní, provedl pro nebe jižní Gould ve své „Uranometria Argentina“. Dle Goulda jest počet hvězd pro jednotlivé třídy tento:

<sup>1)</sup> Celé nebe obsahuje 41253 čtverečných stupňů.



Obr. 220. Krajina v souhvězdí Bliženců v dalekohledu otvoru 27 cm. (Jedna z ekliptikálních map Chacornacových, značně zmenšená).

Od + 10 <sup>0</sup> deklinace až k rovníku, jižně od rovníku		
Třída:	0 <sup>0</sup> —1 <sup>4</sup>	2
	1 <sup>5</sup> —2 <sup>0</sup>	1
	2 <sup>1</sup> —3 <sup>0</sup>	6
	3 <sup>1</sup> —4 <sup>0</sup>	29
	4 <sup>1</sup> —5 <sup>0</sup>	55
	5 <sup>1</sup> —6 <sup>0</sup>	174
	6 <sup>1</sup> —7 <sup>0</sup>	724
		9
		10
		66
		166
		321
		1238
		4884

Při slabších hvězdách jeví se v pozorovaném počtu hvězd různá bystrost očí, a při hvězdách jižních působí škodlivě zeslabování světla atmosférou.

Poněvadž jedna třída ponenáhlu v druhou přechází, jest počet hvězd jednotlivých tříd u různých astronomův různý. Na 1000 pouhým okem viditelných hvězd připadá pro jednotlivé třídy počet:

	1.	2.	3.	4.	5.	6. třída
Dle Argelandra pro severní nebe	4	14	41	91	235	615
Dle Behrmanna pro jižní nebe	3	9	24	53	199	712
Dle Houzeau-a pro celé nebe	4	9	35	104	212	636

Po vynalezení dalekohledu byly přidány nové třídy a to tak, že následujících 6 tříd bylo viděti 6palcovými refraktory, pak nových 6 tříd až k nejmenším hvězdám, jež jsou ještě viditelný nejsilnějšími dalekohledy. Ve všech třídách byly vloženy mezitřídy až na desetiny. Při nižších třídách jest odhadování velikosti velmi libovolné; jednotliví pozorovatelé se tu značně od sebe odchylují. Struve označil nejslabší průvodce dvojhvězd, jež mohl rozpoznati v 9palcovém dalekohledu Dorpatském, jako hvězdy velikosti 12., kdežto John Herschel tytéž hvězdy do třídy 20. velikosti klade. Argelander by hvězdy ty čítal jako hvězdy 14. až 15. velikosti: Smyth jako hvězdy 18.—19. velikosti. Udání velikosti hvězd u různých pozorovatelů nemohou se bezprostředně srovnávati, nýbrž jest nutno udání ta redukovati. Až do 6. velikosti panuje v udáních shoda, přes 6. velikost převádí velikosti jednotlivých hvězdářů připojená tabulka Webbova.

Smyth	Struve	John Herschel	Argelander
Velikost 6	Velikost 5·7	Velikost 6·4	Velikost 5·9
6·5	6·3	7·0	6·4
7	6·5	7·4	6·8
7·5	6·9	7·8	7·5
8	7·4	8·2	8·0
8·5	7·9	8·8	8·6
9	8·3	9·5	9·0
9·5	8·9	10·1	9·4
10	9·3	10·4	9·4
11	10·0	11·3	10·0
12	10·4	11·7	10·6
13	10·7	12·5	11·2
14	10·9	13·3	11·8
15	10·9	14·5	12·4
16	10·9	15·9	13·0

Třídy velikosti Johna Herschela převádí v udání Struvea tabulka tato :

J. Herschel	Struve	J. Herschel	Struve	J. Herschel	Struve
3	2·6	8	7·3	13	10·18
3·5	3·1	8·5	7·7	13·5	10·36
4	3·6	9	8·1	14	10·54
4·5	4·1	9·5	8·5	14·5	10·71
5	4·6	10	8·8	15	10·87
5·5	5·05	10·5	9·1	16	11·13
6	5·5	11	9·3	17	11·38
6·5	5·95	11·5	9·6	18	11·61
7	6·4	12	9·8	19	11·82
7·5	6·85	12·5	10·0	20	12·0

V Německu, Rusku a severní Americe ustálila se stupnice Argelandrova a W. Struveho; v Anglii ujala se nejvíce stupnice J. Herschela, jenž tvořil menší rozdíly mezi jednotlivými třídami.

Dle velkého seznamu hvězd zvaného „Bonner Durchmusterung“ jest počet hvězd na nebi severním pro jednotlivé třídy tento :

Třída	Počet hvězd	Třída	Počet hvězd
1·0—1·5	8	6·6—7·5	9955
1·6—2·5	35	7·6—8·5	34.169
2·6—3·5	99	8·6—9·4	120.451
3·6—4·5	230	9·5	111.276
4·6—5·5	748	měnlivé	64
5·6—6·5	3002	mlhoviny	62

Třída 9·5 chová veliký počet i slabších hvězd až do 10.—11. velikosti.

Předpokládáme-li, že pro třídy pod 9. velikostí každá třída následující obsahuje 3krát tolik hvězd jako předešlá (jak se v průměru pro třídy světlejší jeví), obdržíme pro celé nebe pro jednotlivé další třídy (dle Argelandra) tyto velmi přibližné součty :

Třída:	10.	11.	12.	13.	14.
Počet hvězd:	723.000;	2,170.000;	6,500.000;	19,500.000;	58,500.000



Hvězdy 10. velikosti ukazuje dalekohled otvoru 6 cm, 11. velikosti dalekohled otvoru asi 10 cm, 12. velikosti dalekohled otvoru 16 cm, 13. velikosti dalekohled otvoru 25 cm, 14. velikosti dalekohled otvoru asi 40 cm.

Littrow podal výsledky sečtení všech hvězd přicházejících v „Bonner Duchmusterung“ dle jednotlivých stupňů deklinace hvězd pro každou desetinu jich velikosti. Seeliger v Mnichově dal sečísti hvězdy dle velikosti v těchto třídách:

1. třída	od velikosti	1 0	do	6·5
2.	"	"	"	6·6 " 7·0
3.	"	"	"	7·1 " 7·5
4.	"	"	"	7·6 " 8·0
5.	"	"	"	8·1 " 8·5
6.	"	"	"	8·6 " 9·0
7.	"	"	"	9·1 " 9·5
8.	"	"	"	9·6 " 10·0

v rektascenci v mezích od 20 ku 20 minutám časovým a v deklinaci v mezi jednoho stupně. Seeliger obdržel takto:

pro severní nebe    pro jižní nebe do — 23°  
deklinace

pro	1. třídu	počet	hvězd	4120	1265
"	2.	"	"	3887	1276
"	3.	"	"	6054	1828
"	4.	"	"	11168	3516
"	5.	"	"	22898	7601
"	6.	"	"	52852	18633
"	7.	"	"	213973	55565
"	8.	"	"	—	43896
součtem				314952	1 33580

a 126 předmětů mlhových a hvězd měnlivých.

Za noci bezměsíčné vidíme na nebeské báni jednotlivá místa, jež vynikají bohatstvím jasných a hustě vedle sebe položených hvězd naproti místům na hvězdy chudým.

Bohatá místa ta jsou tím četnější, čím více se blížíme světelnému mraku, jenž se při různé šířce a intenzitě, odpovídaje téměř největšímu kruhu, táhne na nebi v podobě pasu. Tento bílý pás, dráha mléčná,<sup>1)</sup> nejvelkolepější ale také nej-

<sup>1)</sup> Dráha mléčná, galaxia. via lactea, též Jacobstrasse (via strata sancti Jacobi di Gallicia), stará silnice slunečná (vestigium solis), pás nebeský (Himmelsgürtel, coeli cingulum).

tajuplnější zjev na nebi hvězdném, budil již v nejstarších dobách všeobecný obdiv.

Starí měli o mléčné dráze prapodivné náhledy; jedni považovali mléčnou dráhu za mléko, jež kojná Diova rozlila, druzí za skulinu, jež při položení obou polokouli nebeské báně na sebe povstala a již prokmitá oheň obklopující nebeskou kouli. Jen Democrit vyslovil ideu, že se mléčná dráha vysvětluje splýváním světla nesčetných hvězd malých. Náhled ten vyslovili později také Marcus Manilius, Bartolomeo da Parma a jiní spisovatelé. Trvalo však dlouho, než byl podán dostatečný obraz dráhy mléčné. Ještě ve hvězdných mapách Flamsteeda, Fortina, Bodeho atd. podobá se mléčná dráha spíše tasemnici než světelnému mračnu. Teprve 6 map pod vedením Johna Williama Lubbocka (*Six Maps of the Stars* London 1832, 1836) obsahuje první přesné a věcné znázornění podivuhodného útvaru tohoto. Také Heis zabýval se kreslením průběhu mléčné dráhy mezi hvězdami; výsledky pozorování Heisových jsou složeny v jeho *Atlas coelestis*.

Mléčná dráha skládá se v celku z nahromaděných mračnovitých mlhovin nebo skupin hvězd, kupovitá podoba světelných skvrn převládá a v nejsvětlejších krajinách jest zřetelně viděti několik takovýchto skvrn různé jasnosti, jež se částečně na sebe promítají. Žádná skvrna nemá mezí, neméně se jednotlivé skvrny vzájemně od sebe liší. Chybné jest, co se v knihách podává: že svit mléčné dráhy se rozkládá v dalekohledu ve směs nesčetných hvězd. Není též pravda, že dalekohled Galileův rozlišil mléčnou dráhu ve hvězdy. Také 4—6 palcový refraktor nerozlišuje mléčné dráhy, nýbrž ukazuje jen více hvězd, ty však to nejsou, jež tvoří svit dráhy mléčné. Tyto patří nejnižším třídám velikosti, jež známe (14., 15. vel. atd.). Proto neukazuje refraktor nařazený na mléčnou dráhu vůbec ničeho z této, poněvadž v malém zorném poli dalekohledu schází kontrast s temným pozadím nebeským.

Nejlepší práci o mléčné dráze podal C. Easton. Hlavní list jest mapa generalní, vedle této jsou speciální karty: k těm přidán jest katalog světlých skvrn a tmavých míst (164) v dráze mléčné. Dále jest podán velmi úplný historický přehled prací o vzhledu dráhy mléčné. Easton praví: „To, co nazýváme dráhou mléčnou, jest do jistého stupně optickou illusi. Planety, stálice atd. mění vzhled, čím

silnějších optických strojů uijeme, ale nezmizí tím nikdy to se však skutečně děje se světlostí zdánlivě spojitou toho, co nazýváme dráhou mléčnou.“ Svít mléčné dráhy způsobují nejmenší hvězdičky, jež není jednotlivě ani oku ani v nejmocnějších dalekohledech viděti. Menší hvězdy neviditelné jednotlivě oku prostému, jež jsou však dobře v dalekohledu k rozeznání, promítají se ve větším počtu někdy na vlastní dráhu mléčnou a činí místa ta světlejší. Tím způsobují hvězdy 6., 7., 8. velikosti v různých částech světlych granulo-  
vaný vzhled dráhy mléčné.

Případně praví Barnard, jež mléčnou dráhu fotografoval: Pravý tvar mléčné dráhy nezávisí na hvězdách 9. a 10. velikosti, nýbrž na millionech malých hvězd, jichž většina jest neviditelná i nejmocnějšími stroji optickými.

Starý popis mléčné dráhy od Ptolemaea zůstal celkem skoro až do polovice našeho století nejlepším. Sir John Herschel podal popis dráhy mléčné, jež jest dosti dokonalý v částech jižních, jasnějších, jež však v částech severních sotva předčí popis Ptolemaeův. Klein kreslil dráhu mléčnou v letech 1866—67. Roku 1877 vyšly výkresy dráhy mléčné od Heise. Roku 1879 vyšla Gouldova *Uranometria Argentina*, v níž výkresy dráhy mléčné pořídili Davis a Thome. J. C. Houzeau nakreslil na Jamaice dráhu mléčnou, v níž se snažil detail označiti čarami stejné světlosti. Nejdůležitější práci o mléčné dráze tvořil veliký atlas O. Böddickera. Výkresy mléčné dráhy zakládají se na pozorováních z let 1884—89 v Birr Castle v Irsku. Nad prací tou vyniká dílo Eastonovo. Backhouse v Sunderlandu upozorňoval na to, že v dráze mléčné se nalézají přímočaré skupiny malých hvězd. Cowper Ranyard domníval se, že nalezl v mléčné dráze tvary květin a listů s jemnými žilkami. Na hranicích temných a světlych krajin seřaďují se totiž malé hvězdy v takovéto útvary botanické. Velký zájem budí téměř úplně tmavá místa, ulice, jež protínají dráhu mléčnou. Nevíme, jsou-li to cesty bezhvězdné mezi územími bohatými na hvězdy aneb krajiny, v nichž hvězdy jsouce velmi malé záhy sestály a již pro nás shasly, kdežto větší slunce sousedních krajin září ještě jasem mládí. Mezi tmavými skvrnami jest nejzajímavější severní zvaná uhelník (Kohlensak). Barnard myslí, že jsou skutečné mezery v průběhu dráhy mléčné; Ranyard pak se domnívá, že

takováto místa tmavá (sáhající někde přes 8—10<sup>0</sup>, tedy triliony *km* dlouhá) způsobuje tmavé medium, jež leží mezi námi a drahou mléčnou!

Průběh mléčné dráhy na našem nebi, rozsah její v jednotlivých souhvězdích, rozvětvení její a stupeň jasnosti jednotlivých krajín ukazuje v hrubých rysech přiložená mapa souhvězdí naší oblohy.

Pro studium pohybu hvězd jest nezbytné přesné určení poloh hvězd; polohy hvězd určené rektascensí a deklinací hvězd zanášejí se vedle udání velikosti hvězdy a jiných poznámek dle jistého pořádku do seznamů hvězdných. Nejstarší katalog jest nám již známý *Almagest* Ptolemaeův, opírající se o pozorování Hipparchova (1080 hvězd). Srovnání katalogu Ptolemaeova s nynějšími učí, že souhvězdí skýtala před 2000 lety týž vzhled jako nyní. *Almagest* čítá 1025 hvězd; Hipparch neudal tedy všech hvězd, jež mohl viděti; hvězdy do 4. velikosti jsou však celkem úplně uvedeny. Další katalog stálie jest obsažen v tak zvaných *Ilkhanických tabulkách* („*Tabulae ilkhanianae*“), jež chovají také tabulky planet a pozorování Nassir-Eddina <sup>1)</sup> a jeho spolupracovníků. Další důležitější katalog hvězdný pořídil v 15. století Ulugh-Beigh; seznam tohoto čítá 1019 většinou Hipparchových hvězd, jež byly v Samarkandu znova určeny. Za nejpresnější seznam hvězdný z doby před vynalezením dalekohledu děkujeme Tyge Brahe-mu: jeho katalog čítá 1005 hvězd, jichž poloha jest již přesnou až na 1'. Pomocí dalekohledu byl sestaven první katalog 2866 hvězd ve Flamsteedově: „*Historia coelestis Britannica*“ (1690). Až do začátku tohoto století bylo jen málo hvězd přesně určeno. První katalog obsahující přesné polohy 3222 hvězd, jež Bradley kolem polovice 18. století velmi pečlivě určil, tvoří „*Fundamenta astronomiae*“ (Základové hvězdářství), jež r. 1818 Bessel vydal. V díle tom a v příbuzném díle: „*Tabulae reductionum observationum*“ vyvinul Bessel metody redukce pozorování. Obě díla ta byla až do nejnovější doby vzorem všech podobných výpočtů. Novou redukci Bradleyových pozorování provedl v poslední době Auwers.

<sup>1)</sup> Nassir-Eddin, nar. r. 1201 v Thus v Khorassanu, pibný cestovatel, usadil se v Bagdadu. N. byl dovedným pozorovatelem a velmi činným spisovatelem, stal se posléze ředitelem velkolepé hvězdárny v Meragah (v severozápadní Persii), již založil mongolský chán Hulagu. N. zemřel r. 1274.

Větší katalog (*Histoire céleste française*) obsahující místa 47 000 hvězd uveřejnil r. 1801 Lalande;<sup>1)</sup> vedle tohoto většího katalogu mohl se astronom na začátku tohoto století při svých pozorováních opíratí jen o několik málo spolehlivých menších seznamů hvězd. Bessel shledal záhy, že jest pro další pokrok pozorovací astronomie nutno pořídití dostatečný základ přesných určení poloh všech hvězd aspoň do velikosti deváté a ukázal možnost provedení této práce tím, že sám poledníkovým strojem v Královci v letech 1820 až 1831 určil polohy hvězd mezi 15. stupněm jižní deklinace a 45. stupněm deklinace severní, celkem 75.011 pozorování a navrhl již r. 1825 Berlínské akademii věd sestavení hvězdných map, v nichž měly býti zaneseny veškeré polohy hvězd (asi 32.000), jež Bessel až do té doby mezi 15. stupněm jižní až do 15. stupně severní deklinace na stroji poledníkovém stanovil, a ostatní meziležící hvězdy měly býti zaneseny do map těch dle odhadu. Práce té se účastnili: D'Arrest, Luther, Argelander, Harding, Wolfers, Morstadt v Praze a j.; pro mnohých nesnázích ukončena práce ta r. 1859. Mezitím podnikl Argelander v Bonnu práci daleko rozsáhlejší; ku poznání a vyhledání předmětů pro srovnání při pozorováních planet a komet dostačí p ř í b l i ž n á známost poloh hvězd; Argelander<sup>2)</sup> podnikl prohlídku celého

<sup>1)</sup> Lalande Joseph Jérôme le François de, nar. se r. 1732 v Bourg-en-Bresse, navštěvoval nejprve školu jezuitskou, odebral se pak do Paříže, aby tu studoval práva. Probudivší se láska ke hvězdářství přivedla L.—a k hvězdářům De l' Isle a Lemonnier-ovi, jichž horlivým žákem se L. stal, nezanedbávaje při tom studia zvoleného povolání. Odporučením Lemonnier-ovým byl L. r. 1751 od akademie vyslán na vědeckou hvězdářskou cestu do Berlína, kdež se často stýkal s Eulerem, Maupertuis-em a j. Vrátiv se do své otčiny působil L. rok v Bourgu, načež opět se odebral do Paříže, aby se tu věnoval již úplně hvězdářství. R. 1753 stal se členem akademie pařížské, r. 1761 professorem při Collège de France a později ředitelem hvězdárny ústavu Ecole militaire L. patří k nejpilnějším pozorovatelům doby novější a mezi velmi plodné spisovatele hvězdářské. L. pořídil rozsáhlá pozorování pásmová, jichž největší část (asi 47000 hvězd) vydal Baily na podnět společnosti British Association v r. 1847. Výtečná učebnice astronomická (první vydání 1764) přispěla podstatně k vycvičení několika generací ve vědě astronomické. Velmi cenné jest dílo: „Bibliographie astron. avec l'histoire de l'astronomie depuis 1781—1802.“ L. zemřel r. 1807.

<sup>2)</sup> Argelander Friedrich Wilh. August, nar. se 22. března 1799 v Memelu, studoval gymnasium v Elbingu a universitu v Královci, kdež hlavně přednáškami Besselovými k astronomii byl trvale při-



severního nebe od polu až za rovník (vlastně do deklinace  $-2^\circ$ ) a určil ve svém díle „Bonner Durchmusterung“ (zkráceně B. D.) přibližně polohy 324.000 hvězd (všech do velikosti 9. a velmi mnohých velikosti i 10.), jež též do map hvězdných zanesl. Schönfeld<sup>1)</sup> v Bonnu rozšířil práci

poután. Koncem r. 1820 stav se assistentem hvězdárny, účastnil se se s Bessellem pozorování pásmových od  $-15^\circ$  do  $45^\circ$  deklinace. Hodnosti doktorské dosáhl spisem jednajícím o Flamsteedových pozorováních a venia legendi na universitě udělena mu byla za podání práce o dráze vlasatice z roku 1811. R. 1823 stal se observátorem a později ředitelem hvězdárny v Åbo, kdež vykonal mimo jiné velmi důležitá pozorování 560 hvězd se značným pohybem vlastním. Když 5. září 1827 město Åbo i s universitou lehlo popelem a universita později do Helsingforsu byla přeložena, byl A. jmenován prof. astronomie této university a ředitelem hvězdárny, jež se tu měla vystavěti. V Helsingforsu pozoroval A. hlavně hvězdy circumpolární a vydal znamenité pojednání: *Über die eigene Bewegung des Sonnensystems*. R. 1836 byl povolán za astronoma do Bonnu, kdež řídil stavbu nové hvězdárny. V provisorních místnostech zabýval se v letech 1837—41 pozorováním hvězd měnlivých; plody práce té jsou složeny v 7. svazku bonnských pozorování. V též čas spadá jeho atlas *Uranometria nova*<sup>4</sup> se seznamem hvězd (vyd. r. 1843 v Berlíně). Po postavení passážniku opatřeného obloukem stupňovým provedl A. pozorování severních pásem od  $45^\circ$  do  $80^\circ$  deklinace objímající téměř 22.000 hvězd. R. 1845 přesídlil se na hvězdárnu novou. Vedle četných pozorování vlasatic a asteroidů provedl A. v letech 1849—52 prozkoumání jižních pásem od  $-15^\circ$  do  $-31^\circ$  deklinace, obsahující 23.250 pozorování více než 17.000 hvězd. V l. 1852—54 určil A. mnoho těchto hvězd velmi přesně na kruhu poledníkovém. Posléze založil a dokončil s několika pomocníky obrovskou práci prozkoumání nebe (Bonner Durchmusterung), na jehož základě byl vydán atlas a seznam 324.198 hvězd mezi polem a  $-2^\circ$  deklinace. (Atlas des nördlichen gestirnten Himmels für den Anfang des Jahres 1855 etc. 40 listů, Bonn 1863; seznam hvězd v Bonner Beobachtungen Band III., IV., V. Bonn 1859—1862.) Poledníková pozorování mnoha hvězd 8. vel. složena jsou v VI. svazku „Bonner Beob.“ R. 1867 předložil A. valné hromadě společnosti astr. své plány o určení poledníkovými stroji všech hvězd do 9. velikosti, jejich polohy „Bonner Durchmusterung“ pouze přibližně udává. Plány ty byly na valné hromadě ve Vídni r. 1869 projednány a úloha rozdělena mezi více hvězdáren blížící se již svému dokončení. Hlavních úspěchů docílil A. v astronomii stálíc. Pro své zásluhy byl A. vyznamenán četnými řády a jmenován členem mnohých učených společností. A. zemřel 17. února 1875.

<sup>1)</sup> Schönfeld Eduard nar. se r. 1823 v Hildburghausenu; věnovav se nejprve stavitelství, studoval na technice v Casselu a v Hannoveru, později když zvítězila záliba pro vědy přírodní, studoval r. 1849 chemii v Marburgu, kdež byl Gerlingem do astronomie uveden. R. 1852 se odebral do Bonnu, aby se tu výhradně věnoval hvězdářství; stal se již r. 1853 assistentem a rozvinul pak neobyčejnou činnost. Ve spojení s Krügerem provedl za vedení Argelan-

tu až k 23. stupni jižní deklinace. Pás ten obsahuje 133659 hvězd. Teprve po zřízení astronomické společnosti („Astronomische Gesellschaft“) učiněn v Lipsku na schůzi návrh, aby veškeré hvězdy do 9. velikosti, jichž místo „Bonner Durchmusterung“ přibližně udává, se určily přesně stroji polednikovými a aby se o práci tu rozdělily lépe opatřené hvězdárny, jež by v určitém oddilu nebe (pásmu) měření ta konaly. Po stanovení pevného programu pozorovacího, po roztržení pásu pro jednotlivé hvězdárny a vyvolení velmi přesně určených hvězd, stejnoměrně po celém nebi rozdělených, o něž se jako základ celá práce opírala, přikročeno po r. 1869 bezodkladně na hvězdárnách v Bonnu, Berlíně, Chicagu, Lipsku, Helsingforsu, Kazani, Derptu, Christianii, Cambridgi (Anglie) a j. ku provedení této veliké práce. Určení přesných poloh (na  $\frac{1}{2}''$  až  $\frac{1}{4}''$ ) 534 základních hvězd (Fundamentalsterne) opatřila hvězdárna v Pulkově, fundamentální katalog těchto hvězd sestavil Auwers v Berlíně. R. 1873., kdy práce zdárně ku předu kráčela, určen byl způsob uveřejnění definitivních katalogů, jež vydává nákladem vlastním astr. společnost; podrobná pozorování jednotlivých pásu (Zonenbeobachtungen) vydávají sčastněna hvězdárny. Na schůzi ve Stockholmu (1877) rozšířená obrovská tato práce na část nebe ležící jižně od rovníku a od r. 1880 se obstarává měření v té části hvězdárnami na Kapu, v Melbournu, Sydney a v Neapoli.

Velmi důkladný seznam hvězdných katalogů obsahující od doby Endoxovy až do r. 1876 celkem 527 čísel pořídil E. B. K. Nobel. (The chronology of star catalogues. London 1877.) Pro studium hvězd prostým okem viditelných ve střední Evropě se nejlépe hodí Argelandrova Uranometria nova aneb Heis Atlas coelestis novus.

---

drova prohlídku severního nebe (slavnou Bonner Durchmusterung). Ještě v Bonnu byl Sch. jmenován professorem astronomie. R. 1859 odebral se do Mannheimu jako ředitel malé zastaralé hvězdárny. Zde se obíral hlavně studiem hvězd měnlivých; výsledky studia jsou složeny ve dvou katalogech hvězd měnlivých. Hlavní práci z doby Mannheimské byl katalog mlhovin, v němž jest přesně určena poloha všech mlhovin viditelných v malém Mannheimském refraktoru otvoru 6 palců. R. 1875 byl Sch. povolán jako nástupce Argelandrův do Bonnu, kdež vykonal velikou práci: Südliche Durchmusterung des Himmels (Bonner Beobachtungen Bd VIII.). Sch. byl dlouholetým redaktorem a vydavatelem časopisu: „Vierteljahrsschrift der astronom. Gesellschaft“. Zemřel r. 1891.

Výtečná díla ta, nyní již velmi vzácná jsou v novější době nahrazena hvězdnými atlanty vědecké ceny daleko menší: „H. J. Klein. Sternatlas für Freunde der Himmelsbeobachtung. Mit ausführlichem erläuterndem Text.“ (Lipsko 1888); „Jacob Messer. Sternatlas für Himmelsbeobachtungen.“ (Petrohrad 1888). Neobyčejnou láci vyniká pak méně důkladný atlas hvězdný: „Ricardus Schurig. Tabulae caelestes.“ (Lipsko 1886). Pro jižní nebe uvádíme: „C. Behrmann. Atlas des südlichen gestirnten Himmels“ a výtečné dílo: „B. A. Gould. Uranometria argentina“ (14 listů, Buenos Aires). Nejobsáhlejší a nejvelkolepější atlas hvězdný: „Argelander F. Atlas des nördlichen gestirnten Himmels nach der auf der Universitätssternwarte zu Bonn durchgeführten Durchmusterung“ (37 listů, Bonn) jest již úplně rozebrán.

R. 1884 učinili bratři Henryové pokus, fotografovati nejjasnější část mléčné dráhy  $6\frac{1}{2}$  palcovým dalekohledem vlastní výroby. Desky zhotovené na zkoušku obsahovaly 1500 hvězd 6.—12. velikosti. Zdařený pokus ten přivedl admirála Mouchez-a na myšlenku, učiniti návrh na pořizení fotografické mapy obsahující celou oblohu hvězdnou. Po dalším vyjednávání sešel se v Paříži fotografický kongress, jenž zasedal v letech 1887, 1889 a 1891 a učinil usnesení, by se celá obloha fotografovala při osvětlení tak dlouhém, aby se objevily na deskách ještě hvězdy velikosti čtrnácté. Každá krajina nebes má býti fotografována dvakráte za různých dob za příčinou stanovení chyb na deskách. K zajištění správnosti vyměření hvězd zobrazuje se na každé desce před expozicí jemná síť čar, jež označuje deformace, jež citlivý povlak při různých manipulacích fotografických prováděl. Všechny nástroje mají býti stejné, mají míti 33 cm volného otvoru a 343 cm délky ohniska; za příslušné pointery slouží dalekohledy otvoru 24 cm a délky ohniskové 360 cm. Zorné pole dalekohledu obsahuje 4 čtvereční stupně, desky mají rozměr  $16 \times 16$  cm, po odečtení zkreslených okrajů zbývá  $13 \times 13$  cm. Jedna oblouková minuta čítá asi 1 mm, snímky mají tudíž objemu 21·6 minut čili 3·44 minuty poloměru. Jednotlivé snímky přesahují do sousedních tak, že lze přesně připojití jednu ke druhým.

Obloha jest rozdělena od rovníku až k točnám v pásy, zšíří dvou stupňů. Práci tu provádí 18 hvězdáren, 13 na severní a 5 na jižní polokouli a to Helsingfors, Postupim,

Videň, Paříž, Bordeaux, Toulouse, Alžír, Oxford, Greenwich, Řím, Catania, San Fernando, Tacubaya, Rio de Janeiro, Santiago, Sydney, Capetown, La Plata a Melbourne. Na jeden snímek celé oblohy připadá 11.027 desek, na dvojnásobný tedy 22.054 desek. Hvězdárna pařížská převzala 7 pásem po 180 deskách. Každá hvězda, jež se nalézá na oněch 22.054 deskách, má býti změřena.

Polohy hvězd stanoví se pomocí hvězd vodících jednotlivých desek, hvězdy vodící určují se přesně na strojích průchodních (poledníkových). Měření a pořizování desek děje se systematicky. K vyměřování desek zřízeny jsou zvláštní kanceláře. V čele pařížské kanceláře zřízené r. 1892. nalézá se ředitel hvězdárny pařížské Tisserand, přednosty jsou bratři Henryové, měření řídí slečna doktorka Dor. Klumpke-ova.

Každá deska osvětluje se třikráte, po dobu 40 vteřin,  $2\frac{1}{2}$  minuty a 5 minut. Když je deska hotová, dodá se do měřické kanceláře, kdež se vyměřuje. K měření slouží dva šrouby mikrometrické s dvěma vlákny vzdálenými 0.1 mm. Pařížská kancelář změřila během 3 let 72.000 hvězd na 224 deskách. Měření odevzdají se kanceláři redakční, kdež se příslušně přepočítávají a redukuje na aequinoktium r. 1900. Pásmo  $+24^{\circ}$  deklinace jest již skorem skončeno; obsahuje 180 desek, každá deska má průměrně 335 hvězd. Veškeré desky budou vážit více než 1800 kg. Pro katalog budou vyměřeny prozatím jen hvězdy až 11. velikosti; později snad i hvězdy 12., 13. a 14. velikosti. Bude-li katalog zařízen podobně jako katalog bonnský (Bonner Durchmusterung), kdež kvartový svazek o 400 stranách čítá 100.000 hvězd, bude katalog hvězd do 11. velikosti obsahovati 35 takových svazků. Fotografování nebe bude asi r. 1897 skončeno, nato vyžadovati bude vyměřování, zpracování a uveřejnění výsledků doby nejméně dalších 10 let.

Tento internationalní podnik velkolepého způsobu provádí se dle přesně udaných principů a uvádí do astronomie stellární novou epochu; ovoce práce, výzkum složené soustavy hvězd, budou mít potomci naši. Nejprve jest třeba vyměření desek hvězd; veškeré hvězdy mapy nebeské, tedy asi 30 až 40 millionů hvězd, změřiti nelze ani spojeným úsilím mnoha astronomů v čase omezeném, proto bylo stanoveno jen část hvězd až do 11. velikosti změřiti a katalogisovati s přesností větší, než poskytují pozorování průchodní. Tento katalog hvězdný obsahovati bude přesné polohy

3 millionů hvězd, ohromný to pokrok vzhledem k podniku pásmovému pozorování hvězd, jež udá polohy jen 200.000 hvězd. Katalog bude vyžadovati práce několika desetiletí a zvrátí snad umobé nynější názory astronomické, a pozdější opakování této veliké práce po 50 nebo 100 letech poskytne potomkům mnohých nových názorů o velikosti stvoření. Při fotografování hvězd jest nutný dalekohled podvojný, jeden dalekohled jest achromatisován pro paprsky chemické, druhý „pointer“ pro optické a má za účel udržovati fotografický dalekohled po celou dobu expozice namířený stále na týž předmět (hod) nebeský přesně určený až na 5".

Již prosté oko poznává přibývání počtu hvězd směrem ku dráze mléčné. Poměr ten vystupuje tím zřetelněji z připojeného přehledu, jež sestavil Argelander na základě své „Bonner Durchmusterung“.

K r a j i n a	9. vel.	8. vel.	7. vel.	1. až 6. vel.	Sou- čtem	Hoj- nost
Pět krajín na hvězdy nejchudších . . . .	644	95	22	18	779	6·8
Na polu dráhy mléčné . . . .	140	25	10	1	185	8·5
30 <sup>0</sup> od polu toho . . . .	1969	283	84	31	2367	9·1
50 <sup>0</sup> " " " " . . . .	2304	328	98	45	2775	10·9
70 <sup>0</sup> " " " " . . . .	3553	437	117	60	4167	16·4
Dráha mléčná . . . .	18916	2068	562	244	21790	29·3
105 <sup>0</sup> od polu dráhy mléčné . . . . .	4856	576	159	70	5655	19·8
125 <sup>0</sup> " " " " . . . .	2509	430	88	53	2980	11·2
140 <sup>0</sup> " " " " . . . .	982	130	37	10	1159	9·3

Přehled ten poučuje, že hojnosti hvězd od polu dráhy mléčné směrem k této velmi rychle přibývá, že však krajina na polu není na hvězdy nejchudší. Jsou různé krajiny, jež ještě méně hvězd vykazují než krajina točnová; ku př. leží taková krajina pouze 20<sup>0</sup> vzdálena od dráhy mléčné v souhvězdí Byka. Rozdělení hvězd není v stejné vzdálenosti od dráhy mléčné rovnoměrné v různých směrech. V každém pásmu kolem dráhy mléčné a hlavně v dráze mléčné samé se jeví pravidelné přibývání a ubývání průměrné hojnosti hvězd příslušící pásmu. Argelander soudí na základě toho, že jsou hvězdy do 10. velikosti přibližně rozděleny ve vrstvách kolmých na dráhu mléčnou, že v dráze mléčné jsou nejhustěji rozloženy a odtud na obě strany



že hojnosti hvězd dosti rychle ubývá. Obr 221. znázorňuje částečně takové poměry. Výzkumy Argelandrovy potvrdily také náhled Herschelův, že v dráze mléčné samé a poblíže této se jeví snaha k utváření se skupin a částečných soustav hvězdných.

Ještě přesnější výzkumy učinil H. Seeliger. Seeliger rozdělil nebe na 8 pásem šířky  $20^{\circ}$ ; první pásmo leží kolem polu dráhy mléčné (rektascense polu toho  $12^h 49^m$ , deklinace  $+27^{\circ} 30'$ , pro rok 1880) a jest omezeno rovno-



Obr. 221. Rozdělení hvězd vzhledem ke dráze mléčné dle Argelandra.

běžným kruhem vzdáleným 20 stupňů od polu toho; druhé pásmo leží mezi 20—40 stupni vzdálenosti od téhož polu (vzdálenost gallaktická) atd.; pásmo páté obsahuje dráhu mléčnou. Pro každé pásmo byla odvozena hustota hvězd jednotlivců 7 tříd, při čemž hustota hvězd dráhy mléčné (5. pásma) byla stanovena rovna jednotce. Výsledky jsou složeny v připojených přehledech.

Severní „Durchmusterung“.

Třída	1	2	3	4	5	6	7	Ze součtu 2—7
Pásmo 1.	0·55	0·43	0·52	0·40	0·42	0·38	0·32	0·346
„ 2.	0·57	0·44	0·50	0·42	0·44	0·40	0·34	0·368
„ 3.	0·64	0·54	0·60	0·51	0·51	0·48	0·42	0·448
„ 4.	0·79	0·69	0·76	0·73	0·72	0·73	0·66	0·681
„ 5.	1·00	1·00	1·00	1·00	1·00	1·00	1·00	1·000
„ 6.	0·91	0·79	0·84	0·77	0·80	0·79	0·76	0·769
„ 7.	0·57	0·43	0·47	0·48	0·52	0·53	0·45	0·471
„ 8.	0·43	0·31	0·35	0·37	0·46	0·53	0·39	0·414

Jižní „Durchmusterung“ (do —  $23^0$  deklinace).

Třída	1	2	3	4	5	6	7	8	Ze součtu
Pásmo 1.	0·78	0·70	0·58	0·67	0·54	0·44	0·39	0·53	0·463
" 2.	0·79	0·78	0·55	0·60	0·57	0·45	0·42	0·53	0·477
" 3.	0·93	0·77	0·72	0·74	0·69	0·55	0·53	0·63	0·582
" 4.	1·14	1·02	0·81	1·01	0·90	0·78	0·79	0·72	0·784
" 5.	1·00	1·00	1·00	1·00	1·00	1·00	1·00	1·00	1·000
" 6.	0·85	0·97	0·83	0·89	0·79	0·63	0·63	0·84	0·716
" 7.	0·70	0·78	0·69	0·68	0·57	0·49	0·46	0·46	0·479
" 8.	0·78	0·81	0·61	0·68	0·50	0·44	0·41	0·48	0·455

Čísla hlavně severní „Durchmusterung“ dosvědčují, že pro hvězdy velikosti  $6\frac{1}{2}$  až  $9\frac{1}{2}$  jest přibývání hustoty směrem ke dráze mléčné téměř stejné, pro hvězdy jasnější velikosti 1 až  $6\frac{1}{2}$  však značně menší.

Jestliže jest přibývání hustoty i pro hvězdy slabší velikosti  $9\frac{1}{2}$  stálé, pak jest soustava hvězdná více méně kulovitě uspořádána tak, že hvězdy v dráze mléčné jsou hustěji rozloženy než v kterékoliv rovině jiné. Posavadní náhled, že soustava hvězdná má tvar plochého terče, by pak již neplatil.

Teprve seznáním rozdělení hvězd na celém nebi dojdeme o prostorové hustotě a tvaru hvězdného systému dostatečného poučení.



## II. Barvy hvězd.

Pouhému oku jeví se hvězdy v barvě bílé, jen několik málo hvězd svítí ve zbarvení červenavém; z hvězd 1. velikosti jsou červené Antares, Arcturus, Aldebaran a Beteigeuze. Sirius, Spica a Wega jsou bílé hvězdy, Capella a Pollux jsou hvězdy žluté. Snadněji než pouhým okem pro tak jemné odstíny barev ne příliš citlivým lze souditi o barvách hvězd pomocí dalekohledu, ač i tu rozdíl barev jest slabý; vedle barvy žluté a červené vyskytnují se v dalekohledu zřídka jiné barvy pro jednoduché hvězdy; na-proti tomu jeví hvězdy podvojně též barvy modré, ze-

lené, popelavé a j. Při slabších hvězdách dalekohledných nelze již rozdílu barev rozeznati. Struve klade 9. třídu hvězd jako nejzazší mezi, při které ještě lze barvu poznati. V novější době zabýval se hlavně Jul. Schmidt určováním barev hvězd; poněvadž většina hvězd měnlivých jeví barvy červené a oranžové, obrátila se pozornost hlavně na hvězdy červené. Schjellerup,<sup>1)</sup> Birmingham<sup>2)</sup> a Chambers<sup>3)</sup> sestavili katalogy červených hvězd (přes 300). Hvězda nejčervenější z hvězd pouhým okem viditelných jest měnlivá hvězda  $\gamma$  Cephei, nazvaná Herschelem hvězda granátová (garnet star); poněkud slabší jest velmi červená hvězda měnlivá R Leporis, nazvaná Hindem „crimson star“; nejčervenější hvězda dalekohledná (velmi krvavě červená) jest hvězda 8. velikosti v jižním Kříži (rektascense  $16^h 33^m$ , deklinace  $-32^{\circ} 8'$ ). Z dalších hvězd červených buďtež ještě uvedeny:  $\alpha$  Arietis,  $\alpha$  Ceti (měnlivá),  $\alpha$  Hydrae (slabě červená),  $\gamma$  Leonis,  $\alpha$  Scorpii (velmi červená),  $\gamma$  Draconis; ohnivě červené dle Vogela:  $\gamma$  Aquilae,  $\alpha$  Capricorni,  $\epsilon$  Pegasi,  $\zeta$  Cephei,  $\beta$  Pegasi (měnlivá).

Určování barev pouhým okem nebo pomocí dalekohledu jest velmi nejisté; toho příčinou jest různá citlivost různých očí, ano i různé citlivosti týchž očí za různých okolností. I síla světla působí při určování barev.

Vůbec jest barva hvězd, jak se oku jeví, velmi složitý úkaz, skládající se z veliké řady různých barev původních, spektrálních; rozkladem světla hvězd pomocí spektroskopu se shledává, že různost dojmu barev spočívá v různosti složení, síly a rozsáhlosti jednotlivých barev, čar a pruhů ve spektrech hvězd. K přesnějšímu určování barev hvězd sestrojil Zöllner přístroj — Colorimeter (barvoměr) zvaný — při svém fotometru astronomickém a pozoroval jím řadu jasnějších stálic a planet. Že některé hvězdy barvu svou mění, jest možné. Sirius byl od Řeků popsán jako hvězda červená, nyní jest hvězdou bílou, jak již Arabové také za-

<sup>1)</sup> Schjellerup H. C., Catalog der rothen isolirten Sterne. Astr. Nachr. No. 1591 & 1613, 1866. — Schjellerup H. C., Zweiter Catalog der rothen, isolirten Sterne (Vierteljahrsschrift der Astr. Gesellschaft. Vol IX.). 1874.

<sup>2)</sup> Birmingham J., Observations and Catalogue of Red Stars. (Trans. Roy. Irish. Acad. Vol. XXVI.) 1877.

<sup>3)</sup> Chambers G. F., Catalogue of „Red“ Stars (A Handbook of descriptive and practical Astronomy. Chap. XII. 1890.)

znamenal. Vůbec jest nutno i novější pozorování změn v síle téže barvy při některých jasnějších hvězdách (ve Velikém Medvědu) s velikou nedůvěrou přijímati a podrobiti je přesnějšímu prozkoumání.

O domnělé změně barvy hvězdy  $\alpha$  Ursae majoris a jiných hvězd pojednal kriticky prof. V. Šafařík v článku: „Über den Farbenwechsel von  $\alpha$  Ursae majoris“ ve Vierteljahrsschrift der astron. Gesellschaft. 14. ročník. Šafařík nepopírá sice principiálně u hvězd změny barev, myslí však, že nejsou posud změny barev ani u hvězd měnlivých dokázány a praví: „Barva se mění jen zdánlivě, poněvadž se mění světlost.“

V některých souhvězdích převládají určité barvy. V Plejadách (Kuřátkách) vyskytuje se hojně hvězd modrých, v Orionu zelených, v Eridanu a Cetu žlutých, v Herkulu pak fialových.

Barva hvězd se dle návrhu Kleina a Schmidta označuje čísly a to tak, že se označuje zcela bílé světlo 0; nejmenší poznatelný rozdíl mezi barvou bílou a žlutou se naznačuje číslem 1 atd.; číslo 4 vyjadřuje barvu oranžovou, číslo 10 nejčistší světlo červené. Dunér, Šafařík a F. Krueger označují velmi soublasně čísla: 0 zcela bílou, 1 modravě běložlutou, 2 žlutavě bílou, 3 žlutavou, 4 žlutou, 5 slaměně žlutou, 6 oranžovou, 7 zlatožlutou, 8 červenavou, 9 měděně červenou a 10 čistě červenou barvu.

Nový katalog hvězd barevných (2297) mezi severní točnou a  $-23^{\circ}$  deklinace uveřejnil v novější době Friedrich Krueger. Katalog obsahuje přehled všech barevných a vidmem absorpčním se vyznačujících hvězd. Krueger popisuje tu i vidma velkého počtu hvězd, hlavně III. a IV. typu spektrálního.



### III. Fotometrie hvězd.

Určování světlosti hvězd bylo až do nedávné doby velmi zanedbáváno, teprve Seidelem a Zöllnerem byla založena vlastní fotometrie stálé. Vše, co před tím bylo známo o světlosti hvězd, spočívalo na odhadech, jaké již za časů Hipparchových byly provedeny pro hvězdy prostým okem

viditelné. V nejnovější době probudil se konečně čilejší zájem o tak důležité odvětví astronomie. Dnes máme v dílech: „Harvard Photometry“ a „Uranometria nova Oxoniensis“ dva seznamy hvězd, jež udávají pro několik tisíc stálic do velikosti 6. intenzitu světla s přesností předčící daleko veškerý posavadní odhady světlosti hvězd. Také hvězdárna v Postupimi věnuje trvalou péči fotometrii stálic. První díl práce, jež má za účel určení světlosti všech hvězd severního nebe do třídy velikosti 7.5, jest již pro pásmo  $0^0$  až  $+20^0$  deklinace od G. Müllera a P. Kempfa dokončen.

Fotometrická měření udávají přímo poměry světlosti, kdežto při posavadní metodě odhadů dle tříd velikostí se braly v úvahu jen rozdíly světlosti. Tu byl pojem velikosti úplně libovolný. Předem vystoupila otázka, zda-li existuje jednoduchý vztah mezi měřenými poměry světlosti a odhady velikosti (tříd) hvězd. Dosavadní vyšetřování nerozřešila úplně otázky té.

Nejdokonalejší novější měření fotometrická, provedená hlavně fotometrem Zöllnerovým, vedla k výsledku, že poměr světlosti dvou po sobě sledujících tříd hvězd (mezi 4. až 7. velikostí) jest 2.5; vysílá tedy na příklad hvězda 6. velikosti 2.5krát méně světla než hvězda 5. velikosti. Poměr ten pro hvězdy jasnější se zdál býti větším. Seidel a Steinheil shledali pro hvězdy jasnější 2.8; Stampfer 2.51, Johnson a Pogson 2.4, Zöllner 2.37, Wolff 2.3, Rosén pro hvězdy slabší (dalekohledné) 2.3; Peirce dokonce 2.2 a 2.1. Fotometrický poměr tříd velikosti katalogu „Bonner Durchmusterung“ studoval Zöllnerovým fotometrem E. Lindemann v Pulkově. Střední logaritmický poměr  $\beta$  dvou sousedních tříd hvězd velikosti 3. až 9. byl odvozen  $\beta = 0.384$ . Pro jednotlivé třídy byla určena ze srovnání párů hvězd sousedních tříd velikosti hodnota  $\beta$

pro hvězdy	$\beta$	počet párů hvězd
3.—5. velikosti	0.29	48
5.—6. „	0.30	78
6.—8. „	0.39	88
8.—9. „	0.44	103

Pro hvězdy 9.— $9\frac{1}{2}$ . velikosti byla odvozena hodnota ze 27 párů hvězd  $\frac{1}{2}\beta = 0.397$ .

Přehled ten nás poučuje, že hodnota  $\beta$  jest menší pro hvězdy jasnější než pro hvězdy slabší.



Položíme-li za základ poměr 2·5, obdržíme pro jednotlivé třídy (velikosti) tyto světlosti :

1. třída (velikosti)	1·0000	6. třída (velikosti)	0·0102
2. " "	0·4000	7. " "	0·0041
3. " "	0·1600	8. " "	0·0016
4. " "	0·0640	9. " "	0·00065
5. " "	0·0256	10. " "	0·00025

Hvězdě 1. velikosti vyrovná se dle toho hvězd :

2. třídy	2½	7. třídy	244
3. " "	6	8. " "	610
4. " "	16	9. " "	1526
5. " "	39	10. " "	3813
6. " "	98		

Veškerý hvězdy až do 6. velikosti dají dle toho pro nebeskou polokouli celkovou světlost rovnou světlosti 100 hvězd první velikosti; připočteme-li světlost slabších hvězd a dráhy mléčné, obdržíme pro jasnou noc celkovou světlost rovnou  $\frac{1}{100}$  světlosti úplňku.

Kdybychom si mysleli nahrazeny veškerý hvězdy též e třídy vždy hvězdou jedinou, obdrželi bychom hvězdy náhradné světlosti stejné; pro slabší dalekohledné hvězdy to ovšem neplatí, tu bychom musili poměr počtu hvězd tříd dalekohledných zmenšiti anebo musíme za to míti, že počet hvězd končí určitou třídou (jíž posavadní dalekohledy nedostihly), jinak by celé nebe svítilo; při tom ovšem jest si odmysliti pohlcování světla ovzduším.

Připojený seznam 22 nejjasnějších hvězd obsahuje hvězdy seřazené dle světlosti s příslušnou velikostí (třídou) dle Argelandra, Heise, Goulda a J. Herschela a s relativní světlostí (množstvím světla, jež hvězdy vysílají) dle fotometrických měření J. Herschela, Seidela, Wolffa a Pickeringa.

Hvězda	Velikost		Světlost		
		Herschel (Wega = 1)	Seidel (Wega = 1)	Wolff hvězda 3. vel. = 0·087 Poměr 2 tříd = 2·42	Pickering $\alpha$ Ursae min. = 2. vel Poměr 2 tříd = 2·51
$\alpha$ Canis maj.	0·1	4·99	4·57	—	4·41
$\alpha$ Argus	0·3	2·45	—	—	—
$\alpha$ Centauri	0·6	1·23	—	—	—
$\alpha$ Bootis	0·8	0·89	0·85	0·99	1·21
$\beta$ Orionis	0·8	0·80	0·99	1·12	0·89
$\alpha$ Lyrae	0·9	—	1·00	0·80	1·05
$\alpha$ Aurigae	1·0	—	0·82	0·89	1·03
$\alpha$ Canis min.	1·0	0·64	0·73	0·71	0·75
$\alpha$ Orionis	(1·0)	0·58	(0·36)	0·57	0·44
$\alpha$ Eridani	1·0	0·54	—	—	—
$\alpha$ Tauri	1·1	—	0·36	0·56	0·48
$\beta$ Centauri	1·2	0·49	—	—	—
$\alpha$ Crucis	1·2	0·46	—	—	—
$\alpha$ Aquilae	1·3	0·43	0·49	0·52	0·42
$\alpha$ Virginis	1·3	0·38	0·49	0·43	0·33
$\alpha$ Scorpii	1·3	0·50	0·34	—	0·45
$\alpha$ Leonis	1·3	—	0·32	0·35	0·38
$\alpha$ Piscis austr.	1·4	0·32	—	—	—
$\beta$ Gemin.	1·4	—	0·28	0·41	0·45
$\beta$ Crucis	1·6	0·26	—	—	—
$\alpha$ Cygni	1·7	—	0·30	0·37	0·31
$\alpha$ Gemin.	1·7	—	0·26	0·28	0·29

Nejsvětlejší hvězdy severního nebe jsou Arctur, Wega a Capella. Beteigeuze jest hvězda měnlivá. Ještě celá řada hvězd slabších jest fotometricky určena od J. Herschela, Seidela, Zöllnera a Wolffa; pro jižní hvězdy máme jen určení J. Herschela a v novější době důkladné práce Guldovy, složené v jeho Uranometria Argentina.

Co se poměru světlosti slunce k světlosti stálic týče, určil poměr ten nejprve přibližně Zöllner a shledal, že slunce jest 55.800 millionkrát světlejší než Capella; z čehož plyne, že by se nám slunce jevilo tak světlé jako Capella ve vzdálenosti 236.000krát tak veliké, tedy ve vzdálenosti 35 billionů kilometrů, při čemž nehledí se na vliv pohlcování světla ve všemíru.

Pojem „velikosti hvězdy.“ již tak zdomácněl, že by nebylo radno při sestavování přesných katalogů světlosti

hvězd od způsobu toho se odchylovati a místo velikosti hvězd udávati poměry světlosti (aneb snad i logaritmicky poměrů těch). Především bude však nutno postarati se o jednotnost označení čili jinými slovy přesně vymeziti pojem fotometrické velikosti. Tu by bylo záhodno zavésti za poměr světlosti dvou po sobě sledujících fotometrických tříd (velikostí) hodnotu 2:5. Začáteční (nullový) bod soustavy fotometrických tříd může býti libovolný a obyčejně se nechává soustava fotometrických tříd v některém bodě splyvati se soustavou tříd velikostí, jak se obyčejně uvádí. Müller a Kempf volili svou soustavu tak, aby zvolených 144 hvězd základních velikostí 4. až 7. vykazovalo tutéž střední světlost, jaká vyplývá z příslušných hodnot vzatých z díla „Bonner Durchmusterung“. Takto byl pro pásmo  $0^0$  až  $+20^0$  deklinace pořízen katalog světlosti 3522 hvězd (Helligkeitscatalog von 3522 Sternen in der Zone  $0^0$  bis  $+20^0$  Declination).

Pickering sestavil fotometrické velikosti jasnějších stálic. Seznam ten obsahuje mimo jiné tyto hvězdy s fotometrickou velikostí:

Jméno	Velikost	Jméno	Velikost
$\alpha$ Canis majoris	— 1.4	$\alpha$ Cygni	1.6
$\alpha$ Argus	— 0.8	$\varepsilon$ Canis maj.	1.6
$\alpha$ Centauri	— 0.1	$\alpha$ Geminorum	1.6
$\alpha$ Bootis	+ 0.1	$\gamma$ Orionis	1.8
$\alpha$ Aurigae	0.2	$\alpha$ Gruis	1.8
$\beta$ Orionis	0.2	$\varepsilon$ Orionis	1.8
$\alpha$ Lyrae	0.4	$\gamma$ Crucis	1.8
$\alpha$ Canis min.	0.6	$\zeta$ Orionis	1.8
$\alpha$ Eridani	0.6	$\beta$ Tauri	1.9
$\alpha$ Orionis	0.8	$\eta$ Ursae maj.	1.9
$\beta$ Centauri	0.8	$\lambda$ Scorpii	1.9
$\alpha$ Crucis	0.9	$\beta$ Argus	1.9
$\alpha$ Tauri	1.0	$\varepsilon$ Ursae maj.	1.9
$\alpha$ Aquilae	1.0	$\alpha$ Ursae maj.	2.0
$\alpha$ Scorpii	1.1	$\alpha$ Persei	2.0
$\alpha$ Virginis	1.2	$\nu$ Argus	2.0
$\beta$ Geminorum	1.2	$\beta$ Aurigae	2.0
$\alpha$ Pisc. austr.	1.3	$\varepsilon$ Argus	2.0
$\alpha$ Leonis	1.4	$\delta$ Canis maj.	2.0
$\beta$ Crucis	1.5	$\theta$ Scorpii	2.1

Jméno	Velikost	Jméno	Velikost
$\theta$ Centauri	2·1	$\beta$ Canis maj.	2·2
$\alpha$ Pavonis	2·1	$\alpha$ Hydrae	2·2
$\alpha$ Andromedae	2·1	$\alpha$ Arietis	2·2
$\alpha$ Ursae min.	2·1	$\zeta$ Ursae maj	2·2
$\gamma$ Geminorum	2·1		

$\alpha$  Bootis a  $\alpha$  Centauri jsou dle toho hvězdy normální (velikosti Oté). Světlost hvězd  $\alpha$  Argus a  $\alpha$  Canis maj. jsou záporné, poněvadž jest položeno východisko stupnice velikosti již při světlejší hvězdě než  $\alpha$  Bootis. Kdyby se byl za východisko stupnice zvolil Sirius jako hvězda 1. velikosti, pak by  $\alpha$  Bootis byla hvězda již velikosti 2·5,  $\alpha$  Tauri velikosti 3·4 atd.

Do oboru astrofotometrie přísluší též studium extinkce světla atmosférou. Z pozorování plyne, že jasnost hvězdy v zenitu bude asi 0·82, pokládá-li se jasnost téže hvězdy v zenitu, kdyby nebylo atmosféry, za jednotku. Theor. vývody pro to podali Lambert a Laplace. Vzorce pro extinkci světla pro zenitovou distanci stanovili Lambert, Laplace, Bouguer, Langley, Seidel, G. Müller a E. Pickering. Dle G. Müllera („Photometrische Untersuchungen“) vyhovuje Lambert-ova extinkční theorie [výraz theorie spočívá ve vzorci  $\varphi(z) = \alpha (\sec z - 1)$ , kdež  $z$  jest zenitová distance hvězdy,  $\alpha$  konstanta] fot. měřením mezi horizontem a zenitem. Tento zákon extinkční jest pro všechna místa stejný (při čistém vzduchu), vyjímajíc hvězdy barevné. Pozoruhodný výraz zákona extinkčního podal Stampfer. Formule pro zákon ten zní: Jasnost hvězdy v zenitu ( $h_0$ ) se rovná pozorované jasnosti ( $h$ )  $+ (l-1) \lg \frac{1}{v}$ , když  $l$  jest délka dráhy světla v atmosféře a  $v$  číslo, udávající jasnost hvězdy v zenitu, je-li jasnost hvězdy v zenitu bez atmosféry rovná jednotce ( $v = 0·824$ ).

Velmi citlivými články termickými dokázaly se znatelné stopy oteplení, jež způsobují stálíce na naší zemi. Huggins dovodil to pro stálíce Siria, Polluxe, Regula a Arctura. Později dokázal Stone, že způsobují Arctur a Wega ve výši 25<sup>0</sup> nad obzorem oteplení, jaké by ve vzdálenosti 366 a 548 m při teplotě varu způsobovala krychle vody, jejíž strana obnáší 3 palce. Vlhkost vzduchu značně zmenšuje teplotu tu, nejmenší mráček pak ruší zcela účinek oteplení.

Světlo, jež hvězdy k nám vysílají, má také účinek elektrický, jak na hvězdárně Wilsonově v Daramona (Westmeath) bylo dokázáno upotřebením fotoelektrických článků, složených ze selenu, alumina a tekutého oenantholu. V článku takovém nabíjí světlo selen pozitivně, oenanthol negativně. Články těmi měřili r. 1895 G. M. Minchin, Fitzgerald a W. E. Wilson elektromotorické síly Jupitera, Saturna, Arctura, Regula, Procyona a některých jiných hvězd. Články jsou citlivé ke všem paprskům vidma, také k paprskům infračerveným a ultrafialovým. Fotoelektrický článek shromažďuje celou energii záření na citlivou plochu a čtverec pozorované síly elektromotorické jest měrou dopadající energie. Minchin srovnával fotoelektrická měření svá s měřeními fotometrických velikostí jiných hvězdářů a shledal dobrou shodu pro hvězdy Arctura, Regula a Procyona. Hvězdy barevné činí tu však výjimku. Světlo Arctura dávalo 0·82 elektromotorické síly, již způsobovala by též ve článku svíčka ve vzdálenosti 9 stop; světlo Saturna a Regula dávalo 0·52 jmenované síly. Budoucnost dokáže, jaké ceny jest označená metoda.



#### IV. Spektra stálic.

Fraunhofer byl první, jenž vedle spekter planet též spektra stálic pozoroval a typické různosti jich seznal ještě za doby, kdy podstata spektrální analýse byla úplně neznáma.<sup>1)</sup> Huggins a Miller učili již r. 1864, že jsou stálice většinou utvářeny z týchž hmot, jež jsme našli ve slunci a jež známe na naší zemi. Po založení spektrální analýse podnikl pak klassifikaci spekter stálic<sup>2)</sup> Secchi.<sup>3)</sup> Rozdělení Secchiho zní:

<sup>1)</sup> Denkschriften der k. Acad. d. Wiss. München Bd. V., 1817. — Gilberts Annalen, Bd. 74.

<sup>2)</sup> Comptes rendus, sv. 57 (1863), sv. 63 (1866).

<sup>3)</sup> Secchi Angelo nar. se r. 1818 v Reggio v Lombardii; byv vychován ve škole jezuitské koleje vstoupil v 15. roce věku svého do řádu jezuitského; odbyv noviciát na koleji římské byl vyslán jakožto professor fysiky a matematiky na kolej v Loretto. Byv za



1. třída: Hvězdy b a r e v n é, mající spektrum s velmi širokými pruhy, — typus  $\alpha$  Orionis,  $\alpha$  Scorpii,  $\beta$  Pegasi a j.

2. třída: Hvězdy b í l é (slabě barvené) mají spektrum s jemnými čarami, — typus  $\alpha$  Ursae majoris,  $\beta$  Aquilae, Capella, Procyon a j.

3. třída: Hvězdy m o d r é. V jich spektrum jeví se silná čára  $F$  a dva jiné silné pruhy ve fialové části spektra ( $H_\gamma$  a  $H_\delta$ ), mimo jiné velmi jemné čáry, jevíci se jen u nejjasnějších hvězd, — typus Sirius, Wega,  $\alpha$  Aquilae.

4. třída: Spektrum skládá se ze tří j a s n ý c h pruhů dělených tmavými mezerami. Nejjasnější a velmi široký pruh jest v zelené části, slabší pruh těžko znatelný v části modré a třetí pruh dělený ve více oddělení v části žluté. Příklad podává hvězda označená v Lalandově katalogu pod číslem 12.561 (*LL* 12.561). Veškerý tyto pruhy mají tu zvláštnost, že jich světlo od strany fialové přibývá až n á h l e zanikne, kdežto se strany druhé p o n e n á h l u až do tmy ubývá. Secchi seznal v tmavých mezerách absorpci pruhy v jasném nepřetržitém spektru.

Toto dělení Secchiho platilo po dlouhou dobu jako jediné platné. Nové rozdělení spekter stálíc, opírající se v celku o typy Secchiho, podal z jednotného stanoviska r. 1874 H. C. Vogel,<sup>1)</sup> jehož dělení má též fysikální význam.

Vogel vychází od myšlenky, že ve spektrech hvězd se jeví fáse jich vývoje. Na základě toho dají se spektra hvězd takto rozříditi:

---

kněze vysvěcen žil S. více let v Římě. Revoluční bouře z roku 1848 vypudily S-ho z vlasti. S. uchýlil se do Spojených států severo-amerických a našel na kratší dobu v koleji v Georgetownu u Washingtonu jako učitel věd přírodních útulku. Po úmrtí de Vica byl S. r. 1849 povolán jakožto nástupce de Vica do Říma za ředitele hvězdárny Collegia Římského. Tu rozvinul S. neobyčejně horlivou činnost na poli praktické astronomie, meteorologie a geofysiky. Zvláště spektrální rozbor těles nebeských byl od S-iho s velikým úspěchem pěstován. S. patří mezi první moderní astrofysiky. Z četných děl jsou nejznámější: „Le Soleil“ (Slunce 2 díly, Paříž 1870, vydání německé od Schellena, Brunšvík 1872) a „Les étoiles“ (Hvězdy 2 díly, Paříž 1879, německé vydání, Lipsko 1878), kteréžto dílo vykazuje však mnoho nedostatků. Velmi četná a přesná pozorování planet, mlhovin a hlavně hvězd podvojných z let 1852—1863 jsou složena v *Memorie dell' Osservatorio del Collegio Romano*, Řím 1856—1859 a 1863. S. zemřel r. 1878.

<sup>1)</sup> Astr. Nachrichten sv. 84 (1874).

I. Hvězdy ve vysokém stavu záru tak, že páry kovů obsažené v jich atmosférách, hlavně vodíkových, způsobují velmi malou absorpci; ve spektru hvězd těchto jest zřítí buď žádné nebo velmi jemné čáry (hvězdy bílé, hvězdy nejmladší).

I. a) Čáry vodíkové jsou velmi tmavé a široké; hvězdy mají tudíž velmi mocnou atmosféru vodíkovou. Z čar kovových vystupují nejsilněji čára natria (*D*) a magnesia (*b*), jsou však jen v mocnějších strobách znatelný a velmi jemný. Příklad podávají Sirius a Wega, aneb ještě lépe  $\alpha$  Leonis,  $\beta$  Librae a  $\alpha$  Ophiuchi, jež vykazují celkem jen čáry vodíkové.

I. b) Čáry vodíkové a několik čar kovových jsou velmi slabé, ostře omezené a jen s namáháním vidětí. Příklad:  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$ ,  $\epsilon$  Orionis,  $\alpha$  Cygni.

I. c) Čáry vodíkové a čára heliová *D<sub>3</sub>* jsou jasné. Teplota hvězd těch jest nejspíše ještě vyšší, než hvězd prvých dvou poddělení. Jen málo hvězd ( $\beta$  Lyrae,  $\gamma$  Cassiopejae) jest známo.

II. Hvězdy, při nichž ochlazení již dále pokročilo. Kovové páry bojně zastoupené v jich atmosférách způsobují veliký počet silných čar absorpčních (hvězdy žluté). Lomivější části vidma jsou u porovnání s třídou I. bledší, v méně lomivých částech vystupují občas slabé pruhy.

II. a) Čáry kovové se jeví velmi zřetelně a ostře, čáry vodíkové jsou dosti silné. Množstvím jemných čar hustě vedle sebe položených vzniká dojem slabých pruhů. Do této třídy patří slunce, dále Capella, Arcturus, Aldebaran atd.

II. b) Vedle tmavých čar a několika slabých pruhů vyskytují se též jasné čáry, jejich povahu jen zřídka lze určití. Spektrum skládá se tedy ze tří složek: ze spektra spojitého, jež způsobuje žhavá fotosféra, pak ze spektra absorpčního, jež způsobuje nejspíše atmosféra nižší teploty a ze spektra emisního, jehož vznik dlužno přičísti snad neobyčejně mocnému obalu, složenému z neznámých plynů, jenž obhlmá absorbující obal plynový. Sem patří nejspíše tak zvané nové hvězdy, jež náhle na nebi vzplanou, na př.  $\pi$  Coronae a hvězdy typu Wolf Rayetova. Do třídy té náleží též vidmo hvězdy  $\gamma$  Argus.

III. Hvězdy, v jejich spektrech mimo tmavé čáry ve všech částech vystupují ještě četná tmavá pásma (svazy, Banden) a při nichž lomivější části jsou nápadně slabé.

III. a) Mimo temné čáry jsou ve spektrech pásma, jež jsou tmavá k části fialové a v tu stranu ostře omezena, v stranu červenou bledá s nenáhlým přechodem v sousedící světlou část spektra. Počet nejvýznačnějších pruhů absorpčních obnáší 9. Nejdůležitější určení délek vln pruhů těch stanovili H. C. Vogel a Dunér. Příklad:  $\alpha$  Herculis,  $\alpha$  Orionis,  $\beta$  Pegasi. Značná podobnost vidma skvrn slunečních s vidmem hvězd typu III. a) poukazuje k tomu, že se větší část povrchu hvězd těch nalézá ve stavu, jenž se blíží stavu skvrn slunečních; tím se vysvětluje též okolnost, že do třídy III. a) náleží veliký počet měnlivých hvězd dlouhoperiodických a nepravidelných.

III. b) Spektra s tmavými, velmi širokými pásmy, jichž omezení jest opáčně vzhledem k třídě III. a), takže nejvýznačnější pásma jsou k červené straně ostře omezena a velmi tmavá, k části fialové bledá s jemným přechodem. Jen slabší hvězdy tohoto typu jsou posud známy, a jsou vesměs více méně barvy červené.

Spektrální typ hvězd barevných jest určen v díle: „Friedrich Krueger Catalog der farbigen Sterne zwischen dem Nordpol und 23 Grad südlicher Declination mit besonderer Berücksichtigung des Spectraltypus“. Zásluhou F. Kruegera a T. E. Espina známe již nyní téměř všechny hvězdy až do 9. velikosti s vidmy pásmovými (Bandenspektrum, typ III. a) a III. b). jež leží severně od rovníku. Počet jich obnáší asi 1800.

Za nejdůležitější výzkumy v oboru spektrálním děkujeme Secchimu, Hugginsovi, H. C. Vogelovi, Dunérovi a Scheinerovi. Výzkumy ty vztahují se hlavně na viditelnou část vidma. Ultrafialovou část spektra hvězd známe z fotografických snímků, jež pořídili Huggins, Draper a Pickering.

Hvězdárna Harvardova v Cambridži (v Americe) převzala úkol prozkoumatí celé nebe spektroskopicky pomocí fotografie. Při práci té bylo objeveno přes 50 hvězd, v jichž vidmech typu II. b) se jeví na spojitém pozadí jak tmavé tak i některé světlé čáry. Prvé tři hvězdy toho druhu objevili v souhvězdí Labutě r. 1867 C. Wolf a C. Rayet v Paříži, později objevil Pickering další tři a Copland ještě 6 jiných hvězd. Nejjasnější hvězdou celé skupiny, objímající posud 55 členů, jest hvězda jižní  $\eta$  Argus, velikosti 3., ostatní hvězdy jsou velikosti 6. a i slabší.

Veškeré hvězdy nalézají se celkem v dráze mléčné, odchylující se od středu této průměrně jen o  $3^0$ ; nejsou tu však stejnoměrně rozděleny, nýbrž tvoří skupiny (10 významných hvězd v Labuti, 16 poblíže  $\eta$  Argus a 8 hvězd při hvězdě  $\gamma$  Scorpii). Na Lickově hvězdárně zkoumal Campbell fotografická vidma 24 takovýchto Wolf-Rayetových hvězd. Vidma typu jmenovaného vyznačují se poměrně velkou intenzitou částí fialové. Čáry vodíkové jsou z části světlé, z části tmavé. Některé hvězdy jeví při tmavých čarách vodíkových více méně světlé okraje. Zvláště podivuhodnou jest hvězda  $BD + 30^0 3639$ , při jejímž nitkovém vidmu světlé vodíkové čáry  $H_{\beta}$ ,  $H_{\gamma}$  a  $H_{\delta}$  na obou stranách přes vidmo sahají, jest tudíž hvězda ta obklopena mocným obalem vodíku. Při široké šěrbině spektroskopu jeví se hvězda terčovitě. Nejjasnější hvězdy typu II.  $l$ ), pojmenované hvězdy Wolf-Rayetovy, severního nebe jsou:

rektascense	deklinace	velikost	objevitel
20 <sup>h</sup> 2·2 <sup>m</sup>	+ 35° 31'	7·0	Harvard College Observatory (zkráceně H. C. O.)
20 6·5	+ 35 53	8·5	Wolf-Rayet (zkráceně W. R.)
20 8·2	+ 35 54	8·0	W. R.
20 8·4	+ 38 3	7·1	Copeland
20 10·8	+ 36 21	8·0	W. R.
20 13·3	+ 37 7	8·1	Pickering
20 15·8	+ 38 25	8·7	H. C. O.
20 17·1	+ 43 32	7·5	H. C. O.

Monk poznamenal, že vykazují hvězdy se spektry typu našeho slunce větší vlastní pohyb než hvězdy typu Síríova. Na základě toho srovnal J. E. Gore dle Draperova katalogu spekter hvězdných, jež vydala hvězdárna Harvardova, spektra 29 hvězd s jich vlastním pohybem a stvrdil výrok Monkův. 26 hvězd s větším pohybem příslušelo typu našeho slunce. Týž badatel poznal, že hvězdy typu Síríova převládají v dráze mléčné. Mezi hvězdami mléčné dráhy, jichž vidma jsou známá, nalézá se 63% hvězd typu Síríova.

Keeler upozornil na to, že nemohou nás Scheinerem označené čáry magnesiové ve vidmu hvězd poučiti, zda teplota některých hvězd jest snad vyšší než teplota elektrické jiskry, jak to Scheiner vyslovil (viz str. 365 a 366). K účelu tomu však se hodí známá skupina magnesiových čar  $b$ , jež se jeví ve spektru elektrické jiskry ještě silně, ve vidmech některých hvězd (Rigel, Deneb) však

schází, ačkoliv jiné čáry magnesiové tu vystupují. Keeler soudí z toho, že hvězdy takové mají ještě větší teplotu než jest teplota elektrické jiskry.



## V. Vlastní pohyb hvězd.

Staří národové myslili, že stálice mají pevná neměnitelná místa na nebeské kouli, na níž se jeví připevněny jako světelné body. Novější přesnější metody

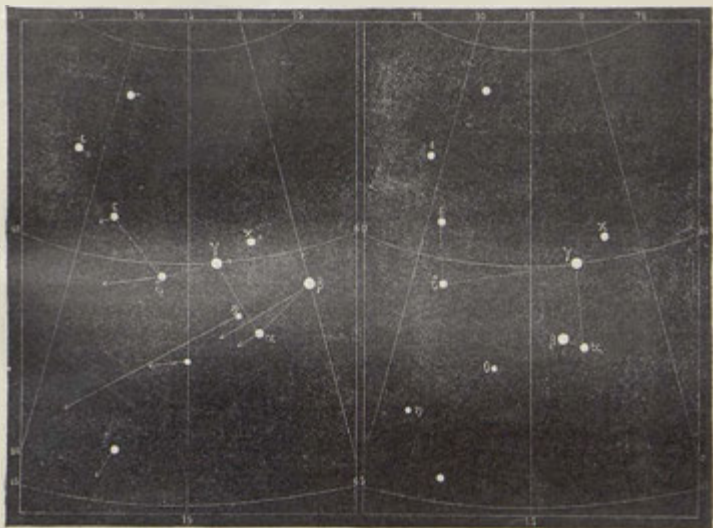


Obr. 222. Podoba souhvězdí Velkého Medvěda nyní a za 36.000 let.

určování poloh v astronomii dokazují však, že stálice na nebeské kouli se skutečně značně pohybují, že mají vlastní pohyb. Sirius v souhvězdí Velikého Psa postoupil na nebi od založení Říma o  $1\frac{1}{2}$  průměru úplku, Arcturus



v Bootes o  $2\frac{1}{2}$ , hvězda 61 v souhvězdí Labutě dokonce o 6 průměrů úplňku. Následkem různého vlastního pohybu stálic mění se vzhled souhvězdí, což ovšem teprve za stotisíc let se jeví. Vyobrazení 222. ukazuje vzájemnou polohu hvězd souhvězdí Velikého Medvěda (7 hlavních hvězd), jak jest nyní a jak se bude jevit za 36.000 let. Obráz 223. ukazuje poměry ty pro souhvězdí Cassiopejae a obr. 234.



Obr. 223. Podoba souhvězdí Cassiopejae nyní a za 36.000 let.

pro souhvězdí Orionu. Změnu poloh stálic dokázal nejprvé Halley,<sup>1)</sup> srovnáv novější pozorování poloh s polohami hvězd, jak je udává *Almagest*, pak provedl ten důkaz J. Cassini. Přesnější udání o vlastním pohybu jasnějších hvězd (asi 80) podali Tob. Mayer a Maskelyne, srovnávše vlastní pozorování poloh stálic s polohami již dosti přesnými od Rømera ustanovenými. Nejpresnější katalog

<sup>1)</sup> Philos. Trans. 1717—19 (Vol. XXX).

560 hvězd s větším pohybem vlastním z první polovice tohoto století podal Argelander v katalogu vydaném v Åboe; pohyb více než 3200 hvězd seznamu Bradleyova určil Mädler; <sup>1)</sup> v novějších katalogech, hlavně astron. společnosti, zaznamenána jest veliká řada určení vlastního pohybu hvězd, takže známe nyní vlastní pohyb více než 4000 hvězd. V novější době vydal v Paříži J. Bossert katalog vlastního pohybu 2641 hvězd. (Catalogue des Mouvements



Obr. 224. Podoba souhvězdí Orionu nyní a za 36.600 let.

Propres de 2641 Étoiles.) Mnohé hvězdy nejeví od časů Bradleyových žádného značnějšího pohybu vlastního. Pracemi v Melbournu a na Mysu Dobré Naděje a j. jižních hvězdárnách nabylo se v novější době cenných příspěvků o pohybu jižních hvězd. Fotografické zobrazení nebe podá pro budoucnost základ pro určování vlastního pohybu hvězd až do 13.—14. velikosti.

<sup>1)</sup> Dorpater Beobachtungen. Band XIV.

Musíme mítí za to, že veškerý hvězdy mají vlastní pohyb, ač u většiny posud není dokázán, poněvadž jest velmi malý a bývá zakryt chybami pozorování.

Celkem mají jasnější hvězdy větší vlastní pohyb, ač se tu jeví značné odchylky. Největší vlastní pohyb mají hvězda 7. velikosti, uvedená v katalogu od Groombridge pod číslem 1830 a hvězda 7.2 velikosti, označená v katalogu Lacaille-ově číslem 9352, pak hvězda velikosti 8.2 z pásu Cordobských, teprve na 10. místě přichází hvězda 1. velikosti  $\alpha$  Centauri. Připojeny jsou hvězdy s vlastním ročním pohybem větším 3 sekund:

Jméno	Velikost	Rektascense		Deklinace		Vlastní roční pohyb	
		pro 1800					
Groombridge 1830	7	11 <sup>h</sup>	46 <sup>m</sup>	+ 38°	31'	7.0''	
Lacaille 9352	7.2	22	59	— 36	27	6.9	
Cordoba Zonen 23 <sup>h</sup> 1582	8.2	23	57	— 38	42	6.1	
61 Cygni	5.6	21	2	+ 38	14	5.2	
Lalande 21185	7.3	10	58	+ 36	42	4.7	
$\epsilon$ Indi	4.5	21	55	— 57	10	4.5	
Lalande 21258	8.6	11	1	+ 44	2	4.4	
40 Eridani	4.5	4	11	— 7	46	4.1	
$\mu$ Cassiopejae	5.6	1	1	+ 54	27	3.7	
$\alpha$ Centauri	1	14	33	— 60	26	3.7	
Argelander-Oeltzen 14318	9.1	15	5	— 15	56	3.6	} podvojná, distance = 5.0'',
(jižní) — 14319							
14320							
14321 14322							
" " " 14321	8.9	15	5	— 15	51	3.6	
Lacaille 8760	6.7	21	12	— 39	15	3.5	
Argelander-Oeltzen 11677	9	11	15	+ 66	23	3.0	
$\epsilon$ Eridani	4.4	3	16	— 43	27	3.0	

Mädler shledal průměrný vlastní pohyb ve 100 letech pro hvězdy Bradley-ovy:

65 hvězd velikosti 1.—2.	22.2''
154 " "	16.8
312 " "	13.7
690 " "	11.1
994 " "	9.0
921 " "	8.6

Průměrný pohyb ubývá dle toho přehledu s velikostí; nesmí se však mítí za to, že jasnost hvězdy jest známkou pro příslušný vlastní pohyb, jako není značkou pro velikost hmoty. Hvězdy 1. velikosti  $\alpha$  a  $\beta$  Orionis, Spica, Antares,  $\alpha$  Argusa a  $\beta$  Centauri mají na příklad

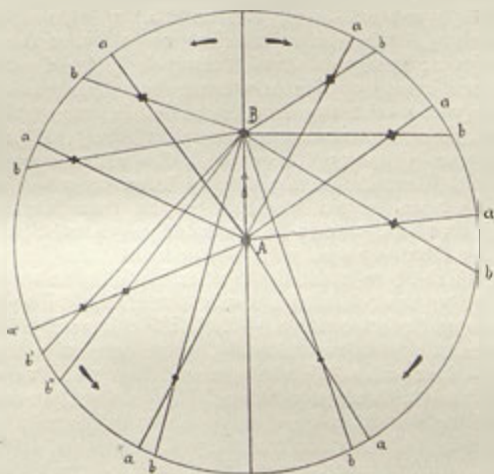
vlastní pohyb menší než  $0.1''$  ročně. Rovněž není veliký vlastní pohyb známkou blízkosti hvězdy; některé hvězdy s velkým pohybem vlastním, jako Arcturus, mají velmi malou parallaxu; ovšem mají celkem hvězdy se značnou parallaxou značný vlastní pohyb. Vlastní pohyb hvězd děje se v přímé čáře, tento přímočarý pohyb jest známkou, lišící hvězdy podvojně nahodilé (optické, náhodou vedle sebe se promítající) od podvojných hvězd skutečných (fysických), pohybujících se kolem sebe v poměrně malých dráhách. Pokud pozorování posavadní učí, není žádné známky, že by se hvězdy pohybovaly v určitých drahách konečných. Mädlerův náhled, že stává pro celou oblast stálic i naši soustavu sluneční určitý bod (těžiště), ležící v Plejadách, jenž tvoří střed všech pohybů všech světů, a že nejjasnější hvězda v Plejadách, *Aleyone*, tvoří takto centralní slunce pro celý system stálic, byl dávno již vyvrácen C. A. F. Petersem.<sup>1)</sup> Mimo Mädlera hledali centralní bod všehomíra Lambert v mlhovině Orionu, Herschel ve hvězdokupě Herkulově, Argelander v Perseu a Boguslavski ve hvězdě Fomalhautu.

Kdyby se hvězdy pohybovaly v určitých krubech podobných drahách se společným středem, musily by vlastní pohyby hvězd vykazovati jakousi zákonitou pravidelnost;

<sup>1)</sup> Peters, Christian August Friedrich nar. se r. 1806 v Hamburku, rodinnými poměry byl nucen se vzdělati samostatně studiem mathematických a astronomických kněh. Schumacher seznav nevšední nadání mladého snaživce zaměstnával tohoto astronomickými výpočty a geodactickými pracemi. P. sčástnil se horlivě od r. 1826 začínaje po několika let měření území Hamburského a byl r. 1829 a 1830 činným v Güldensteinu v Holštýnsku při pozorováních kyvadlových. R. 1833 promoval P. v Královci, kamž se zvláště za účelem astronomického výcviku k Besselovi odebral. R. 1834 stal se P. assistantem hvězdárny v Hamburku, byl pak r. 1839—1849 astronomem při nové hvězdárně Pulkovské, na to krátkou dobu professorem hvězdářství v Královci a posléze od r. 1854 ředitelem hvězdárny v Altoně a vydavatelem astr. časopisu „Astr. Nachrichten“. Po přeložení hvězdárny r. 1872 do Kielu, stal se P. také professorem hvězdářství na universitě Kielské. P. proslul nejvíce pracemi jednajícími v duchu Besselově o základech astronomie sférické a o rozvoj hvězdářství stellárního. Výzkumy o vlastním pohybu Siriově, o nutaci, o parallaxách stálic a mnohé jiné se čítají mezi klassické práce v oboru astronomie. Za pobytu v Altoně zavedl a řídil P. četná určení rozdílů délek, jejich středem bylo město Altona, jež bylo telegraficky spojeno s Kielem, Kodani, Gottinkami a j. městy. Také „Astr. Nachrichten“ chovají četné, velmi cenné příspěvky astronomické. P. zemřel v Kielu r. 1880.

avšak hvězdy se pohybují všude (na všech místech nebe) v nejrůznějších směrech s nejrůznějšími rychlostmi.

Gyldén odvodil zákon<sup>1)</sup> závislosti velikosti  $m$ , vlastního pohybu  $s$  ve vteřinách a vzdálenosti  $d$ , vyjádřené v rocích světelných; ze vzorce Gyldénova plyne, že hvězdy velikosti 9.5té jsou od nás vzdáleny 34.8 roků světelných, mají-li vlastní roční pohyb 0.1"; mají-li však vlastní roční



Obr. 225.

pohyb pouze 0.05", obnáší vzdálenost hvězd těch 73.0 roků světelných. Vlastní roční pohyb hvězd těch bude nejspíše ještě menší, vzdálenost jich proto ještě větší.

Jako nejsou stálice pevné body, rovněž i naše slunce má pohyb vlastní; pohyb slunce, jehož se účastní celá soustava sluneční, může se poznati z vlastního pohybu

<sup>1)</sup> Mathematický výraz zákona Gyldénova jest

$$d = \frac{27.11 (1 + 0.25 s)}{s (1 - e - 0.04 m^2 s)}$$



hvězd. Následkem pohybu slunce bude se zdáti, že hvězda pevná na nebeské kouli se pohybuje v opačném směru, hvězda s vlastním pohybem pak že se pohybuje v výslednici pohybu vlastního (*motus peculiaris*) a pohybu podmíněného pohybem slunce (*motus parallacticus*); vlastní pohyb hvězd nedá se určit, ale při velikém počtu hvězd se v průměru ruší, poněvadž se děje ve všech směrech, a zbude tudíž ve výsledku pouze pohyb parallaktický, podmíněný pohybem slunce.

Pohybuje-li se slunce (viz obr. 225.) z *A* do *B*, budou se hvězdy, jež z *A* viděny zdánlivě v *a* stály, z *B* viděny v *b* se jeviti; hvězdy na straně směru pohybu ležící se takřka rozcházejí, hvězdy v opačném směru se sblíží, na jedné straně pohybu (v levo) rektascense rostou, na druhé (v pravo) ubývají. Hvězdy, jimž se blížíme, se rozestupují a hvězdy, od nichž se vzdalujeme, se sestupují (něco podobného můžeme pozorovati u stromů, jdeme-li lesem); hvězdy ležící přesně ve směru pohybu slunce, nejeví žádného pohybu (parallaktického). W. Herschel, opíraje se o vlastní pohyb hvězd, určený Tobiašem Mayerem, určil v pojednání „On the proper motion of the Sun and Solar System“ (1783), že se slunce pohybuje ve směru, čelícím k místu určenému 17 hodinami 22 minutami rektascense a  $+26^{\circ}17'$  deklinace; místo to, kam směřuje soustava sluneční, slove apex a leží na blízku  $\lambda$  Herculis. Téměř současně potvrdil Prévost tento výsledek. Pozdější výzkumy, hlavně Argelandrovy, opírající se o větší a lepší materiál, určily přesněji místo, kam soustava sluneční směřuje, a rychlost pohybu (4000 mil za hodinu). Budoucí staletí zjistí snad poněkud změny směru pohybu, usoudí z toho o pravé dráze slunce a určí dobu oběhu (veliký rok slunečný) kolem dalekého těžiště. Dle výzkumů O. Struve, Dunkina a Gyldeņa obnáší pohyb soustavy sluneční, pozorován ze střední vzdálenosti hvězd Bradleyových, v jednom století asi  $40''$ . — Dle Gyldeņa<sup>1)</sup> jeví se skutečný pohyb hvězd, nechť jsou v kterékoliv vzdálenosti od nás, za století pod úhlem  $6.7''$ .

Gauss našel z 71 hvězd pro polohu apexu: *AR*  $259^{\circ}10'$  a *D*  $+30^{\circ}50'$ .

Argelander rozdělil hvězdy ve 3 třídy:

<sup>1)</sup> Die Grundlehren der Astronomie. Von H. Gyldeņa p. 390.



Ku prozkoumání pohybu ve směru zornice slouží metoda pošnutí čar ve spektru; metoda ta udává rychlosti pohybu ve směru zornice v míře lineární; při pohyblivém zřídle světelném musí světelný paprsek určité délky vlny se jevití na jiném místě než při zřídle světelném v klidu. Pošnutí čar vzhledem k příslušným čarám spektra srovnávacího velmi malá, jsou velmi těžko měřitelná, odpovídáť pohybu 75 kilometrů v sekundě teprve pošnutí  $\frac{1}{6}$  vzdálenosti obou čar natriových (asi 0.1 millioniny millimetru). Ač znalost rychlosti ve směru zornice jest veledůležitá a tudíž záhy se vyskytly snahy k jich určení, podařilo se teprve v nejnovější době docíliti výsledků uspokojivých. První pokusy podnikl 1867 Huggins,<sup>1)</sup> po něm Vogel,<sup>2)</sup> v rozsáhlé míře pak hvězdárna Greenwichská a Seabroke. Veškera tato pozorování ustoupila, co se přesnosti výsledků týče, pozorováním H. C. Vogela v Postupimi, jenž r. 1888 učinil pokus, stanoviti pošnutí čar ve spektrech hvězd cestou fotografickou a určiti pak exaktním vyměřením. Ku posouzení přesnosti této metody dostačí uvéstí, že pravděpodobná chyba v určení rychlosti pro jednotlivé snímky obnáší pro hvězdy videm 2. třídy asi 3, pro hvězdy videm 1. třídy asi 6 kilometrů, kdežto pro Greenwichská pozorování obnášela pravděpodobná chyba přes 30 kilometrů. Pohyb ve směru zornice vzhledem k slunci ukazuje dle měření Vogelových připojená tabulka:

km za vteřinu		km za vteřinu	
$\alpha$ Andromedae	+ 5	$\gamma$ Orionis	+ 9
$\beta$ Cassiopejae	+ 8	$\beta$ Tauri	+ 8
$\alpha$ Cassiopejae	— 15	$\delta$ Orionis	+ 1
$\gamma$ Cassiopejae	— 4	$\epsilon$ Orionis	+ 26
$\beta$ Andromedae	+ 11	$\zeta$ Orionis	+ 15
$\alpha$ Ursae min.	— 26	$\alpha$ Orionis	+ 17
$\gamma$ Andromedae	— 13	$\beta$ Aurigae	— 28
$\alpha$ Arietis	— 15	$\gamma$ Geminorum	— 17
$\beta$ Persei	— 2	$\alpha$ Can. maj.	— 16
$\alpha$ Persei	— 10	$\alpha$ Geminorum	— 30 (?)
$\alpha$ Tauri	+ 49	$\alpha$ Canis min.	— 9
$\alpha$ Aurigae	+ 24	$\beta$ Geminorum	+ 1
$\beta$ Orionis	+ 16	$\alpha$ Leonis	— 9

<sup>1)</sup> Philosoph. Trans. 1868.

<sup>2)</sup> Astr. Nachr. Bd. 82.

	km za vteřinu		km za vteřinu
$\gamma$ Leonis	— 39	$\beta$ Ursae min.	+ 14
$\beta$ Ursae maj.	— 29	$\beta$ Librae	— 9 (?)
$\alpha$ Ursae maj.	— 12	$\alpha$ Coronae bor.	+ 32
$\delta$ Leonis	— 14	$\beta$ Herculis	— 35
$\beta$ Leonis	— 12	$\alpha$ Ophiuchi	+ 19
$\gamma$ Ursae maj.	— 27	$\alpha$ Lyrae	— 15
$\varepsilon$ Ursae maj.	— 30	$\alpha$ Aquilae	— 37
$\alpha$ Virginis	— 16	$\gamma$ Cygni	— 6
$\xi$ Ursae maj.	— 31	$\alpha$ Cygni	— 8
$\eta$ Ursae maj.	— 26	$\varepsilon$ Pegasi	+ 8
$\alpha$ Bootis	— 8	$\beta$ Pegasi	+ 7 (?)
$\varepsilon$ Bootis	— 16	$\alpha$ Pegasi	+ 1

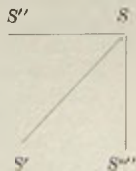
+ vzdalování, — přibližování.

Ze studia vlastního pohybu ve směru zornice 48 hvězd určil Vogel<sup>1)</sup> tyto výsledky:

Největší pozorované rychlosti (v zeměpisných milích)	+ 6.5 $\alpha$ Tauri — 5.2 $\gamma$ Leonis	} vzhledem ke slunci.
Střední rychlost (v zeměpisných milích)	2.2	
Počet hvězd s pozitivním pohybem větším 3 zeměp. mil	5	
Počet hvězd s negativním pohybem větším 3 zeměp. mil	10	

Jako srovnávací spektrum, s nímž se spektrum hvězd současně fotografovalo, sloužilo spektrum vodíkové a při Siriu spektrum železa. Další provedení metody Vogelovy mocnými stroji optickými obohatí značně naše vědomosti o pohybu říše hvězd.

Je-li (viz obr. 226.)  $SS'$  dráha hvězdy v určitém čase,  $SS''$  směr k soustavě sluneční (k zemi), promítáme dráhu  $SS'$  na nebeskou kouli do  $SS''$ , jež se nám jeví jako zdánlivý vlastní pohyb hvězdy; o složce pohybu  $SS''$  poučil nás právě v novější době spektroskop.



Obr. 226.

Avšak pohyb hvězdy se spojuje ještě s pohybem země v prostoru, takže pozorované vlastní pohyby hvězd

<sup>1)</sup> Untersuchung über die Eigenbewegung der Sterne im Visionsradius auf spectrographischem Wege. Von H. C. Vogel. Publicationen des astrophysikalischen Observatoriums zu Potsdam. VII. Band I. Theil.

nejdou skutečné, nýbrž spojené s pohybem soustavy sluneční; a tu se může stát, že pohyb hvězdy ve směru zornice jest jen zdánlivý, způsobený opačným pohybem země, anebo že pohyb velkého počtu hvězd jest jen obrazem pohybu soustavy sluneční; proto lze naopak odvoditi z vlastního pohybu velkého počtu hvězd ve směru zornice pohyb soustavy sluneční. Takto odvodil Kempf z vlastního pohybu hvězd, jenž byl v Postupimi spektrograficky stanoven Vogelem pro 51 hvězd, vlastní pohyb soustavy sluneční. Při předpokladu, že se vliv vlastního pohybu hvězd v průměru vyloučí, že vlastní pohyby všech hvězd jsou na sobě nezávislé a uvažovati se mohou jako chyby nahodilé, plynou pro souřadnice apexu hodnoty: rektascense  $206^{\circ}10' + 12^{\circ}00'$ , deklinace  $+45^{\circ}90' + 9^{\circ}20'$  a pro rychlost pohybu slunečního hodnota  $2.5 + 0.4$  zeměpisné míle. Porovnáme-li určení to s hodnotami jinak posud stanovenými, shledáme, že hodnota pro rektascensi leží mimo meze ( $252^{\circ} - 292^{\circ}$ ) posavadních určení, hodnota pro deklinaci že jest blízko hoření meze ( $+14^{\circ}$  až  $+51^{\circ}$ ) posavadních určení. Největší důvěry zasluhuje hodnota rychlosti slunce. Při pokuse, v němž byly zavedeny průměrné hodnoty apexu totiž rektascense:  $266^{\circ}70'$  a deklinace  $+31^{\circ}$  odvodil Kempf za rychlost soustavy sluneční hodnotu  $1.66 + 0.4$  zeměpisných mil. Pro určení souřadnic apexu jest spektroskopický materiál posud nedostatečný; pro stanovení rychlosti pohybu slunečního jest však úplně dostačitelý.

H. Kobold shrnul v Astron. Nachrichten č. 3287 otázku určení směru pohybu soustavy sluneční v následujícím přehledu:

K řešení uvedené otázky bylo užito 4 method: 1. methody Argelander-Airy-ho, jejíž základ tvoří předpoklad, že účinky všech motus peculiare v rovině kolmé ke směru zornice se vzájemně ruší. Dle toho vypočtené body směru pohybu soustavy sluneční leží po obou stranách bodu  $\alpha = 275^{\circ}$ ,  $\delta = +30^{\circ}$  v úzkém pásmu rovnoběžném s dráhou mléčnou. Uvnitř pásma toho nelze stanovití pravé polohy směru soustavy sluneční. 2. Methody, jež běží v úvahu pouze pohyby ve směru zornice, předpokládají, že se motus peculiare ve směru zornice vzájemně ruší. Methoda tato podává výsledek úplně odchylný od methody předešlé a následující 3. methody Besselovy, opírající se o požadavek, že jsou stejně pravděpodobny pozitivní i negativní odchylky



pohybů peculiares od pohybu slunce. Methoda ta udává za směr pohybu slunce bod  $\alpha = 266.50$ ,  $\delta = -3.10$ . 4. Methody Koboldovy, jež odvozuje velikost a směr celistvého pohybu hvězd z pozorovaných tří složek relativního pohybu hvězd a z jich vzdálenosti. Výsledek metody se srovnává pouze s výsledkem metody Besselovy.<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Bessel Friedrich Wilhelm, nar. se 22. čec. r. 1784 v Minden, dostav se v mládí do obchodního domu v Brémách poznal záhy důležitost hvězdářství pro plavbu i oddal se studiu této vědy. Již r. 1804 vypočetl dráhu vlasatice Halleyovy z r. 1607 a později řadu jiných vlasatic. Zdokonaliv se ve vyšší mathematice a v mechanice nebes opustil B. roku 1806 kupecký stav a stal se na doporučení Olbersovo inspektorem u Schrötera v Lilienthalu, kdež pronikl pozorovací talent B.-ův. R. 1810 povolán byl za profesora hvězdářství a za ředitele nové hvězdárny v Královci. Skrovnými prostředky dosáhl vhodným uspořádáním pozorování nejpřesnějších výsledků, zdokonalením strojů zjemňoval ještě více theorii jejich a výsledky pozorování. Tím uvedl B. metody pozorovací k nejvyšší dokonalosti. Za hlavní práci pokládal zbudování základů pozorovací astronomie: proto určil nejpřesněji nejprve veškeré konstanty astr., jako praecesse, nutace, aberrace, refrakce atd., vyšetřiv pak theorii úkazů těch zdokonalil měrou nebývalou seznamy poloh stálic. Epochální práce jeho: *Fundamenta astronomiae* (Královec 1818) obsahující úplné základy hvězdářství, jak jich pozorováním vůbec lze získati, tvoří základ moderní astronomie sférické a stellární. R. 1821 počal B. co nejpřesněji určovati veškeré hvězdy do 9. velikosti od  $-15^{\circ}$  do  $+45^{\circ}$  deklinace v pásmech poledníkových a určil plán ku pořízení map hvězdných, jež později byly zpracovány od různých astronomů pod názvem *Berliner akademische Sternkarten*. Obdržev r. 1829 nový heliometr Fraunhoferův prozkoumal B. stroj ten a určil jím první parallaxu stálice (61 Cygni), dále měřil strojem tím hvězdy podvojně, družice Jupiterovy a Saturnovy. Hlavní výsledky výzkumů svých z astronomie sférické a theoretické složil ve dvou svazcích *Astronomische Untersuchungen* (Královec 1841). Později věnoval se B. opět pozorováním průchodním, jimž věda děkuje za prozkoumání měnlivého vlastního pohybu Siria a Procyona a tím poznání podvojnosti těchto těles. I v jiných oborech, hlavně v geodasii a geofysice, podal B. práce základní. Společně s Bayerem vykonal začínaje rokem 1832 stupňové měření ve východním Prusku. S prací tou jest spojeno vyšetřování o pruské míře délkové, výzkumy o délce kyvadla vteřinového a výsledky o podobě a tvaru země, jež odvodil na základě všech důležitějších měření stupňových. I v mathematice podal práce ceny trvalé, jmenujeme zde pouze: *Über eine neue und strengere Berechnung der Störungen*, pak práce o funkcích po něm funkcemi Besselovými nazvaných. Jeho *Populäre Vorlesungen über wissenschaftliche Gegenstände*, jež po jeho smrti vydal Schumacher r. 1818 v Hamburku, slouží za vzor pracím podobným. Bessel jest nej-

## VI. Hvězdy nové.

Když se Tycho Brahe večer 11. listopadu 1572 ubíral z laboratoře do svého obydlí, užířel k svému úžasu v souhvězdí Cassiopeje novou hvězdu, v bílém světle zářící, ve velikosti Venuše. Brahe pozoroval ihned hvězdu tu a stopoval ji s velikou zálibou po dlouhou dobu a seznal, že během měsíců hvězda neměnila místa, že však jí ubývalo v lesku; již v prosinci se rovnala světlostí sotva Jupiteru. V únoru a březnu 1573 viděl Brahe žlutavou hvězdu první velikosti, jež v dubnu a květnu klesla na druhou, v červenci a srpnu na třetí velikost; na začátku 1574 svítila nová hvězda sotva ve velikosti stupně 5. a zmizela v březnu 1574 úplně prostému oku. Svá pozorování složil Brahe v díle *Progymnasmata*, 1. díl, jehož tisk byl dokončen r. 1602 v Praze, a pak ve spise „*De nova stella A. 1572* (O nové hvězdě r. 1572). Brahe nebyl však jediný a také ne první pozorovatel toho podivuhodného úkazu; v listu Pavla Fabricia 9. dubna 1573 z Vídně poslaném Tadeáši Hájkovi v Praze,<sup>1)</sup> se děje zmínka, že hvězda ta byla již koncem října viděna; farář Bernard Lindauer ve Winterthuru zpozoroval hvězdu tu s jistotou již 7. listopadu 1572 a professor Frant. Maurolico v Messině stopoval ji pilně již 8. listopadu. Také Leovitius<sup>2)</sup> pozoroval hvězdu tu pilně od 25. listopadu 1572.

Uplynulo málo let a již vyskytnul se opět nový podobný zjev. R. 1604 zazářila v souhvězdí Ophiucha nová hvězda, předčíc leskem veškerý hvězdy první velikosti, pak ponenáhlu v lesku slábla a zmizela úplně počátkem r. 1606. Hvězdu tuto pozorovali Kepler, Bürgi, Fabricius a dle Schönfelda<sup>3)</sup> nejprve 10. října 1604 J. Brunovski. Kepler věnoval hvězdě té zvláštní spis, vyšlý v Praze r. 1606 pod názvem: „*De stella nova in pede Serpentarii*“.

větším a nejdůležitějším hvězdářem novější doby. Práci jeho se čítá na 400, z nichž většina ceny trvalé. Souborné skrácené vydání spisů vydal R. Engelmann v Lipsku (3 díly). Krásná jest autobiografie B-ova. B. zemřel 17. března r. 1846 v Královci.

<sup>1)</sup> Viz Hagecius, *Dialexis de novae et prius incognitae stellae inusitate magnitudinis et splendissimi luminis apparitione, et de ejusdem stellae vero loco constituendo*. Fracot. 1574 in 4.

<sup>2)</sup> Leovitius, *Judicium de nova stella A. 1572 Lavingae 1573* in 4<sup>o</sup>.

<sup>3)</sup> Vide Wolf *Geschichte der Astronomie* p. 415.

Již dříve vyskytovaly se zprávy o zjevení se nových hvězd; zprávy takové se zařazovaly však do říše bájí. Z doby před vynalezením dalekohledu čítá se 7 zaručených případů nových hvězd a asi 16 případů, čítáme-li též úkazy zaznamenané v čínských annalech (hlavně záznamy Ma-tuan-le); od r. 1610 přistoupilo více úkazů dalších.

R. 1610 zpozoroval Vilém Janson Blacu v Labuti hvězdu, již Kepler r. 1602 určil jako hvězdu 3. velikosti a již Bayer ve svých hvězdných mapách zanesl s označením 34 Cygni. Hvězda ta počala po r. 1619 světlost měniti, zmizela r. 1621, byla opět r. 1655 Cassinim na krátkou dobu jako hvězda 3. velikosti viděna, zjevila se zase Hevelovi v listopadu 1665, nedostoupila však velikosti třetí, pak opět slábla, načež ponenáhlu dostoupila mezi r. 1677 a 1682 velikosti 5-6. Od té doby se mění nepatrně. Ze 17. století pocházejí ještě zprávy o dvou případech; r. 1612 pozoroval Byrgi novou hvězdu a 20. června roku 1670 viděl Anthelme v blavě Lišky hvězdu třetí velikosti, jež v září téhož roku zmizela a opět v březnu 1671 se zjevila, měníc dle pozorování D. Cassini-ho světlost jako hvězda čtvrté velikosti. Hvězda ta zmizela pak na dobro, byvši viditelnou ještě krátkou dobu v březnu 1672 jako hvězda 6. velikosti.

Podobný zjev vyskytl se později teprve roku 1848 v Ophiuchu. Novou hvězdu objevil tu 27. dubna Hind; Nova byla 6. velikosti a barvy červené; s počátku přibývalo hvězdě té ještě něco jasnosti, později však ubývala jasnost její s počátku rychle a pravidelně, takže již r. 1850 byla 10. a 1856 velikosti 11.; od r. 1867 jest pak konstantně 12. až 13. velikosti. R. 1860 května 21. nalezl Auwers v mlhovité skupině hvězd označené Messier 80 ve Štíru hvězdu 7. velikosti, jež tři dny před tím byla neviditelnou a jejíž jasnosti rychle ubývalo, takže již 16. června nebylo lze rozlišiti ji od mlhového světla a od té doby nebyla hvězda ta viditelnou.

K nejzajímavějším úkazům patří náhlé vzplanutí hvězdy dříve 9·5 velikosti v souhvězdí Koruny v květnu 1866. Prof. Schmidt v Athénách tvrdil, že hvězdy i 4. velikosti ještě před 12. květnem v 10 hodin večer tam nebylo. Nejdříve uzel hvězdu tu 12. května 1866 John Birmingham v Tuamu. Týž večer byla téměř současně od 5 různých astronomů v Evropě i Americe jako hvězda 2.

velikosti uzřena. Hvězdě ubývalo velmi rychle jasnosti, již 14. května byla 3., 16. května 4. velikosti, 18. května zmizela prostému oku; a od polovice roku 1867 podržela s malými změnami jasnost hvězdy 9. velikosti.

Spektrální rozbor ukazuje, že náhlé vzplanutí hvězd jest podmíněno výbuchy žhavých plynů, podobně jako u slunce našeho. Spektrum nové hvězdy z roku 1866 (T Coronae) bylo spektrum plynové spojené se spektrem žhavého tělesa; nepřetržité spektrum bylo dle pozorování Hugginse protkáno četnými tmavými (absorpčními) čarami, obdobně jako u slunce a většiny hvězd, a několika jasnými čarami, jichž poloha svědčila o vodíku. Z toho lze souditi, že obromnou erupci žhavého vodíku povrch hvězdy dříve slabě zářící náhle vzplanul, ponenáhlym vyzařováním tepla do světového prostoru pak jasnost rozpáleného povrchu stále klesala, až po zmizení všech stop erupce se hvězda opět v dřívější záři zjevila.

Další příklad podává objev Schmidtův v listopadu 1876 v souhvězdí Labutě. Schmidt užířel nejprvé 24. listopadu novou hvězdu 3. velikosti, jež brzo slabla a v několika nedělech prostému oku zmizela. Ubývání jasnosti dělo se dále dosti pravidelně, začátkem 1877 byla hvězda 8. velikosti, 1878 pak 10. až 11. velikosti a nyní jest jen v nejmocnějších dalekohledech viditelná.

Spektrální rozbor nové hvězdy v Labuti ukazoval dle Vogela, Lohse, Cornua a Copelanda nepřetržité spektrum, protkané silnými pruhy absorpčními a větším počtem jasných čar, z nichž tři náležejí vodíku. Zřetelnosti nepřetržitého spektra ponenáhlu ubývalo s jasností hvězdy, jež od 5. prosince 1876 až do začátku března 1877 ze 4.5 velikosti na 8.3 velikosti klesla. Jasně a velmi široké čáry (celkem 9 dle Vogela) vystoupily hlavně v lednu velmi živě a čtyři nejjasnější mohly býti pozorovány ještě v březnu. Některé čáry jasné slably, jedna se téměř neměnila a jedna se docela i zjasňovala.

V srpnu 1885 vzplanula nová hvězda ve velké i pouhým okem, ač nejasně, zřetelně mlhovině v souhvězdí Andromedy. Ubývání jasnosti této nové hvězdy bylo stopováno pomocí fotometrů. Hvězda byla v době, kdy byla nejdříve uzřena, velikosti 6., klesla v září na velikost 8., v polovici října byla velikosti 10. a v lednu 1886 již velikosti 12., slabla pak ponenáhlu, až zmizela vůbec. Seeliger v Mni-

chově má za to, že náhlé oteplení způsobilo vzplanutí hvězdy té; oteplení to mohlo vzniknouti pádem tmavého pevného tělesa. I spektroskop svědčí o náhlé mocné katastrofě, jež ohromné hmoty vodíku a jiných plynů vychrlila daleko za dřívější meze hvězdy a tu je rozžhavlala. Ve spektru hvězdy té, protkaném tmavými čarami, vynikly totiž jasné čáry vodíkové, jež brzy zmizely, když jasnosti hvězdy ubývalo.

V dráze mléčné objevil 23. ledna 1893 Anderson dva stupně jižně od hvězd  $\chi$  Aurigae a 26 Aurigae novou hvězdu velikosti 6. Poloha hvězdy jest pro rok 1900: rektascence  $5^h 25^m 33.3^s$ , deklinace  $+30^\circ 22' 13.9''$ . Původní vidmo hvězdy nové, spojitě spektrum s neobyčejně jasnou čarou červenou, velmi dobře viditelnou jasnou čarou u  $D$ , čtyřmi jasnými pruhy v části zelené a neobyčejně jasnou čarou v části fialové, podobalo se vidmu nové hvězdy z roku 1876 (Nova Cygni) v prvním stadiu zjevu. Pickering v Cambridge-i, jenž pro katalog spekter hvězd poříditi dal fotografické snímky spekter hvězd, nalezl, že hvězda nevyskytovala se na 18 fotogrammech, jež byly zjednány pro krajinu kolem  $\beta$  Aurigae od 3. listopadu 1885 do 2. listopadu 1891, ačkoliv vidma hvězd od 11. až 13. velikosti byla tu dobře znatelná, že hvězda nová se však zjevila již zřetelně na desce fotografické, exponované 10. prosince a že dostoupila dne 20. prosince maxima velikosti, při čemž neobvyklé vidmo této hvězdy nejevilo žádných změn. Srovnání dřívějších snímků ukazuje, že hvězda byla začátkem prosince velikosti 7., 7. prosince pak velikosti 6. Za malých změn klesala hvězda ponenáhlu až do 20. ledna 1893 pod velikost 5. Za doby objevení nalézala se hvězda již 43 dní ve stadiu ubývání světlosti. Na fotografickém snímku spektra, jež poříditi dal Vogel v Postupimi, jevily se tmavými známé čáry vodíkové, na jichž méně lomivé straně se však ukazovaly velmi rozšířené a intenzivně jasné čáry. Vidmo skládalo se tedy ze dvou na sobě položených spekter, z nichž jedno jen jasné čáry vykazovalo. Měření ukazovala, že obě spektra jsou vzájemně silně pošinuta a že se k sobě pohybují rychlostí 120 zeměpisných mil. Hvězda, jež ukazovala čáry jasné, dle měření těch se vzdalovala od nás, rychlostí 75 zeměpisných mil. Vogel v Postupimi dokázal posléze i přítomnost jasných čar uvnitř čar tmavých.

Nejdůkladnější rozbor Vogelův ukazoval takto pro tři části hvězdy následující rychlosti k zemi: 1. Část s čarami



tmavými pohybovala se rychlostí 670 *km*. 2. Část s čarami světlými, ležícími uvnitř tmavých pruhů, se blížila k nám rychlostí 37 *km*. 3. Třetí část s pruhy světlými se od nás vzdalovala rychlostí 480 *km*.

Srovnání měřených délek vln nejjasnějších čar ve vidmu nové hvězdy s Youngovými délkami vln nejjasnějších čar ve vidmu chromosféry ukazovalo, že z měřených 36 čar splývalo téměř úplně 27 čar s čarami chromosféry. Vidmo hvězdy nové studovali velmi bedlivě také W. Huggins a jeho paní, Pickering, Copeland, Lockyer a Bělopolski. Tento badatel poznamenal, že se neměnila téměř po celou dobu pozorování rychlost, kterou pohybovalo se těleso, jehož vidmo ukazovalo čáry tmavé.

Celkem bylo pozorovati stoupání křivky světlosti 21. prosince 1891, 3. února, 18. února a 2. března 1892.

V druhé třetině srpna se Nova opět pomalu zjasňovala, když klesla dříve téměř až k nejzazší mezi viditelnosti. Corder našel hvězdu tu 31. srpna velikosti asi 9·2 s vidmem monochromatickým. Küstner v Bonnu cenil 31. srpna jasnost hvězdy té jako 21. března. Krueger našel Novu 3. září velikosti asi 9·6. Professor Barnard zkoumáje ji 19. srpna 36palcovým dalekohledem hvězdárny Lickovy našel, že má Nova vzhled malé jasné mlhoviny s hvězdovitým jádrem velikosti 10. Mlhovina byla 3" veliká a byla obalena jemným mlhovým nádechem průměru 30". Totéž poznal F. Renz v Pulkově 7. října. Jasnost Novy se změnila 8. října v mezích 9·8—10·5. 9. října pozoroval Bělopolski Novu spektroskopicky 30palcovým dalekohledem. Vidmo ukazovalo prazvláštní obraz. Na velmi slabém vidmu spojitém se jevila svítící čára délky vlny 501  $\mu$ , jejíž intenzita se rovnala světlosti hvězdy v okuláru. Jiná čára v méně lomivé části spektra měnila velmi rychle jasnost. Posléze bylo několik dalších čar jen málo znatelné. Pickering našel, že bylo viděti na poslední fotografii spektra hvězdy ze dne 21. března, kdy Nova byla již velikosti 11., čáry vodíkové, seřazené dle relativné světlosti: *G*, *F*, *H* a *W*. Když 2. září hvězda se opět zjasnila, ukazovala fotografie spektra dvě stejně světlé čáry, čáru *G* a čáru délky vlny 500 (čáru mlhovin).

Výsledek spektroskopických výzkumů Novy shrnul Vogel ve větách: Vidmo skládalo se ze dvou na sebe položených videm; část čar (hlavně vodíkových), jež se jevily v jednom.

vidnu jasnými, v druhém temnými, byla vzájemně silně pošínutá. Zjev ten předpokládá dle Vogela přítomnost dvou těles, jichž složky pohybu ve směru zornice byly značné. Celý úkaz vznikl nejspíše následkem blízkého přechodu obou těles, při čemž povstaly mocné poruchy v atmosférách těles těch a následovalo vzplanutí jich. Tělesa pohybující se v dráhách hyperbolických vzdalovala se s relativní rychlostí nejmeně 120 mil.

Seeliger podal proti uvedenému výkladu vážné námitky. Seeliger dokázal výpočtem, že může trvati působení přiblížení se jiného tělesa ku hvězdě pouze několik hodin, spočívali-li příčina vzplanutí v působení dvou těles, neboť se obě tělesa dle pozorování od sebe pohybovala s neobyčejně velikou rychlostí. Tomu však odporuje několikaměsíční kolísání světlosti hvězdy. Seeliger myslí, že se dají různé zjevy hvězdy nové (Novy) vysvětliti touto domněnkou: Různá pozorování doby novější dokázala, že existují ve světovém prostoru roztroušené kosmické agregáty, nahromaděné jemné látky, jež nazýváme kosmická mračna. Těleso vstoupivší na své dráze do takového kosmického mračna bude pak jevití úkazy, jaké skýtají meteority při vstupu do nejvyšších rozředěných vrstev atmosféry zemské. Seeliger vypočetl, že rychlost tělesa vstupujícího do kosmického mračna se jen málo zadrží působením odporu jemné látky, že však množství vzbuzeného tepla dostačí, aby se těleso uvedlo na svém povrchu ve stav žhavý. Takto se snadno vysvětluje, že Nova od okamžiku vstupu do mračna kosmického tak málo na své rychlosti pohybu ztratila a že se po tak dlouhou dobu (8 měsíců) udržovaly úkazy světlosti. Již před vnikem tělesa do mračna se mračno působením přitažlivosti tělesa prodlužuje, částice mračna se uvádějí v pohyb a popisují posléze po vniknutí tělesa hyperbolické dráhy kolem něho. Rychlostí částic ubývá se vzdáleností od tělesa, částice přiléhající k povrchu tělesa budou proto mít neobyčejně rychlý pohyb. Působením oteplení vytvářejí se kolem vnikajícího tělesa produkty vypařování, jež se částečně od tělesa odtrhují a rychlost nejbližších částic mračna přejímají. Ve spektroskopu vidíme proto spojitě vidmo žhavé hvězdy s pruhy absorpcí od žhavých plynů kolem hvězdy se hromadících a na tomto druhé vidmo s jasnými čarami. Čáry jsou pak velmi rozšířené a za příčinou velkého pohybu ve směru zornice značně vzájemně pošínuté. Úkazy

takové jevila skutečně Nova. Hypothesou tou se také snadno vysvětluje kolísání světlosti Novy. Jako při rychlém pohybu meteoritů jemným ovzduším se pozorují maxima a minima světlosti, tak i při pronikání tělesa kosmického mračnem různé hustoty vznikají dle hustoty ústředí různé stupně zahřátí. Také jest možno, že Nova vstoupila ještě jednou do jiného mlhového mračna kosmického. M. Wolf našel fotograficky nedaleko od místa Novy v rektascenzi  $5^h 21.7^m$  a v deklinaci  $+30^0 2'$  jasnou mlhovinu několik minut dlouhou, jež nebyla dosud známou. Také několik mlhovin jiných bylo v souhvězdí Aurigae nalezeno.

V souhvězdí Normy byla dne 26. října 1893 objevena nová hvězda pí. M. Flemingovou, když tato zkoumala fotografický snímek hvězd souhvězdí jmenovaného. Fotografický snímek pořídil dne 10. července 1893 na stanici Arequipa (Peru) prof. Solon S. Bailey. Na fotografických snímcích z let 1889, 1890 a 1891 nebylo této hvězdy, ačkoliv se tu nalézaly i hvězdy 14. velikosti. Také fotografie spekter hvězd z krajiny té, zjednaná 21. června 1893, neukazovala žádného vidma, jež by příslušelo nové hvězdě, ačkoliv byla vidma hvězd až 10. velikosti zřetelná. Poloha nové hvězdy jest pro r. 1900:  $\alpha = 15^h 22^m 12^s$ ,  $\delta = -50^0 13.8'$ . Spektrum nové hvězdy bylo podobné spektru nové hvězdy v souhvězdí Vozky. Jasnosti hvězdy ubylo od konce října do konce února asi o  $1\frac{1}{2}$  třídy. Nový fotografický snímek vidma této hvězdy ze dne 28. února 1894 ukazuje, že se celé světlo nové hvězdy koncentrovalo v jasné čáře vodíkové  $H_\gamma$ . Dle pozorování Campbella na Lickově hvězdárně byla hvězda nová od února do května 1894 velikosti 10., 26. února 1895 byla již velikosti 12.5, 23. května velikosti 13. Ubývalo tedy jasnosti této nové hvězdy od února 1894 začínajíc dosti rovnoměrně, za měsíc asi o 0.2 třídy.

V jižním souhvězdí Loď Argó byla r. 1895 objevena fotografickou cestou nová hvězda, jejíž polohu stanoví souřadnice: rektascense  $\alpha = 11^h 4^m$  a deklinace  $\delta = -61^0 24'$ . Na fotografickém snímku pořízeném 14. dubna 1895 na astronomické stanici Arequipa bylo shledáno hvězdové vidmo, jež jevílo světlé čáry vodíkové, provázené místy čarami tmavými. Vidmo bylo téměř úplně shodné s vidmem nových hvězd v souhvězdí Vozky a Normy. Fotografický snímek ze dne 15. června 1895 ukazoval další světlou čáru. Prohlídka 62 fotografických desek z doby před dubnem r. 1895

(od května 1895 začínaje) dokazovala, že nebylo žádné stopy po hvězdě do 5. března 1895. Fotografické desky z doby 8. dubna do 1. června 1895 stvrzují pak, že hvězda měnila fotografickou velikost od 8. do 11. velikosti. V době od 5. března do 8. dubna 1895 zjasnila se tedy hvězda z úplné neviditelnosti i v mocných hledidlech až nejméně k 8. velikosti: světlo hvězdy vzrostlo tudíž nejméně 200 až 300 krátě, načež opět rychle haslo.

Původní mínění o těchto nových zjevech bylo, že jsou to nová stvoření, jež dříve neexistovala a že po krátkém životu opět zmizela v tom, z čeho vznikla. Toto mínění stvoření z ničeho nahrazovalo nedostatky poznání pravé podstaty zjevů těch. Jest nepochybně, že hvězdy ty na místě, kde vzplanuly, vždy se nacházely a po zdánlivém zmizení ještě skutečně se nacházejí. Nové hvězdy jsou jen měnlivé hvězdy velmi nepravidelné povahy změny světla. Nová hvězda v Koruně byla seznána na místě vzplanutí jako hvězda 9.5 velikosti již v květnu 1855, kdy místo její určeno bylo na hvězdárně v Bonnu a zaneseno v katalogu Bonnském. Existovala tudíž hvězda ta i před vzplanutím. Podobně se to má s ostatními zjevy. Konstatování dřívější existence hvězd těch jest ovšem velmi obtížné pro nejistotu dřívějších určování poloh hvězd. Na místě vzdáleném as 1' od místa určeného z nejdůkladnějšího srovnání pozorování Tychonových nalézá se hvězda 10. velikosti; blízko (3') místa určeného při nové hvězdě z r. 1604 nalézá se hvězdička velikosti 11. až 12.

Sledující seznam podává přehled významnějších hvězd nových.

Číslo «handlarovo»	Hvězda	Rektascense	Deklinace	Velikost max. min.	Rok zjevu
116 B	Cassiopejæ	0 h 19 m 15 s	+ 63° 35.5'	> 1	1572
224 S	Andromedæ	0 37 15	+ 40 43.2	7	1885
1953 T	Aurigæ	5 25 34	+ 30 22.2	4.5	1892
5533 R	Normæ	15 22 12	— 50 13.8		1893
5732 T	Cororæ	15 55 19	+ 26 12.2	2.0 9.5	1866
5826 T	Scorpii	16 11 5	22 43.6	7.0 < 12	1860
6268	Serpentarii	17 24 38	— 21 23.7	> 1	1604
7101 H	Vulpeculæ	19 43 28	+ 27 4.2	3	1670
7285 P	Cygni	20 14 6	+ 37 43.3	3 — 5 < 6	1600
7787 Q	Cygni <sup>1)</sup>	21 37 47	+ 42 23.1	3 13.5	1876

ve velké mlhovině v Andromedě

v mlhovině Messier 80;

<sup>1)</sup> Campbell pozoroval hvězdu tu několikráte r. 1895 a našel ji stále 14.8 velikosti s vidmem spojitým.

## VII. Hvězdy měnlivé.

Pozornější pozorování nebe ukázalo, že jest celá řada hvězd, jichž lesk (světlost) se mění. Až do r. 1893 podává Chandlerův druhý katalog posud nejlepší seznam těchto měnlivých hvězd, počtem 260; největší zásluhy o prozkoumání těchto velezajímavých předmětů nebeských získali si němečtí astronomové Argelander, J. Schmidt, Winnecke a Schönfeld; rovněž i angličtí astronomové pilně zabývali se tímto odvětvím, v novější době také američtí hvězdáři hlavně Chandler, Yendell, Parkhurstové a j. přispěli k obohacení vědomostí o těchto tajemných objektech: z Čechů získal si jména na tomto poli V. Šafařík, z Dánů N. C. Dunér. K označení měnlivých hvězd navrhl Argelander veliká latinská písmena od *R* začínaje před jméno souhvězdí, kde se nalézají (*R* Cygni, *S* Cassiopejæ, *X* Ophiuchi); je-li řada písmen, jež se dle pořadí doby objevů přiděluje, vyčerpána, zdvojuje se označení opět od *R* začínajíc, na př. *RR* Cygni, *RR* Virginis atd. Chandler navrhl nový system označování měnlivých hvězd přidávající stále číslo každé hvězdě a dovolující vkládání téměř neomezené. Chandler označuje číslo měnlivé hvězdy v katalogu desítkami rektascense hvězdy v časových sekundách (rektascense se vztahuje na aequinoctium 1900·0); příkladně obnáší rektascense *T* Cygni pro 1900·0:  $20^h 43^m 2^s = 1243^m 2^s = 7459 \times 10^s$  (č. měnlivé hvězdy 7459).

Hvězdy měnlivé skytají neobyčejné množství rozmanitostí a rozdílů vztahujících se na určení elementů jich změn. Elementy ty tvoří určení epochy (doby) největšího (maximum) a nejmenšího (minimum) světla, doba periody a křivka světla znázorňující celý průběh změny světla. Pro dobu periody vyskytují se členové od  $5\frac{1}{2}$  hodin (*U* Pegasi) až do dvou a více let (*R* a *T* Libræ); pro velikost změny světlosti vyskytují se členové se změnami několika málo stupňů (*R* Lyræ) až se změnami 7, 8 a více tříd (velikosti) se všemi možnými přechody. Celkem vyskytují se dvě hlavní oddělení; jedno oddělení objímá hvězdy měnící světlost dosti pravidelně i co do doby periody i co do průběhu změny, jasnost hvězdy podléhá v maximu i v minimu malým změnám; druhé oddělení obsahuje hvězdy mě-





jest jich perioda změn. Spektrální rozbor pak učí, že téměř všechny silněji zbarvené hvězdy měnlivé ukazují typus vidma třídy III. a) a III. b); měnlivé hvězdy typu Algolu (viz níže) mají vidmo třídy Ia.

Hvězda jižního nebe  $\eta$  Argus tvoří jaksi přechod od hvězd měnlivých ku hvězdám novým. Halley označil ji r. 1677 velikosti 4., P. Noel v letech 1685—89 velikosti druhé, rovněž tak Lacaille r. 1751; Burchett r. 1827 velikosti první. J. Herschel stopoval pilně hvězdu tuto za svého pobytu na Mysu Dobré Naděže. Po 3 léta viděl ji velikosti stálé mezi 1. a 2. třídou, koncem r. 1837 pozoroval Herschel, že hvězda rychle rostla a dosáhla svého maxima začátkem r. 1838 rovnajíc se leskem hvězdě  $\alpha$  Centauri; pak ponenáhla do dubna 1839 ubývala rovnajíc se leskem Aldebaranu. V tomto stadiu zůstala hvězda až do začátku r. 1843, kdy rychle světlosti její přibývalo, tak že ji jen Sirius leskem předčil. Následujících 25 let klesala jasnost hvězdy stále, r. 1867 byla pouhým okem sotva viditelná a zmizela neozbrojenému oku r. 1868. Od té doby jest  $\eta$  Argus s malými změnami viditelná stále jako hvězda 6.—7. velikosti. Zajímavé jest, že hvězda ta stojí ve velmi veliké a podivuhodné mlhovině: zdaž jest s touto fysicky spojena neb se jen promítá na tuto, není posud úplně rozhodnuto.

Pickering dělí veškerý hvězdy měnlivé v tyto (5) třídy:

1. Nové (temporerní, občasně) hvězdy jako hvězda Tychonova v Cassiopeji,  $T$  Coronae a j.

2. Hvězdy s velikými a nejvíce nepravidelnými změnami světlosti během několika měsíců ano i roků jako Mira Ceti,  $\gamma$  Cygni a j.

3. Hvězdy s malými změnami světlosti (co do průběhu změn vůbec málo známými) jako  $\alpha$  Orionis,  $\alpha$  Cassiopejae a j.

4. Hvězdy dosti stejnoměrně a pravidelně měnlivé periody krátké jako  $\beta$  Lyrae,  $\delta$  Cephei,  $\eta$  Aquilae atd.

5. Hvězdy měnlivé pravidelně a krátké periody, při nichž však změna, hlavně silné ubývání a pak opět přibývání světlosti se na málo hodin omezuje. Typus této třídy tvoří Algol ( $\beta$  Persei).

Při první třídě děje se náhlé zjasnění, jak jsme uvedli, pochody čistě fysikálně-chemickými (viz hvězdy nové). Při

třídě druhé jest těžko vysvětliti nepravidelný ráz úkazu, nejspíše tu působí s o u č a s n ě příčiny pravidelně se opakující a příčiny nepravidelně se vyskytující. Změny světlosti třídy čtvrté vysvětluje Pickering rotací hvězd a to tak, že hvězda se otáčející jest na r ů z n ý c h m í s t e c h n e s t e j n ě j a s n á a mimo to sploštěná ve směru osy otáčení.

Na tělesích těch se vytvořily dle domněnky Zöllnerovy první kontinenty, jež ovšem sestávají ještě z nahromaděných plastických strusek (Schlacken). Následkem rotace takovéhoto uhasínajících hvězd se derou působením síly odstředivé plastické hmoty od točny k rovníku *d*, jak to naznačuje směr šípky při *a* a *b* (obr. 227.) Takováto posunutí mladých kontinentů mají pak za následek nepravidelnosti v periodicitě měn světlosti těles těch.



Obr. 227.

Pro pátou třídu jest třeba k vysvětlení změn jasnosti připustiti t m a v é p r ů v o d c e, jež téměř v rovině naší zornice jasné hvězdy obíhají a jich povrchy pro krátký čas (v době minima) z a t e m ň u j í; jsou tedy tyto hvězdy měnlivé, vlastně hvězdy podvojně (viz tyto) na způsob podvojných hvězd Siria a Procyonu, avšak s daleko menší dobou oběhu a se sklonem téměř 90 stupňů. Pickering vypočetl na základě důkladných pozorování změn jasnosti A l g o l u provedených v letech 1859—70 S c h ö n f e l d e m dráhu této podvojně hvězdy: kruhovitá dráha průvodce má 0.028" průměru a 87 stupňů sklonu; průměr průvodce obnáší  $\frac{2}{3}$  průměru hlavní hvězdy, jejíž průměr určen byl na 0.006". Pro dobu oběhu průvodce ve 2 dnech 20 hod. 49 min. byla by rychlost téhož v sekundě 170 kilometrů (při parallaxe Algolu = 0.1").

Posud známo jest 13 hvězd typu Algolova, hvězd, jichž jasnost se mění ne fysicky, nýbrž geometricky následkem jich polohy k pozorovateli na zemi. Jsou to velmi blízké hvězdy p o d v o j n é s rychlým oběhem, jichž roviny drah se blíží směru k zemi, takže hvězdy mohou způsobiti vzájemná zatmění. Vedle světelných změn způsobených zatmě-

nimi vzájemnými ukazují hvězdy ty také skutečné (fyzické) změny světlosti. Světlo jich mění se různě před a po minimum a to tak, že světla pomaleji přibývá než ubýválo. Tyto vedlejší veledůležitě změny jasnosti snad závisí na mohutném vlivu přílivu, jenž v systému jich nutně nastati musí; jest pravdepodobno, že hvězdy ty mají dobu rotace rovnou době oběhu a že tvar hvězd těch následkem vlivu přílivu se deformuje. Bližší podrobnosti těchto velezajímavých zjevů odhalí nám blízká budoucnost.

Hvězdy typu Algolova jsou tyto:

Jméno	Rektascenze pro 1900	Deklinace	Ma- Min. xlu.	Perioda	Objevitel
	<i>h m</i>			<i>d h m s</i>	
<i>U</i> Cephei . . . .	0 53.4	+81° 20'	7.1 9.2	2 11 49 38.25	Ceraski
<i>δ</i> Persei (Algol) 3 1.7	+40 34	2.3 3.5	2 20 48 55.425	{ Montanari { Goodricke	
<i>λ</i> Tauri . . . .	3 55.1	+12 12	3.4 4.2	3 22 52 12.0	Baxendell
<i>R</i> Canis maj. . .	7 14.9	—16 12	5.9 6.7	1 3 15 46.0	Sawyer
<i>S</i> Cancri . . . .	8 38.2	+19 24	8.2 9.8	9 11 37 45	Hind
<i>S</i> Antliae . . . .	9 27.9	—28 11	6.7 7.3	0 7 46 48	Paul
<i>S</i> Velorum . . . .	9 29.5	—44 46	7.8 9.3	5 22 24 23	Woods
<i>δ</i> Librae . . . .	14 55.6	— 8 7	5.0 6.2	2 7 51 22.8	Schmidt
<i>U</i> Coronae . . . .	15 14.1	+32 1	7.5 8.9	3 10 51 12.4	Winnecke
<i>R</i> Arae . . . .	16 31.4	—56 48	6.9 8.0	4 10 12 42	Roberts
<i>U</i> Ophiuchi . . .	17 11.5	+ 1 19	6.0 6.7	0 20 7 42.56	{ Gould { Sawyer
<i>Z</i> Herculis . . . .	16 58.6	+15 9	7.1 8.0	3 23 49	{ Müller & { Kempf & Chandler
<i>γ</i> Cygni . . . .	20 48.0	+34 17	7.1 7.9	1 11 57 22	Chandler

V novější době podařilo se Vogelovi<sup>1)</sup> pomocí metody pošlunuti čar ve spektru Algolu dokázat, že Algol se před zatměním (minimum světla) od nás vzdaluje, po zatmění zase k nám se blíží s rychlostí 5.7 mil v sekundě, z čehož plyne, že Algol jest hvězda podvojná pohybující se s tmavým průvodcem kolem společného těžiště. Rychlost v dráze ve spojení s pozorovanými změnami světlosti dává při dráze kruhové a stejné hutnosti obou těles tyto rozměry systému Algolova:

<sup>1)</sup> Sitzungsberichte d. k. Akademie der Wissensch. zu Berlin, 28. Nov. 1889; Astr. Nachr., Nr. 2947.

průměr Algolu	=	230.000 mil
„ tmavého průvodce	=	180.000 „
vzdálenost středu obou	=	700.000 „
rychlost v dráze průvodce	=	12·0 „
„ „ Algolu	=	5·7 „
hmota Algolu	=	$\frac{4}{9}$ hmoty slunce
„ průvodce	=	$\frac{2}{9}$ „ „

K vysvětlení všech jednotlivosti změn světlosti jest ještě třeba předpokládati, že obě tělesa jsou obalena mocnými atmosférami, z nichž atmosféra Algolu jest 54.000 mil vysoká a silně svítivá, atmosféra chladnějšího průvodce 42.000 mil vysoká se silnou schopností pohlcovati světlo. Výsledkům plynoucím z tohoto spektrografického objevu byly činěny vážné námitky, jež však Wilsing<sup>2)</sup> vyvrátil. Křísání jasnosti systému, jež následkem fáse silně osvětleného průvodce a odchýlením hlavní hvězdy od podoby kulovité způsobeným silnými slapy vzniknouti může, obnáší méně než 0·02 třídy a skrývá se v chyběch pozorovacích.

Stálost světlosti po celou dobu periody mimo doby přechodu průvodce před Algolem jest vysvětlena, obnáší-li světlo vysílané průvodcem méně než  $\frac{1}{50}$  světla vysílaného Algolem, čímž se stává, že pokrytí průvodce Algolem se nemůže pozorovati.

Chandler zkoumal malé odchylky, jež se vyskytly v pozorováních Algolu při theorii, že Algol jest úzkou dvojhvězdou, sestávající ze světlé hvězdy hlavní a z tmavého průvodce, jak to spektrofotografická pozorování Postupimská dokázala. Chandler hleděl opíraje se o pozorování změn světlosti vysvětliti odchylky předpokladem, že se nalézá na blízku Algola tmavé těleso daleko větší hmoty, jež způsobuje svou přitažlivostí odchylky ty. Také vlastní pohyb Algolu zdál se vykazovati změny během let. Bauschinger dokázal však, že neexistují nepravidelnosti vlastního pohybu. Bylo tedy nutno hledati jinou příčinu pozorovaných odchylek. Tisserand má za to, že se tmavý průvodce

<sup>2)</sup> Über den Lichtwechsel Algols und über die Klinkerfues'sche Erklärung des veränderlichen Lichtes bei Sternen der III. Spectralclassen. Von Wilsing. Astr. Nachr., Nr. 2960.



Algolu nepohybuje v dráze kruhové, nýbrž v dráze elliptické a že světlé těleso hlavní jest sploštěné, čímž se způsobuje, že se elliptická dráha průvodce otáčí. Při každém oběhu dospěje tmavý průvodce v kratší době do periastra, místa dráhy, které jest nejbližší tělesu hlavnímu (světlému), než do stejné polohy vzhledem k zemi. Pozorované úkazy se vysvětlí nejlépe předpokladem, že se průvodce pohybuje v ellipse, jejíž malá osa jest o  $\frac{1}{14}$  menší než velká a že polární průměr hlavní hvězdy jest o  $\frac{1}{200}$  menší než rovníkový. Tato hypotéza vysvětluje dobře změnu nejmenší světlosti Algolu (v periodě 140 let) a změnu doby zatmění. Wurm odvodil totiž pro dobu zatmění na začátku tohoto století  $6\frac{1}{2}$  hodin, kdežto Schoenfeld pro dobu tu kolem r. 1885 našel asi 9 hodin.

Stejným způsobem se vysvětlují také nepravidelnosti, jež ukazují měnlivé hvězdy *U Cephei* a *U Ophiuchi*.

Jako Algol jsou také *Y Cygni* a *Z Herculis* hvězdy podvojně, jejich rovina dráhy stojí kolmo ku zdánlivé ploše nebeské; obě hvězdy (složky) se proto při každém oběhu dvakrát vzájemně pokryjou. Při Algolu jest jedna hvězda 40krát slabší než druhá; při *Y Cygni* jsou obě složky dvojhvězdy téměř stejně světlé, při *Z Herculis* jest jedna hvězda dvakrát světlejší než druhá; obě minima světlosti, jež se vyskytují při každém oběhu, jsou proto nestejně hodnoty; v jednom minimu, při němž slabší hvězda se pokrývá, klesá světlost z velikosti 6.89 až k velikosti 7.35, v druhém (hlavním) minimu, při němž hvězda jasnější se nalézá za hvězdou slabší, jest světlost jen třídy 8.05. Při hlavním minimu trvá ubývání světla po dobu 6.6 hodin, při minimu vedlejším pouze 4.0 hodin. Kolem doby hlavního minima se tedy hvězdy pohybují pomaleji než v době minima vedlejšího; z poměrů těch lze souditi na značnou výstřednost dráhy. Dunér odhaduje výstřednost tu 0.25. Doba celého oběhu obnáší 3.992 dnů ( $3^d 23^h 48^m 30^s$ ). Od minima hlavního k minimu vedlejšímu uplyne doba pouze 1.951 dne, během doby té prochází průvodce periastrom. Velká poloosa dráhy splývá téměř se zornicí. Průměrná vzdálenost obou hvězd (velká poloosa dráhy) jest šestkrát větší než průměry obou hvězd.

Měnlivá hvězda jižního nebe *S Velorum* (Chandler 3416) jest dle A. W. Robertse taktéž dvojhvězdou; hlavní

méně světlá hvězda jest tu provázena světlym, avšak menším průvodcem. Hlavní hvězda jest velikostí 9·25 (co do světlosti), průvodce velikostí 8. Zjeví-li se hvězda měnlivá v nejmenším lesku, pak vysílá jen hlavní hvězda světlo po dobu 6 hodin; je-li však hvězda měnlivá v největším lesku, pak vysílají k nám obě hvězdy světlo a vidíme pak hvězdu velikostí 7·85. Perioda měn světlosti obnáší 5 dnů 22<sup>h</sup> 24<sup>m</sup> 21<sup>s</sup> ± 2<sup>s</sup>.

Některé světlejší hvězdy nepravidelně měnlivé (irregulární).

Číslo Časopisové	Hvězda	Rektascense			Deklinace		Velikost	
		pro 1906					Max.	Min.
209	$\alpha$ Cassiopejæ	0 <sup>h</sup>	34 <sup>m</sup>	50 <sup>s</sup>	+55°	59'3"	2·2	2·8
1072	$\eta$ Persei . .	2	58	46	+38	27·2	3·4	4·2
1768	$\varepsilon$ Aurigæ . .	4	54	47	+43	40·5	3·0	4·5
2098	$\alpha$ Orionis . .	5	49	45	+7	23·3	1	1·4
3847	$\eta$ Carinæ . .	10	41	11	—59	9·5	>1	7·4
5274	$\nu$ Bootis . .	14	39	2	+26	57·2	5·2	6·1
5667	$R$ Coronæ . .	15	44	27	+28	27·8	5·8	13·0
5912	$g$ Herculis . .	16	25	21	+42	6·1	4·7—5·5	5·4—6·0
6181	$\alpha$ Herculis . .	17	10	5	+14	30·2	3·1	3·9
6202	$\mu$ Herculis . .	17	13	38	+33	12·3	4·6	5·4
7446	$\mathcal{U}$ Delphini . .	20	40	53	+17	43·7	6·4	7·3
7803	$\mu$ Cephei . .	21	40	27	+58	19·3	4?	5?
8273	$\beta$ Pegasi . .	22	58	55	+27	32·4	2·2	2·7

$R$  Coronæ byla objevena r. 1783 Pigottem. Koch určil r. 1814 dobu periody na 323 dny. V letech 1817—24 se málo měnila. V září 1845 klesala jasnost a hvězda stala se v listopadu Argelandrovi neviditelnou v hledači vlasatic. V květnu 1844 byla skoro 6. velikosti až do r. 1852, kdy 25. ledna zmizela, 23. února vysvitla však opět a dosáhla v červenci obyčejné světlosti, jež potrvala do konce r. 1853. Dle Schönfelda klesla 27. července 1855 na minimum 12. velikosti. I později se rozmanitě měnila.

$\mu$  Cephei, nejčervenější hvězda („garnet star“) ze všech hvězd severního nebe prostým okem viditelných: měnlivost objevil r. 1848 Hind. Perioda 432<sup>d</sup>, velmi neurčitá následkem nesnadnosti pozorování změn.

Světlejší hvězdy měnlivé s krátkou periodou u nás viditelné:

Číslo dle Chandlera	H v ě z d n	Rektas- cence			Deklina- ce pro 1900.0	Praecesse roční		Maximum	Minimum	Perioda
						v rekt.	v dekl.			
		h	m	s						
2875	S Monocerotis . . .	6	35	28	+ 9° 59' 3"	3.31	- 0.05	4.9	5.1	3.443 <sup>d</sup>
2609	ξ Gemmorum . . .	6	58	11	+ 20 13.0	3.56	- 0.09	3.7	4.5	10.15882
6368	X Sagittarii . . .	17	41	16	- 27 47.6	3.77	- 0.03	4	6	7.01185
6404	γ Ophiuchi . . .	17	47	17	- 6 7.1	3.22	- 0.02	6.2	7.0	17.12561
6472	π Sagittarii . . .	17	58	38	- 29 35.1	3.83	- 0.00	4.8	5.8	7.5946
6573	γ Sagittarii . . .	18	15	30	- 18 54.3	3.53	+ 0.02	5.8	6.6	5.7732
6733	R Scuti . . . . .	18	42	9	- 5 48.7	3.21	+ 0.06	4.7-5.7	6.0-9.0	71.1
6758	β Lyrae . . . . .	18	46	23	+ 33 14.8	2.21	+ 0.07	3.4	4.5	12.908
6794	μ Lyrae . . . . .	18	52	17	+ 13 48.8	1.82	+ 0.08	4.0	4.7	46.0
6854	γ Aquilae . . . . .	19	2	16	+ 10 55.0	2.82	0.09	5.3	5.7	4.986
7124	η Aquilae . . . . .	19	47	23	+ 0 44.9	3.06	+ 0.15	3.5	4.7	7 <sup>d</sup> 1 <sup>h</sup> 14 <sup>m</sup>
7149	S Sagittae . . . . .	19	51	29	+ 16 22.2	2.73	+ 0.16	5.6	6.4	8.3832
7483	γ Vulpeculae . . .	20	47	13	+ 27 52.5	2.55	+ 0.22	5.5	6.5	4.4362
8073	δ Cephei . . . . .	22	25	27	+ 57 54.2	2.22	+ 0.31	3.7	4.9	5 <sup>d</sup> 8 <sup>h</sup> 47 <sup>m</sup> 39.3 <sup>s</sup>

$\zeta$  Geminorum měnlivou poznána J. Schmidtem r. 1847. Pozorování Argelandrova (v době 16 let) dávají pro 1844-6 periodu  $10^d 3^h 32^m + 6.4^m$ ; v další době periody přibývá, od r. 1851 jest perioda téměř stálou  $10^d 3^h 32^m 36^s$ . Křivka představuje tvar změn světlosti ukazuje rychlejší ubývání světla než přibývání. V maximum se rovná asi  $\lambda$  Geminorum.

$R$  Scuti, barvy červené; měnlivost objevil r. 1795 Pigott. Dle Argelandra alternují jasná a slabá minima občas v pořádku obráceném.

$\beta$  Lyrae měnlivou poznána r. 1784 Goodrickem, jest žlutavě bílá s 2 nestejnými minimy. Po hlavním minimu ( $4.5^m$ ) následuje maximum ( $3.4^m$ ) po  $3^d 2^h - 3^d 3.3^h$ , pak druhé minimum ( $3.9^m$ ) po  $6^d 9.1^h$  a druhé maximum ( $3.4^m$ ) po  $9^d 12.5^h - 9^d 12.0^h$  s menšími odchylkami v jasnosti i době (autorita Argelander). Z pozorování Plassmannových plyne, že maximum, sledující po prvním hlavním minimu, dostavuje se nyní asi o 6 hodin později, než jak Argelander stanovil. Perioda obnáší dle Schura:  $12^d 21^h 47^m 23.72^s$  pro začátek r. 1855; periody nyní přibývá ročně o 0.3 minut.

Pickering shledal na spektro-fotogrammech hvězdy té, že perioda světlosti souvisí se změnami vidma hvězdy. Další přesná vyšetřování konal pak r. 1892 v Pulkově Bělopolski, jenž fotografoval vidmo hvězdy v celém rozsahu (od čar  $D$  až do čáry  $H_\gamma$ ) pomocí desek orthochromatických. Vidmo ukazovalo jasné čáry vodíkové a jasnou čáru héliovou ( $D_3$ ) a náleželo tudíž třídě I c; čára héliová se zjevovala ob čas podvojnou a někdy i docela zmizela. Podobně se zjevovala ob čas čára vodíková  $F$  podvojně. Přetínou zdvojení vykládá Bělopolski na sebe položením dvou videm, jichž čáry se vzájemně periodicky pošinouj následkem pohybu dvou světelných zdrojů ve směru zornice. Jedno vidmo vykazuje čáry tmavé a to částečně na týchž místech, na nichž se zjevují světlé čáry vidma druhého. Proto se zjevuje jasná čára  $F'$  podvojnou, když užší tmavá čára  $F$  vidma druhého připadne do prostřed jasně čáry  $F$  vidma prvního: jakmile však tmavá čára  $F$  se pošine na okraj jasné čáry  $F$ , vystoupí jen jediný silnější pruh jasný; to se stane právě v době hlavního minima světlosti hvězdy. Blíží vyšetřování dokázalo znatelný oscilující pohyb a tudíž podvojnost hvězdy. Rychlost v dráze se vypočetla při předpokladu kruhovitě dráhy v obnosu asi 12 zemř. mil za vteřinu.

Je-li součet hmoty obou složek dvojhvězdy roven součtu hmoty slunečné, pak obnáší průměr dráhy 426.000 zeměpisných mil. Dlužno však připomenouti, že tmavá čára  $F'$  nevykazuje zřetelně oscillujícího pohybu, kteroužto okolnost vysvětluje Bělopolski tím, že myslí, že hlavní minimum světlosti vzniká částečným zatemněním složky (hvězdy), již přináležejí čáry tmavé, složkou (hvězdou), jež vysílá čáry jasné; neboť za doby té se zjevuje při neměnění se světlosti čar jasných daleko slabším spojitě vidmo s čarami tmavými. Vogel v Postupími potvrdil na základě řady fotogramů fialové a ultrafialové části vidma výsledky pozorování Bělopolského hlavně na ultrafialové čáře  $H_2$ ; myslí však, že nelze posud vysvětliti přesně veškeré jednotlivosti velmi složitého úkazu, jaké hvězda jeví. Zejména nelze připustiti podobnost s dvojhvězdou Algolem. Neboť minima, jež se vysvětlují částečným pokrytím složky (hvězdy) jedné složkou druhou, vyžadují úplného splynutí čar jasných a tmavých, neboť se oba pohyby v dráze ději kolmo ke směru zornice. Dále by musily býti čáry za doby maxim vzájemně nejvíce pošinuty a to u obou maxim ve směru protilehlém. Tomu odporují však pozorování. Právě za doby minima světlosti jest vzájemné pošinutí čar světlých a tmavých nejpvětší, za doby druhého maxima pak téměř žádné.

Vogel sledal v nejnovější době, že ve spektru hvězdy  $\beta$  Lyrae přichází vedle čáry  $D_3$  ještě 18 čar plynového vidma Cleveítu.<sup>1)</sup> Zajímavý výsledek tento přiměl Vogela, že hledal čáry plynu Cleveítu i v jiných vidmech hvězdových typu I. Nejprve byla prozkoumána vidma jasnějších hvězd Orionových a 29 jiných hvězd a shledány tu četné čáry plynu Cleveítu. Na základě objevu toho roztrídil Vogel hvězdy I. třídy spektrální v nejnovější době takto: Třída I.: Vidma spojitá, jejichž části lomivější (modrá a fialová) vynikající zvláštní intenzitou jsou protkána celou řadou čar vodíkových, jež se zjevují jako tmavé, široké, neurčité, řídceji jako ostré a úzké čáry, jež intenzitou značně převyšují vyskytující se čáry jiných kovů. Zřídka se zjevují čáry vodíkové a čáry jiných látek jasnými na spojitém po-

<sup>1)</sup> Ramsay vyvodil ze vzácného mineralu Cleveítu plyn, v jehož vidmu vystoupila heliová čára  $D_3$  velmi intenzivně. Vidmo bylo bedlivě zkoumáno Rungem a Paschenem, kteří shledali, že vidmo náleží dvěma plynům, plynu těžšímu (Heliu) a plynu lehčímu.



zadí. Oddělení Ia: 1. Vidma, v nichž pouze čáry vodíkové se zjevují širokými a silně vyvinutými. 2. Vidma, v nichž vedle čar vodíkových vystupují velmi jemně ještě čáry jiných kovů, hlavně čáry calcia, magnesia a natria. Sem patří spektrum  $\alpha$  Canis majoris a  $\alpha$  Lyrae. 3. Vidma, v nichž čára calcia  $393.4 \mu\mu$  téměř stejně intenzivně se zjevuje jako čáry vodíkové a v řídkých případech čára calciová  $396.9 \mu\mu$  s rozšířenou čarou vodíkovou  $397.0 \mu\mu$  nápadnou dvojici tvoří. Vždy vystupují četné a silné čáry různých kovů, hlavně čáry železa; celkem však převládají ještě čáry vodíkové. Sem patří vidma hvězd  $\alpha$  Cygni,  $\beta$  Cassiopejae a  $\alpha$  Canis minoris. Oddělení Ib: Vidma, v nichž vedle čar vodíkových se zjevují čáry plynu Cleveitu, hlavně čáry délek vln  $402.6$ ,  $447.2$ ,  $501.6$  a  $587.6$  ( $D_3$ ). Mimo to vystupují čáry videm calcia, magnesia, natria a železa. Do oddělení toho patří většina hvězd Orionových,  $\beta$  Persei,  $\beta$  Virginis, jedna složka hvězdy  $\beta$  Lyrae. Oddělení Ic: 1. Vidma se světlými (jasnými) čarami vodíkovými. 2. Vidma, v nichž se vedle čar vodíkových zjevují jasnými ještě čáry plynu Cleveitu, čáry calcia, magnesia a j. Sem patří 2. složka hvězdy  $\beta$  Lyrae.

$R$  Lyrae poznána měnlivou r. 1856 Baxendellem, v maximu velikosti  $4.3$ , v periodě 46 dnů, kolísá sotva o  $\frac{1}{2}$  třídy.

$\eta$  Aquilae poznána měnlivou r. 1784 Pigottem. Střední doba periody  $= 7^d 4^h 13^m 59.32^s$  s odchylkami  $+5$  a  $-3$  hodin v epochách minim. Odchylky ty vykazují pravidelný postup. Perioda byla na začátku století o něco kratší než kolem r. 1850; nyní opět ubývá. V maximu jest velikosti 3. až 4. předčte leskem  $\beta$  Aquilae a jsouc slabší než  $\gamma$  Aquilae. Pak klesá ve 34 hodinách na světlost  $\beta$  Aquilae a dále, až se jeví v minimu slabší než  $\epsilon$  Aquilae ( $4^m-5^m$ ).

$\delta$  Cephei, jejíž měnlivost objevil r. 1784 Goodricke. Doba periody obnáší  $5^d 8^h 47^m 38.95^s$ . V maximu jest světlosti  $\epsilon$  Cephei, v minimu o třídu slabší rovnajíc se asi  $\epsilon$  Cephei. Světlosti ubývá rychleji, po minimu jeví se po  $1\frac{1}{2}$  až 2 dnech slabší přibývání světlosti. Bělopolski v Pulkově zkoumal hvězdu tu spektroskopicky v době od 3. srpna do 11. září 1894. Vidmo hvězdy náleží typu IIa a jest podobno vidmu hvězdy  $\alpha$  Bootis. Čáry vidma hvězdy  $\delta$  Cephei jevíly během periody světelných změn malá posunutí. Hvězda

Některé světlejší hvězdy měnivé s periodou dlouhou.

Cílo (Chandlerovo)	H v 6 a d 3	Rektas- cense pro 1900.0			Inklance	Roční změna		Velikost		P e r i o d a
		A	m	s		Rekt. Dekl.	Maximum	Minimum		
112	<i>R</i> Andromedae . . . . .	0	18	45	+38° 1.4'	+3.16	+0.337	5.5—8.6	< 12.8	410.74 s periodický nerovnoměrní
806	<i>α</i> Ceti . . . . .	2	14	18	— 3.25.7	3.03	+0.27	1.7—5.0	8—9.5	381.6     "
2213	<i>γ</i> Geminorum . . . . .	6	8	51	+22 32.2	3.62	—0.01	3.2	3.7—4.2	281.4     "
3493	<i>R</i> Leonis . . . . .	9	42	11	+11 53.6	3.23	—0.28	5.2—6.7	9.4—10.0	312.9     "
4836	<i>R</i> Hydrae . . . . .	13	24	15	—22 45.9	3.27	—0.31	3.5—5.5	9.7	425.15     "
5677	<i>R</i> Serpentis . . . . .	15	46	5	+15 26.3	2.76	—0.18	5.5—7.6	13	357.2     "
7130	<i>z</i> Cygni . . . . .	19	46	44	+32 39.7	2.31	+0.15	4.0—6.5	13.5	406.02     "
7754	<i>W</i> Cygni . . . . .	21	32	14	+44 55.6	2.27	+0.27	5.0—6.3	6.1—6.7	130.8     "
8561	<i>V</i> Cephei . . . . .	23	51	44	+82 38.1	2.70	+0.33	6.2—6.4	7.1	360     "
8600	<i>R</i> Cassiopeiae . . . . .	23	53	19	+50 49.9	3.02	+0.33	4.8—7.0	9.7—12	429 s per. nerovnoměrní

opisovala dle toho v době periody současně s jinou hvězdou uzavřenou dráhu kolem společného těžiště. Jest tedy velmi úzkou dvojhvězdou, již nerozlišuje ani nejmocnější dalekohled. Z měřených pošinutí čar odvodil Bělopolski elementy dráhy dvojhvězdy. Doba oběhu rovná se periodě změn světlosti. Rychlost pohybu ve dráze obnáší  $2\frac{2}{3}$  zeměp. mile za sekundu, poloměr dráhy rovná se 180.000 mil. Celá soustava se k nám blíží s rychlostí asi  $21\frac{1}{2}$  mil. (Viz tab. na str. 688.).

o Ceti zvaná Mira Ceti dle Hevela (zázračná). D. Fabricius našel ji 12. srpna 1596 kolem 15. hodiny při blízkém jasném měsíci přezářující  $\alpha$  Arietis a stopoval ji až k úplnému zmizení v říjnu; r. 1609 viděl ji opět od 15. února do 4. března; téhož roku ji Kepler marně hledal (bez dalekohledu). Holwarda ji opět r. 1638 našel a poznal jako periodicky měnlivou. Argelander zpracoval veškerá pozorování novější (i některá starší). Perioda 331.3363 dnů se značnými odchylkami, časem nepravidelnými (až 25 dnů). Intensivně červená barva způsobuje při odhadování jasnosti veliké osobní rozdíly, hlavně v dalekohledu na blízko minima.

R Leonis, měnlivost objevil r. 1782 Koch. Dle Argelandra jest v maximu poněkud jasnější než  $\gamma$  Leonis, v minimu klesá k 10. velikosti.

R Hydrae popsaná r. 1670 Montanarim jako hvězda nová, byla měnlivou poznána Maraldim.

R Serpentis, měnlivost objevil r. 1826 Harding.

$\zeta$  Cygni, poznána měnlivou r. 1686 G. Kirchem. Maximum 4.0—6.5; minimum 13.5 vyskytuje se 185 dnů před maximem. Perioda 406<sup>d</sup> přibližná se značnými odchylkami periodickými. Průměrně jest po 52 dny viditelná pouhému oku, a to 20 dnů se světlostí rostoucí, 32 dny se světlostí ubývající.



## VIII. Hvězdy podvojně a pomnožné.

Neozbrojené oko rozeznává dvě vedle sebe položené hvězdy, když při stejné jasnosti svírají příslušné paprsky, jež se v optickém středu oka sbíhají, úhel 80'' až 150'' veliký. Pouhým okem viděti jest vedle sebe hvězdy: hvězdu

2. velikosti  $\zeta$  Velkého Medvěda, zvanou Mizar, a ve vzdálenosti 11' hvězdu  $\delta$ . velikosti, Alcor jmenovanou, již Arabové nazývali „el Suha“ (zapomenutá hvězda). Podobnou dvojici hvězd  $\theta_1$  a  $\theta_2$  Tauri vidí pozorovatel západně od Aldebarana. Jen ostré oko rozlišuje již obě těsně vedle sebe položené hvězdy v hlavě kozorožce:  $\alpha_1$  a  $\alpha_2$  Capricorni a nejbystřejší zrak může se pokusit o rozlišení dvojice hvězd  $\epsilon$  a  $\delta$  Lyrae poblíže Wegy. Použitím dalekohledu o zvětšení 20 až 30násobném množí se již značně počet těsně vedle sebe stojících hvězd. Jen takové dvojice hvězd, jichž vzdálenost jen několik sekund (nikoli přes  $\frac{1}{2}$  minuty) obnáší, nazýváme dvojhvězdy, hvězdy podvojně neb zdvojené. Takové dvojhvězdy není možná pouhým okem poznati, k tomu jest třeba již bledidla mocnějšího. Dobrý dalekohled ukazuje vedle Mizara ve vzdálenosti 14" ještě jednu hvězdu  $\delta$ . velikosti. Jest tedy Mizar dvojhvězdou, Alcor pak jen vzdáleným jeho sousem. V dalekohledu dělí se obě hvězdy  $\epsilon$  a  $\delta$  Lyrae v dvojhvězdy, jichž jednotliví členové (složky) jsou 2"—3" od sebe vzdáleny; oba páry mají vzdálenost 3'23". Dvojhvězdy vyznamenávajíce se velmi malým zorným úhlem, jeví se pouhému oku co hvězda jediná. Příčina těsného sousedství hvězd může býti dvoji. Buď jest blízkost jejich zdánlivá, průmětná; obě hvězdy jsouce v prostoru daleko za sebou umístěny promítají se na obloze blízko sebe. Dvojhvězdy takové slují zdánlivé neb optické. Aneb jest blízkost hvězd skutečná; hvězdy podléhající vzájemné přitažlivosti na sebe udržují se v poměrně malé vzdálenosti od sebe; hvězdy takové slovou dvojhvězdy skutečné neb fyzické.

Oba druhy dvojhvězd vykazují během času změnu vzájemné (relativní) polohy. Relativní polohu stanoví distance (vzdálenost obou hvězd), jež se udává v sekundách obloukových a jejich desetínách, pak úhel posiční, jenž se udává v stupních a oddílech těchto, a čítá se od severu na východ, jih a západ. Známe-li vzájemnou polohu obou složek dvojhvězdy pro určitý čas a shledáme-li po řadě let, že průvodce relativně k hlavní hvězdě svou polohu změnil, pak může změna polohy vzniknout buď vlivem vlastního pohybu průvodce (nebo také vlivem vlastního opačného pohybu hvězdy hlavní) anebo má změna polohy původ v tom, že popisuje průvodce kolem hlavní hvězdy skutečně dráhu. V prvním případě by byla dvojhvězda jen

dvojhvězdu optickou; v druhém však dvojhvězdu fyzickou. O druhu dvojhvězdy rozhodne další (třetí) pozorování. Vlastní pohyb hvězd jest přímočarý, pohyb v dráze však křivočarý. Jakmile třetí pozorování ukazuje přímočarý relativní pohyb složek, tvoří složky zdvojenou hvězdu optickou. Mnohé jasnější dvojhvězdy mění svou polohu na nebeské sféře se značnou rychlostí; jest-li pohyb pro hlavní hvězdu týž nebo přibližně týž jako pro průvodce, pak soudíme i z okolností takové, že obě hvězdy jsou fyzicky spojeny.

Dějiny astronomie dvojhvězd počínají Christianem Mayerem. Jednotlivé hvězdy podvojně znali sice již Bradley, Cassini, Flamsteed, Pond,<sup>1)</sup> Kirch<sup>2)</sup> a j., dle určitého plánu zahájil však obor ten novou pozorovací methodou teprve Mayer<sup>3)</sup>. Také Lambert a John Michell vyslovili náhled, že jsou snad stálice, jež netoliko zdánlivě, nýbrž i skutečně blízko sebe se nalézají a jež všeobecnému zákonu přitažlivosti podléhající se pohybují kolem středu svých přitažlivostí. Náhledu toho si však nikdo nepovšiml.

Ve svých spisech: „Gründliche Vertheidigung neuer Beobachtungen von Fixsterntabanten... Mannheim 1778“ a „De novis in coelo sidereo phaenomenis“ (1779) uvádí Mayer řadu 80 hvězd podvojných, z nichž 67 má menší vzdálenost

<sup>1)</sup> Pond John, nar. se r. 1767 v Londýně jakožto syn majetného kupce, byl delší dobu soukromým hvězdářem a dílovedoncím přítele Troughtona, od r. 1811—35 pak král. astronomem v Greenwichi. Odebrav se r. 1835 na odpočinek zemřel již roku 1836. P. vynikl hlavně v astronomii stellární jako pozorovatel: jeho poledníková pozorování hvězd základních a mnoha hvězd teleskopických vynikají velkou přesností. P. snažil se, ač marně, určití též parallaxu hvězd.

<sup>2)</sup> Kirch Gottfried, nar. se r. 1639 jsa synem krejčího v Gubenu, studoval u Weigela v Jeně, byl pak pomocníkem Hevelovým. později žil jako pisatel kalendářů v saském „Vogtlandu“, v Koburgu a v Lipsku, kdež za chof pojal žáčku astronoma sedláka Arnolda (1650—1695) ze Sommerfeldu. Potom zdržoval se K. opět v Gubenu, odkudž byl r. 1700 povolán k řízení hvězdárny, jež se měla v Berlíně vystavěti. Po dokončení stavby hvězdárny r. 1706 pozoroval Kirch půlně i s manželkou a dětmi. Od K. a jeho syna Christfrieda Kircha 1694—1740, jenž se stal nástupcem v ředitelství hvězdárny, pocházejí četná pozorování komet a hvězd měnlivých.

<sup>3)</sup> Mayer Christian, nar. se r. 1719 v Meziříčí na Moravě, jsa knězem řádu jezuitského vyučoval nejprve v Aschaffenburg-u, později působil jako učitel matematiky v Heidelberg-u, byl také kurfalekým dvorním astronomem v Mannheimu, kde zřídil hvězdárnu. Podobně zřídil též hvězdárnu v Schwetzingen. M. poukázal k pravé podstatě hvězd podvojných. (viz náhore.)



složek než  $32''$ ; hvězdy ty byly objeveny pomocí kruhu na zdi poloměru  $8'$  od Birda sestrojeného a byly pozorovány na kruhu poledníkovém, jednoduchým způsobem pomocí rozdílů v rectascensi a deklinaci.

Mayer nazval průvodce hvězd trabynty (Fixstertrabante) a doznal za své práce nesmírného posměchu od tehdejšího světa učeného. Hanby zaslouhovala však nadutost tehdejších učenců, posměváčků, neboť jak Otto Struve případně podotkl, musil již tehda bystrozraký pozorovatel z pouhého pohledu seznamu dvojhvězd poznati vzájemnou závislost hvězd, jež se skupují v páry. Jednoduchý počet pravděpodobnosti přivádí k tomu. Kdybychom hrst zrn obilních rozházeli po šachovnici, shledali bychom, že pravděpodobnosti, aby zrna se po dvou v polích šachovnice seskupovala, ubývá současně s velikostí polí. Podobně snadno nahlédneme, předpokládáme-li, že jsou hvězdy na nebi nahodile rozsety, že počet hvězd po párech sdružených bude tím menší, čím menší jest jejich vzdálenost. Zajisté bude méně hvězd, jež jsou vzdáleny 4 sekundy než hvězd, jež jsou od sebe vzdáleny mezi 4 a 8 aneb 8 a 16 aneb dokonce mezi 16 a 32 sekundami. Počet pravděpodobnosti udává pro 40.000 hvězd velikosti 1. až 8., že mohou se pak vyskytovat pouze 2 dvojhvězdy o vzdálenosti  $12''$  a 8 o vzdálenosti  $32''$ . Ve skutečnosti jest však právě opak toho, čeho pravděpodobnost žádá. V seznamu Struveově 3057 dvojhvězd nalézáme 987 párů se vzdáleností menší než  $4''$ , ale jen 675 se vzdáleností  $4''$ — $8''$ , 659 se vzdáleností  $8''$ — $16''$  a 736 se vzdáleností  $16''$ — $32''$ . Proto musíme odmítnouti předpoklad, že jsou hvězdy podvojně nahodile a zdánlivě blízko sebe umístěny a musíme za pravdu uznati, že dvojhvězdy jsou ve skutečnosti soustavy spojených hvězd.

Práce Mayerovy byly záhy překonány velkolepými objevy a přesnými měřeními mnoha set dvojhvězd Vilémem Herschelem, jenž r. 1776 svá pozorování započal měřením trapezu v mlhovině v Orionu. Herschel hledal v dvojhvězdách vlastně jen prostředek, aby mohl měřiti dle návrhu Galileiho jich vzdálenosti od země, jich parallaxu. Herschel považoval blízkost hvězd za zdánlivou, rozdíl ve velikostech dvojhvězd za výsledek velikého rozdílu jich vzdálenosti a doufal, že se mu podaří změřiti následkem různého působení oběhu země na složky dvojhvězdy vzdálenost hvězdy větší a proto bližší. Herschel našel místo toho po dlouhých

namáhavých pozorováních vnitřní spojení dvojhvězd, totiž společný pohyb kolem těžiště soustavy.

Do r. 1820 měřil Herschel 848 podvojných a mnohonásobných hvězd, jež většinou teprve sám objevil; Herschel užil první při svých pozorováních mikrometrů. Pozorování jsou uložena ve Philos. Transactions 1782 a 1785, v 1. sv. Paměti společnosti astron. r. 1822. První katalog čítá 269, druhý 434, třetí 145 většinou nových dvojhvězd. Herschel vložil také do prvních počátků nového pole tohoto také spojující a oživující pouto duševní, ponechav další vývoj svým nástupcům. Proto jsou cennější úvahy a ideje Herschelovy o povaze a pravděpodobné spojitosti velké části dvojhvězd. Náhledy ty viděl Herschel po 20 letech na začátku století 19. stvrzeny na několika hvězdách, jež vykazovaly skutečně fyzický pohyb jedné hvězdy kolem druhé. Poslední desítky leti potvrdila dále náhled ten na celé řadě dvojhvězd.

Za další rozvoj znalosti těles těch děkujeme hlavně F. G. W. Struve-mu,<sup>1)</sup> jehož práce budou vždy tvořiti vý-

<sup>1)</sup> Struve Friedrich Georg Wilhelm, nar. se 15. dubna 1793 jsa synem gymnasiálního ředitele v Altoně, vstoupil již r. 1808 na universitu v Dorpatu, kde se nejprve oddal studiu filologie; byv podporován astronomem Huthem konal také studia mathematická a oddal se hlavně hvězdářství, když mu byla poskytnuta příležitost na jedné soukromé hvězdárně konati pozorování. Po odbytém trienniu vykonal s vyznamenáním zkoušku způsobilosti učitelské pro filologii. R. 1813 byl S. promován podáv astronomickou práci, načež dosáhl uprázdněného místa observatora hvězdárny. Skrovných prostředků dovedl tu S. svým pozorovacím talentem co nejlépe využítovati, jak tomu nasvědčují průchodní pozorování na passážním stroji Dollondově a měření dvojhvězd (od r. 1821 počínajíc) na refraktoru Troughtonově. Z Herschelových a j. pozorování sestavil katalog dvojhvězd, jenž tvoří základní kámen pro další jeho práce epochální. Již r. 1816 započatá triangulace v Livonsku měla v zápětí rozsáhlé šířkové měření stupňové v provinciích východního moře. Po schváleném plánu odebral se S. r. 1819 do Německa zjednat potřebných strojů a orientovav se ve věci účastnil se r. 1822 prací stupňového měření, jež bylo r. 1827 dokončeno. V Německu objevil pro hvězdárnu Dorpatskou Reichenbachův kruh poledníkový a velký refraktor Fraunhoferův. Tento stroj, tehda jediný toho druhu, byl určen k vyhledání všech dvojhvězd mezi severní točnou a  $-15^{\circ}$  deklinace s distancí menší  $32''$  a k určení jich distance a úhlu posíčního. Kruh poledníkový měl pak stanoviti absolutní polohy měřených předmetů. Již r. 1827 vydal S. veliký katalog 3112 dvojhvězd (Catalogus novus stellarum duplicium etc.); velmi značná část dvojhvězd těch byla nová. V dalších 13 letech provedl S. měření 2709 hvězd mnohonásobných; měření ta, základní dílo astronomie dvojhvězd chová

chodní bod úvah pro další staletí. Struve započal svá pozorování r. 1813 na průchodním kruhu poloměru 8' od Dollonda a na 5 paleovém refraktoru od Troughtona na hvězdárně v Dorpatu. Již r. 1822 vyšel katalog (795 hvězd podvojných), jenž obsahoval všechny hvězdy Mayerovy a Herschelovy a velikou řadu hvězd Lalande-ových. Když r. 1824 byl dodán nový 14palcový refraktor Fraunhoferův, započal Struve dle přesného plánu velkolepou práci, jež pozůstávala z vyhledání a katalogisování dvojhvězd, v mikrometrickém vyměřování jich, ve vyšetřování velikosti a barvy a v určení poloh jich na kruhu poledníkovém.

V době 1825—1827 vyšetřil Struve 120.000 hvězd (od 1. do 9.1 vel.) od polu až do  $-15^{\circ}$  deklinace a seznal 3112 hvězd podvojných. Přibližné polohy těchto (od vzdálenosti 0'' do 32'') a jich popis chová druhý katalog.

dílo: „Mensurae micrometricae stellarum dupplicium etc.“ (Petrohrad 1837). Přesné polohy 2874 hvězd, nejvíce podvojných, bohatý to materiál k vyšetření absolutních pohybů hvězd, obsaženy jsou v třetím velkém díle, katalogu hvězdném: „Positiones mediae stellarum imprimis dupplicium“ (Petrohrad 1852). Většinu pozorování poledníkových v katalogu zaznamenaných konal S. již na nově zřízené velkolepé hvězdárně Pulkovské. R. 1832 stal se S. členem akademie Petrohradské, 1834 ředitelem hvězdárny Pulkovské, jež byla teprve r. 1839 dokončena. Za dlouhé doby ředitelství Struveho byly vykonány velmi četné a velmi cenné práce astronomické dílem od jeho syna Otty Struve (nar. 1819) dílem od četných astronomů adjunktů Fusse, Peterse, Döllena, Wagnera, Winnecke a j. Také pro zeměpisnou zručnost ruské říše bylo vykonáno velmi mnoho výchovou důstojníků generálního štábu a topografického oddělení a jinak. Ohromná práce geodetická, velké stupňové měření ruské objímající 25 stupňů šířkových bylo za řízení S. dokončeno. V Pulkově pěstoval S. za spolupůsobení svého syna dále astronomii dvojhvězd. Merzovým refraktorem 14palcovým měřené dvojhvězdy obsaženy jsou v 9 sv. (Observationes de Poulkova 1872). Otcem a synem vykonané objevy chová pak pulkovský katalog 1843, 1850. Na přesných strojích průchodních, na Repsoldově kruhu poledníkovém a vertikálním kruhu Értelově byly zkoumány nejdůležitější astronomické konstanty: poloha bodu jarního, sklon ekliptiky, refrakce, aberrace a nutace. Současně byla vykonána pro stanovení nejpřesnějších poloh velmi četná pozorování slunce, stálic a j. Konstantu aberrační stanovil S. sám (v pojednání Akademie petrohradské), pozorování k určení konstanty nutační nemohl však dokončiti pro ochabování sil tělesných. Ochůravě těžce odezdal S. r. 1863 řízení hvězdárny svému synovi. Několik měsíců po slavnosti 25letého jubilea založení hvězdárny Pulkovské skonal S. 23. listopadu 1864. V jeho duchu pracují také vnuci Hermann Struve, nyní ředitel hvězdárny v Královci a Ludwig Struve, ředitel hvězdárny v Charkově.

Přesné polohy 2710 hvězd mnohonásobných jsou obsaženy v hlavním díle: „*Stellarum duplicium et multiplicium mensurae micrometricae per magnum Fraunhoferi tubum annis a 1824 ad 1837 in specula Dorpatensi institutae, adjecta est synopsis observationum de stellis compositis Dorpati annis 1814 ad 1824 per minora instrumenta perfectarum, auctore F. G. W. Struve, Petropoli 1837.*“ Místo prvních 4 tříd Herschelových (1. třída má vzdálenost 0"—4", druhá 4"—8", třetí 8"—16", čtvrtá 16"—32", pátá 32"—60", šestá přes 60") volil Struve pro hvězdy vzdálenosti 0"—32" osm tříd a rozdělil každou třídu ve 2 oddělení; při jednom oddělení nebyl průvodce slabší 8. velikosti (hvězdy ty slouží stellae lucidi ordinis), při druhém oddělení jsou průvodci slabší (mezi 8. až 11. neb 12. velikosti; jsou to hvězdy stellae reliqui ordinis). Roztřídění to jest v připojeném přehledu naznačeno.

Třída	1.	od vzdálenosti	0"—1"	párů	91	( 62 a 29)
"	2.	"	1"—2"	"	314	(116 " 198)
"	3.	"	2"—4"	"	535	(133 " 402)
"	4.	"	4"—8"	"	582	(130 " 452)
"	5.	"	8"—12"	"	352	( 54 " 298)
"	6.	"	12"—16"	"	231	( 52 " 179)
"	7. a 8.	"	16"—32"	"	535	(106 " 429)

Katalog Struveův má 2640 párů hvězd. V dodatcích jsou obsaženy: 55 světlých dvojhvězd o vzdálenosti 32"—7", 13 hvězd mnohonásobných zajímavých pro velký pohyb vlastní.

Přesná určení poloh hlavních hvězd, jež tvoří základ pro výzkum, zdaž hvězdy jsou opticky neb fysicky spojeny, podal Struve ve velkém díle: „*Stellarum fixarum imprimis duplic. et multipl. positiones mediae pro epocha 1830 deductae ex observ. meridian. annis 1822 ad 1843 in specula Dorpatensi institutis. Auctore F. G. W. Struve. Petropoli 1852.*“ Dílo to obsahuje 27.600 poloh hvězd hlavních (dvojhvězd) a jednoduchých určených na poledníkovém kruhu Reichenbachově.

Struve vyslovil též velmi ostrovtipné názory o počtu fysických dvojhvězd pro dané vzdálenosti složek a podal všeobecné úvahy o vlastním pohybu a parallaxe hvězd.

Vedle W. Struve přísluší největší zásluha o znalost dvojhvězd synu W. Herschela J. Herschelovi. Tomuto

děkujeme za velecenný katalog dvojhvězd jižních, jenž obsahuje 2100 předmětů, pozorovaných v letech třicátých 20palcovým reflektorem ve Feldhausen na Mysu Dobré Naděje. Pro dvojhvězdy severní podal J. Herschel 6 katalogů, jež uveřejnil ve Phil. Transact. r. 1824 a v Pamětech společnosti astr. z let 1826—1836.

Veškery do r. 1870 objevené hvězdy mnohonásobné jsou sestaveny ve veliký katalog čítající přes 10.000 objektů v 40. sv. *Memoirs of the Royal Astron. Society*.

Vedle zásluhy o objevování a popisování hvězd mnohonásobných proslavil se J. Herschel v theoretické části oboru, ve výpočtu drah dvojhvězd.

K měření hvězd podvojných užívalo se hlavně mikrometrů vláknových (posičních). Bessel obdržev r. 1829 Fraunhoferův heliometr upotřebil první přístroje toho také ku měření dvojhvězd. Bessel zasloužil se i o objevení nových dvojhvězd podav r. 1825 seznam 257 předmětů objevených poledníkovým kruhem Reichenbachovým.

Od doby Struve-ovy a Herschelovy jest obor hvězd mnohonásobných velmi pěstován. Jmenujeme zde jen hlavní pěstitele z Angličanů: Southa, Dawesa, Fletchera, Millera, Lassella; z Němců: Mädlera, Otto Struve, Kaisera. Pro jižní polokouli přispěli k bližší znalosti dvojhvězd Jam. Dunlop, Jacob, Powell. Z novějších pozorovatelů dlužno uvéstí jména: Encke a Galle, Winnecke, Bond, Mitchell, Secchi, Dembowski<sup>1)</sup>, lord Wrottesley, Wichmann, C. A. F. Peters, Auwers, Dunér (v Lundu), R. Engelmann (Lipsko), Schiaparelli (Milán), Jedrzejewicz (Plonsk), A. Hall (Washington). V novější době působili s velkým zdarem jak v měření, tak i v objevování nových dvojhvězd hlavně velmi blízkých Sherburn Wesley Burnham (Chicago a Mount Hamilton, Lick Observatory). Tak na př. objevil Burnham, že průvodce hvězdy  $\beta$  Orionis jest sám dvojhvězdou o vzdá-

1) Dembowski Ercole baron, nar. se r. 1812 v Miláně, bohatý šlechtic vlácký původu polského, nejprve námořní důstojník. Oblíbil si hvězdářství měřil velmi pilně nejprve v Neapoli 5palcovým dialytem Plösslovým, od r. 1862 pak v Gallarate u Milána 7palcovým refraktorem Mrzovým nedbyčejně přesně většinu dvojhvězd Struveových, objevil také celou řadu i velmi těsných dvojic. Měření ta vyznamenána r. 1878 zlatou medailí Královské Astronomické Společnosti v Londýně byla vydána souborně v díle: „Misure micrometriche di stelle doppie e multiple fatte nelle anni 1852—1878“ ve dvou svazcích v Římě 1883—84. D. zemřel r. 1891.



lenosti složek  $0.2''$ ; že hlavní hvězda dvojice 86 Virginis jest také hvězdou složenou z hvězd  $5.5$  a  $10.5$  vel. o distanci  $1.6''$  a že i průvodec se skládá ze 2 hvězd velikosti  $11.5$  a  $13$  o vzdálenosti  $1.7''$ . K rozlišení takovýchto složek jest zapotřebí největších a nejlepších hledidel. Hvězdy Burnbarmovy označují se písmenou  $\beta$  a příslušným číslem.

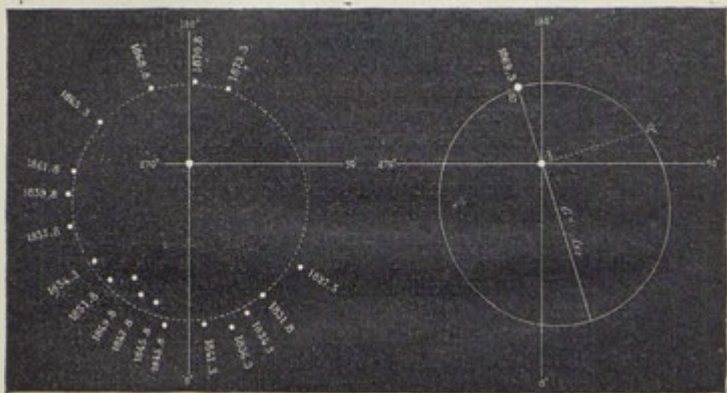
K přesnému určení eventuelních stálých rozdílů měření mikrometry vláknovými a heliometry měřili co nejpřesněji Struve a Bessel současně 38 hvězd podvojných. Úhly posícní se celkem dobře shodovaly, v distancích jevily se však stálé rozdíly, byly distance Besselovy vždy větší než distance Struveovy. Které distance se více pravdě blížily, nebylo lze udati; hodnoty distancí J. Hersehela a Southa byly taktéž větší než Struveovy. Takovéto systematické chyby, původu nejvíce fyziologického, zkoumal hlavně Otto Struve; vyšetření chyb těch jest právě pro hvězdy podvojně velmi důležité, mají již velmi malé chyby v měření značný vliv na stanovení dráhy, jež se jeví pozorovateli pozemskému pod úhlem tak malým.

Při dvojhvězdách neliší se značně hmoty složek, těžiště soustavy proto leží daleko mimo hlavní hvězdu a každá hvězda (složka) opisuje dle Newtonova zákona kolem společného těžiště dráhu eliptickou. Poloha těžiště závisí na poměru hmot obou složek; hmot dvojhvězd však neznáme, nemůžeme proto určití také polohy těžiště a tudíž také ne absolutní dráhy hvězd podvojných kolem jejich společného těžiště; nezbývá tudíž, než uvažovati hvězdu hlavní jako klidnou (se nepohybující) a zkoumati pouze relativní eliptickou dráhu průvodce kolem pevné hvězdy hlavní. Relativní dráha ta jest pak podobná absolutní dráze kolem těžiště.

Elipsa, již pozorujeme (zdánlivá elipsa), vzniká průmětem ellipsy pravé na sféru nebeskou. Je-li  $A$  ohnisko pravé ellipsy, v němž si myslíme v klidu hlavní hvězdu, a položíme-li bodem  $A$  kolmo k zornici od země ku hvězdě rovinu, bude rovina ta obsahovati zdánlivou ellipsu, vzniklou průmětem pravé dráhy. Střed y obou ellips padnou v týž směr, nikoliv však všeobecně ohniska. Vedeme-li hlavní hvězdou směr kruhu hodinového, bude směr ten tvořiti nulový bod, od něhož se úhly posícní čítají. Naneseme-li od směru označeného pro doby pozorovací příslušné úhly posícní a distance, obdržíme obraz dráhy zdánlivé, v níž po

zorované distance jsou promítané průvodiče ellipsy pravé. Tak znázorňuje obr. 228. v levo zdánlivou dráhu soustavy  $\zeta$  Cancri (v souhvězdí Raka) a odchylky pozorovaných poloh průvodec od odvozené dráhy zdánlivé.

Známe-li ellipsu zdánlivou, snadno najdeme ellipsu pravou. Týž obraz dává v pravo pravou dráhu průvodec  $\zeta$  Cancri. Elementy pravé ellipsy tvoří elementy, jež určují polohu dráhy v prostoru a jež určují tvar a velikost dráhy. Polohu dráhy určují elementy: délka uzlu  $\Omega$  t. j. posíci úhel směru (uzlu), v němž se protíná



která část ellipsy právě leží pod anebo nad dráhou zdánlivou.

Je-li sklon poblíže 90 stupňů, pak se zdá, že se průvodce pohybuje v přímé čáře; průvodce bývá pak občas hlavní hvězdou pokryt. Takováto pokrytí byla pozorována již u více hvězd podvojných,  $\delta$  Equulei, 42 Comae Berenices,  $\Sigma$  3121 a j. Poněvadž se celkem hmota složek dvojhvězd nezná, nejsou na sobě závislé doba oběhu a velká poloosa; máme proto u hvězd podvojných o jeden element více než u drah planet.

Určení zdánlivé dráhy dvojhvězd jest zjednodušeno hlavně okolností, že pohyb země nemá vlivu ve zdánlivý pohyb dvojhvězd, poněvadž se tyto nalézají celkem ve vzdálenostech neobyčejně velikých. Pohyb hvězd podvojných právě potvrdil princip, že Newtonův zákon attrakce jest rovněž všeobecně platným i v takovýchto vzdálených soustavách. Veškeré metody k určení drah hvězd podvojných opírají se proto o všeobecný zákon Newtonův. Metody takové podali Savary (1827), Encke (1830), J. Herschel (1832), Klinkerfuess, Thiele, Kovalski, Glasenapp a j.

Elementy drah dvojhvězd vykazují všechny možné různosti; tak známe dvojhvězdy s dobou oběhu 11 roků ( $\delta$  Equulei,  $\alpha$  Pegasi), 26 roků (42 Comae Berenices =  $\Sigma$  1728), 34 roků ( $\zeta$  Herculis), až několik set, ba i tisíc let. Pro hvězdy podvojně s dobou oběhu 100 neb více let nelze ještě nyní poněkud přesných elementů dráhy odvoditi; docela nejisté jsou pak elementy dvojhvězd s dobou oběhu 800 až více let. Proto jsme se omezili v přehledu připojeném pouze na dráhy dvojhvězd s dobou oběhu do 100 let. (Viz tab. na str. 700.)

R. 1844 sdělil Bessel své výzkumy o změnách ve vlastním pohybu hvězdy Procyona (v deklinaci) a Siria (v rektascensi) a poukázal k tomu, že se mohou změny ve vlastním pohybu uvedených hvězd vysvětliti předpokladem, že uvedené hvězdy jsou dvojhvězdy, při nichž jen jedna složka jest viditelnou. Bessel seznav, že není svítivost hvězd podstatnou vlastností hmoty, nalezl, že pozorované změny ve vlastním pohybu by se daly nejsnáze vysvětliti působením velikých tmavých hmot, jež jsou těsně u hvězd umístěny. Náhled Besselův překvapil s počátku a nalezl hojného odporu, jednak byl náhled ten úplně nový a veličiny, o něž se jednalo, byly tak malé, že pochybnost

Dvojhvězda.	Doba oběhu	Průchod peria- strem	Velká poloosa	Výstřednost dráhy	Sklon	Uzel	Vzdálenost periastru od uzlu	Auto- rita
Roky	Rok							
$\alpha$ Pegasi = $\beta$ 989	11.42	1896.03	0.422''	0.49	81.20	116.25°	89.20	See
$\delta$ Equulei = O $\Sigma$								
535 . . . . .	11.45	1892.80	0.45	0.14	79.0	22.2	0.0	See
$\beta$ 883 . . . . .	16.88	1873.38	0.24	0.48	28.5	68.9	155.0	Glasenapp
85 Pegasi = $\beta$ 733	17.49	1884.21	0.80	0.16	66.7	307.3	69.7	"
9 Argus = $\beta$ 101	22.00	1892.80	0.65	0.70	77.7	95.5	75.4	Se
$\beta$ Delphini = $\beta$								
151 . . . . .	24.16	1882.38	0.51	0.28	64.6	174.4	344.2	Glasenapp
42 Comae . . . .	25.7	1859.9	0.66	0.48	90.0	11.0	99.2	O. Struve
$\xi$ Herculis . . .	34.41	1864.8	1.28	0.46	43.2	41.7	252.7	Dobereck
$\Sigma$ 3121 . . . .	34.65	1878.5	0.67	0.31	75.4	24.8	129.5	Celoria
Procyon . . . .	39.97	—	0.70	—	—	—	—	H. Struve a Auwers
Alvan Clark 7 =								
$\mu^1$ Herculis . .	40.65	1839.6	1.28	0.15	65.2	63.4	182.0	Celoria
$\eta$ Coronae . . .	41.56	1850.8	0.69	0.27	59.7	25.7	218.6	Dobereck
$\Sigma$ 2173 . . . . .	46.0	1869.5	1.14	0.20	80.7	153.7	322.2	See
Sirius . . . . .	49.4	1843.3	2.33	0.61	47.2	62.0	18.9	Auwers
$\tau$ Cygni . . . .	53.87	1864.0	1.19	0.35	44.7	83.0	205.4	Gore
$\mu^2$ Herculis . .	54.25	1877.13	1.46	0.30	60.7	58.0	156.4	Dobereck
$\gamma$ Coronae austra-								
lis . . . . .	55.58	1882.77	2.40	0.70	111.4	229.2	75.4	Schia-
O $\Sigma$ 298 . . . . .	56.65	1882.86	0.88	0.58	65.8	2.1	21.9	parelli
$\xi$ Cancri . . . .	60.33	1868.02	0.85	0.39	15.5	81.6	109.7	Celoria
$\xi$ Ursae majoris	60.72	1815.2	2.62	0.38	56.3	102.8	128.6	Seeliger
O $\Sigma$ 234 . . . .	68.45	1881.15	0.34	0.36	47.4	124.2	72.0	R. Wolf
$\alpha$ Centauri <sup>1)</sup> . .	81.07	1875.62	17.70	0.52	79.7	25.4	51.6	Gore
$\gamma$ Coronae borea-								See
lis = $\Sigma$ 1967 . .	85.28	1840.51	0.63	0.35	81.7	113.5	250.7	Celoria
O $\Sigma$ 149 . . . . .	85.9	1915.1	0.55	0.46	31.1	141.2	347.3	Glasenapp
70 Ophiuchi <sup>2)</sup> .	88.4	1896.47	4.60	0.47	60.1	121.3	168.3	Schur
$\varphi$ Ursae maj =								
O $\Sigma$ 208 . . . .	91.92	1885.37	0.29	0.45	34.7	165.7	19.0	Glasenapp
O $\Sigma$ 413 . . . . .	93.4	1926.9	0.51	0.60	58.8	105.3	139.1	Glasenapp
8 Sextantis = Al-								
van Clark 5 . .	93.92	1896.14	0.52	0.47	31.8	125.2	291.4	Glasenapp
O $\Sigma$ 235 . . . . .	94.41	1839.1	0.98	0.50	54.4	99.6	134.9	Dobereck
$\gamma$ Coronae bor. .	95.50	1843.7	0.70	0.35	85.2	110.4	233.5	Dobereck
$\xi$ Librae . . . .	95.90	1859.62	1.26	0.08	68.7	12.2	89.3	Dobereck

1) Při parallaxe 0.75'' (Gill et Elkin) plyne velká poloosa dráhy = 23 592 vzdálenosti dráhy zemské a hmota obou složek = asi dvojnásobné hmotě slunce.

2) Při paralaxe 0.16'' (Krüger) plyne velká poloosa dráhy = 29 poloměrům dráhy zemské (= asi vzdálenosti Neptuna od slunce); celistvá hmota soustavy = 2.97 hmot slunce.

o správnosti náhledu Besselova byla dosti odůvodněna. C. A. F. Peters, jenž také pochybnosti o náhledu tom pronesl, přesvědčil se záhy na základě přesného vyšetřování stávajícího materialu, že jest Besselova domněnka o tmavých hmotách úplně oprávněna. Peters určil dokonce v pojednání „über die eigene Bewegung des Sirius“ první elementy dráhy dvojhvězdy té. Domněnka Besselova byla posléze stvrzena objevem tmavého průvodce Siria, jenž se r. 1862 A. Clarkovi v Bostoně zdařil. Téměř současně s Petersem zkoumal Mädler vlastní pohyb Procyona, E. Schubert vlastní pohyb Sírův (v deklinaci) a pohyb hvězd  $\alpha$  Virginis,  $\beta$  Orionis a  $\alpha$  Hydrae v rektascensi. Peirce vypočetl dokonce i dráhu domnělé dvojhvězdy  $\alpha$  Virginis. Auwers však dokázal, že nevykazují změn ve vlastním pohybu ani  $\alpha$  Virginis (Spica), ani  $\beta$  Orionis (Rigel) a  $\alpha$  Hydrae. Oproti tomu byl měnlivý vlastní pohyb Procyonův stvrzen a Auwers odvodil na základě velmi pečlivého rozboru materialu i elementy dráhy Procyonovy, jež vyhovuje dosti dobře všem posavadním pozorováním. Objev průvodce Procyonova, jenž jest daleko slabší, než průvodce Sírův, se posud nezdařil. Není ovšem vyloučena možnost, že existují a časem se objeví jak u některých domněle jednoduchých hvězd tak i u mnohých dvojhvězd relativně tmaví průvodcové, již způsobují změny ve zdánlivém pohybu hvězd takových.

Auwers odvodil z veškerého materialu průchodních pozorování Siria sáhajících do r. 1864 elementy dráhy, již popisuje jasná hvězda kolem těžiště soustavy a probral velmi důkladně i otázku, zdaž mikrometrická měření Clarkova průvodce z let 1862—1890 vyhovují ellipse s dobou oběhu 49·4 let, jak ji průchodní pozorování podala a stanovil nejpravděpodobnější hodnoty elementů dráhy z měření mikrometrických při době oběhu 49·4 roků a vyšetřoval posléze, zdaž pozorování hlavní hvězdy takovýmto elementům vyhovují. V pojednání „Beiträge zur Kenntniss des Sirius-Systems“. Astron. Nachr., č. 3084—85 odvodil Auwers takto tyto elementy soustavy Síriovy:

Průchod periastrum  $T = 1844\cdot216$ , roční pohyb „ —  $7\cdot2877^\circ$  (doba oběhu 49·399 roků), výstřednost dráhy „ =  $0\cdot6292$ , sklon  $i = 42^\circ 25\cdot6'$ , uzel  $\Omega = 37^\circ 30\cdot7'$  pro rok 18500, vzdálenost periastra od uzlu  $\omega = 39^\circ 56\cdot5'$  součin velké poloosy a součtu hmot  $a (1 + m) = 7\cdot568''$ .



a dokázal, že elementy těmito se vyhovuje i poledníkovým pozorováním Siria. Z hodnoty  $\alpha = 2.422''$  plyne pro poměr hmot  $m$  soustavy hodnota 2.125. Z elementů plyne pro hmotu průvodce  $M$  výraz:  $0.05684 \frac{1}{\pi^3}$ . Zavede-li se zde Elkinem a Gillem nově určená hodnota parallaxy  $\pi = 0.38'' + 0.01''$ , obdrží se pro hmotu hlavní hvězdy 2.20 hmot slunečních a pro hmotu tmavého průvodce 1.04 hmot slunečních. Velká poloosa dráhy rovná se pak 19.92 v jednotkách dráhy zemské anebo téměř poloose dráhy Uranovy. Jasností předčí hlavní hvězda průvodce velikosti 8.—9. více než 5000krát.

Pro dráhu soustavy Procyona obdržel Auwers celkem dráhu kruhovitou s dobou oběhu 40 roků, střední vzdálenost obou složek dvojhvězdy se rovná  $0.98''$ . Také parallaxa  $0.2''$  plynula s velikou pravděpodobností.

Známe-li z vypočtené dráhy dvojhvězdy dobu oběhu  $t$  v letech siderických, velkou poloosu  $a$  v sekundách, označíme-li hmotu  $m$ , vyjádřenou v jednotkách hmoty sluneční,  $r$  střední vzdálenost obou složek dvojhvězdy, vyjádřenou jednotkami vzdálenosti země od slunce a  $\pi$  parallaxu, obdržíme dle třetího zákona Keplerova:

$$r^3 = m t^2; \text{ z definice parallaxy plyne pak } r = \frac{a}{\pi}.$$

$$\text{Z těchto dvou rovnic odvodíme snadno } \frac{a^3}{\pi^3} = m t^2$$

$$\text{aneb } \pi \sqrt[3]{m} = \frac{a}{\sqrt[3]{t^2}}$$

Takto se vypočetly hodnoty  $\pi m^{\frac{1}{3}}$  pro hvězdy s danou dobou oběhu  $t$  a velkou poloosou  $a$ :

$\xi$ Ursae majoris	$a = 2.295''$	$t = 61.3$	$\pi m^{\frac{1}{3}} = 0.148''$
$\Sigma$ 3062	0.998	146.8	0.035
$\eta$ Coronae	1.201	67.3	0.073
$\tau$ Ophiuchi	0.818	87.0	0.042
$\Sigma$ 1037	0.182	15.0	0.030
$\lambda$ Ophiuchi	0.847	95.9	0.040
$\zeta$ Herculis	1.254	36.3	0.114
$\gamma$ Virginis	3.863	169.5	0.126
$\rho$ Ophiuchi	4.500	92.0	0.201

atd.

Voli-li se  $m = 1$ , značí čísla v posledním sloupci parallaxy příslušných hvězd; je-li  $m < 1$ , jsou parallaxy větší; je-li  $m > 1$ , jsou parallaxy menší než čísla posledního sloupce. Většina dvojhvězd má nejspíše hmoty větší než jest hmota slunce, což soudíme dle analogie naší soustavy planetární; ovšem mohou i menší hmoty se vyskytovat u dvojhvězd, jak to podvojná hvězda  $\alpha$  Centauri dosvědčuje.

Zajímavé jest, že větší hodnoty posledního sloupce dávají pro  $m = 1$  hodnoty parallax příslušných hvězd, jež se dosti dobře srovnávají s hodnotami odvozenými pro hvězdy ty od Bessela, Struve, Rümker a j. Tak má dle určení Kruegera hvězda  $\rho$  Ophiuchi parallaxu  $0.16''$  (vzdálenost 1272000 poloměrů dráhy zemské), vezme-li se úhlová vzdálenost velké poloosy dráhy rovna  $4.88''$ , obdrží se za absolutní hodnotu její 29 poloměrů dráhy zemské (4330 mill. km.) Celistvá hmota soustavy obnáší 3.1 hmot slunečních. Nejsem snad i ostatní menší čísla tak zhola hypotetická. V bořejších úvahách značí  $m$  součet hmot složek.

Zvláštní zmínky zasluhuje dvojhvězda 61 Cygni. W. Struve shledal, že relativní pohyb složek dvojhvězdy té se neliší podstatně od pohybu přímočarého. Poněvadž dvojice ta má značný pohyb vlastní a zratelnou parallaxu, dlužno považovati za jisté, že obě hvězdy putují ve vzájemné vzdálenosti asi 40 poloměrů dráhy zemské prostorem, jenž jest od nás asi 400.000 poloměrů dráhy zemské vzdálen. Původně byl náhled, že obě hvězdy se pohybují neodvisle na sobě v neobyčejně dlouhých dobách kolem velmi vzdáleného centra attrakčního.

V novější době dokázal však L. Struve a C. F. W. Peters, že se musí zamítnouti předpoklad přímočarého pohybu složek a že veškerým pozorováním vyjímajíc méně spolehlivá měření starší vyhovuje dráha kruhovitá s dobou oběhu asi 1100 let aneb ještě lépe dráha elliptická s elementy Petersovými (Astron. Nachr. č. 2708 a 2709): Doba oběhu 782.6 roků, velká poloosa  $29.48''$ , výstřednost dráhy 0.174, sklon  $63.92^\circ$ , uzel  $343.09^\circ$ , vzdálenost periastra od uzlu  $288.3^\circ$ . Z parallaxy  $0.37''$  až  $0.54''$  plyne odtud pro hmotu složek asi  $1\frac{1}{2}$  hmoty slunce a pro střední vzdálenost obou hvězd asi 70 vzdálenosti dráhy zemské.

V novější době měřil pomocí astrofotogramů J. Wilsing v Postupimi vzdálenost složek dvojice 61 Cygni a dospěl k výsledku, že se vzdálenost ta periodicky mění

v období asi 22 měsíců v míře asi  $0.3''$ . Příčinu změn těch způsobuje dle Wilsinga jeden anebo více průvodců složek dvojice. Tím lze také vysvětliti, proč od různých pozorovatelů byly nalezeny tak odchylné hodnoty parallax. Takovéto soustavy vyplňovaly by taktéž mezeru, jež stává mezi dvojhvězdami rozlišenými mocnými hledidly a mezi velmi blízkými dvojhvězdami, jež byly cestou spektrografickou od Vogela a Pickeringa objeveny.

Postupimské spektrofotografické snímky dokázaly u některých hvězd změny rychlosti pohybu ve směru zornice. O změnách pozorovaných u Algolu ( $\beta$  Persii) a jich vysvětlení byla již zmínka. Při fotografiích spektra hvězdy  $\alpha$  Virginis (Spica) ukázala se v letech 1889—90 úplně pravidelná změna rychlosti ve směru zornice během periody téměř 4 dnů. Pozorování ta dají se vysvětliti tím, že  $\alpha$  Virginis jest hvězda podvojná pohybující se v dráze kruhové s průvodcem kolem společného těžiště, s těmito elementy:

Epocha (doba, kdy rychlost pohybu v zornici se rovná nulle)  $t_0 = 1890$  Květen 4.  $10^{1/2}$  hod. středního času postupimského.

Perioda  $p = 4.0134$  dne.

Pohyb soustavy = — 2.0 mil (— přibližování ke slunci).

Rychlost =  $12.3 \sin \left( \frac{t-t_0}{p} 360^\circ \right)$  mil,  $t$  čas, pro který se rychlost hledá,  $t_0$  epocha,  $p$  perioda.

S podmínkou, že se pohybuje Spica v dráze kruhové v periodě 4.0134 dnů s rychlostí 12.3 mil a že průvodce má stejnou hmotu, odvodil Vogel<sup>1)</sup> pro  $\alpha$  Virginis:

Vzdálenost od těžiště soustavy: 679000 zemřp. mil.

Hmoty soustavy: 2.6 hmoty slunce.

Vogel shledal při bedlivějším prohlížení fotografických snímků spektra Spicy, že se průvodce přece na snímcích právě ještě pozorovati dá a že se mocnějšími stroji, myslíme-li si průvodce jako hvězdu 3. velikosti, jeviti bude v malých periodických změnách celkového spektra (spektra Spicy a průvodce).

<sup>1)</sup> Untersuchung über die Eigenbewegung der Sterne im Visionsradius auf spectrographischem Wege. Potsdam 1892.

Obdobně objevena byla podvojnost hvězdy  $\beta$  Aurigae na Harvard College Observatory v Cambridgei (Amerika). Občas vystoupily na určitém místě 2 čáry a kupily se po dvou jiné jemné čáry ve spektru této hvězdy, kdežto jindy byly čáry ty jen jednoduché. Fotografické snímky spektra této hvězdy v Postupimi potvrdily objev Cambridgeský. Zdvojení čar nastoupilo každý druhý den, složky čar podvojných nebyly zcela stejné, takže bylo možno i polovici periody od celé rozeznati, spektra obou hvězd ( $\beta$  Aurigae a průvodce) byla stejná a rychlost ve směru zornice vzrostla až na 30 zeměp. mil. Mocnějšími stroji byla by se dokázala i rychlost pohybu pro  $\beta$  Aurigae i jeho průvodce zvlášť. Z pozorování pohybu systému k slunci plyne, že těžiště systému leží velmi blízko středu čáry obě tělesa spojující. Pickering odvodil v „Sideral Messenger, Leden 1891“ pro oběh  $\beta$  Aurigae 3 dny 23 hod. 36·7 min., čáry ve spektru byly jednoduché asi 1891 leden 1. středního času Greenwichského. Vogel určil s podmínkou dráhy kruhovitě a malého sklonu dráhy k zornici, periody 4 dnů a rychlosti v dráze 15 zeměp. mil vzdálenost obou těles 1,650.000 zeměp. mil a hmotu systému = 4·7 hmoty našeho slunce.

Rovněž objeveno bylo v Cambridgei občasné rozdělení čar spektrálních při hvězdě  $\zeta$  Ursae majoris (Mizar) následkem pohybu dvou sousedních těles stejné jasnosti a stejných spekter. Perioda odvozená z pozorování Cambridgeských obnáší 105 dnů. Obě tělesa se pohybují nejspíše v silné elliptických dráhách, jichž velká osa téměř kolmo stojí k zornici. Čáry zůstávají podvojně jen několik dnů s mnohou posud neobjasněnou nepravidelností.

Jako se jednotlivé dvojice pohybují kolem těžiště, tak se nejspíše pohybují i těžiště celé skupiny dvojic kolem společného středu atrakčního. Posud ovšem nelze odvoditi pohybu takového, to se zdaří teprve po uplynutí staletí; nyní lze pouze z pozorování s velikou pravděpodobností poukázati na fysickou souvislost takovýchto kombinací více dvojic. Za příklad uvádíme dvojice  $\epsilon$  a  $\delta$  Lyrae, jež nejsou opticky, nýbrž s velkou pravděpodobností fysicky spolu spojeny. Jiný příklad dávají hvězdy 36 A Ophiuchi a 30 Scorpii. Vzájemná vzdálenost obnáší sice 725'', avšak obě hvězdy mají stejný pohyb vlastní 1·26'' ve směru 205°. Hvězda 36 A Ophiuchi jest dvojhvězdou se složkami 5. a 6. velikosti ve vzdálenosti 4·7''.

Rozdělení hvězd podvojných jest celkem stejné jako rozdělení hvězd jednoduchých; dvojhvězdy se vyskytují nejčastěji v dráze mléčné, anebo poblíže této, nejméně jich jest poblíže točen dráhy mléčné. Na některých místech přicházejí hvězdy podvojně v skupinách po dvou neb více párech. *Mensurae micrometricae* uvádějí 9 příkladů, že dvě dvojhvězdy poblíže sebe jsou položeny, tři příklady, kdež tři dvojhvězdy, jeden příklad, kde čtyři (v Cepheu), a jeden příklad, kde pět dvojhvězd na úzkém prostoru jsou umístěny. Poměr hvězd podvojných ku hvězdám jednoduchým jest větší pro hvězdy jasnější než pro hvězdy slabší. Mezi hvězdami jasnějšími přichází nápadně mnoho hvězd podvojných. Na 10 hvězd jednoduchých do 7. velikosti připadá již jedna hvězda podvojná, kdežto teprve na 40 jednoduchých hvězd slabších připadá jedna dvojhvězda.

Barva hvězd zdvojených neomezuje se, jako u hvězd jednotlivých a měnlivých, na málo nuancí, odstínů, nýbrž u dvojhvězd vyskytují se téměř veškeré barvy vidma, ovšem ne stejně často. Nejvíce přichází barva bílá, nejvzácnější jest barva zelená.

U hvězd zdvojených se často doplňuje barva jedné hvězdy barvou hvězdy druhé. Tak bývá jedna hvězda takových dvojic žlutá, druhá fialová; anebo první hvězda jest červená, druhá zelená aneb jest jedna hvězda oranžová, druhá modrá. Za příklady rozmanitých rozdílů barevných uvádíme:  $\eta$  Cassiopejae, větší žlutá, menší nachová;  $\delta$  Cassiopejae, větší zelenavá, menší modrá;  $\alpha$  Herculis, větší oranžová, menší smaragdová;  $\beta$  Cygni, větší žlutá, menší safírová atd. Dle výzkumů F. W. Struve vykazovalo 596 dvojic hvězdných tyto výsledky: Stejně barvy bylo 375 dvojic (vyskytovala se barva jasně bílá 78, bílá 217, žluto-bílá 27, žlutavá 35, žlutá 11, zlatožlutá 2 a modrá 5krát); nestejně, avšak podobné barvy měly dvojice v počtu 101, (vyskytovala se barva žlutá a bílá 30, modrá a bílá 53, nestejně žlutá 13 a nestejně modrá 5krát); zcela různých barev bylo 120 dvojic (52 barvy žluté a modré, 52 barvy žluté a modravé a 16 barvy zelené a modré). Slabší hvězda (průvodce) byla 173krát barvy modré, avšak jen 13krát barvy nachové.

Hvězdy potrojně aneb složené z více členů vykazují ještě větší rozmanitosti barev; při  $\gamma$  Andromedae jest hlavní hvězda zlatožlutá, vedlejší jedna modravá, druhá fialová;



trojice  $\iota$  Cassiopejae má hlavní hvězdu červenavou, oba průvodce pak modré, trojice 12 Lyncis má hlavní a jednu vedlejší hvězdu barvy zelenavé, druhou hvězdu vedlejší pak modrou. W. Struve upozornil na okolnost, že rozdíly barev pro jednotlivé složky hvězd zdvojených jsou tím význačnější, čím větší jest rozdíl jasností složek. Dvojhvězdy s větším rozdílem jasností složek mají většinou fialové průvodce. Novější spektrální výzkumy dvojhvězd dokazují, že barvy složek dvojhvězd úplně souhlasí s typem spektra, jako u hvězd jednoduchých.

Nyní jest zaznamenáno přes 11.000 hvězd podvojných. Do vzdálenosti 32" jest počet hvězd podvojných s průvodcem až do 10. velikosti asi 6000. V novější době přibýlo mnoho hvězd podvojných velmi těsných, blízkých, až do distance 2". Čím jest větší distance složek a čím menší jsou průvodci, tím jest větší pravděpodobnost, že soustavy takové jsou pouze ve spojení optickém; při distancích menších převládá však pravděpodobnost fyzické souvislosti dvojic. Vedle dvojic skupují se hvězdy v trojice a mnohonásobné hvězdy; mnohé dvojhvězdy objevily se při bližším prozkoumání potrojnými, na příklad  $\gamma$  Andromedae,  $\mu$  Herculis a j. Také vyskytují se na úzkém prostoru nebe skupiny dvojic; takovéto skupiny dvojic tvoří  $\epsilon$  a  $\delta$  Lyrae; zajímavá jest skupina  $\delta$  dvojic:  $\Sigma$  950, 951, 952, 3117 a 3118. Hlavní hvězdou dvojice  $\Sigma$  950 jest měnlivá hvězda  $\delta$  Monocerotis. Dle katalogu Flammarionova: „Catalogue des Étoiles doubles et multiples“ ukazují relativní pohyb složek: 731 dvojhvězd, 73 hvězd potrojných, 12 čtyřnásobných, 2 pětínásobné a 1 hvězda šestínásobná. Z počtu hvězd těch jest 300, které jsou jistě fyzické dvojhvězdy; jen o malém počtu hvězd bylo dokázáno, že jsou pouze opticky sdružené. Při 30 dvojicích byla vypočtena i dráha.

Zvláštní obtíže připravují matematickému rozboru dráhy hvězd potrojných a mnohonásobných, při nichž jest velika pravděpodobnost, že jsou spojeny fyzicky. Současným vzájemným působením takovýchto 3 nebo více velikých hmot vznikají v jednotlivých dráhách značné poruchy, jež nelze pro neznalost hmot ani přibližně odhadnouti. Zde vystupuje problém tři a více těles, jenž posud není matematicky přesně rozřešen. Jeden případ trojitě soustavy takové,  $\zeta$  Cancri, studoval Seeliger, jenž dospěl k výsledku, že nelze konstatovati ve zdánlivých pohybech při

žádné ze tří hvězd značných odchylek od zákonů Keplerových. Jeť zajisté velmi podivuhodné, že průmět velmi složitého pohybu vyhovuje zákonům Keplerovým. Třetí hvězda soustavy  $\zeta$  Cancři vykazuje zvláštní odchylky v pohybu, jež přivedly Ottu Struve na myšlenku, že tato třetí hvězda má také velmi blízkého průvodce ve vzdálenosti asi  $0.2''$ , jenž nejsa viditelný prozrazuje se pouze svými poruchy. Náhled Struveův byl výzkumy Seeligerovými úplně stvrzen.

O vzniku dvojhvězd podal T. See opíraje se o Darwinovu theorii slapů v jednání „Die Entwicklung der Doppelsternsysteme“ zajímavou hypothesu. Z mathematického vyšetřování rovnovážného tvaru otáčejících se hmot kapalných plyne, že trojosý ellipsoid nabývá tvaru hruškovitého (tvaru apioidu), překročí-li rychlost rotace určité meze a že se posléze rozděluje ve dvě tělesa. Oddělená hmota popisuje pak kolem hmoty mateřské dráhu kruhovitou. Jakmile otáčení se kolem osy následkem smršťování se hmoty se stane rychlejší než oběh, počne působiti tření slapů. Ponenáhlu vystoupí vliv tření slapového na velkou osu dráhy tělesa odloučeného, a trvá tak dlouho, až výstřednost dráhy tohoto dostoupí největší hodnoty; na to nastupuje opět ponenáhle ubývání výstřednosti, jež končí nejspíše tehdy, kdy není žádného dalšího smršťování hmoty, kdy obě tělesa se stala temnými. Pak obracejí si obě hvězdy vzájemně tytéž strany a obíhají kolem sebe na způsob soustavy tuhé. Způsobem takovým vysvětluje See, že vlivem slapů na výstřednost dráh dvojhvězd se stalo, že průměrná výstřednost ( $0.45$ ) posud známých dráh dvojhvězd jest 12kráté větší než průměrná výstřednost dráh naší soustavy planetární.



## IX. Mlhoviny a hvězdokupy.

Většina mlhovin jest viditelna pouze dalekohledem. Argelander čítá ve svém katalogu hvězdném „Uranometria nova“ pro oko neozbrojené celkem 19 předmětů mlhových; Heis zaznamenal ve svém „Atlas coelestis novus“ 26 mlhovin (pro část nebe viditelnou asi v šířce Berlína).

Mlhoviny se dělí ve dvě veliké třídy: 1. ve skupiny hvězd, předněty, jež dalekohled rozlišuje ve shluk menších hvězd; 2. ve vlastní mlhoviny, jež představují se jako celek nerozlišitelný buď nedostatečností mocnosti optických strojů anebo že jsou to skutečně tělesa mlhová. Rozdělení toto jest ovšem nedostatečné, neboť vzhled mlhovin, jest různý podle optické mocnosti dalekohledu, kterým se pozorují; proto jsou mlhoviny dobrým zkušebním kamenem mocnosti a dokonalosti dalekohledu. Množství mlhovin, jež v menším dalekohledu se jeví jako světlé skvrny, rozložilo se mocnějšími dalekohledy ve skupiny menších hvězd. W. a J. Herschel v mnohých mlhovinách, o nichž se mysliło, že jsou tělesy mlhovými bez hvězd, poznali skupiny hvězd. Dalekohled lorda Rosse pak rozlišil i mlhoviny, jež Herschelové měli za nerozlišitelné, ve skupiny hvězd. I zdálo by se, že veškerý mlhoviny jsou vlastně skupiny hvězd, jichž ohromná vzdálenost od nás, silné zhuštění malých světů jsou příčinou, že je nelze rozlišiti v jednotlivé členy. Avšak přístroj světelné paprsky rozptylující a v jednotlivé složky rozkládající — spektroskop — poučuje nás, že náhled ten by byl mylný. Neboť vidmo těles mlhových (pravých mlhovin) skládá se z jednotlivých světých čar, obyčejně tří, kdežto vidmo mlhovin složených z hvězd jest spojitě. Z mlhovin, jež mají vidmo spojitě, rozložena byla ve hvězdy aspoň posud více než polovice, a u ostatních jest rozklad takový velmi pravděpodobný; avšak žádná mlhovina spektra z jednotlivých světých čar nebyla posud ani nejmocnějšími dalekohledy rozložena v jednotlivé hvězdy. Tím se dosvědčuje, že vlastní mlhoviny jsou docela jiné tvary hmoty než jakými se jeví skupiny hvězd a že mlhoviny vlastní a skupiny hvězd jsou jen zdaleka příbuzny.

V novější době objevil Burnham 36 palcovým dalekohledem na Lickově hvězdárně skupinu<sup>1)</sup>, jež se skládala ze samých mlhovin. Na prostoru nebe  $16' \times 5\frac{1}{2}'$  jest rozloženo celkem 18 slabých mlhovin, jež slabšími dalekohledy se jeví jako hvězdy. Poloha nejsevernější a nejižnější ze skupiny jest  $\alpha = 13^h 38^m 35^s$ ,  $\delta = +56^\circ 23' 0''$  a  $\alpha = 13^h 37^m 38^s$ ,  $\delta = +56^\circ 17' 5''$ .

Jest nutno rozeznávati mlhoviny optické (skupiny hvězd) a mlhoviny fysické (vlastní). Základ ku poznání

<sup>1)</sup> Astron. Nachrichten Nr. 2998.

mlhovin položili Herschelové.<sup>1)</sup> Zjevnější mlhoviny byly sice velmi brzo po vynalezení dalekohledu zpozorovány,

<sup>1)</sup> Herschel William nar. se 15. listopadu 1738 v Hannoveru. přinčil se od otce hudebníka hudbě a r. 1757 odebral se k dalšímu cvičení do Londýna. Tu byl čtením spisů hvězdářských upoután k hvězdářství takovou silou, že ho ani místo učitelské v Leedsu ani místo varhaníka (1765) v Halifaxu a (1766) v Bathu nedovedlo na dlouho zachovati hudbě. V Bathu započal se cvičiti v broušení čoček, r. 1774 dohotovil se zdarem reflektor ohniska pětistopého. Výsledek ten povzbudil H.—a k takové činnosti, že r. 1780 dohotovil reflektor ohniska sedmistopého, kterým 13. března 1781 objevil Urana. Objev tento pojistil H.—ovi slavné jméno a stkvělou budoucnost. Královská Společnost udělila mu medaili Copley-ovu a zvolila ho za svého člena; panující král Jiří III. poskytl mu roční plat 200 £. R. 1782 odebral se H. se svou sestrou Karolinou, již si r. 1772 ze své otčiny přivedl, do Datchetu poblíže Windsoru a r. 1786 do Sloughu blíže Windsoru. Společně se svým bratrem Alexandrem zhotovil již v Bathu celou řadu reflektorů nejvíce dle principu Newtonova a získal si takto i zvůcného jména praktického optika. Nepřetržitě pokusy vedly posléze r. 1789 k úplnému dohotovení obrovského 40stopého reflektoru. Strojem tím pozoroval H. zvláště slabé předměty nebeské jako družice planet a objevil dvě velmi slabé družice Saturnovy, Mimase a Encelada. Většinu pozorování a objevů konal však H. jinými dalekohledy, 15—20 stopými. R. 1788 oženil se H. s ovdovělou dekou bohatého statkáře v Sloughu, stal se r. 1816 sirem a později pracsidentem Královské Astronomické Společnosti založené r. 1820. Poslední léta života trávil H. v klidu v Sloughu, přenechav pokračování stellarních výzkumů svému synu Johnu. Po víceměsíční nemoci vypustil 25. srpna 1822 svého velikého ducha. Neobyčejný pozorovací talent, ostrovtip a důvtip, vytrvalost a snaha a velká praktická dovednost krašlily tou měrou H.—a, že byl vším právem pokládán za velikého hvězdáře, jenž se stal ze všech hvězdářů také nejpopsatelnějším velmi četnými objevy. H. snažil se také objevy své hlavně v říši stellarní spojovati vyšším hlediskem snaže se strojiti a pochopiti svět jako celek, pokud tomu tehdejší fysikalní vymoženosti dovolovaly. H. zabýval se také sám výzkumy fysikalními, jeho vyšetřování tepla zářivého se ještě nyní cení. Jeho pozorování, pokusy a výzkumy jsou sepsány asi v 70 pojednáních ve Philosophical Transactions z let 1780—1818; z nichž uvádíme pouze: 1782 první katalog 269 dvojhvězd, 1783 o vlastním pohybu slunce a soustavy sluneční, 1785 druhý katalog 434 dvojhvězd, 1786 první katalog 1000 nových mlhovin a hvězdokup, 1789 druhý katalog o též, 1789 o Saturnu, objevení dvou družic, 1795 popis 40stopého teleskopu, 1802 katalog 500 nových mlhovin, 1803—4 polyby v soustavách dvojhvězd, 1811—14—17—18 vyšetřování o stavbě všehomíra atd. Úplný seznam prací Herschelových sestavil Holden ve spise: Sir William Herschel, New York 1841.

Herschelova Karolina Lucretia, sestra Williama Herschela, nar. se v Hannoveránsku 10. bř. 1750, odebrala se r. 1772 do Anglie k svému bratru, jehož podporovala jsouc znamenitou počtářkou ve vědeckých pracích. Objevila 8 vlasatíc a více mlhovin, vydala Catalogue of Stars, kterýž obsahuje 561 Flamsteedových hvězd. Po

tak na př. mlhovina v Andromedě (viditelná pouhým okem) od Simona Maria r. 1612, mlhovina v Orionu (rovněž

smrti svého bratra odebrala se do své vlasti, kdež r. 1828 doplnila katalog mlhovin a hvězd pozorovaných od bratra, za kteréž dilo obdržela zlatou medaili od Královské Astronomické Společnosti.

Herschel, Sir John Frederick William, jediný syn Viléma Herschela, nar. se 7. března 1792 v Sloughu blíže Windsoru, vychován byl nejprve v domě otcovském, později v Cambridge-i, kdež se měl věnovati vědám právnickým, ve skutečnosti se však oddal mathematice a hvězdářství. R. 1813 byl graduován a stal se členem Královské Společnosti: téhož roku uveřejnil první spis mathematický. Za krátké své činnosti právnické v Londýně seznámil se s Wollastonem a J. Southem, což mělo za následek, že se pak zcela oddal vědě fysikální a hvězdářství. První pozorování konal H. v říši dvojhvězd již r. 1816. Pozorování ta byla překonána řadou měření, jež v letech 1821—23 společně se Southem na jeho soukromé hvězdárně konal. Za práci tu obdržel H. zlatou medaili nově založené Královské Společnosti Astronomické a stal se jejím členem. Po smrti otcově převzal v Sloughu se stroji jako dědictví i předměty nebeské, jimž otec věnoval mnohaletou pozornost, totiž mlhoviny a dvojhvězdy, jež po mnohá léta téměř výhradně zkoumal. Jako hlavního stroje používal teleskopu otvoru 18 angl. palců a ohniskové vzdálenosti 20 angl. stop, jež r. 1820 společně s otcem zbudoval. Řídě se otcovou methodou pásmového pozorování (sweeps) docílil výsledků, jež jsou složeny v 11 katalogech dvojhvězd v „Memoirs R. Astr. Society. Vol II—XXXVIII“, pak ve velkém katalogu mlhovin ve Philos. Trans. 1833. R. 1864 vyšel pak rak zvaný General Catalogue obsahující polohy všech tehda vůbec známých mlhovin a hvězdokup počtem 5079. Aby H. též jižní nebe prozkoumal, odebral se na státní útraty na začátku r. 1834 na Mys Dobré Naděje se svým 20stopým reflektorem a 7stopým refraktorem a postavil stroje ty na úpatí hory Tabulové ve Feldhausenu asi 10 kilometrů jižněji od královské observatoře kapské. Od r. 1834 do r. 1838 konal tu nepřetržitá velecenná pozorování jižního nebe, měření dvojhvězd a mlhovin, určoval světlosti stále, zkoumal rozdělení hvězd jižního nebe. Plody prací těch jsou složeny ve velkém díle: „Results of astron. observations made 1834—38 at the Cape of Good Hope“ London 1847. Za velkolepé výzkumy ty obdržel H. r. 1838 při korunovaci královny Viktorie hodnost sira. Mimo hvězdářství pěstoval H. také téměř veškeré odbory fysiky, hlavně optiky. Po řadu let byl tajemníkem Královské Společnosti, vícekrát předsedou Král. Astron. Společnosti a od r. 1850—55 přednostou král. úřadu mincovního. Neumavná činnost podlamovala jeho zdraví, takže byl nucen posléze se odebrati na odpočinek na své venkovské sídlo Collingwood v Kentu, kde 11. května 1871 skončil. Pohřben byl v chrámu opatství Westminsterského po hoku Newtonově. Ze synů zůstali věrní hvězdářství syn druhý Alexander St. H. a třetí John H. Sir John H. byl velmi šťastným v objevech a vynikajícím pozorovatelem. Přesný fysikální ostrovtip a důkladné mathematické vzdělání činily Herschela způsobilým k řešení úloh, jež byly nepřístupné otci, kterýž byl autodidaktem. Velmi duchaplné metody k určování drah dvojhvězd přispěly valně theorii hvězd podvojných. H. jest také v Anglii



viditelná pouhým okem) od Cysata<sup>1)</sup> r. 1619. O mlhoviny zajímali se též již Huygens, Kirch, Le Gentil, Lacaille, a hlavně Messier<sup>2)</sup> jenž podal seznam 103 mlhovin a skupin hvězd i s popisem a určením jich poloh. Avšak teprve Herschelové (otec a syn) podnikli pátrání po mlhovinách ve velikých rozměrech. W. Herschel předložil Královské Společnosti Londýnské již r. 1784 seznam 466 nových mlhovin, a do r. 1802 objevil přes 2000 mlhových předmětů, jež stručně popsal. Syn Sir John Herschel pokračoval ještě pilněji. Nejprve pozoroval 20 stopovým reflektorem (1825—1833) v Sloughu, pak (do r. 1838) na Mysu Dobré Naděje, kde prozkoumal jižní mlhoviny. Výsledky obrovské své práce složil ve 3 velikých katalogech; první (Philos. Trans. 1833) obsahuje 2307 mlhovin, druhý (London 1847) 1708 jižních mlhovin a třetí (Philos. Trans. 1864) obsahuje polohy a popis všech až do r. 1864 objevených mlhovin, celkem 5079, a slove General Catalogue, zkráceně G. C. Od té doby objevena celá řada nových mlhovin od Rosse, Lassella obrovskými jich teleskopy. Lamont v Mnichově (Bogenhausen) studoval velmi pilně mlhoviny 10 1/2 palcovým dalekohledem. D' Arrest v Lipsku pozoroval několik set mlhovin, objevil i několik nových a podnikl r. 1861 v Kodani velikým refraktorem nové prozkoumání mlhovin severního nebe. Plodem jeho prací jest dílo „Siderum nebulosorum observationes“, kdež zaznamenal polohy 1942 mlhovin, mezi nimiž 215 nových. V novější době zabývá se Stephan v Marseillu bedlivým pátráním po nových mlhovinách, jichž veliký počet již objevil, dále

nejlepším populárním spisovatelem hvězdářským. Za doklady uvádíme pouze jeho: „*Outlines of Astronomy*“ London, jež dočkaly se velmi četných vydání.

<sup>1)</sup> Cysat Jan Baptist nar. se r. 1586 v Lucernu, stal se záhy jesuitou, r. 1611 byl žákem Scheinerovým a stal se r. 1616 nástupcem jeho v Ingolstadtu, po mnohých změnách byl posléze rektorem jezuitské kolleje v Lucernu, kdež r. 1657 zemřel. C. byl pilným a dovedným pozorovatelem; při pozorování komety z roku 1618 objevil mlhovinu v Orionu. R. 1631 v listopadu pozoroval přechod Merkurův přes slunce.

<sup>2)</sup> Messier Charles nar. se r. 1730 v Bodonvilleru v Lotrynsku, byl od De l' Isle-a, u něhož byl nejprve přepisovačem, později pomocníkem, vzdělán za praktického hvězdáře. M. stal se pak astronomem námořnictva, členem Bureau des Longitudes a pařížské akademie. M. proslavil se četnými objevy vlasatíc a pořídil první cenné katalogy mlhovin a hvězdokup. Nejjasnější mlhoviny (asi 100) se ještě podnes označují jménem Messier-ovým. M. zemřel r. 1817.

Common a Hough. Výtečné výkresy mlhovin podal W. Tempel v Arcetri u Florence, jež objevil i mnoho mlhovin velmi slabých.

J. L. E. Dreyer uspořádal nové vydání generalního katalogu (zkráceně N. G. C.)<sup>1)</sup> mlhovin s doplněním všech nově objevených mlhových předmětů. Počet mlhovin v novém katalogu dostoupil čísla 7840. Přidán jest index všech posud uveřejněných výkresů mlhovin a skupin hvězd.

O přesnější určení poloh mlhovin zásluhu mají dále D' Arrest,<sup>2)</sup> Schönfeld, Schultz, Vogel, D' Engelhardt a j. Herschelové uvažovali také o podstatě těchto zvláštních světů a snažili se naléztí dědillo pro určité rozřídění mlhovin, čímž chtěli nabýti přibližného poznání útvarů těles těch. W. Herschel rozeznával osm různých tříd mlhovin, jež ovšem nejsou přísně omezeny. První třída obsahuje jasné mlhoviny, druhá slabé, třetí velmi slabé, čtvrtá mlhoviny planetární (Herschel čítal 79 mlhovin této třídy), pátá třída obsahuje velmi veliké mlhoviny, šestá velmi bohaté skupiny hvězd, sedmá husté skupiny hvězd a osmá třída skupiny hvězd prořídle. Rozdíl prvních tří tříd záleží na osobní vnímavosti a mají jen relativní cenu. Některý pozorovatel poznamenává některou mlhovinu jako jasnou, již jiný pozorovatel jako slabou označil. Ormond Stone určil 26palcovým dalekohledem hvězdárny Leander Me Cormick

<sup>1)</sup> A New General Catalogue of Nebulae and Clusters of Stars, being the Catalogue of the late Sir John F. W. Herschel, Bart., revised, corrected, and enlarged. Reprinted from the Memoirs of the Royal Astronomical Society, Vol. XLIX.

<sup>2)</sup> D' Arrest Heinrich Ludwig nar. se r. 1822 v Berlíně, studoval na universitě berlínské, kdež hlavně hvězdářstvím se zabýval obraceje pozornost k objevování vlasatic a planetoid i k vypočítávání jich drah. Celkem objevil 4 vlasatice, z nichž jednu periodickou, a asteroidu Freiu. Od r. 1846 byl na hvězdárně berlínské činným jako počtář, od 1. kv. 1848 pak na hvězdárně lipské jako pozorovatel. V Lipsku oddal se určování poloh mlhovin  $4\frac{1}{2}$  palcovým refraktorem: v práci té pokračoval po 6 let (1861—67)  $10\frac{1}{2}$  palcovým refraktorem Merzovým v Kodani, kamž byl r. 1857 jako ředitel hvězdárny povolán. Pozorování kodaňská složena jsou v díle: *Siderum nebulosorum observationes Havnienses* (1867). Celkem určil polohu 1942 mlhovin, upozornil na mnoho podvojných a několik měnlivých mlhovin, objevil 215 nových předmětů mlhových. R. 1864 vydal mapku a seznam všech hvězd v poloze, kde r. 1572 nová hvězda Tychonova se objevila; r. 1867 vydal tiskem Tychonova pozorování vlasatic. Od r. 1872 až do své smrti r. 1875 zabýval se spektroskopickým zkoumáním nebes, určuje hlavně vidma mlhovin a hvězd Vogelova typu III.

při zvětšení 175násobném světlost mlhovin, jak ji určuje Herschelův General Catalogue, v příslušných velikostech stupnice Argelandrovy. Dle toho odpovídá označení

# Herschelova katalogu velikosti

<i>vB</i> (very bright) . . . . .	12·0
<i>B</i> (bright) . . . . .	12·9
<i>cB</i> (considerably bright) . . . .	13·0
<i>pB</i> (pretty bright) . . . . .	13·3
<i>pF</i> (pretty faint) . . . . .	13·8
<i>cF</i> (considerably faint) . . . .	14·0
<i>F</i> (faint) . . . . .	14·3
<i>vF</i> (very faint) . . . . .	14·5

John Herschel snažil se dokázatí stupnici přechodů mlhovin od stejnoměrně jasného planetárního nebo kometárního terče ku poněkud méně přibývání jasnosti ve středu až ku mlhovinám se zřejmým jádrem středním. Dle jasnosti jádra lze dále rozlišovati mlhoviny. Zboustne-li mlhové jádro ve hvězdu, obdržíme typus hvězd mlhových. Rovněž tak snadno lze stanovití typus mlhovin kruhových; za příklad sloužíž mlhovina v Lyře. Mlhoviny ty jsou tvaru elliptického, utvářeny silami centrálními. Výtečnými výsledky fotografie mlhovin, jakými se mohou vykázati Common, von Gothard a Roberts, otvírá se nové pole bádání po pravém poznání zákonů, dle kterých mlhoviny se vyvinuly. Lordem Rossem objevena nová třída mlhovin spirálních.

Některé mlhoviny jeví změny zářivosti (jasnosti) podobající se změnám hvězd měnlivých. Úplně zajištěný případ poskytuje mlhovina v Býku (rektascense  $4^h 13^m 49^s$ , deklinace  $-19^{\circ} 11'4''$ ) objevená r. 1852 v říjnu Hindem; mlhovina ta jest malá s centrálním zhuštěním. Mlhovinu tu viděli D'Arrest, Struve, Lassell a j. Mlhovina zmizela 3. října 1861 pro hledidla prostřední, zůstala však viditelnou v mocných dalekohledech ještě do r. 1868, kdy nebyla viděna ani 30palcovým dalekohledem Pulkovským. Struve, jenž mlhovinu tu strojem tím hledal, našel 4 západně od místa mlhoviny Hindovy jinou mlhovinu, o níž D'Arrest, jenž také novou mlhovinu tu pozoroval, tvrdil, že se na místě jejím dříve žádná mlhovina nenalezala. R. 1877 listopadu 8. viděl Tempel mlhovinu Struve-ovu

12. prosince byly však na místě jejím dvě malé hvězdičky, z nichž severnější byla 8. listopadu viděna v mlhovině. R. 1890 upozoroval posléze Burnham kolem měnlivé hvězdy *T Tauri*, jež se nalézá blízko mlhovin uvedených, rovněž nádech mlhový. Pozorování to potvrdil též Barnard, jenž při příležitosti té viděl také mlhovinu Hindovu jako velmi slabý objekt. Také Keeler poznal mlhovinu kolem *T Tauri*. V nejnovější době zkoumal Barnard krajinu, kde se mlhoviny nalézají, a shledal 25. února 1895, že mlhovina Hindova byla snadno viditelnou, že však mlhovina kolem *T Tauri* zmizela, rovněž nebyla viditelnou i mlhovina Struve-ova. 24. března 1895 byla mlhovina Hindova opět na hranici viditelnosti, mlhovina kolem *T Tauri* byla však dobře znatelnou a mlhovina Struve-ova byla občas velmi slabě viditelnou. Jest tedy měnlivost uvedených mlhovin velmi pravděpodobnou. Mlhovina G. C. 1191 (rektascense  $5^h 29^m 4^s$ , deklinace  $+21^\circ 7'7''$ ) byla viděna Chacornacem 19. října 1853; tehda se promítala na hvězdu 11. velikosti, 27. ledna 1856 byla mlhovina velmi jasná; avšak od 20. listopadu 1862 nebyla více uzřena, ač hvězda se nezměnila. Mlhovina G. C. 2405 (rektascense  $11^h 17^m$ ; deklinace  $+12^\circ 7'$ ), objevená 11. března 1784 W. Herschelem, označena byla jako velmi jasná, J. Herschel shledal ji r. 1830 slabou, Winnecke v Berlíně r. 1856 dosti jasnou, D' Arrest však r. 1863 opět slabou, Winnecke r. 1878 zase velmi jasnou a zářivou. Mlhovina (rektascense  $2^h 23^m$ ; deklinace  $-1^\circ 43'$ ), na niž upozornil r. 1877 Winnecke, jeví úvahy hodnou změnu. Tato byla pozorována Herschely jako dosti jasná, rovněž D'Arrestem r. 1856 v Lipsku 4palcovým dalekohledem a r. 1863 v Kodani 10palcovým dalekohledem; r. 1861 nejistě byla pozorována Schönfeldem 6palcovým dalekohledem, r. 1865 vůbec nebyla viděna od Vogela 8palcovým refraktorem, r. 1877 našel ji zase dosti jasnou Winnecke. Příklad proměnlivosti v jasnosti mlhovin podal v poslední době pařížský pozorovatel Bigourdan na mlhovině stojící nedaleko měnlivé hvězdy Algolu v souhvězdí Persea (rektascense je  $2^h 58^m$ , deklinace  $+42^\circ 29'$ ). Mlhovina ta byla objevena r. 1785 od W. Herschela 21stópyým dalekohledem, byla viděna r. 1831 J. Herschelem jako mlhovitá hvězda 14. velikosti; nebyla spatřena r. 1854, a r. 1864 ani teleskopem Rosse-ho ani r. 1863 11palcovým dalekohledem od D' Arresta v Kodani. 31. ledna a 16. února

1891 byla však snadno pozorována v 11palcovém dalekohledu pařížském zřetelně jako hvězda 12. velikosti s vějířovým mlhovým obalem.

Teprve budoucnost nás poučí o proměnlivosti mlhovin, rovněž i o poměru, v jakém jsou měnlivé hvězdy k měnlivým mlhovinám.

Pokud se rozložení mlhovin v prostoru světovém týče, jsou mlhoviny, uvažujeme-li je dle pohledu dalekohledem, v poměru obráceném ke skupinám hvězd. Čím více se skupiny hvězd blíží dráze mléčné, tím jsou četnější, (zrovna tak jako hvězdy teleskopické), mlhoviny jsou tu však nejvzácnější; tyto se vyskytují nejčastěji na severním nebi v souhvězdí Panny (v rektascensi asi 12 hodin a v deklinaci  $+ 20$  stupňů); skupiny hvězd rozloženy jsou pak nejhustěji v rektascensi 17—18 hodin. Bauschinger zpracoval celý materiál nového katalogu Dreyerova ve příčině rozdělení mlhovin. Výsledky této práce jsou tyto: 1. Slabé mlhoviny míjejí mléčnou dráhu; nejvíce se jich vyskytuje na blízku polů mléčné dráhy, od nichž ubývá mlhovin tím více, čím více se blíží mléčné dráze. 2. Jasně mlhoviny jsou rovněž tak roztrženy jako slabé. 3. Planetární mlhoviny leží v mléčné dráze nebo na blízku této. 4. Skupiny hvězd (vyjímaje Mračna Kapská a několik málo jiných mlhových předmětů) leží vesměs v mléčné dráze nebo na blízku této.

Rozdělení mlhovin a hvězdokup vzhledem ku dráze mléčné studoval také Sidney Waters, jenž zaznamenal 7840 objektů nového katalogu Dreyerova v mapy a spojil pak s výkresy mléčné dráhy dle Boeddickera a dle Uranometria Argentina. Zcela zřetelně se jevílo pak, že se úplně rozdílně chovají hvězdokupy a mlhoviny. Jest nápadné, s jakou věrností sledují hvězdokupy netoliko hlavní tahy dráhy mléčné, nýbrž i její jednotlivé zatáčky a proudy. Zdá se, že v mnohých částech vyhledávají nejhustší území a že se bouřevnatě vyhýbají prostorům tmavým. Mlhoviny naproti tomu nevyskytují se v dráze mléčné, ačkoliv sahají v některých krajínách až k okraji této.

Veliké seskupení sta mlhovin s četnými skupinami hvězd tvoří na jižním nebi tak zvaná Mračna Maghellanská čili Mračna Kapská (nubecula major a minor). Ostatně se zdá, že teprve část všech mlhovin přístupných našim daleko-



hledům jest objevena, neboť dle pozorování W. Tempela<sup>1)</sup> vyskytují se na nebi celá hnizda mlhovin.

Mezi 5079 předměty Herschelova generálního katalogu jest zaznamenáno 229 mlhovin podvojných, 49 potrojných, 30 čtyřnásobných, ano i 1 devateronásobná mlhovina. Srovnáno s hvězdami podvojnými jest relativně více mlhovin podvojných než hvězd podvojných; jest tudíž pravděpodobno, že spojení to není nahodilé, avšak důkaz fysické souvislosti členů, pohyb



Obr. 229. Podvojně mlhoviny dle J. Herschela: 1. Mlhovina v souhvězdí Panny, NGC 4303 = *H* 1202 = *M* 61; 2. v souhvězdí Paů honicích NGC 4214 = *H* 1146; 3. v souhvězdí Vodnáře, *H* 2197; 4. v souhvězdí Panny, NGC 4567 = *H* 1358; 5. v souhvězdí Paů honicích, NGC 4631 = *H* 1397; 6. Mlhovina pomnožná *H* 2859.

vzájemný, posud za příčinou novosti a nedostatečné přesnosti určených poloh mlhovin nebyl podán; u mlhoviny označené *H* II 316 se seznala změna vzájemné polohy s příbližnou

<sup>1)</sup> Tempel Wilhelm nar. se r. 1821 v Nieder-Cunersdorfu, oddal se lithografii. Jako milovník hvězdářství objevil r. 1859 v Benátkách vlasatci a mlhovinu kolem Merope. Od r. 1860 do r. 1870 byl assistentem hvězdárny v Marseilli, kdež objevil 4 asteroidy a 10 vlasatic. Byv r. 1870 jakožto Němec vypovězen, odebral se do Italie a stal se assistentem hvězdárny Brera u Milána, kdež objevil do r. 1874 další 4 vlasatice. Pak stal se adjunktem při hvězdárně Arcetri u Florence, kdež objevil opět jednu vlasatci a veliký počet slabých mlhovin. T. zemřel r. 1889.

pravděpodobnosti. Obvyčejně jsou spojeny elliptické mlhoviny prvních Herschelových tříd; podoba vnějších zjevů (tvarů) mlhovin podvojných jest však velice nápadná.

Dvojice hvězdokup a mlhovin vykazují rozmanité tvary vzhledu a podoby. Zdá se, že některé dvojice jsou utvořeny z dvou kulovitých hvězdokup, v nichž centralní zhuštění označuje netoliko podobu kulovitou nýbrž i skutečné středy atrakční. U jiných dvojic jsou složky úplně oddělené. Vůbec vyskytují se tu veškeré rozmanitosti ve vzdálenostech, polohách, relativním světle složek atd., jež jsme shledali při hvězdách podvojných. Obr. 229. podává příklady poměrů



Obr. 230. Mlhovina podvojná dle Rossa.

těch. Někdy jest jedna složka mlhovin podvojných kulovitá, kdežto druhá jest prodloužená, tvaru elliptického. Mlhovina znázorněná v obr. 230. se skládá ze dvou hmot kulových s paprskovitými přídávky uvnitř společné mlhoviny, jež poskytuje vzhled částí mlhového prstence.

Většina mlhovin mnohonásobných rozkládá se kolem souhvězdí Panny, kterážto krajina jest téměř poseta mlhovinami vůbec.

Málo lze říci o vzdálenostech a prostorové rozsáhlosti mlhovin, rovněž málo o pohybech a změnách uvnitř těchto těles.

Parallaxu planetární mlhoviny v Labuti, objevené Webbem, (rektascense  $21^h 3^m$ , deklinace  $+41^{\circ} 48'$ ) studoval P. Wilsing v Postupimi. Od června 1892 do července 1893 byly pořízeny 34 fotografie, na nichž se mlhovina jeví jako neurčitý terč průměru několika vteřin s excentrickým zhuštěním. Poloha zhuštění byla srovnána s polohou dvou hvězd velikosti 11.; velmi souhlasná měření dokazovala, že poloha mlhoviny vzhledem k hvězdám neukazuje žádného ročního posunu odpovídajícího znatelné parallaxe. Jest tedy mlhovina nejméně tak vzdálena od nás jako obě srovnávací hvězdy 11. velikosti (Astron. Nachrichten č. 3190).

Jest pravděpodobno, že skupiny hvězd náležejí podobným útvarům, jaký tvoří soustava hvězd i s dráhou mléčnou; pravé mlhoviny však že leží za říší stálic na hranicích viditelného všehomíra. Pomocí spektroskopu dokázal James E. Keeler pohyb ve směru zornice i u těchto vzdálených světů. Ač z počátku výsledek ten překvapuje, přece lze si srovnati, poněvadž stálice vznikly z mlhovin pochodem zhuštění, že musily mlhoviny mítí též pohyb v prostoru, jaký jeví stálice povstale z mlhovin. Planetární mlhoviny, jež až posud nejevily nejmenší stopy pohybu na nebeské kouli, ukazují v nepatrných změnách barvy světla vyslaného, že se pohybují prostorem rychlostmi téhož řádu, jakými se stálice pohybují. Spektroskop rozkládá světlo v barevné pásmo, kde každému místu přísluší barva způsobená vlnami světelnými, jež naše oko v jedné vteřině (od 500 billionů výchvějů — světlo červené — do 750 billionů výchvějů — světlo fialové) stihnou. Nachází-li se bílá hvězda, v prostoru milliony mil vzdálená, v téže dálce (jako mlhoviny), vysílá vlny světelné všech čísel výchvějů mezi 500—750 billiony v jedné vteřině; ve spektroskopu jeví se pak barevné pásmo. Začne-li se hvězda v určitém okamžiku v přímé čáře od země pohybovati s velikou rychlostí stejnoměrnou, vysílá zase paprsky všech délek vln, jeví se oku opět bíle a v spektroskopu jeví se všechny barvy jako dříve, paprsky potřebují však delší doby, než k nám dorazí; přijde tudíž během jedné sekundy z každého druhu paprsků méně výchvějů do oka než dříve. Určité místo spektra hvězdy v klidu není již táž barva (lépe druh paprsků) spektra hvězdy v pohybu; barva na dřívějším určitém místě (označeném třeba nitkou) jeví se ve spektru hvězdy od nás se pohybující na levo od místa toho, ve spektru hvězdy k nám se blížíci pak na pravo. Z velikosti posunutí lze pak souditi na rychlost pohybu hvězdy ve směru zornice. Pomocí velikého dalekohledu určil Keeler v červenci a srpnu 1890 pohyb 10 mlhovin ve směru zornice. Nejmenší pohyb jest asi 2 kilometry v sekundě, největší téměř 60 kilometrů. Chyba každého měření obnáší asi 4 kilometry v sekundě. Poněvadž žádná čára spekter mlhovin se nekryje se žádnou čarou spektra nám známého prvku, musil Keeler použití průměru všech délek vln čáry u různých mlhovin jako normalní polohy čáry ku srovnávání. Výsledky jsou tyto:

Rychlost v anglických  
milích <sup>1)</sup> v sekundě

Mlhovina v Orionu	+ 11
GC 826	— 6
GC 2102	+ 4
GC 4234	— 21
GC 5851	— 32
GC 4373	— 40
GC 4390	— 6
GC 4510	— 10
GC 4514	— 3
GC 4628	— 31
GC 4964	— 7
NGC 6790	+ 30
NGC 6891	+ 25
NGC 7027	+ 6

+ značí vzdalování, — přibližování.

Na hvězdárně Lickově objevila se optická mocnost největšího dalekohledu nejzřetelněji při pozorování mlhovin. Dalekohled ten odhaluje nové a neočekávané jednotlivosti na slabších mlhovinách a jasnější mlhoviny skýtají v něm takové množství překvapujících a netušených úkazů v podrobnosti, že jest úplně nemožno jich překrásný zjev v toliké rozmanitosti a živosti vystihnouti ani tím nejzdařilejším obrazem. Pro popis těchto tajuplných předmětů nezbyvá nic jiného než je s hvězdami nejbližšího okolí fotografovati. Nelze podati slovy popis divukrásné lepotvárnosti velké mlhoviny v Orionu, v Andromedě a jiných mlhovin. Poněvadž fotografování mlhovin vyžaduje velmi dlouhé doby, obmezili se astronomové na hvězdárně Lickově prozatím na studium důležitějších mlhovin přímým pozorováním dalekohledem, při čemž rozdělení jasnějších a tmavějších částí, jakož i poloha hvězd v mlhovinách se vyskytujících, diagrammy byla určována. Na základě srovnávání těchto diagrammů s výkresy dřívějších pozorovatelů mlhovin shledala se posud neznámá zvláštnost. Pozorují-li se totiž planetární mlhoviny, jež v malém dalekohledě se jeví jako kruhové neb elliptické terče tvaru planetám podobného, obdrží pozorovatel dojem všeobecné podobnosti různých individuí; jedno individuum

<sup>1)</sup> 1 angl. mile = 1.61 km = 0.217 zeměp. mil.

podobá se druhému. Pozorují-li se však mocnějším dalekohledem, mizí vystoupením nových podrobností vzájemná jejich podobnost. Dalo se očekávat, že užitím velkého refraktoru hvězdárny Lickovy u tvarů mlhovin tolik jednotlivostí se odhalí, že třída planetárních mlhovin se rozpadne v množství samostatných členů. Ač každá mlhovina ve velkém dalekohledu Lickovy hvězdárny množství nových složitých, různých a obdivuhodných podrobností poskytuje, přece lze nalézt v těchto nových útvech známky podobné, na jejich základě jednotlivé mlhoviny lze sdružovati v celé třídy. Skutečně existuje určitý počet typů mlhovin. Za příklad necht slouží kruhová mlhovina v Lyře a elliptická mlhovina označená v Herschelově generalním katalogu mlhovin číslem 2017. Obě mlhoviny jsou stejného typu. Rovněž tak jsou mlhoviny čís. 600 a 604 téměř vzájemné otisky. Mezi všemi těmito skupinami vyskytuje se ještě jedna nová třída, kterou reprezentuje mlhovina v Draku označená H IV 37 (GC 4373). Pouhý pohled na tuto mlhovinu (tříprostorová šroubovice) dokazuje, že tvoří doplnění tříd již známých. Jak se zdá, jsou planetární mlhoviny zbudovány z určitých útvarů základních, jejich počet je malý. Každý typus jeví zřetelně působení centralních sil, o jejich povaze ještě ničeho nevíme.

Co o skutečných prostorových tvarech mlhovin víme, omezuje se celkem na to, že se promítají pro nás v určitých křivkách, naší pak úlohou jest z průmětů těch sestrojiti pravé křivky prostorové. Najde-li se zkusmo křivka, jež poskytuje projekci různé křivky, jak se mlhoviny jeví, jest velmi pravděpodobno, že křivka ta jest pravý tvar mlhovin v prostoru pro různé jejich projekce (jak se nám jeví jednotlivé mlhoviny). Křivka ta jest pak typická pro celou třídu mlhovin. E. S. Holden, ředitel hvězdárny Lickovy v Kalifornii, sestrojil skutečně z drátu typickou spirálu,<sup>1)</sup> jež v projekci dala tvary, jež se úplně kryly se známými výkresy mnoha mlhovin spirálních. Dosah tohoto objevu, potvrdí-li se správnost jeho, nelze dosud oceniti; objev ten rozřeší snad velikou řadu velezajímavých otázek o stavbě a zákonech, kterými podivné útvary těch světů jsou řízeny.

Celkem lze odhadovati počet skupin hvězd asi na devět desetin všech mlhovitých předmětů nebeských. Vlastní mlhoviny převyšují však rozmanitostí tvarů různost skupin

<sup>1)</sup> Die helikalischen Nebel. Himmel u. Erde. 2. sv. str. 1—8.



hvězd. Hlavně Herschelova pátá třída mlhovin svědčí, že se tu hmota jeví ve tvaru a stavu úplně různém, než v jakém stálice se nacházejí. I zdá se, jako by v útvorech těch vyčerpala příroda veškerou tvůrčí umění.

Při znázorňování podivných a složitých útvarů těch působí vedle dovednosti kresliče, jenž málokdy se dovede odříci malých přídavek a idealisování z fantasmie jeho prýstí-  
celho, i vlivy závislé na druhu a mocnosti stroje a na kvalitě obrazů a j. Tím se stává, že vyobrazení jedné a téže



Obr. 231. Dumbbell nebula dle J. Herschela.

mlhoviny od různých pozorovatelů vespolek neso-  
souhlasí. Tu skýtá fotografie neocenitelné služby; jsouc úplně prostá působení osobní fantasmie, podává věrné obrazy jevící neobyčejnou hojnost nejjemnějších podrobností. Ve fotografii nalézá astronom neobyčejně důležitý prostředek ku prozkoumání těchto divuplných předmětů. Poně-  
vadž mlhoviny vyžadují několikahodinné expozice nejcitlivějších desek fotografických, jest nutný velmi správný hodinový stroj, jenž desky expo-

nované v dalekohledu udržuje přesně nařazené na týž předmět. Expozicemi různých dob lze docíliti obrazy různě jasných míst mlhovin, čímž dána jest příležitost ku fotometrickému měření relativních jasností jednotlivých částí mlhovin.<sup>1)</sup>

Velmi poučný příklad optických změn zdánlivých, jež závisí pouze na mocnosti užitého dalekohledu, podává mlhovina v souhvězdí Lišky. J. Herschel, jenž pořídil první výkres, (viz obr. 231.) pojmenoval mlhovinu tu Dumbbell nebula pro podobnost vzhledu s náradím tělocvičným užívaným v Anglii. Dvě souměrné hmoty mlhové jsou spojeny

<sup>1)</sup> Na důležitost fotografie pro studium mlhovin upozornil mezi jinými H. C. Vogel. *Astronomische Nachrichten*. Nro. 2854.

užším pruhem, celek jest zahalen závojem podoby ovalní. Vzhled ten se pozměnil v dalekohledu otvoru 3 stop lorda Rossa. (viz obr. 232.) Mlhové hmoty se tujevily, jakoby se měly rozložití ve hvězdy. V dalekohledu otvoru 6 stop sejevilo ještě více hvězd na pozadí mlhovitém. Celkový



Obr. 232. Dumbbell nebula dle Rossa.

vzhled zachoval však původní podoby, ač méně pravidelné. Obr. 233. ukazuje mlhovinu tu dle výkresu M. Lassella.

Mlhovinu v souhvězdí Býka, dle vzhledu podobného raku Crab-nebula zvanou, fotografoval při třítodinné expozici Isaac Roberts. Podobu, jakou ukazuje mlhovina na

fotografii, se úplně liší od podoby, jak ji podávají výkresy, příkladně výkres lorda Rossa (viz obr. 234.). Mlhovina má nesouměrný tvar, bledý, neurčitý, ostře a nepravidelně vykrojený okraj a širokou, daleko vyčnívající větev na jižní straně. Celkem jest podoby ovalní, větší osa směřuje od



Obr. 233. Dumbbell nebula dle Lassella.

severu k jihu; na severní straně nalézá se široký, hluboký záliv bez mlhové hmoty uvnitř. Jiný menší záliv jest vyplněn hmotou mlhovou. V krajině mlhoviny jest hojně hvězd, jež se seskupují pro oko v rozmanité útvary.

Ku prozkoumání změn ve skupinách hvězd jest nutno vyměřiti polohu všech hvězd — jak obtížná a zdlouhavá to

práce — i tu vypomůže fotografie, ano tato nejen podává více, než oko může postřehnouti; fotografie neukazuje jen, nýbrž i zachovává pro budoucí časy co neklamné svědectví na své desce. Vyměření fotografického obrazu skupiny hvězd jest v pracovně snazší než přímé měření na nebi, a zajisté



Obr. 234. Crab nebula dle Rosse.

rovněž tak oprávněné, ne-li více. Byla dlouho spornou otázka, zdaž existují skutečně mlhoviny spirální, nejsou-li pouze výplodem fantazie lorda Rosse, jak ještě do nedávna W. Tempel tvrdil; jediný fotografický snímek známé mlhoviny spirální v souhvězdí Honicích Psů strojem střední velikosti rozhodl s jistotou otázku, že mlhovina ta jest spirálně

točena. Kdo by dovedl bezvadně znázorniti ony nejslabší různotvárně utvořené mlhoviny? Jediná fotografie takovéto mlhoviny má větší cenu než nejdovednější výkresy s velikým namáháním vypracované. Oko bývá oslněno hvězdami, takže jest necitlivo pro dojmy světelné v sousedství hvězdy, ne tak fotografická deska; proto do nedávna bylo málo hvězd mlhových známo, fotografie objevila již několik těchto útvarů, na příklad pověstné mlhoviny kolem některých hvězd ve skupině Plejad, jež později i ve velikých dalekohledech přímo



Obr. 235. Velká mlhovina v Andromedě.

byly viděny. Fotografie mlhoviny v Andromedě, již po 4 hodiny exponoval Roberts, jeví takové uspořádání hmoty mlhové, že naše posavadní náhledy o konstituci této mlhoviny, založené ovšem na dřívějších pohledech mlhoviny té, (jak je příkladně znázorňuje obr. 235.) padají a že se nám otvírá docela nový, dokonalejší názor. Mlhovina ta se skládá z řady soustředných kruhů kolem jasného mlhového uzlu, my pak se díváme šikmo na soustavu tu; sousední mlhoviny, jež se dříve za osamocené považovaly, jsou zhustlé hmoty na způsob planet a mlhovina celá jest ve stadiu vývoje ve soustavu sluneční, jak to učí Kant-Laplace-ova hypotéza o tvoření



se světů. Fotografie, krátce řečeno, učini veliký obrat v astronomii světů mlhovin.

Již staří národové poznali, že některá místa na obloze nebeské jsou nápadně hustě hvězdami poseta; hlavně Hyady na hlavě Býka a Plejady na zádech Býka poutaly záhy pozornost. Již Homer mluví o 6 Plejadách (Atlantidách); Plinius, Hipparch a Ptolemäus uvádějí z Atlantid: Alcyone, Merope, Elektra, Celaeno, Maja, Taygeta a Asterope. Pozdější spisovatelé znali již zase jen 6 Plejad (prý proto, že Merope z hanby, že se provdala za smrtelníka, prchla, Wolf Handbuch der Astronomie). Dosti pozdě přistoupila k dřívějším jménům ještě jména dvou hvězd, rodičů Plejad: Atlas a Plejone. U Řeků označoval ranní východ Plejad začátek léta, a večerní západ Plejad začátek zimy. Ideler kladl pro r. 800 př. Kr. doby ty na 19. květen a 3. listop.; doby ty byly u Hesioda znamením žní a orání. Wolf uvádí že byly s Plejadami různé epochy slavnostní spojovány, tak příkladně slavnost mrtvých, jež ještě nyní katolíci slaví 2. listopadu.

V Almagestu vyskytují se některé nejasné poukazy, v Al-Sufiho seznamu hvězdném docela i jasné poznámky, že někteří staří národové i jednotlivé mlhoviny nebeské znali. V Al-Sufiho seznamu hvězd činí se známka o mlhovině v Andromedě a o mlhovinách zvaných Mračna Kapská (Kap-Wolken), jež byly rovněž známy plavcům do Indie a také Magelhaensovi. Opíraje se nejspíše o Al-Sufiho vyslovil v 13. století Kazwini ve své kosmografii mínění, že se nejspíše nalézá v Plejadách vedle 6—7 hvězd okem prostým viditelných ještě množství hvězd tmavých. Galilei sděluje pak r. 1610 ve svém „Sidereus nuncius“, že napočítal v Plejadách více než 40 hvězd, že našel podobné a částečně hustší skupiny hvězd v jeslích Raka, v hlavě a pásu Oriona a j. O skutečných mlhovinách neměl však Galili žádné potuchy, uvádí sice mlhovinu na hlavě Orionu jako „Nebulosa Orionis“, zobrazuje ji však jako skupinu hvězd. Teprve r. 1612 našel Šimon Marius v souhvězdí Andromedy skutečnou mlhovinu, již také správně srovnal se světlem viděným listkem z rohu. R. 1619 objevil Cysat velkou mlhovinu v pásu Orionu, s kterou se později též zabýval Huygens.

Dalekohled  $4\frac{1}{2}$  palcový ukazuje v skupině Plejad asi 230 hvězd velikostí až i 11. Od jasné hvězdy Merope

rozprostírá se na jih veliká slabá mlhovina tvaru téměř elliptického, již nejprve viděl r. 1859 W. Tempel. Bratři Henry v Paříži fotografovali velikým dalekohledem vlastnoručně zhotoveným krajinu Plejad a seznali na fotogrammu kolem hvězdy Maja novou mlhovinu, neuzřenou dříve nejmenějšími dalekohledy. Na fotogrammech Robertsových zjevila se dokonce kolem všech jasnějších hvězd jasnější místa různé rozsáhlosti, a Robertsovi se zdá, že celá skupina Plejad se noří v jemnou mlhovinu. E. E. Barnard exponoval 6. a 8. prosince 1893 okolí Plejad po dobu  $10\frac{1}{4}$  hod. a obdržel fotografii, jež ukazovala hvězdokupu tu obklopenou podivuhodně zakřivenými hmotami mlhovými. Severně od Plejad od  $3^h 20^m$  až do  $4^h$  v rectascensi a od  $+30^\circ$  deklinace dále k severu jeví se krajina podivuhodně chudá na malé hvězdy, vyplněná velkými hmotami rozsáhlé slabé mlhoviny. — Výzkum polohy této skupiny provedl s velkou přesností slavný Bradley, jenž měřil velmi dokonale v předešlém století polohy 15 hvězd; největší pozorovatel tohoto století Bessel pozoroval pak 12 let (do r. 1841) dokonale 53 hvězdy té skupiny. Mädler, srovnává polohy 15 hvězd Bradleyových s polohami týchž hvězd od Bessela, shledal, že veškery téměř hvězdy postoupily (v průměru asi 6 obloukových sekund za 100 let) ve směru opačném, ve kterém se naše soustava sluneční pohybuje. V novější době zkoumána soustava Plejad pomocí heliometru Elkinem v New-Havenu, jenž měření svá rozšířil na 17 dalších hvězd; pozorování ta dotvrdila výsledky Mädlerovy, jen 6 Besselových hvězd zůstává pozadu za pohybem ostatních; jsou tudíž vzdálenější než ostatní skupina. Špektroskopický rozbor profesora Pickeringa v Cambridge-i (Spojené Státy) dokázal fysickou souvislost a stejný původ skupiny Plejad vyjímaje oněch 6 hvězd, jež jeví jiná spektra, takže jest jisto, že jen nahodile ve skupině se jeví, ve skutečnosti však daleko od ní vzdáleny jsou. Dvě hvězdy, jichž spektra byla odchylna, urychlují se vzhledem k ostatním, leží tudíž snad mezi naší soustavou sluneční a skupinou vlastní. Nové prozkoumání Elkinovo nepoučilo nás o vnitřní stavbě soustavy Plejad. Jediná Electra odchyluje se za století o 1 obloukovou sekundu od průměrného pohybu soustavy a naznačuje snad dráhu kruhovou kolem nejjasnější hvězdy Aleyony. Wolf v Paříži, jenž taktéž 53 hvězdy Besselovy znova měřil, se domnívá,

že celá soustava jest již na tom, aby se rozpadla, při čemž několik sousedních hvězd tím těsněji se vzájemně víží.

Mnohé hvězdokupy byly již přesně vyměřeny, jako na př. hvězdokupa v souhvězdí Vozky (GC 1119,  $\alpha = 5^h 21^m$ ,  $\delta = +35^{\circ} 45'$  pro rok 1890) B. Mathiessenem v Karlsruhe. Hvězdokupa ta jeví se v 6 palcovém refraktoru jako krásný předmět nepravidelné podoby paprskovité s centralni hvězdou velikosti 9.4, jež jest od ostatních hvězd kupy oddělena dosti širokým prostorem.

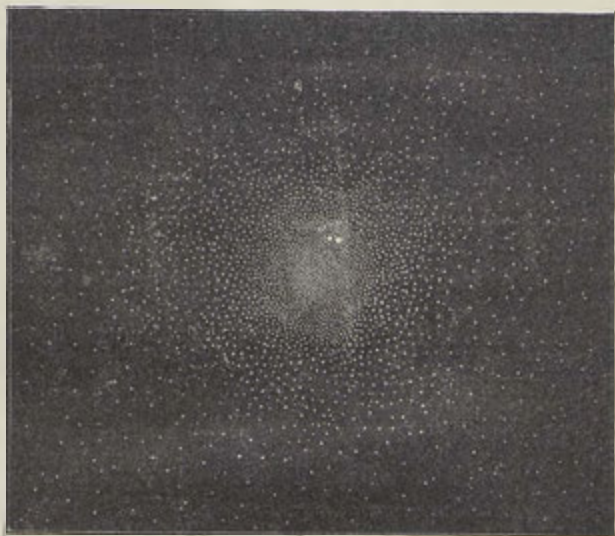
Hvězdokupa Praesepe v Raku se jeví pouhému oku jako mlhová hmota. Hvězdy nejjasnější (7. velikosti) jest viděti i pouhým okem oddělené. A. Hall změřil skupinu tu.

Velmi krásný pohled skýtají dalekohledem (při zvětšení 20—50násobném) dvě hvězdokupy sotva  $1^{\circ}$  od sebe vzdálené:  $\kappa$  a  $\chi$  Persei. Šta hvězd se tu kupí na úzký prostor mezi jasnými a hlavně kolem nejjasnějších hvězd. Pouhým okem vidíme jen dvě malé světlé skvrny. A. Krueger změřil polohy nejjasnějších hvězd ve skupině  $\kappa$  Persei, Vogel vyměřil skupinu  $\chi$  Persei.

Jiné hvězdokupy změřili Lamont, Helmer, Schultz a j.

Veliká hvězdokupa v souhvězdí Hercula (Messier 13) byla fotografována a pak studována Scheinerem v Postupimi. Hvězdokupa ta jevíci se prostému oku jako hvězda mlhová byla r. 1714 objevena Halley-em. Messier popsal předmět ten jako kulatou světlou mlhovinu, v níž nelze  $4\frac{1}{2}$ stopým refraktorem rozeznati hvězd. W. Herschel rozlišil roku 1783 mlhovinu tu 7stopým reflektorem ve hvězdy. Výkresy hvězdokupy té podali 1833 J. Herschel, později Secchi a nejlepší Trouvelot. První fotografii pořídili r. 1887 při době expozice 2 hodin bratři Henry v Paříži; na fotografii té jsou hvězdy na okraji úplně rozlišeny, u prostřed hvězdokupy však jen částečně. Scheiner fotografoval hvězdokupu tu r. 1891. Vnitřek hvězdokupy jeví se tu vyplněn úplně mlhovinou, již provází na okraji hvězdy. Mimo to vyskytují se tu menší mlhoviny stejnoměrné jasnosti bez znatelného zhuštění a znatelné uzly mlhové nepravidelného tvaru. Vzhled poučuje, že v soustavě hvězdokupy Messier 13 vyskytují se předměty od jednoduchých mlhovin počínajíc až k úplně vytvořeným hvězdám a že soustava obsahuje též poměrně hustou mlhovinu. Některé hvězdy se promítají na hvězdokupu nahodile.

Skvostnou jest pouhým okem viditelná hvězdokupa v souhvězdí Tukana v krajině jižního nebe na hvězdy nebohaté, poblíže malého Mračna Magellanova. Zvláště dobře jest tu vyznačeno zhušťování hvězd směrem ke středu hvězdokupy. Oranžová barva centralní skupiny kontrastuje podivuhodně s bílou barvou soustředných obalů hvězdných. Na hvězdokupu promítá se dvojhvězda, jež nejspíše není



Obr. 236. Hvězdokupa 2322 II dle J. Herschela.

ve fysickém spojení se skupinou. Nesčetný jest ve hvězdokupě počet malých hvězd velikosti 12. až 15. (viz obr. 236.).

Hvězdokupu jižního nebe  $\omega$  Centauri nazval J. Herschel nejbohatší hvězdokupou celého nebe; jsou tu nesčetné hvězdy velikosti nepatrné; celkové světlo těchto malých hvězd dává neozbrojenému oku dojem hvězdy velikosti 5. nebo  $4\frac{1}{2}$ té.

Skupiny hvězd viditelné v naší šířce jsou sestaveny v sledujícím seznamu:

rektascense:		deklinace:	
0 <sup>h</sup>	37·6	+	61 <sup>o</sup> 16'
1	26·6	+	60 10
1	39·1	+	60 44
2	13·7	+	56 42 * dvojnásobná skupina v Perseu;
2	35·6	+	42 21 *
3	7·9	+	46 52
3	41·5	+	23 47 * Plejady;
4	14·0	+	15 23 * Hyady;
4	43·0	+	10 45
5	20·0	—	24 37 *
5	21·9	+	35 45 *
5	29·7	+	34 4 *
5	45·7	+	32 31 *
6	2·6	+	24 20 *
6	2·8	+	14 0
6	27·1	+	4 56
6	42·8	—	20 38 *
6	58·1	—	8 17
7	13·2	—	15 27
7	32·0	—	14 16
7	37·2	—	14 36
7	40·4	—	23 38 *
8	8·8	—	5 27
8	34·5	+	20 19 * Jesle v Raku;
8	45·9	+	12 12
12	4·9	—	19 6
12	34·2	—	26 12 *
13	8·0	+	18 42 *
13	37·5	+	28 53 *
14	0·9	+	29 0
14	24·3	—	5 21
15	13·5	+	2 27 *
16	11·1	—	22 44 *
16	17·5	—	26 17 *
16	26·9	—	12 50
16	38·2	+	36 39 *
16	42·0	—	1 45 *
16	51·8	—	3 56 *
16	56·4	—	26 7 *
17	13·3	—	18 26 *



rektascence :		deklinace :	
17	14.1	+	43 15 *
17	17.7	—	17 43
17	32.3	—	3 11 *
17	51.0	—	19 0 *
17	57.7	—	24 21 * a mlhovina;
18	12.6	—	18 28 *
18	13.2	—	13 50 *
18	18.3	—	24 56 *
18	30.3	—	23 58 *
18	45.8	—	6 24 *
<hr/>			
19	12.7	+	30 0 *
19	38.5	+	39 58
19	49.3	+	18 32 *
20	0.2	—	22 12 *
20	7.8	+	26 12
20	29.3	+	7 4
20	30.3	+	27 58
20	47.9	—	12 55 *
21	7.6	+	45 16
21	25.1	+	11 44 *
<hr/>			
21	28.2	—	1 16 *
21	28.6	+	47 59 *
21	34.7	—	23 38 *
22	1.3	+	46 0
22	11.3	+	49 23
23	19.8	+	61 3 *
23	52.0	+	56 10 *

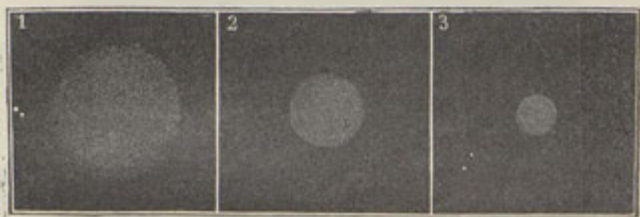
Souřadnice se vztahují na r. 1900. Skupiny Messierovy jsou označeny hvězdičkou.

I u hvězdokup i u mlhovin vyskytují se nejrozmanitější stupně velikosti a světlosti; nalézáme předměty neozbrojeným okem viditelné a předměty, jež ukazují jen nejmocnější bledidla. Celkem rozeznáváme pravidelně a nepravidelně utvářené mlhoviny; do první třídy řadíme mlhoviny planetární, podobné vnějším tvarem planetám, jež ukazují více méně ostře omezené kulaté neb oválné kotouče průměru málo minut neb sekund a svítí většinou stejnoměrným jasným světlem modravým; obrazec 237. ukazuje několik mlhovin planetárních tvaru kulového. Dále čítáme do třídy té hvězdové mlhoviny neb mlhové hvězdy (Sternnebel oder Nebelsterne),

pak mlhoviny prstencovité, kruhové (Ringnebel) a mlhoviny spirální.

Z mlhovin planetárních jmenujeme: velkou světlou mlhovinu GC 2343 = M 97,  $\alpha = 11^h 8^m$ ,  $\delta = +55^\circ 40'$  jiho-východně od  $\beta$  Ursae majoris, průměru  $3'$ ; mlhovina ta jest kulatá, ne však všude ostře ohraničena.<sup>1)</sup>

Obdivuhodnou jest planetární mlhovina GC 4628  $\alpha = 20^h 58^m$ ,  $\delta = -11^\circ 50'$  v souhvězdí Vodnáře (Aquarius), západně od  $\nu$  Aquarii. Mlhovina ta má tvar elliptického kotouče velmi jasného světla modravého. Velký reflektor Rosseův ukazoval mlhovinu s 2 protilehlými výběžky, jež tvoří dojem prstence objímajícího mlhovinu a ležícího téměř ve směru zornice naší. Vidmo mlhoviny vykazuje 3 světlé čáry.



Obr. 237. Mlhoviny planetární. 1. Mlhovina v souhvězdí Ryb (838<sup>H</sup>); 2. ve Velkém Medvědu GC 2343; 3. v souhvězdí Andromedy (2241<sup>H</sup>).

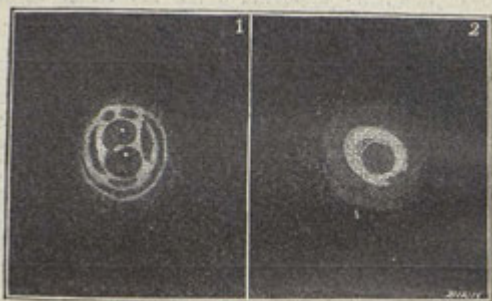
Zvláštní jest světlá planetární mlhovina GC 4390,  $\alpha = 18^h 6^m$ ,  $\delta = 6^\circ 49'$  zářící modravým světlem, již objevil Struve v souhvězdí Ophiucha. Mlhovina ta má hmotu ovalní na okrajích neurčitě omezenou s jasnějším středem a jeví se při zběžném pohledu jako Saturn za střední polohy prstenců. Vidmo mlhoviny vykazuje rovněž tři světlé čáry.

Upotřebením mocnějšího hledidla mění se podstatně vzhled mlhovin planetárních. Planetární mlhovina Velkého Medvěda, jejíž světlo jest tak rovnoměrně rozděleno ve výkresu J. Herschela (viz obr. 237.—2.), jeví docela jiný vzhled ve velkém teleskopu Rosseově. Kotouč se tu změnil v složitý kruh se slabým mlhovým obalem a ve středu mlhoviny jsou dva body mající vzhled hvězd (viz obr. 238.—1.).

<sup>1)</sup> Mezi mlhovinou tou a  $\beta$  Ursae maj. nalézá se také velká jasná mlhovina podlouhlá GC 2318,  $\alpha = 11^h 4^m$ ,  $\delta = +56^\circ 19'$ .

Jiný příklad změny vzhledu mlhoviny při upotřebení mocnějšího hledidla podává planetární mlhovina poblíže hvězdy  $\alpha$  Andromedae. Ve výkresu Herschelově jest mlhovina tvaru přesně kruhovitého, ve výkresu lorda Rosse má mlhovina tvar světelného prstence. Prstenec ten, složený ze stkvělých bodů nejspíše hvězdných, jest obalen slabším mlhovým prstenem (viz obr. 238.—2.).

E. v. Gothard, jenž fotografoval spektra planetárních mlhovin pomocí 10palcového hranolu, jež před objektiv 10 $\frac{1}{4}$ palcového reflektoru upevnil, dospěl k těmto výsledkům: Vidma mlhovin planetárních jsou si typicky zcela podobná.



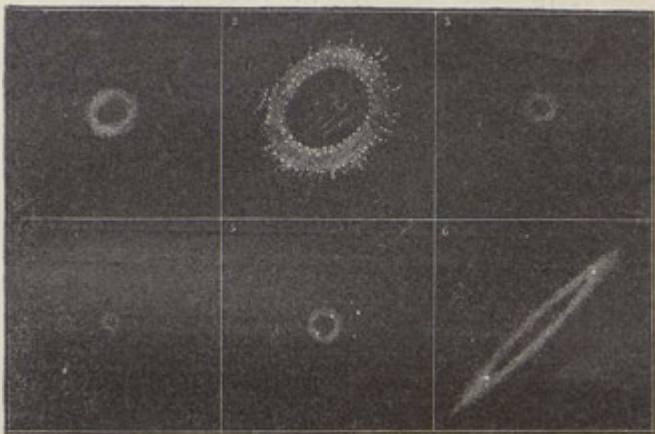
Obr. 238. 1. Mlhovina ve Velkém Medvědu, 2. v Andromedě dle Rossa.

V každém vidmu vystupuje vodík třemi aneb i více světlými čarami. Mimo čáry vodíkové byla dokázána ve všech přítomnost dvou čar mlhovin délky vln  $\lambda = 500\cdot6$  a  $386\cdot7 \mu\mu$ , třetí čára  $\lambda = 372\cdot7$  se vyskytovala ve většině mlhovin planetárních, čtvrtá čára  $\lambda = 464 - 470 \mu\mu$  se jevila zřídka.

Čára  $\lambda = 372\cdot7$ , jež jest ve velikých, nepravidelných mlhovinách vždy velmi intenzivní, jeví se u mlhovin planetárních velmi slabou. V každém vidmu mlhovin planetárních lze poznati též spojitě vidmo, příslušící jádru aneb centralnímu zhuštění.

Obdivuhodnými útvary jsou mlhoviny prstencové, kruhové (Ringnebel). K nejzajímavějším patří mlhovina v Lyře mezi  $\beta$  a  $\gamma$  Lyrae:  $\alpha = 18^h 49^m$ ,  $\delta = 32^\circ 53'$ . Zdanlivá velikost její se rovná téměř kotouči Jupiterovu. Již menší hledidla ukazují mlhovinu ve tvaru malého eliptického prstence s osami v poměru 5 : 4. Ve větších hledidlech

se jeví vnitřek prstence slabě osvětlený. Rosse a Chacornac rozložili mlhovinu ve veliký počet světelných bodů. Rovnoběžné čáry vyplňují ve výkresu Rosse-ově vnitřek a zevnější okraj jest zdoben trásněmi. (viz obr. 239.—2.) Zajímavou mlhovinu tu kreslili a studovali mimo jiné d'Arrest, Lassell, Trouvelot a Holden. Vidmo mlhoviny jest vidmo plynů. Na fotografiích byl nalezen téměř uprostřed elliptického prstence světlý bod tvaru hvězdovitého, jenž byl později také v nej-



Obr. 239. Mlhoviny prstencové. 1. v (Lyfe 57 *M*, 2023 *H*), dle J. Herschela; 2. v Lyfe dle Rosse; 3. v Labuti (2072 *H*); 4. v Ophiuchu (2686 *H*); 5. v Štiru (3680 *H*); 6. v sousedství  $\gamma$  Andromedae (218 *H*).

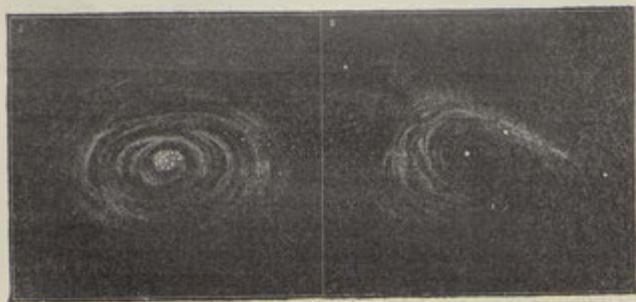
mocnějších hledidlech poznán. Podobné mlhoviny prstencovité (kruhové) nalézají se v souhvězdí Labutě, Hadonoše a j. Obr. 239. ukazuje dle výkresů J. Herschela další dvě mlhoviny kruhové. Jedna (číslo 3), mezi souhvězdími Labutě a Zajíce, jest tvaru oválního a má značnou podobnost s mlhovinou v Lyře. Druhá (číslo 4) jest kulatá a nalézá se v souhvězdí Ophiucha. Ovalní mlhovina číslo 5 ve Štiru ukazuje dvě hvězdy, jež se nalézají na koncích nejmenšího vnitřního průměru prstence. V prstencové mlhovině číslo 6 poblíže trojitné hvězdy  $\gamma$  Andromedy jest prstenec neobyčejně roztáhlý, na obou koncích velké osy jsou umístěny symmetricky dvě hvězdy. J. Herschel myslí, že má mlhovina tvar tenkého prstence

rovinného, velkého rozměru, na nějž hledíme šikmo. Dalekohled Rosseův rozpoznal tu 6 hvězd.



Obr. 240. Eliptická mlhovina prstencová severně od  $\eta$  Pegasi, dle Mitchella.

V krásné mlhovině (obr. 240.) tvaru dlouhotáhlé elipsy viděti jest ve směru velké osy elipsy úplně tmavý prostor.



Obr. 241. Spirální mlhoviny. 1. v souhvězdí Lva. 2. v souhvězdí Pegasa. Dle Rosse.

Silné zhuštění s hvězdným jádrem nalézá se blízko středu mlhoviny.

Počet mlhovin, při nichž jest podoba spirální zjištěna, vzrůstal mocností užívaných hledidel. Lord Rosse zaznamenal

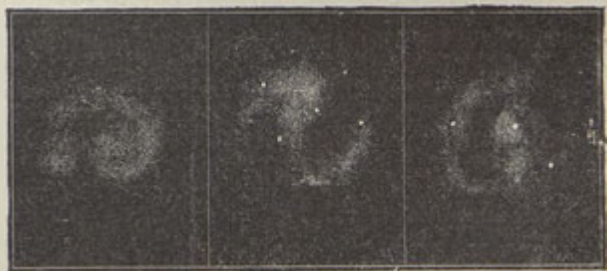


již r. 1861 čtyřicet až padesát mlhovin spirálních. Podáváme



Obr. 242. Spirální tvar eliptické mlhoviny prstencové v souhvězdí Lva dle lorda Rosse

tu několik vzorů těchto zvláštních předmětů. Obr. 241. ukazuje spirální mlhovinu v souhvězdí Lva a v souhvězdí



Obr. 243. Mlhoviny spirální.

Pegasa; závity se tu podobají tvaru eliptickému (ovalnímu). Obr. 242. ukazuje mlhovinu tvaru eliptického v sou-

hvězdí Lva, jak se jevila v teleskopu lorda Rossa. Centrální jádro jest obklopeno ovály podoby spirálního prstence, konce oválu rozšiřují se po obou stranách delší osy ve světlé pruhy. Obr. 243. demonstuje vzhled mlhovin spirálních ve velkém teleskopu Parsonstowském. Obraz viz přílohu podává výkres spirální mlhoviny v souhvězdí Trojúhelníka, jak jej pořídil Mitchell, když pozoroval mlhovinu tu velkým teleskopem Parsonstowským.



Obr. 244. Mlhovina v souhvězdí Chrtá, dle J. Herschela.

Obr. 244. jež první vykreslil J. Herschel, ukazuje ve středu rozdvojeného prstence velmi světlou mlhovinu kulovitou, pod prstencem rozprostírá se pak menší kulatá mlhovina. Celá tato mlhovina jevila v mocnějším hledidle lorda Rosse vzhled neobvykle podivuhodný, jak jej demonstuje obraz 245. Skvostné závitky nerovnoměrně světlé, poseté množstvím hvězd, vycházejíce ze středu mlhoviny spojují se ve stkvělý světlý proud, jenž ponenáhlu se ztrácí vytváří prsten-

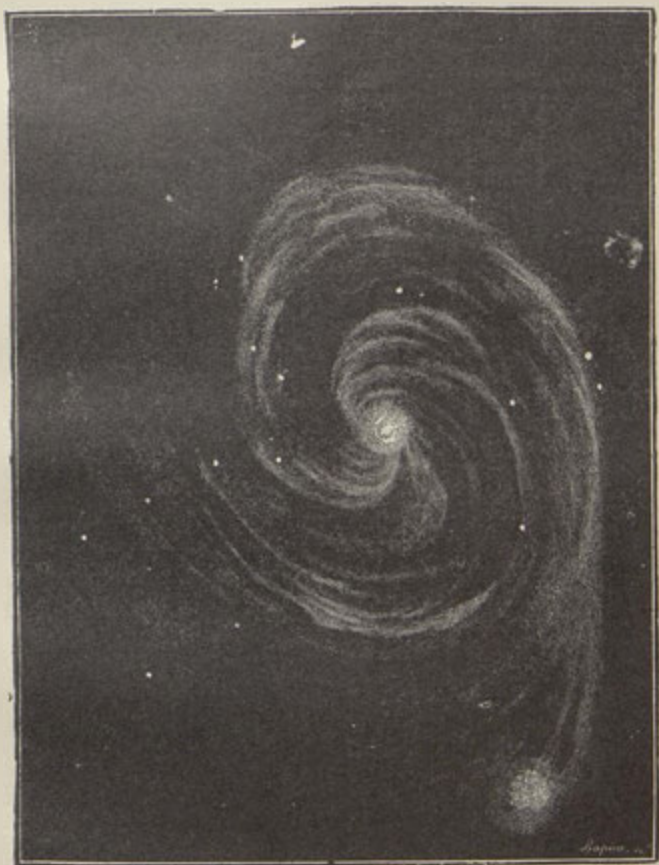
covou podobu mlhoviny; zevnější část proudu odchylující se od proudu hlavního, směřuje k malé kulovité mlhovině zevnější, jež se nezdála býti na výkresu Herschelově s prstencem spojenou a jež obklopující zevnější mlhovinu ponenáhlu mizí. Mlhovina zevnější jest dle pozorování J. Chacornaca taktéž spirální a obrysy její splývají se závitky mlhoviny hlavní.

Velké hmoty mlhové byly objeveny cestou fotografickou M. Wolfem v Heidelbergu v souhvězdí Labutě, Jednorozce a Orionu. Jsou tu jasné hvězdy vzájemně a s dráhou mléčnou spojeny mlhovými hmotami. Podobně objevil F. S. Archenhold cestou fotografickou severně od  $\xi$  Persei rozsáhlou mlhovinu, v jejímž středu scházela hmota. Již před více lety nalezl Barnard v krajině hvězdy Antares rozsáhlou, velmi neurčitou mlhovinu. Ve dnech 30. března



Spirální mlhovina v souhvězdí Trojúhelníka dle výkresu M. Mitchella.

a 19. dubna 1895 fotografoval Barnard krajinu tu a shledal velmi velikou význačnou mlhovinu. Mlhovina ta tvaru velmi



Obr. 245. Mlhovina v souhvězdí Chrtů v dalekohledu lorda Rosse.

složitého leží v rozsáhlé, hvězd prázdné krajině a jest spojena větví s hvězdou  $\sigma$  Scorpíi.

Seznam význačnějších mlhovin viditelných v našich šířkách jest: (\* označují se mlhoviny Messierovy).

1900			
Rektascense:		deklinace:	
0 <sup>h</sup>	37 <sup>m</sup> 2 <sup>s</sup>	+ 40 <sup>o</sup>	44' * mlhovina v Andromedě
0	37.2	+ 40	19 *
0	42.6	— 25	50
1	19.5	+ 9	1
1	26.3	— 7	23
1	28.2	+ 30	8 *
1	36.0	+ 51	4 podvojná mlhovina
2	34.1	+ 38	38
2	37.5	— 0	25 *
2	41.1	— 8	0
4	3.0	+ 30	31 mlhová hvězda
4	9.8	— 12	59
5	1.9	— 3	29
5	28.5	+ 21	57 * Crab-nebula
5	30.4	— 5	27 * Orion-nebula
5	30.5	— 4	54
5	30.6	— 5	20 *
5	31.1	— 1	16
7	23.3	+ 21	7
7	27.3	+ 65	55
7	37.3	— 14	30 planetární mlhovina
8	6.5	— 12	37 mlhová hvězda
9	26.5	+ 21	58 podvojná mlhovina
9	41.4	+ 72	45
9	47.3	+ 69	32 *
9	47.6	+ 70	10 *
9	55.2	+ 56	10
10	0.2	— 7	14
10	20.0	— 18	9 planetární mlhovina
10	32.0	— 27	1 podvojná mlhovina
10	38.8	+ 12	13 *
10	41.5	+ 12	21 *
10	42.4	+ 14	31
10	42.9	+ 13	8 podvojná mlhovina
10	49.9	+ 57	40 *
10	55.1	+ 14	27 *
11	5.4	+ 56	13
11	9.9	+ 55	33 * planetární mlhovina



Rektascense:		deklinace:		
11	12·6	+ 59	19	
11	15·1	+ 13	32 *	podvojná mlhovina
11	19·1	+ 11	53	
11	54·3	+ 51	32	
12	10·8	+ 13	41	
12	13·7	+ 14	57 *	
12	14·0	+ 47	52	
12	16·8	+ 5	1 *	
12	17·7	+ 16	22 *	
12	19·3	— 18	14	
12	20·0	+ 13	26 *	
12	20·3	+ 18	45 *	
12	21·5	+ 31	46	
12	23·4	+ 44	38	podvojná mlhovina
12	24·7	+ 8	33 *	
12	25·8	+ 42	14	podvojná mlhovina
12	26·9	+ 14	58 *	
12	29·0	+ 8	14	
12	31·4	+ 26	32	
12	34·8	— 11	5	
12	36·8	+ 41	42	podvojná mlhovina
12	37·4	+ 33	6	
12	38·6	+ 12	6	podvojná mlhovina
12	43·4	— 5	16	
12	46·2	+ 41	39 *	
12	51·8	+ 22	13 *	
13	6·3	+ 37	36	
13	11·3	+ 42	34 *	
13	12·7	— 26	19	
13	25·8	+ 47	45 *	spiralní mlhovina ve Psech honičích
13	31·4	— 29	22 *	
13	32·7	— 17	22	
14	35·1	+ 0	9	
16	40·2	+ 23	59	planetární mlhovina
17	23·2	— 23	40 *	prstencová mlhovina
17	56·3	— 23	2 *	trojnásobná mlhovina
17	57·7	— 24	21 *	
17	58·6	+ 66	38	planetární mlhovina
18	14·9	— 16	13 *	Omega nebula
18	22·5	+ 74	30	

Rektascense:		deklinace:		
18	49·8	+ 32	54 *	prstencová mlhovina v Lyře
19	6·1	+ 0	52	
19	38·3	— 14	23	planetární mlhovina
19	42·2	+ 50	17	planetární mlhovina
19	55·3	+ 22	26 *	Dumbbell nebula
20	12·4	+ 30	16	prstencová mlhovina v Labuti
20	17·9	+ 19	47	
20	41·5	+ 30	22	
20	58·7	— 11	45	planetární mlhovina
21	3·2	+ 41	50	planetární mlhovina
22	32·5	+ 33	54	
23	9·6	+ 3	59	podvojná mlhovina
23	21·1	+ 41	59	planetární mlhovina
23	34·7	— 12	50	

**Spektrum skupin hvězdních (hvězdokup),** povstalé položením spekter mnoha hvězd přes sebe, musí býti spojité a za příčinou slabosti hvězd, jež skupinu tvoří, velmi slabé. Spektrum pravých mlhovin skládá se však ze 4 světlyh čar, z nichž obyčejně jen tři jsou viditelny; při slabších předmětech bývá pak jen jedna světlá čára viditelná. Průměrné hodnoty délek vln čar jsou:  $500\cdot4\ \mu\mu$ ,  $495\cdot7$ ,  $486\cdot1\ (H_\beta)$ ,  $434\cdot1\ (H_\gamma)$ . Jasnost těchto čtyř čar jest velmi různá; nejjasnější čára, jež zůstává jediná viditelná i u slabších mlhovin, má délku vln  $500\cdot4\ \mu\mu$ ; druhé dvě čáry mění se u různých předmětů, a zdá se, že se občas také u téhož předmětu mění. Huggins, Vogel a j. dokázali, že čáry délky vln  $486\cdot1$  a  $434\cdot1\ \mu\mu$  jsou s čarami vodíku  $F\ (H_\beta)$  a  $H_\gamma$  totožny, nejjasnější pak čára délky vln  $500\cdot4\ \mu\mu$ , že splývá s jednou čarou dusíku — novější výzkumy to však vyvrátily; podstata čáry délky vln  $495\cdot7\ \mu\mu$  jest posud neznáma. Veškeré čáry jsou ostré, na obě strany dobře omezené. Vedle těchto čtyř charakteristických čar upozoroval Copeland r. 1888 ve spektru mlhoviny v Orionu ve žluté části spektra čáru délky vln  $587\cdot5\ \mu\mu$ , nejspíše totožnou s čarou  $D_3$  a čáru délky vln  $447\cdot7\ \mu\mu$ ; Taylor našel velmi slabou čáru délky vln  $470\cdot3\ \mu\mu$ . Vogel shledal ještě několik světlyh čar ve spektrech některých mlhovin. I v tomto směru obohatila fotografie spekter naše vědomosti. Huggins obdržel (1882) první fotografii

spektra mlhoviny v Orionu, r. 1888 pak zvláště zdařilé fotografie téže mlhoviny. V mlhovině tvoří čtyři hvězdy lichoběžník, odtud jméno těch čtyř hvězd Trapez; dle polohy štěrbin spektrů vzhledem k těmto hvězdám obdržel Huggins odchýlné fotografie spektra. Na fotografii spektra, kdy štěrbina procházela dvěma hvězdami Trapezu (spektra obou hvězd jevila se co dva jasné nepřetržité pruhy), vyskytly se vedle čáry  $373\text{ }\mu\mu$  (v ultrafialové části) 4 skupiny světlyh čar. Na fotografii, kdy štěrbina nebyla nařizena na hvězdy v Trapezu, zmizela čára  $373\text{ }\mu\mu$ , čímž se nasvědčuje, že se jeví pouze na blízku hvězd. Vůbec jest pravděpodobno, že jsou hvězdy v Trapezu fysicky a ne snad opticky (náhodou se promítajíce) spojeny s mlhovinou.

W. Campbell udává v Astr. Nachrichten č. 3205, že vidmo mlhoviny Orionové není stejné pro všechny části mlhoviny. Relativní světlosti tří hlavních čar kolísají v širokých mezích v různých místech mlhoviny. V bezprostřední blízkosti Trapezu, jsou světlosti čar ( $500\text{ }\mu\mu$ ,  $496$  a  $486$ ) v poměru  $4:1:1$ . Na místech průměrné hustoty jsou však první a třetí čára stejně světlé. Na více místech jižního a západního okraje mlhoviny jest čára třetí nejsvětlejší. Čára druhá jest však všude čtyřikráte slabší než první a ponejvíce také více méně slabší než třetí.

Fotografické snímky vidma, jež pořídili Campbell a Keeler, jeví poměrně veliký počet světlyh čar, mezi nimiž hlavně řadu světlyh čar vodíkových od  $H_\beta$  do  $H_{\infty}$ . Délky vln čar fotografovanych jsou:  $500\cdot7\text{ }\mu\mu$  (1. čára mlhovin),  $495\cdot9$  (2. čára mlhovin),  $486\cdot1$  ( $H_\beta$  velmi jasná),  $471\cdot6$  (jasná),  $466$  (jasná),  $447\cdot1$  (velmi jasná),  $438\cdot9$  (jasná),  $436\cdot5$  (jasná),  $434\cdot1$  ( $H_\gamma$ , nejjasnější čára),  $426\cdot5$  (velmi slabá),  $423$  (velmi slabá),  $414\cdot3$  (slabá),  $412\cdot1$  (slabá),  $410\cdot1$  ( $H_\delta$ , velmi jasná),  $406\cdot8$  (jasná),  $402\cdot6$  (jasná),  $397\cdot0$  ( $H_\epsilon$ , velmi jasná),  $388\cdot9$  ( $H_\zeta$ , jasná),  $386\cdot9$  (jasná),  $383\cdot6$  ( $H_\eta$ , jasná),  $381\cdot4$  (velmi slabá),  $380\cdot0$  ( $H_\theta$ , slabá),  $377\cdot0$  ( $H$ , slabá),  $374\cdot9$  ( $H_{\infty}$ , velmi slabá),  $372\cdot7$  (velmi jasná). Na orthochromatických deskách byly studovány krajiny vidma v části žluté a zelené, a shledány tu některé čáry světlé, hlavně čára  $587\cdot6\text{ }\mu\mu$  ( $D_2$ ).

Spektroskopická pozorování mlhovin jiných jevila ještě čáry  $656\cdot2\text{ }\mu\mu$  ( $H_\alpha$ ),  $575\cdot2$ ,  $541\cdot3$ ,  $531\cdot3$  a  $518\cdot2\text{ }\mu\mu$ .

Rozsáhlá vyšetřování videm mlhovin 36palcovým dalekohledem konal po více let na Lickově hvězdárně Keeler. Výsledek výzkumů byl přesné stanovení poloh obou hlavních

čar mlhovin:  $500.7 \mu\mu$  a  $495.9 \mu\mu$ . Vidmo mlhovin se světlými čarami poukazuje k tomu, že plyn světlo vyzařující má buď vysokou teplotu aneb se nalézá ve stavu vysokého elektrického výboje, pak že přibývá teploty i tlaku směrem k jádru. Pokusy spektroskopické, jimiž se měla poznati rotace mlhovin planetárních, nevedly k cíli. E. von Gothard v Hereny v Uhrách zkoumal taktéž vidma mlhovin a sledal, že vidma jich ponejvíce sestávají z čar vodíkových a z čar neznámé látky mlhovin. Ve velkých, nepravidelných mlhovinách jako v mlhovině Orionu a v mlhovině Dumbbell jest nejsilnější čarou vidma nejlomivější mlhová čára. Ve vidmech planetárních mlhovin jest čára ta velmi slabá nebo docela neviditelná. Z toho soudí Gothard, že planetární mlhoviny mají jiné složení chemické, jiný fyzikální stav.

Že ve spektru mlhovin není viděti jinak tak jasnou čaru vodíkovou C, a pouze jedinou čaru (dusíkovou?) vykládá Zöllner tím, že jasnosti čar spektrálních závisí na hustotě a tloušťce žhavé vrstvy plynové. Správnost náhledu toho dosvědčili experimentálně Huggins, Frankland a Lockyer.<sup>1)</sup>

U mnohých mlhovin spektra přetržitého pozorovalo se též slabé vidmo spojitě, tak na př. u mlhoviny v Orionu a několika mlhovin planetárních. Veškeré mlhoviny planetární mají však spektrum plynové; Pickering objevil spektroskopem přes 10 planetárních mlhovin, v nichž při obyčejném pozorování bez silného zvětšení není možno poznati mlhoviny.

Scheiner sestavil ve své Spectralanalyse der Gestirne všechny mlhoviny, v nichž byla plynová povaha dokázána. V seznamu tom přicházejí nejvíce mlhoviny planetární, pak mlhoviny v souhvězdí Orionu: GC 1179,  $\alpha = 5^h 28^m$ ,  $\delta = -5.5^0$  (velká mlhovina), GC 1180,  $\alpha = 5^h 28^m$ ,  $\delta = -4.9^0$  (mlhovina c Orionis); GC 1183,  $\alpha = 5^h 29^m$ ,  $\delta = -6.0^0$  (mlhovina t Orionis); dále GC 2197,  $\alpha = 10^h 40^m$ ,  $\delta = -58.9^0$  (mlhovina  $\eta$  Argus); GC 4302,  $\alpha = 17^h 21^m$ ,  $\delta = -23.6^0$  (mlhovina kulová); GC 4447,  $\alpha = 18^h 49^m$ ,  $\delta = +32.9^0$  (prstencová mlhovina v Lyře); GC 4532,  $\alpha = 19^h 54^m$ ,  $\delta = +22.4^0$  (Dumbbell nebula). Uvedené souřadnice platí pro rok 1870.

<sup>1)</sup> Bližší viz: J. Scheiner, Spectralanalyse der Gestirne pag. 250 et s.

O vzdálenostech a prostorové rozsáhlosti mlhovin víme velmi málo, rovněž tak o jich relativních vzdálenostech. I změny poloh se nedají s jistotou ani u skupin hvězd, ani u mlhovin dokázati. Totéž platí o pohybech uvnitř skupin hvězd neb o změnách uvnitř mlhovin. Fotografické snímky kulových hvězdokup, jež pořídil na stanici Arequipa professor Solon J. Bailey, dokázaly, že některé hvězdokupy mají neobyčejný počet hvězd měnlivých. Tak se příkladně zjistilo ve hvězdokupě souhvězdí Psů honicích Messier 3 = NGC 5272 ( $\alpha = 13^h 35^m 48^s$ ,  $\delta = 29^\circ 51'$  pro rok 1860) osmdesát sedm, ve hvězdokupě Messier 5 = NGC 5904 ( $\alpha = 15^h 11^m 28^s$ ,  $\delta = 2^\circ 35'7''$ ; pro rok 1860) čtyřicet šest hvězd měnlivých<sup>1)</sup>. Hvězdokupy takové zasluhují vším právem název hvězdokup měnlivých.

Máme za to, že jsou skupiny hvězd s nesčetnými svými hvězdičkami podobné útvaru jako system hvězd, jež můžeme s tisíci jednotlivými hvězdami a s mléčnou drahou; právě mlhoviny, jak je spektroskop rozeznává, jsou však nahromaděné hmoty plynové částečně za naším, částečně i v našem systemu hvězd. Nejspíše jsou rozměry nám nejbližších mlhovin ohromně veliké, překonávající v nejvíce případech rozlohu našeho slunečního systemu.

Domněnka, že vlastní mlhoviny (aspoň několik) se rozkládají uvnitř našeho hvězdného systemu, se stala v posledních letech velmi pravděpodobnou. Fotografii objevila se celá řada mlhovin, jichž fysická souvislost s hvězdami uvnitř a s hvězdami sousedními jest na první pohled jasnou; nemůže se tu mluvíti o nahodilém jich setkání. Sem patří mlhoviny v Plejadách, jež se jakoby přichytly k jednotlivým jasnějším hvězdám. Huggins dokázal z podobnosti spekter spojitost mezi mlhovinou v Orionu a hvězdami v Trapezu této mlhoviny. Scheiner shledal pak čaru objevenou Copelandem ve spektru mlhoviny v Orionu též ve spektrech všech jasnějších hvězd Orionu, patřících k I. třídě spektrální; čara ta se vyskytuje ve spektrech jiných hvězd velmi zřídka. Na základě tom utvořený úsudek o fysické souvislosti velmi vzdálených hvězd souhvězdí Oriona s mlhovinou samou se jaksi potvrdil fotografickými snímky mlhoviny stroji mocnými; na těchto snímcích viděti jest mlhovinu rozprostřenou tak daleko, jak to přímým pozorováním dokázati nelze.



<sup>1)</sup> Astron. Nachrichten č. 3321.



## X. Stavba nebes.

Vyličiti stavbu nebes lze pouze v povšechných rysech, jež však přece i při našem kusém věděni aspoň částečně vystihnou skutečný stav.

První důležitá otázka týká se rozdělení hvězd v prostoru. Abychom se něčeho dověděli o prostorovém rozdělení celé říše hvězdné aneb jednotlivých tříd hvězd, jsme nuceni opírat se o některé domněnky, jež byly odvozeny na základech skutečného pozorování: na světlostech, pohybech hvězd a jich polohách na nebeské sféře. Kdyby byla veškerá tělesa nebeská téže skutečné velikosti a stejné svítivosti, pak bychom mohli dobře odhadnouti dle zdánlivé velikosti jejich vzdálenosti. Poněvadž tomu tak není, činíme posudky o poměrech takových předpokládajíce, že různost v absolutních velikostech hvězd bude daleko menší než v jich velikostech zdánlivých. Takovéto úvahy tvořily základ náhledů prvních pozorovatelů.

Jako ze zdánlivého rozdělení hvězd soudíme o rozdělení hvězd v prostoru, podobně soudíme ze zdánlivých pohybů hvězd o jejich vzdálenostech.

Ještě Koperník považoval slunce za střed sféry všehomíra. Keplerovi tanula však již na mysli možnost, že slunce jest jen hvězdou mezi nesčetnými hvězdami jinými, jež vytvářejí vesmír. Dráhu mléčnou považoval Kepler za ohromný, hvězdami naplněný prsten, v jehož středu se asi naše slunce nalézá.

Kant podal theorii o soustavě hvězdné, jež jest nyní s malými změnami téměř všeobecně uznána. Kant poznav, že dráha mléčná vzniká soustředěním světla nesčetných hvězd malých, soudil, že se soustava hvězdná rozprostírá dále ve směru dráhy mléčné než ve směru jiném, že se hvězdy nalézají v poměrně tenké, ploché vrstvě, poblíže jejíhož středu se nalézá slunce naše. My díváme se pak na tuto vrstvu podoby čočky podél hrany a vidíme proto nesčetný počet hvězd ve směru dráhy mléčné, kdežto ve směru kolmém jich jen málo zříme. Tato tenká vrstva podobá se soustavě sluneční; i v této jsou planety rozděleny v poměrně ploché vrstvě. Kant soudil, že uvedená vrstva objímá ohromnou hmotu hvězd dráhy mléčné se všemi našim hledidlym přístupnými hvězdami; při tom nepokládal Kant,

že by tato ohromná soustava objímala celý hmotný vesmír. Podobné soustavy byly vytvořovány mlhovinami, jichž nesčetná slunce v dálkách nepřehledných dávají jen dojem slabých mračen. Náhled ten nabyl opory novějším poznáním, že většina pravidelných mlhovin jeví vidma spojitá poukazující k stellárnímu stavu členů.

Náhledy o uspořádání všehomíra a o dráze mléčné přijal Kant z knihy <sup>1)</sup> Th. Wrigtha z Durhamu. Soustava stálic tvoří tu u porovnání s průměrem dosti plochý terč a jeví se nám jako prstenec, poněvadž se nacházíme uprostřed. Kant předpokládal, že hvězdy obíhají kolem společného středu, tělesa to, jež hmotou předčí značně ostatní a tím uvádí všechny hvězdy v eliptické dráhy kolem sebe. Za střední těleso v soustavě hvězd, jež vytvářejí dráhu mléčnou, považoval Kant hvězdu Siria. Učení Kantovo, že soustava stálic tvoří vrstvu, v jejíž rovině se nalézá také soustava sluneční, byla také téměř současně neodvisle vyslovena J. H. Lambertem.

Dle Lamberta patří naše soustava sluneční se všemi hvězdami, jež ve všech směrech zříme a z nichž každý člen s planetami a kometami kolem něho obíhajícími opět novou soustavu sluneční tvoří, ke kulové hvězdokupě průměru asi 150 distancí Siriových; hvězdokupa ta chová tmavé těleso centrální. Naše mléčná dráha jest pak soustavou takovýchto hvězdokup a má tvar terče poměrně malé tloušťky, v průměru však asi 15.000 distancí Siriových. Takovýchto drah mléčných jest počet nesčetný, všechny dohromady tvoří opět soustavu vyššího řádu. Takovýchto soustav vyšších stává mnoho, jež opět nové soustavy tvoří; my nejsme ovšem již s to soustavy takové pochopiti. Všecky soustavy nižší i nejvyšší řídí všeobecný zákon tíže. Tuto duchaplnou koncepci stavby všehomíra musíme však zamítnouti, poněvadž nestává žádných známek o jsoucnosti velkých, tmavých těles centrálních.

W. Herschel byl první, jenž zkoumal stavbu hvězdné soustavy na základě dlouhé řady pozorování.

W. Herschel zkoumal dráhu mléčnou pozorováním a sečítáním hvězd a dospěl k úsudku, že světelný pás sám jest sídlem sil, tvořících kupy, že hvězdy dráhy mléčné

<sup>1)</sup> Theory of the Universe. London 1750. Kniha nyní velmi vzácná.

jsou si vzájemně bližší než ostatní hvězdy nebe, že tvoří soustavu pro sebe, že převládající hmota některých hvězd gravitací seskupuje hvězdy sousední. Malé hvězdy se promítají na svítící pozadí nebeské, jež nadarmo se snažil W. Herschel rozlišiti. V této svítící hmotě hledal Herschel material k tvorbě hvězdíček se tu nalézajících. Když pronikl pak jinde hledidly svými až k temnému nebi, pozoroval Herschel, že se tu hmota mlhová již seskupila ve hvězdy; hvězdokupy na okrajích temných krajin dokazovaly, že vznikly z mlhových hmot, jež se stáhly z míst temných. Dle Herschela se skládá dráha mléčná z mračnovitých usazenin malých hvězdíček.

Syn John Herschel určil, upotřebiv metody odhadů, i pro jižní nebe přesnější podobu dráhy mléčné, jež jest dle něho nahromadění kosmických mračen, jichž tvar prstencový není úplně symmetrickým. Soustava sluneční stojí poněkud severně od roviny svitu a blíží se k jižním částem, jež proto světleji a zřetelněji se jeví.

Herschel podnikl jednoduché sčítání všech hvězd viditelných v mocném (18palcovém) dalekohledu v určité části nebe. Dalekohled Herschelův měl zvětšení 160násobné a zorné pole průměru  $\frac{1}{4}$  stupně. Každé sečtení obsahovalo veškerý hvězdy viditelné v prostoru rovném asi  $\frac{1}{4}$  plochy měsíční. Herschel předpokládal nejprve rovnoměrné rozdělení hvězd v celém prostoru zorného kužele, z počtu hvězd v určitém poli zorném soudil pak na relativní vzdálenost předmětů. Zorný kužel, jehož vrchol v ohnisku dalekohledu a jehož základna leží v nejzazší vzdálenosti, již dalekohled dosáhnouti může, má krychlový obsah úměrný krychli vzdálenosti, do které sáhá. Proniká-li kužel dvakrát tak daleko, bude mít obsah 8krát větší a bude dle předpokladu Herschelova obsahovati proto 8krát více hvězd. Když Herschel shledal v určité krajině 8krát více hvězd než v jiné, pak soudil, že soustava hvězd ve směru krajiny té dvakrát tak daleko sáhá. Jest jasno, že nemohl Herschel sečísti veškerý hvězdy viditelné svým dalekohledem: proto se omezil na dlouhý pás táhnoucí se více než s polovice přes báň nebeskou kolmo na dráhu mléčnou. V pasu tom sečetl Herschel hvězdy ve 3400 polích. Ze srovnání obdržených průměrných hodnot jednotlivých polí shledal, že nejméně čttně přicházejí hvězdy v krajinách, jež jsou od mléčné dráhy nejvíce vzdáleny, a že hojnosti hvězd přibývá,

čím více se blíží k dráze mléčné. Tak obdržel Herschel pro 6 pásem připojený průměrný počet hvězd v zorném poli svého dalekohledu.

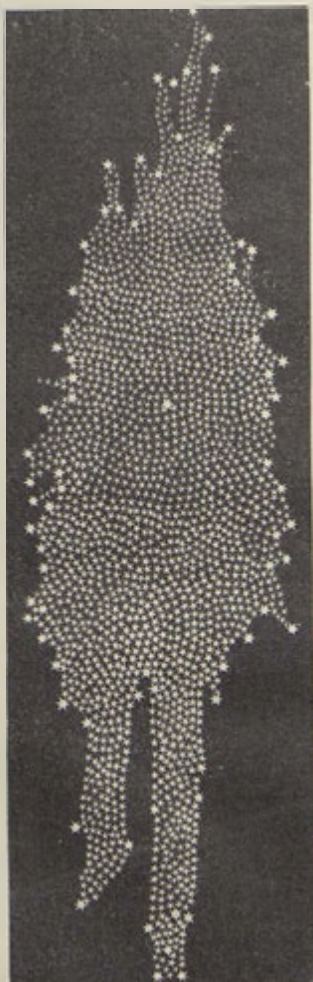
V pásmu	I. 90°—75°	od dráhy mléčné:	4 hvězdy,
"	II. 75 — 60	" " "	5 hvězd,
"	III. 60 — 45	" " "	8 "
"	IV. 45 — 30	" " "	14 "
"	V. 30 — 15	" " "	24 "
"	VI. 15 — 0	" " "	53 "

Týmž dalekohledem provedl při stejném zvětšení na druhé, jižní straně dráhy mléčné podobné sečtení hvězd syn John Herschel a obdržel pro

pásmo	průměrný počet hvězd v poli
I.	6
II.	7
III.	9
IV.	13
V.	26
VI.	59

Uvedená průměrná čísla nemohou ovšem podati přesného pojmu o mnohdy nerovnoměrném rozdělení hvězd v určitých krajinách nebe. Někde nezjevila se v poli ani jediná hvězda, jinde se jich vyskytlo několik set. V pásmu mléčné dráhy jest počet hvězd více než dvojnásobný než průměrný počet hvězd v pásmu VI. (15° po obou stranách dráhy mléčné). V mléčné dráze hromadí se vůbec hvězdy velmi hustě; někdy nemohl Herschel veškerý nejmenší hvězdičky jednotlivě uzříti; i mocnější hledidla ničeho v té příčině nepomohla. Jinde jsou naopak v mléčné dráze místa úplně bez hvězd (v Labuti, v Uhláku na jižním nebi), kdežto v bezprostředním sousedství jest neobyčejné množství hvězd.

Opíraje se o domněnku rovnoměrného rozdělení hvězd v prostoru soudil nejprve Herschel, že soustava hvězdná se rozprostírá pětikrát tak daleko ve směru dráhy mléčné než ve směru kolmém. Později změnil náhled ten ve způsobě, že stává druh obromné štěrbiny, jež se prostírá od kraje až asi do polovice soustavy (viz obr. 246). Štěrbina ta odpovídala by dělení dráhy mléčné, jež počíná v souhvězdí Labutě a procházejíc souhvězdím Orla, Hada, Štíra sáhá daleko na jižní polokouli.



Obr. 246. Uspořádání soustavy hvězdné dle W. Herschela.

Soudě o vzdálenosti dle uspořádání a zdánlivé velikosti hvězd odhadl Herschel průměrnou tloušťku hvězdné vrstvy na 155, průměr pak na 850 jednotek; za jednotku byla volena průměrná vzdálenost hvězdy velikosti první, vzdálenost, již světlo proběhne v 16 letech (vzdálenost Sirova). Aby světlo stihlo od jednoho konce soustavy k druhému, potřebovalo by asi 14.000 roků a asi 7000 roků, aby k nám dospělo od nejzazší meze soustavy.

Při předpokladu, že jsou hvězdy v průměru všechny stejně velké a stejné svítivosti, že se nám jeví ne stejně velikými jen za příčinou jich různé vzdálenosti, že však mezi sebou mají v průměru všechny přibližně stejnou vzdálenost, obdržíme, jsou-li hvězdy rovnoměrně v prostoru rozděleny, počet hvězd nalézajících se uvnitř kulových prostorů úměrný obsahům prostorů těch, tedy úměrný krychlím (třetím mocninám) poloměrů kulových prostorů. Jsou tedy opáčně poloměry kulových prostorů úměrny třetímu kořenu z odhadovaného počtu hvězd. Dle pravidla toho plyne na příklad pro rozsah hvězdného nebe až ku hvězdám velikosti 8·9 veličina 20 vzdálenosti Sirových.

Při úplně stejnoměr-



ném rozdělení podává připojený přehled rozsah vzdálenosti a počet hvězd.

Hvězdy velikosti	sáhají od	až ku	v počtu
1·0—1·9	$r = -$	$r = 1·0$	7
2·0—2·9	$r = 1·0$	$r = 1·5$	24
3·0—3·9	$r = 1·5$	$r = 2·4$	86
4·0—4·9	$r = 2·4$	$r = 3·6$	314
5·0—5·9	$r = 3·6$	$r = 5·6$	1140
6·0—6·9	$r = 5·6$	$r = 8·6$	4150
7·0—7·9	$r = 8·6$	$r = 13·2$	15097
8·0—8·9	$r = 13·2$	$r = 20·4$	54920

Srovnáme-li čísla ta s čísly obdrženími skutečným sečítáním, shledáváme dosti dobrou shodu v třídách vyšších na důkaz, že pro třídy ty platí přibližně stejné rozdělení v prostoru.

Pro vzdálenost hvězd 16. velikosti obdrželi bychom 504 vzdálenosti Siriovy.

Také z počtu hvězd viditelných v zorném poli dalekohledu se dá určití tvar hvězdokupy, v níž se nalézáme, a stanoviti postavení naše v této hvězdokupě při předpokladu, že jsou hvězdy až k nejzazším mezím rovnoměrně rozděleny. Mysleme si kužel, jehož vrchol leží v oku pozorovatele anebo ve středu slunce a jehož vrcholový úhel obnáší 90 stupňů. Více rovin nechť protíná kolmo na osu kužel ten. První rovina nechť leží v jednoduché Siriově vzdálenosti od vrcholu kužele, druhá ve dvojnásobné, třetí rovina v trojnásobné vzdálenosti Siriově atd. První rovina protne povrch kužele v kruhu, jehož poloměr se bude rovnati vzdálenosti Siriově. Na obvodu kruhu toho lze stanoviti 6 hvězd, jež mají stejnou od sebe vzdálenost Siriovu, těchto 6 hvězd spojeno s hvězdou uprostřed kruhu dá úhrnem 7 hvězd v rovině první. Rovina druhá protíná kužel v kruhu, jehož poloměr obnáší dvojnásobnou vzdálenost Siriovu, na obvodu kruhu toho bude tudíž 12 hvězd ve stejné od sebe vzdálenosti. Kolem středu kruhu toho lze však v téže rovině vésti ještě kruh soustředný v jednoduché vzdálenosti Siriově, kruh ten rovný kruhu roviny první bude míti na obvodu 6 hvězd stejné od sebe vzdálených. Celkem obdržíme takto pro rovinu druhou 19 stálic (12 + 6 + 1 hvězda ve středu). V rovině třetí lze vésti tři soustředné kruhy, poloměrů velikosti 1, 2, 3 vzdáleností Siriových: nejmenší kruh bude vykazovati

6, druhý 12 a největší kruh 18 hvězd, tedy třetí rovina bude obsahovati celkem 37 hvězd. Podobně bude rovina čtvrtá obsahovati 61, pátá 91, šestá 127 hvězd atd. Považujeme-li slunce ve vrcholu kužele taktéž za hvězdu, obdržíme v kuželovém prostoru až k prvnímu průseku hvězd 8, k druhému hvězd 27, k třetímu hvězd 64, k čtvrtému 125 atd. Čísla ta jsou krychle (třetí mocniny) čísel 2, 3, 4, 5 . . . Z rozboru našeho plyne tedy, že v kuželovém prostoru od vrcholu kužele až k  $n$ tému průseku se nalézají  $n^3$  hvězd, čítá-li se při tom i hvězda ve vrcholu.

Položme do osy našeho kužele dalekohled; pak přehlédneme jím na nebi také kruhový prostor; obvod kruhu toho spojený s okem pozorovatele vytváří menší kužel, jenž má s dřívějším kuzelem společný vrchol, touž osu a stejnou výšku. Obsahy (krychlové) obou kuželů jsou úměrný čtvercům poloměrů jich základních ploch. Poloměry ty jsou však dále úměrný tangentám úhlů, jež tvoří osa se stranami kuželů. Jsou tedy oba kužele úměrný čtvercům tangent úhlů při ose.

Applikujme nyní výsledek náš na příklad. Poloměr kruhového pole dalekohledu (20stopého reflektoru) W. Herschela obnášel  $7' 32''$ , čtverec tangenty úhlu toho obnáší 0·000004802. Poloměr základny kužele původního obnášel  $45^0$ , čtverec tangenty úhlu toho rovná se jednotce. Poměr původního kužele ke kuželi dalekohledu Herschelova se rovná 1 : 0·000004802. Prostory kuželové jsou však také úměrný počtu v nich se nalézajících hvězd, jež jsou stejně od sebe vzdáleny. V kuželi původním bylo takovýchto hvězd až k  $n$ tému průseku  $n^3$ ; viděl-li Herschel ve svém dalekohledném kuželi  $a$  hvězd, pak platí srovnalost, že  $n^3 : a = 1 : 0·000004802$ . Ze srovnalosti té plyne  $n^3 = 208244 a$ . Pro nejbohatší na hvězdy krajiny nalezl W. Herschel  $a = 588$ , z čehož plyne  $n = 497$ , čili slovy: nejvzdálenější hvězdy zkoumaného místa jsou vzdáleny 497 vzdáleností Siriových, k proběhnutí dráhy té potřebuje světlo téměř 8000 let. Pro krajiny nejchudší na hvězdy nalezl W. Herschel  $a = 3$ , z čehož plyne  $n = 85$ ; tu jest hranice již ve 85násobné vzdálenosti Siriově, doba světla obnáší jen 1300 roků.

Kdyby takovéto sčítání hvězd bylo po celém nebi provedeno, mohly by se pak vypočísti dle hořeního příslušné vzdálenosti nejzazších hvězd. Kdyby se dále vzdálenosti ty nanesly v určitém měřítku ve správných polohách kolem

bodu, kde se nalézáme a konce přímek se spojily, pak bychom obdrželi takto přibližný tvar naší soustavy hvězdné Obr. 246. označuje tvar ten dle W. Herschela. Tvar ten by se blížil skutečnosti, kdyby byl předpoklad správný, že ve všemmíru nepřicházejí nikde místní a dalekorozsáhlé shluky hvězd. W. Herschel, jenž v posledních letech života seznal, že shluky takové skutečně existují, pozměnil proto vícekrát tvar naší soustavy hvězdné.

Po Herschelu zabýval se studiem rozdělení hvězd W. Struve, jehož výzkumy, jež se hlavně opírají o počet hvězd různých velikostí v pásu  $15^0$  po obou stranách rovníku a o Herschelovy odhady, jsou složeny v jeho „Etudes stellaires“.

Struve pokládal světlost hvězd za měřítko pro relativní vzdálenost hvězd.

Jako Herschel myslil si i Struve vedenou řadu soustředěných sfér kolem slunce jako středu; po sobě sledující prostory mezi jednotlivými sferami odpovídaly pak hvězdám různých velikostí. Struve shledal, že čím vzdálenější jsou hvězdy, tím více se kupí v dráze mléčné anebo poblíže této. Pokud bčeme v úvahu jen hvězdy do velikosti 5., shledáváme, že tyto nepřicházejí hustěji v dráze mléčné než v jiných krajínách nebeských. Hvězdy velikosti 6. jsou však již častěji v dráze mléčné, ještě hustěji přicházejí hvězdy velikosti 7., 8. atd. Čím mocnější jest hledidlo, tím větší se jeví při něm nesrovnalost v rozdělení hvězd. Struve soudil z toho, že soustava hvězdná se skládá z jednotlivých vrstev hvězdných různé hustoty, vrstvy ty jsou rovnoběžny s dráhou mléčnou. Ve vrstvě střední (hlavní), jež se rozkládá jako dlouhý, úzký pás hvězd, přicházejí hvězdy nejhustěji. Blíže středu této vrstvy hvězdné nalézá se naše slunce. Vystupujeme-li z vrstvy střední kolmo (na obě strany), pak shledáme, že ubývá stále počtu hvězd; určité hranice však nikdy nedostihneme. Struve volil za jednotku nejzazší mez, již Herschel svým 20stopým dalekohledem dostihl a obdržel pro jednotlivé vzdálenosti od hlavní roviny hustotu hvězd a průměrnou vzdálenost mezi sousedními hvězdami, jak to ukazuje připojený přehled.

Vzdálenost od roviny hlavní	Hustota	Průměrná vzdálenost mezi sousedními hvězdami
V rovině hlavní	1·000	1·00
0·05 od roviny hlavní	0·486	1·27
0·1     "     "     "	0·333	1·46
0·2     "     "     "	0·239	1·61
0·3     "     "     "	0·180	1·77
0·4     "     "     "	0·130	1·97
0·5     "     "     "	0·086	2·26
0·6     "     "     "	0·055	2·63
0·7     "     "     "	0·031	3·19
0·8     "     "     "	0·014	4·14
0·866   "     "     "	0·005	5·73

Tak jest hustota hvězd ve vzdálenosti 0·5 od dráhy mléčné jen 0·09 hustoty ve dráze mléčné a průměrná vzdálenost sousedících hvězd více než dvakrát tak veliká, jako ve středu roviny hlavní. Vyskytuje se otázka, mají-li uvedené číslce realní platnost, a tu se všim právem Struvemu vytýká, že odvodil jako Herschel rozdíly mezi zdánlivými velikostmi hvězd z jich rozdílných vzdáleností, že tudíž předpokládal pro všechny hvězdy stejnou absolutní světlost. Předpoklad takový by byl ovšem dovolen v případě, že by byly hvězdy stejnoměrně rozděleny; není však přípustný pro nestejnoměrné rozdělení hmot hvězd.

Gould, jenž spojil svá vlastní sečtení hvězd do velikosti 7. od 10<sup>0</sup> severní deklinace až k jižnímu polu s udáním Heise a „Bonner Durchmusterung“, dospěl k velmi zajímavým výsledkům o zdánlivém rozdělení hvězd jasnějších, o poloze naší soustavy sluneční v soustavě hvězdné a o přibývání a poměru světlosti počtu hvězd pro jednotlivé třídy velikosti. Výzkumy Gouldovy jsou shrnuty v těchto větách: „Světlé hvězdy tvoří na nebi pás, jehož střední čára se blíží největšímu kruhu, jenž jest asi 19<sup>0</sup> nakloněn ke dráze mléčné, protínaje ji v souhvězdí Cassiopejae a Jižního Kříže. Hvězdy jasnější než 4. velikosti se seskupují více symmetricky vzhledem k uvedené střední čáře než ke dráze mléčné. Čím menší jest vzdálenost hvězd těch od čáry střední, tím hojněji se vyskytují v každé krajině nebeské. Počtu slabých hvězd přibývá ke dráze mléčné tím rychleji, čím více ubývá svě-

tlosti hvězd těch; pro hvězdy jasnější není však znáti přibývání počtu hvězd bližením se ke dráze mléčné.“ Gould má za to, že existuje poměrně malá, plochá, snad dvojitá hvězdokupa, skládající se as ze 400 hvězd velikosti první až sedmé; v této hvězdokupě leží excentricky, nedaleko dráhy mléčné, naše soustava sluneční. Gould, předpokládaje v prostoru rovnoměrné rozdělení hvězd, jež mají tutéž absolutní velikost aneb svítivost, odvodil pro rozdělení hvězd dle jednotlivých tříd také přibližný výraz matematický<sup>1)</sup>. Gould studoval dále, opíraje se o Heisova pozorování severního nebe, dráhu mléčnou. Studium to vedlo k výsledku, že stává více prstenů dráhy mléčné, jež jsou částečně na sebe položeny.

Proctor zamítá veškery náhledy o uspořádání soustavy hvězdné, jež se opírají o předpoklad, že jsou hvězdy stejné skutečné světlosti a že jsou ve všech krajinách nebeských přibližně rovnoměrně rozděleny. Vždyť tvoří mnohé hvězdy, jež se zdají býti daleko od sebe vzdáleny, ve skutečnosti k sobě náležející soustavy, vykazující společný pohyb. Proctor má proto za to, že dráha mléčná jest nahromaděním takovýchto soustav a že nemá daleko té rozsáhlosti, jaké jí Herschel přikládal.

V novější době zabýval se Seeliger otázkou, zda jsou hvězdy přibližně rovnoměrně rozděleny. Předpokládáme-li, že jsou hvězdy 1. až 6. velikosti nahodile v prostoru rozděleny a že hvězdy 6. velikosti asi 163 roků světelných jsou od nás vzdáleny, nalezneme pro pravděpodobnou vzdálenost nejbližší stálice 7·9 roků světelných, tedy dosti souhlasně s určením Besselovým hvězd v Labuti a Širia, kdežto  $\alpha$  Centauri jest nám daleko bližší. Nicméně musíme odmítnouti náhled o rovnoměrném rozdělení hvězd; neboť se zhušťují hvězdy směrem k dráze mléčné a kupí se teprve hustě v této; četné hvězdokupy jsou utvořeny z malých, fysicky skutečně blízko sebe stojících hvězd. Naše slunce s nejbližším okolím hvězd uvedeno do vzdálenosti takové, aby skýtalo pohled jako skupina Plejad, by bylo viditelné jen v mocných hledidlech, ve vzdálenosti té by i hvězda lesku Širia klesla na velikost 11. Z toho plyne, že stojí

<sup>1)</sup> Počet všech hvězd do velikosti  $m$  té se rovná  $1\cdot007$  krátě  $(3\cdot912)^m$ .



slunce celkem osamoceno, kdežto ve hvězdokupách se jednotliví členové k sobě fysicky drží.

Newcomb podává o pravděpodobném uspořádání viditelného všehomíra tyto náhledy: Většina hvězd, jež vytvářejí soustavu hvězdnou, jest ve všech směrech rozdělena buď v rozsáhlé rovině anebo poblíže této. Rovinu tu určuje mléčná dráha. Velká většina hvězd, jež zříme dalekohledy, jest takto rozložena v prostoru tvaru přibližně kulatého a poměrně plochého terče; průměr terče daleko předstihuje jeho tloušťku. Náhled ten byl již Kantovi zřejmým, stvrzen byv Herschelem a Struvem tvoří základ, o nějž se opírá stavba nebe badatelů nynějších. Prostor, jenž nejvíce hvězd chová, jest celkem omezen dvěma téměř rovnoběžnými rovinami, jež zastupují hoření a dolní plochu terče; vzdálenost rovin těch obnáší jen malý zlomek (snad méně než  $\frac{1}{8}$ ) jich rozsáhlosti v délce. Uvnitř prostoru toho nejsou hvězdy rovnoměrně rozděleny, nýbrž hromadí se v nepravidelné kupy a skupiny, mezi nimiž zbývá prázdný prostor. Počet hvězd v jednotlivých skupinách, pravých hvězdokupách, se páchí na 2 až více millionů; velké komplexy skládají se z menších skupin různých velikostí, jež se na sebe kupí ve způsobu hrozivých mračen letního dne. Naše slunce leží se svými planetami blízko středu prostoru vyličeného; proto vidíme stejný počet hvězd v protilehlých místech nebe. Všechny hvězdy viditelné okem prostým, počtem asi 6000, jsou dosti rovnoměrně rozloženy v prostoru až na výjimku lokálních skupin hvězdných, jichž členů co do počtu jest méně a značně jsou od sebe vzdáleny; za příklad slouží Plejady, kštice Bereniky a větší hvězdy některých konstellačí (Orion). Popsaný terč nepředstavuje přesný tvar soustavy hvězdné, nýbrž naznačuje pouze meze nejhlavnější části této. Rozsáhlý úzký pás, kde jsou hvězdy nejhustěji, označujeme názvem: dráha mléčná neb rovina galaktická. Po obou stranách této roviny jsou hvězdy rovnoměrněji a ve větších od sebe vzdálenostech rozloženy, nesáhající nejspíše tak daleko jako rovina mléčná. Po obou stranách dráhy mléčné leží krajina mlhovin, v níž se nalézají málo nebo žádné hvězdy, za to však ve velkém počtu mlhoviny. Počtu mlhovin ubývá značně směrem k dráze mléčné; počtu hvězdokup za to směrem tím přibývá.

Naskýtá se otázka: snad jest mléčná dráha se vším, co objímá, jen jedním členem z četných jiných soustav daleko roztroušených. Snad tvoří nejvzdálenější mlhoviny nové dráhy

mléčné, nové soustavy hvězdné rozsahu podobného jako jest naše soustava hvězdná. Ačkoliv nelze úplně popřítí možnost stavu takového, nicméně mluví uspořádání hvězdokup a rozlišitelných mlhovin proti tomu. Vímef, že většina útvarů těch leží poblíže dráhy mléčné; kdyby útvary ty byly jiné soustavy drah mléčných, soustavy, jež by daleko za soustavou nás obklopující ležely, pak by musily býti rozděleny ve všech směrech přibližně stejné; pravděpodobnost, aby většina jich téměř v rovině ležela, byla by velmi malou. Jest nejpravděpodobnější, že útvary ty tvoří také část naší soustavy hvězdné. Snad leží roztroušeny poblíže aneb i mimo nejzazší meze, v nichž zřítí lze jednotlivé hvězdy, nikoliv však ve vzdálenostech tak velikých, aby se musily považovati za samostatné soustavy druhu a řádu naší soustavy hvězdné.

Různosti v náhledech o pravděpodobném uspořádání hvězd v prostoru vyplývají jednak z neznalosti absolutních velikostí aneb světlostí, jednak z neznalosti vzdálenosti hvězd. O vzdálenostech hvězd různých tříd (velikostí) dospěli jsme jen pravděpodobných výsledků. Zöllner dokázal z fotometrických srovnání, že by se nám slunce zjevilo stejně světlé jako hvězda 1. třídy Capella, kdyby bylo 236.000krát dále od země vzdáleno; v této vzdálenosti by obnášela roční parallaxa slunce  $0.86''$ ; Capella má však daleko menší parallaxu, čili jest daleko vzdálenější, slunce by tudíž ve vzdálenosti Capelly bylo daleko slabší, než hvězda ta, snad by mělo jen jasnost hvězdy 3. až 4. velikosti, tedy jasnost hvězdy střední velikosti (střední svítivosti). Ovšem jest mnoho daleko slabších hvězd nám blíže než velmi světlých hvězd. Jest jasno, že úsudky, jež se zakládají na průměrně stejné svítivosti hvězd, budou velmi nejisté. Poněvadž však pozorování nepodávají jiných základů, jsme nuceni se právě opírat o hypotese průměrně stejné svítivosti hvězd a stejnoměrného rozdělení hvězd v prostoru.

Zdánlivé světlosti hvězd ubývá se čtvercem vzdálenosti; můžeme tedy vypočísti aspoň přibližně průměr relativních vzdáleností a s ohledem na střední parallaxu hvězd 1. velikosti také i absolutní vzdálenosti jednotlivých tříd hvězd. Takto odvodil Gyldeň vzdálenosti jednotlivých tříd velikosti; podobně stanovil W. Struve vzdálenosti ty, předpokládaje stejné rozdělení hvězd. Připojený přehled podává výsledky obou badatelů.

Velikost	V z d á l e n o s t		
	relativní dle Struve	relativní dle Gyldéna	absolutní v millionech vzdá- lenosti slunečních
1	1·0	1·0	2·3
2	1·8	1·5	3·5
3	2·8	2·4	5·4
4	3·9	3·6	8·3
5	5·4	5·6	12·8
6	7·7	8·6	19·7
7	—	13·2	30·3
8	—	20·3	46·6

Jsou tedy hvězdy 1. velikosti od nás vzdáleny přes 2 milliony, hvězdy velikosti 8. asi 47 mill. poloměrů dráhy zemské. Světlo by potřebovalo u hvězd 8. velikosti přes 700 roků, než by k nám dostihlo.

Pro hvězdy slabší obdržíme již velmi nejistá čísla: lze však s pravděpodobností jakousi tvrditi, že nejslabší našim hledidlům přístupné hvězdy jsou v průměru asi 300kráté dále vzdáleny než hvězdy velikosti první.

Jsouce nuceni prostor světový považovati za neomezený ve všech směrech a ve všech končinách za vyplněný tělesy nebeskými, musíme také počet hvězd nebeských pokládati za nekonečně velký. Pak bychom však v každém směru musili stihnouti jednu aneb i více za sebou stojících hvězd, nebe by se jevilo ve všech svých bodech hvězdami úplně poseté a každý bod nebeský by byl jasností našeho slunce. Zkušenost svědčí však proti takovému stavu dokazující, že předpoklad nekonečně velkého počtu hvězd není přípustný. Oproti tomu dlužno však uvéstí, že intensity světla ubývá ve čtvercovém poměru se vzdáleností předmětů; hvězda uvedená do 10násobné své vzdálenosti by se jevila 100kráté slabší, uvedená do vzdálenosti 10.000násobné, dokonce 100millionkráté slabší. Mimo to dlužno za to míti, že veškeren prostor světový jest vyplněn jemnou látkou, aetherem zvanou, jež seslabuje světlo stálé, jež se prostředím aetheru rozprostírá. Následek seslabování světla jest, že světlo mnohých stálé nemůže k nám ani vniknouti anebo že vliv jeho

na náš zrak jest neznatelný.<sup>1)</sup> Proto odpadáva hoření námitka proti nekonečnému počtu hvězd.

Soustavou stabilní rozumí se soustava, při níž každá hvězda se pohybuje v dráze neměnitelné, při níž po každém oběhu hvězda se dostaví opět k svému východisku; soustava jako celek zachovává tentýž všeobecný tvar, rozsáhlost a uspořádání po dobu nesčetných dob oběhu. Aby soustava byla stabilní, jest především třeba, aby tu bylo veliké centrální těleso, jež ovládá mocnou svou hmotou veškery pohyby okolo něho obíhajících těles menších. Takové těleso centrální by ovšem nebylo nutné, kdyby se jevila pravidelnost pohybů v soustavě hvězdné. Ale ve skutečnosti případ ten se v soustavě hvězdné nevyskytuje. Nastává proto otázka, existují-li takováto ohromná centra attrakční, okolo nichž různé skupiny hvězdné obíhají, aneb existuje snad jediný střed, okolo něhož všechny hvězdy viditelného všehomíra se pohybují? Otázku tu musíme dle nynějšího stavu vědy zodpovědětí záporně. Neboť takováto tělesa centralní by musila býti větší a také jasnější než ostatní hvězdy. Náhled Lambertův, že existují snad takováto ohromná tělesa tmavá, jest pravdě málo podobný; vždyť ani mezi viditelnými hvězdami, ač se značně velikostí liší, nestává příkladu, aby jedna hvězda předčila ostatní podobně, jako na příklad slunce vyniká nad oběžnicemi svými.

V průměrném pohybu velikého počtu hvězd jeví se sice převládající pohyb ze souhvězdí Herculova, jenž se přičítá pohybu slunce směrem k této krajině všehomíra. Také jeví pohyby hvězd určitých krajín jisté pravidelnosti. Nicméně nespátňuje se v pohybech jednotlivých hvězd pravidelnost, jaká by se jeviti musila při pohybech hvězd v dráhách kruhových, v nichž se na příklad oběžnice soustavy sluneční pohybují. Rozmanitost a nepravidelnost vlastního pohybu hvězd vylučuje domněnku, jako by se hvězdy pohybovaly kolem některých společných těles centralních.

<sup>1)</sup> Olbers vypočetl pro případ, že by se odporem aethern zrušil jen jediný paprsek z 800 paprsků, jež by k nám vysílala hvězda v jednoduché vzdálenosti hvězdné (31 bil. km), že pak světlost hvězdy v 84násobné vzdálenosti hvězdné obnáší 0·9 jasnosti ve vzdálenosti jednoduché, v 554násobné vzdálenosti hvězdné pouze polovici, ve vzdálenosti 5500násobné již jen  $\frac{1}{1000}$  a ve vzdálenosti 10.000násobné dokonce již jen 300.000ci díl původní světlosti.

Nejpodivuhodnější příklad podávají hvězdy s velkým pohybem vlastním. Hvězdy takové řítí se takovou rychlostí, že je v běhu nemůže zadržeti přitažlivost všech hvězd známých, takže hvězdy ty musí viditelný vesmír proletěti do nedozírné dálky. Největší pohyb vlastní vykazuje hvězda Groombridge 1830. Hvězda ta má parallaxu asi  $0.1''$ , vlastní pohyb na nebeské sféře pak obnáší více než  $7''$ ; z čehož plyne, že roční pohyb hvězdy té obnáší nejméně 70 poloměrů dráhy zemské aneb více než 300 km za vteřinu.

Nejmocnějšími dalekohledy vidíme hvězdy, jichž počet se páčí na 80 millionů; připočteme-li k tomu počet hvězd, asi 20 millionů, jež jsou menší, než aby byly uzřeny nynějšími největšími hledidly, obdržíme celkový součet hvězd 100 millionů. Pripustíme-li, že hvězdy ty mají v průměru pětinasobnou hmotu slunce a dále že jsou rozestřeny v prostoru, jehož průměr světlo proběhne v 30.000 letech, pak obdržíme pro přitažlivost hmoty všech těles na těleso, jež z nekonečné vzdálenosti padá ke středu celé soustavy, rychlost 40 km za vteřinu. Opačně by těleso ze středu takovéto soustavy vyvržené rychlostí větší 40 km za vteřinu prošlo celou soustavou hvězdovou do nedozírna; a kdyby těleso nebylo právě ve středu soustavy, pak by dostačila ještě menší rychlost, aby těleso to soustavu opustilo. A tato vypočtená rychlost obnáší pouze jen osmý díl rychlosti hvězdy Groombridge 1830! Pro takovouto osminásobnou rychlost by byla tedy nutna 64násobná hmota přitažlivá! Kdyby tedy jmenovaná hvězda náležela naší soustavě hvězdné, pak by hmota a rozsáhlost soustavy té musila býti daleko větší, než jak ji naznačují přímá pozorování a astronomické výzkumy, anebo snad podléhá zmíněná hvězda jinému zákonu přitažlivosti!

Výsledek našeho rozboru jest tedy tento: „bud' jsou tělesa všehomíra těžší a četnější, než jak tomu učí teleskopické nazírání, anebo jest hvězda Groombridge 1830 hvězdou bloudící, jež se řítí ve své dráze svou rychlostí prostorem tak, že přitažlivost všech těles naší soustavy hvězdné ji zadržeti nemůže. Jisto jest, že hvězda nemůže býti ve svém běhu zadržena a také ne od své cesty odchýlena, dokud nepřekročí nejzazší mez, jíž dalekohled dosáhnouti může. K tomu potřebuje hvězda 2—3 milliony let. Zdali pak podlehne silám, o nichž věda nemá vědomostí, a opět



se vrátí k východisku, anebo zdali dále přímočaře poletí, nelze říci.

Jestliže rychlost 300 km za vteřinu skutečně překročuje míru, již přitažlivost všech těles soustavy hvězdné způsobiti může, pak hvězda již od počátku letěla přímočaře prostorem a z nedozírných dálek přišedši musí poprvé a naposled naši soustavu hvězdnou proběhnouti.

Avšak ani tmavá veliká centra, jak je Lambert stanovil, nemohou dodatí soustavě hvězdné stability a nemohou jmenovanou hvězdu uvéstí a udržeti v dráze pravidelné. Neboť by musily míti přibližně stejnou rychlost hvězdy, jež jsou od těžiště soustavy stejně vzdáleny; a atrakční střed dostatečně mocný, aby těleso, jež 300 km za vteřinu urazí, uvedl v dráhu pravidelnou, musil by tělesa s menší rychlostí strhnouti do své bezprostřední blízkosti a tak celou soustavu zrušiti.

Výsledek úvahy jest tedy, že vesmír, pokud hvězdy objímá, nemá podoby neměnitelné stálosti; hvězdy se pohybují v nepravidelných drahách, jež závisí na poloze hvězd sousedních a nejspíše se mění, jakmile tyto své polohy mění. Kdyby nebylo vůbec žádného pohybu mezi hvězdami, pak by všechny padaly ke společnému středu, a výsledek byl by všeobecný zánik. Pozorované pohyby hvězd právě stačí, aby odvrátily katastrofu takovou; pohyby ty udělají každé hvězdě přebytek síly, jež ji v celku chrání před srážkou se svým sousedem.

Padá-li některá hvězda k atrakčnímu centru, pak rychlost, již při pádu tom dosahuje, ho odnáší v jiném směru a těleso podléhá vlivu stále se měnících sil potud, pokud vesmír trvá v nynějším tvaru.

Moderní věda poukazuje ke konečnému trvání soustavy naší v nynější podobě a vede nás k době, kdy slunce a planety byly ještě žhavé hmoty plynové. Kdy to bylo, nelze s určitostí říci. Časový prostor ten se páčí na miliony let, ale nikoli na sta milionů let. Věda ukazuje k době, kdy ztratí svůj lesk i slunce i hvězdy, věda ukazuje ke konci světa.<sup>1)</sup> Dobu, kdy to nastane, nelze

<sup>1)</sup> Nostradamus předpověděl konec světa na rok, kdy velký pátek připadne na den sv. Jířího (23. dubna), nebo velikonoce na den sv. Marka (25. dubna). To bylo r. 1886 a bude opět r. 1943. Z toho nemusí však mítí nikdo strach.

vypočísti, nejspíše není tak daleká, aby soustava hvězdná mezi tím se zničila vzájemnou přitažlivostí svých částí.

Soustava hvězdná jest zařízena jen tak, aby byla chráněna před sřícením, pokud trvati má.

I v soustavě sluneční vyskytly by se poruchy pohybu ještě dříve, než by se mechanismus opotřebl, kdyby nevládlo neustálé vzájemné vyrovnávání sil, pod jejichž vlivem se členové soustavy pohybují.

Pramenem této statě, z něhož bylo velmi často a vydatně čerpáno, jest již častěji uvedená Newcombova astronomie populární.



## XI. Kosmogonie.

Všechny moderní kosmogonické úvahy opírají se o představu, že všichni členové naší soustavy planetární a ostatních soustav hvězdních mají společný původ a proto i stejné hmotné složení.

Chceme-li pochopiti stav a pochody světa přirozeného, musíme předpokládati na základě věčných, s hmotou daných zákonů postupný vývoj a stálý pokrok z nejjednodušších začátků také pro tělesa nebeská zrovna tak jako to činíme pro organický život na povrchu naší planety. Začátek pochodu vývoje se klade v okamžik, kdy nyní viditelný hmotný vesmír naplňoval prostor ve způsobě žhavých par; další vývoj se děl a děje v nepřetržitém pochodu a bude ukončen, až slunce a hvězdy se stanou tmavými a chladnými hmotami mrtvé látky.

Představa tato, proslulá pod názvem hypothesis nebularní, byla poprvé dekuktivně provedena a odůvodněna Kantem.

Tuto velkolepou koncepci jednotného mechanického vývoje soustavy světové pojal samostatně také Laplace, takže hypothesis vývoje světů se často nazývá hypothesisem Kant-Laplaceovou, ačkoliv náhledy obou badatelů se podstatně liší. Za podpору Laplaceovy hypothesisy se pokládaly pokusy Plateauovy, avšak při bližším ohledání věci se ukazuje, že síly v úvahu brané jsou při pokusech těch docela jiné než při domněnce Laplaceově.

Pokus kritického přehledu novějších kosmogonických teorií provedl C. Wolf v Paříži ve spise: „*Les hypothèses cosmogoniques*“. Paříž 1886. Ještě rozsáhlejší materiál chová článek F. K. Ginzela: „*Die Entstehung der Welt nach den Ansichten von Kant bis auf die Gegenwart*“ (Himmel & Erde. Ročník V. 1893). Náhledy druhu spekulativního národů starých, jako Řeků, Římanův a j. o původu světa patřice spíše do odboru filosofie než astronomie jsou uvedeny v I. části knihy H. Faye-a: „*Sur l'origine du monde; théories cosmogoniques des anciens et des modernes*. Paris 1885“ a ve spise: „*Lukas Franz. Die Grundbegriffe in den Kosmogonien der alten Völker*.“ Leipzig 1893. Kosmogonické hypotese Cartesia, Leibnitze, Whistona, Buffona, Franklina a j. jsou plodem spekulací a kombinací obrazotvornosti nepodávající výsledků přesných pozorování a jsou vyloučeny proto z následujícího přehledu.

Kant opíral svůj náhled o skutečný stav soustavy sluneční a o Newtonův všeobecný zákon gravitační. Kant usoudil z okolností, že 6 planet a 8 družic tehda známých v kruzích kolem slunce ve stejném směru, ve kterém se slunce kolem své osy otáčí, a téměř v téže rovině obíhá, že úkaz takový nemůže býti nahodilým, nýbrž že jest výsledkem určitých příčin, jež s počátku působily na všechny planety. Mezi planetami nestává žádného hmotného spojení, jímž by byly nuceny konati svůj pohyb ve směru všem společném. Kant proto považoval za nejjednodušší výklad předpokládati, že dříve jednou takovéto spojení existovalo, jež podmiňovalo pohyb planet ve stejném směru; že částice planet vyplňovaly dříve celý prostor, jež nyní zaujímají. Kant předpokládal, že veškerá hmota, z níž sestávají koule soustavy sluneční, veškeré planety a komety, od prvopočátku rozlišená ve svých základních elementech naplňovala veškeren prostor stavby světové, v němž nyní utvářená tělesa obíhají. V tomto chaosu nestávalo žádných pevných útvarů hmoty, neboť tvoření se jednotlivých hmot nastalo teprve později vzájemnou přitažlivostí částic původní hmoty. Různost rodů elementů hmoty byla příčinou, že chaos se počínal tvořiti v bodech částic více přitahujících. Takto vznikaly hustší části, jež kolem sebe shromažďovaly jemnou látku, jež vyplňovala mezery. Tím vzniklé větší skupiny přitahovaly k sobě skupiny menší a pochod ten trval tak dlouho, až na místo původní chaotické hmoty nastoupilo několik kulatých těles.

Zkoumáme-li výsledky této hypotézy s nynějším stavem vědy, shledáváme, že by veškerá takto utvářená tělesa byla přitahována ke společnému středu, že bychom neměli jako v soustavě sluneční určitého počtu těles, nýbrž jediné těleso, slunce, jež by bylo utvořeno spojením všech těles. Kantovi se nepodařil důkaz, kterým chtěl ukázati, jakým způsobem byly menší hmoty přivedeny k tomu, aby se otáčely v drahách kruhových kolem hmot větších. Pro nedostatek místa odkazujeme v té příčině čtenáře ke spisu Kantovu: „Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels etc. Von Immanuel Kant (1755)“, podotýkajice, že odvození Kantovy theorie není přesně matematické.

Také W. Herschel pojal novou myšlenku o vývoji světů. Herschel usoudil z pozorování mlhovin úsudek o ponenáhle proměně mlhovin ve hvězdy. Herschelovi se mnohá tělesa mlhová zdála býti složena z ohromných hmot par, jež se ponenáhlu zhušťují kolem jednotlivých středů, nejhustších to částí, až posléze se přemění ve hvězdu anebo skupinu hvězd. Při třídění četných mlhovin, jež objevil, shledal Herschel jednotlivé fáse takového postupu. I viděl veliké slabé mlhoviny roztáblé a neurčitě omezené, v nichž pochod zhuštění teprve počínal; dále viděl menší, jasnější předměty mlhové, jež tak dalece se zhustily, že vnitřní část hmoty počínala vytvářovati hvězdy; viděl mlhoviny již s hvězdovitým středem, viděl posléze skupiny hvězd, hvězdokupy, při nichž již zhušťování bylo úplně ukončeno. Spektrální rozbor plynové povahy pravých mlhovin potvrzuje náhled Herschelův, že během časů se všechny hmoty jednou zhustí ve hvězdy anebo skupiny hvězd.

Jako dříve Kant tak i Pierre Simon Laplace<sup>1)</sup> dospěl cestou deduktivní ku své slavné hypotéze. Laplace se

<sup>1)</sup> Laplace, Pierre Simon, Marquis de, nar. se 28. března 1749 v Beaumont en Auge v departementu Calvados, jevil již v útlém mládí neobyčejné vlohy, záhy poznal všechny vědy, nejvíce ho poutala však matematika. Na základě pojednání, jež již v letech 1766—69 v Turinských memoírech uveřejnil, stal se učitelem matematiky na vojenské škole ve svém rodišti; brzo potom byl examinátorem při král. sboru dělostřeleckém v Paříži; r. 1773 byl jmenován členem akademie. V první době revoluce byl s Lagrangem v komisi pro míry a váhy a professorem na école normale. R. 1799 stal se ministrem vnitra, pak členem a kancléřem senatu až do r. 1803, od kteréžto doby se úplně oddal vědám. Napoleon povýšil L.—a za hraběte, Ludvík XVIII. pak za pára a markýze. L. jest nejvíce vynikající

snazil dokázati, že se mohou útvary, jež soustava sluneční vykazuje, vysvětliti předpokladem, že prostor soustavy sluneční byl kdysi vyplněn žhavou hmotou par, z níž se vytvářely planety.

Laplace seznal, že podivuhodná shoda rotací a oběhů planet, malé sklony a výstřednosti drah oběžnic se nemohou přičítati pouhé náhodě; Laplace hledal proto pravděpodobnou příčinu úkazů těch v otáčející se, žhavé atmosféře sluneční, jež kdysi vyplňovala celý prostor, jež nyní planety zaujímají. Žhavá hmota se ponenáblu následkem vyzařování do světového prostoru ochlazovala a zhušťovala, tím však přibývala rychlost její rotace, až na zevnější hranici hmoty přitažlivost ze středu vycházející udržovala rovnováhu s centrifugální silou vzbuzenou rotací. Potom se počínaly zevnější části hmoty odlučovati jako otáčející se prstence, kdežto hmota vnitřní se dále zhušťovala, až opět na zevnější straně síla odstředivá se vyrovnávala se silou přitažlivou, načež se nový prstence počal odlučovati a tak to šlo dále. Slunce bylo pak na místě dřívější vše vyplňující atmosféry obkloповáno řadou soustředných otáčejících se prstenců žhavých par.

Při dalším ochlazování se hustší části tím více seskupovaly, prstence se měnil s částí v hmotu pevnou, s částí ve hmotu tvaru par: pevné částky převládaly. Při prstenci stejnorodém by se zhušťování dělo stejnoměrně podél celého

---

duch v astronomii fysické po Newtonovi. L. byl také velmi plodným spisovatelem. Souborné vydání spisů vyšlo v 7 svazcích po smrti na útraty veřejné v Paříži v letech 1843—48. Velké dílo „Mécanique céleste“ (v 5 dílech, I. a II. 1799, III. a IV. 1804, V. 1825), základní dílo moderní astronomie theoretické (fysické) tvoří jaksí pokračování a další provedení Newtonových Principiů chovající veškerý vědecký vymoženosti předešlých velkých astronomů a matematiků ve formě nejvýše zdokonalené. Opíraje se o analytickou mechaniku založenou hlavně Eulerem a Lagrangem řeší tu L. všechny problémy vyskytující se v theorii pohybů těles nebeských: pohyb nerušený, theorii perturbací (problem tří těles), tvar těles nebeských, theorii pracesse a nutace, theorii slapů, theorii refrakce, pak speciální theorie jednotlivých planet, měsíců a komet. V díle: „Exposition du système du monde“ (jež vyšlo od r. 1795 do r. 1835 v šesti vydáních), zvláštěm to díle populární astronomie, pojednává L. duchaplně bez upotřebení matematiky o celém oboru hvězdářství a vyvíjí na konci slavnou hypotézi nebularní. V oboru matematiky vynikají hlavně důležitá díla o počtu pravděpodobnosti: „Théorie analytique des probabilités“ (Paříž 1. vyd. 1812, 3. vyd. 1820) a „Essai philosophique sur les probabilités“ (Paříž 1814, 6. vyd. 1840). L. zemřel 5. března 1827.



obvodu a prstenec by se rozpadl v podobnou skupinu planet, jakou pozorujeme mezi Martem a Jupiterem. Celkem nebudou však jednotlivé části prstence stejně hustými, části hustší budou proto přitahovati poněkud části řidší; z prstence se stane těleso s hustým středem a mohutnou atmosférou žhavých par. Rotace tělesa se děje v stejném směru, v jakém se otáčel prstenec. Takto vzniklá planeta obalená žhavou atmosférou poskytuje, otáčeje se, v malém obraz svého původu, slunce. Podobným způsobem se mění atmosféry planet v prstence, jež opět v družice, satelity, se vytvářejí. U Saturna byl prstenec tak stejnoměrný, že se jeho části zhušťovaly bez dělení, proto vznikly prstence Saturnovy.

Jemnější a prchavé částky původní atmosféry sluneční, jež se nemohly slučovati v prstence a v planety, obíhají kolem slunce způsobující úkaz světla zvířetnickového, jež neklade znatelného odporu pohybu planet jednak pro neobyčejnou jemnost látky jednak i proto, že se pohybuje v téměř směru. Vlasatice považoval Laplace za malé mlhoviny, jež bloudí od jedné soustavy sluneční k druhé a vznikají zhuštěním hmoty mlhové, jež jest rozprostraněna v prostoru světovém. Přejde-li vlasatice taková z kteréhokoliv směru do sféry přitažlivosti slunce, pak bývá tímto uvedena ve dráhu všech možných sklonů a výstředností.

Dle této Laplace-ovy theorie jest slunce starší než planety; také plyne, že zevnější planety se dříve utvářily. Slabá stránka theorie Laplace-ovy spočívá v náhledu o tvorbě se prstenců. V okamžiku, kdy síla přitažlivá a odstředivá se vzájemně ruší, přestávají zevnější části hmoty ke slunci gravitovati a odlučují se od částí sousedních, jež se opět odlučují. Takto by nastávala neustálé odlučování se hmoty od částí zevnějších, na místě oddělených prstenců by vznikl plochý terč, skládající se z nesčetných souvislých prstenců.

Ačkoli se obyčejně spojuje v kosmogonii jméno Kantovo s jménem Laplace-ovým a mluví se tudíž o Kant-Laplace-ové hypotese mlhové, jest přece nepochybné, že z ideí Kantových mohou se uznati pouze základní předpoklady, že tudíž vědecká cena přísluší pouze hypotese Laplace-ově. Jak G. Eberhard ve spise „Die Kosmogonie von Kant (1893)“ dokázal, vedou důsledky, jež z Kantova předpokladu o roztroušené jemné hmotě plynou, k různým odporům proti mechanickým zákonům a jsou proto mechanicky nemožny. Nedá

se ovšem upříti, že by byl Kant, kdyby byl znal zákony mechanické theorie tepla, také dospěl k základu Laplace-ovy hypotese t. j. žhavé koule plynové. Eberhard dokázal dále mathematicky, že i Kantova idea, která se utvářely měsíce planet a prstence Saturnovy, jest pochybena. Pro kosmogonii jest tudíž jen několik hlavních myšlenek Kantových, hlavně pak poukaz k jednotnému původu soustavy sluneční ze společné hmoty, ceny trvalé. Pouze Laplace-ovy vývody, budou-li doplněny novějšími vědeckými vymoženostmi, dostačí k hlavním výkladům kosmogonickým.

Hlavně Helmholtz a Thomson dovodili, že, sledujeme-li na zpět pochody ochlazování v přírodě, stihneme k okamžiku, kdy planety byly zabaleny v ohnivě atmosféře sluneční, kdy byly oběžnice též ve stavu kapalném anebo plyném. Opáčná úloha, dokázati, že se původní hmota mlhová musí během časů zhustiti v soustavu báječné symetrie, jakou vykazuje naše soustava sluneční, v níž otáčející se planety kolem slunce a měsíce kolem svých planet v drahách téměř kruhových krouží, nebyla posud bezvadně rozřešena.

Musíme doznati, že náhledy Kantovy v otázce té jsou v mnohých směrech v odporu se stávajícími zákony mechaniky. I Laplace-ův výklad o vytváření se planet z ovzduší slunečního nepřesvědčuje matematika. Za podmínek, jež Laplace předpokládal, by se spíše souditi musilo, že se ovzduší sluneční zhustí v roj menších těles, planetoid, jež by vyplňovaly celý prostor, ježž nyní vyplňují planety. Také pohled na mlhoviny, z nichž jen málo ukazuje pravidelnost tvaru, nesvědčí o možnosti Laplace-ova výkladu, že by původní hmota zhuštěním se utvářila v tak souměrnou soustavu, jakou vykazuje soustava sluneční.

Ovšem poukazují nejvšeobecnější zákony přírodní k hypotese o původní hmotě mlhové. Hypothesa ta není ve sporu s žádným úkazem přírodním; jest téměř nutným výsledkem theorie, již vysvětlujeme zdroj a udržování světla slunečního dosavadními známými zákony přírodními.

Laplaceův náhled se v podstatě objasnil hlavně Helmholtzovými výzkumy zákona o zachování sil. Vesmír měl od prvopočátku určitou, velikost pro věčné časy se neměníci zásobu sil, jež se při utváření se soustavy sluneční většinou proměnila v teplo. Při předpokladu, že byla s počátku hustota původní mlhoviny u porovnání s nynější hustotou planet

a slunce nepatrnou, podává výpočet, že nyní existuje již jen 454tý díl původní mechanické síly, kdežto ostatek se proměnil v teplo, jež by stačilo k zahřátí vody stejné hmoty, jakou vykazují slunce a planety dohromady, na 28 millionů stupňů Cels. Ovšem že se teplo to celkem vyzářilo do prostoru světového. Slunce vyvozuje posavadní teplo neustálým zhušťováním, a tak dítí se bude po mnoho millionů let. Ostatní členové soustavy sluneční nedostoupili neobyčejně vysokých teplot, poněvadž přitažlivost hmot se zhušťujících byla menší. Země, menší planety a měsíc se mohly snáze ochlazovati a nabyly větší hustoty. Velké planety měly však větší teplotu, ochlazovaly se pomaleji jako slunce a vykazují proto menší hustoty. —

Velmi duchaplný náhled podává Newcomb. Náhled ten se dá takto vyjádřiti:

Veliké nepravidelné mlhoviny představují první stav hmoty. Přitažlivá síla způsobuje v mlhovinách těch útvary pravidelnější, přeměny v mlhoviny spirální a kruhové, zhušťováním na několika středech pak mlhoviny jádrové a hvězdy mlhové. Trvalá práce zhušťovací vyvozuje teplo, jež vede k proměně jádrovitých mlhovin ve stav tekutý. Takto vznikají h v ě z d y, tělesa z látek žhavě tekutých, jejich teplota jest tak vysokou, že nevcházejí ve vzájemná spojení chemická. Hvězdy bílé se nalézají ve stavu nejvyššího žáru, červené v žáru nejhladnějším jsouce v nejpozdějším stadiu vývoje. Vyzařováním tepla a ochlazováním povrchů hvězd vznikají chemické sloučeniny. Mlhoviny se soustřeďující skýtají zcela ve smyslu hypotese Laplace-ovy odloučené prstence, jež se buď udržují aneb se smršťují v trabynty. Jakmile pochod vývoje tak daleko postoupil, že nastalo ochlazení po celém povrchu hvězdy a že se počíná tvořiti pevná kůra, shasne pro nás hvězda aneb naskytují se jen občas výbuchy žhavých hmot (hvězdy nové). Těžší sloučeniny chemické se sestupují kolem středu hvězdy, lehčí zaujímají povrch a plyny rozprostírají se kolkolem ve způsobě obalu. Různé vztahy plynů atmosféry a pevných látek povrchu způsobují posléze prvé počátky proměn povrchu na hvězdě.

Nový kosmogonický náhled projevil matematik G. H. Darwin, opíraje se o své výzkumy o vlivu tření slapů. Jest velmi pravděpodobno, že se příliv a odliv neomezuje pouze na vodstvo povrchu zemského, nýbrž že se slapy tvoří také v částech vnitra zemského, jež jsou posud

ještě tekuté. Pokud těleso světové nebylo ještě pokryto tuhou korou, bylo působení slapů, vzbuzených přitažlivostí planet značné hmoty, zajisté daleko mohutnější. Darwin podrobil počtu slapy hmot hustě tekutých a tvárných (hmot viscosních, plastických, lepných). Z theorie plyne, že třením mohutných slapů, jež vznikají přitažlivostí některého tělesa na planetě tvárné (viscosní), rychlost rotace planety poněkud se umenšuje a rychlost v dráze zvětšuje. Pro soustavu: Země-Měsíc by bylo působení slapů takovéto: Kdyby se Země otáčela kolem své osy v době kratší, než obnáší doba oběhu Měsíce, pak by se musila doba rotace zemské vlivem slapů měsíčních zmenšovati a tím by se stalo, že by se Měsíc snažil vzdalovati se od Země. Den zemský by se stával delším, doby oběhu Měsíce pak by přibývalo; kdyby nastala rovnost obou dob, pak by Země i Měsíc se otáčely jako tuhá tělesa kolem společného těžiště a ukazovaly by si vzájemně touž stranu.

Podobně způsobuje planeta obíhající kolem slunce slapy na slunci, jichž tření zmenšuje rotaci slunce, čímž se stává, že se zvětšuje rychlost v dráze planety, že se planeta od slunce vzdaluje. Vliv slapů vzbuzených sluncem jest však u porovnání se slapy planet neobyčejně veliký.

Darwin dokázal, že by musily býti dřívější rotace planet daleko rychlejší, aby vliv slapů slunečních mohl způsobiti nynější vzdálenosti planet od slunce.

Toto jest ovšem velmi pravdě nepodobno; za to však účinkovaly slapy při vytváření se městů. Při planetové mlhovině se smršťující, a tudíž v poměru zhušťování rychleji se otáčející, mohou slapy sluneční zabrániti, aby se vytvořily měsíce. Silné slapy sluneční by změnily totiž rotaci planety tak, že by se nemohla dostaviti doba, v níž by byl stav rovnováhy planety vznikající překročen a hmoty od planety se odlučovaly. Tímto způsobem zavinily silné sluneční slapy, že se u planet Merkura a Venuše ne vytvořily žádné trabanty, kdežto Jupiter a Saturn podlehlý několikrát periodickým změnám rovnováhy, čímž vznikly řady satellitů. Země dostala nejspíše Měsíc již v pokročilejším stadiu vývoje, jak tomu nasvědčuje značná hmota Měsíce u porovnání s hmotou zemskou. Vlivem tření slapů mohou se snad také vysvětliti různé zvláštnosti, jež vykazují dráhy městů Martových, Jupiterových a Saturnových.

Při Jupiteru a Saturnu byla rotace planet vlivem slunečních slapů pro jejich velkou vzdálenost od slunce jen pomalu zmenšována. Malí trabantí pak nezpůsobovali téměř žádných slapů na planetách. Okolnost, že se trabantí za těchto poměrů mohli na takovou vzdálenost od hlavního tělesa vzdáliti, že vykazují daleko pomalejší dobu oběhu než obnáší rotace planet, svědčí o tom, že vznikli již záhy; soustava měsíců Jupiterových i Saturnových jest nejspíše daleko starší než měsíc náš. Při Martu působily slapy sluneční již význačněji. Měsíc Phobos, jenž nyní daleko rychleji kolem planety obíhá, než se planeta kolem své osy otáčí, způsobil pro nepatrnou hmotu jen nepatrné slapy a vzdaloval se původně od planety; když se pak doba oběhu vyrovnala době rotace planety, dosáhl vliv slapů slunečních převahy. Mars se otáčel pomaleji, měsíc se blížil ponenáhlu více planetě a dospěl posléze dráhy, v níž doba oběhu jest kratší než denní otáčení se planety kolem osy.

Proti této theorii slapů nečiní se žádných námitek pouze u soustavy Země-Měsíc. Uvedené výzkumy Darwinovy vedou k domněnce, že Země a Měsíc tvořily kdysi jediné těleso, jež se otáčelo větší rychlosti kolem osy než nyní Země. Na toto plastické těleso působily sluneční slapy tak, že nastalo odloučení menší části hmoty (Měsíce). V okamžiku odloučení byla doba oběhu Měsíce asi tak rychlá, jako otáčení se Země. Kdyby doba ta byla rychlejší, pak by dle zákonů dynamických musil Měsíc na Zemi se sřítiti. Původně mocné slapy měsíční zmenšovaly dobu rotace zemské, čímž se stalo, že se zase doba oběhu Měsíce zvětšovala. Výstřednost dráhy Měsíce rychle rostla, umeňšovala se však, jakmile doba oběhu Měsíce se rovnala asi poloviční době otáčení se Země. Pak opět výstřednost rostla. Podobným změnám podlehal též sklon dráhy měsíční. Původně se Měsíc pohyboval zcela v rovině dráhy zemské. Pak se měnil sklon dráhy měsíční. Během časů se Měsíc víc a více od Země vzdaloval a opět se částečně ku Zemi vracel. Dráha Měsíce podobala se dráze čáry spirální.

Ponenáhlu ubývalo změn v délce oběhu a v poloze dráhy měsíční zrovna tak, jako ubývalo změn délky dne zemského. Konečně se stal oběh měsíce 30krát delší než den zemský, Měsíc počal se obracet k Zemi touž stranou, čímž byl dosažen nynější stav; celá doba od vzniku Měsíce až k ny-



nějšímu stavu obnáší dle výpočtů Darwinových 54 miliony let.

Jiné hypotese o vzniku světů jsou tyto: Dle Crolla dostačí teplo vzbuzené při srážce dvou pevných těles, aby se obě tělesa proměnila v páry: při předpokladu, že rychlost při srážce obnáší 200 angl. mil. za vteřinu, vystačuje vzbuzené teplo na 50 millionů let. Připustíme-li tudíž možnost takovýchto kosmických srážek a rychlostí, pak můžeme za to mít, že naše slunce a původní mlhovina, z níž soustava sluneční se vytvářela, vznikly takovouto katastrofou. Také měsíce původ svůj mají ve srážkách, též mlhoviny takto vznikají. Srážkami se přivádějí již úplně vychladlé soustavy planetární k novému životu.

V novější době hájil hlavně Ritter možnost kosmických srážek a přikládá těmto velikou úlohu při utváření se mlhovin. Také K. Braun vykládá ve své „Kosmogonie vom Standpunkte christlicher Wissenschaft mit einer Theorie der Sonne (Münster 1889)“ vznik světa srážkami kosmickými.

Původně existovalo mnoho velikých mlhovin; přiblížily-li se některé mlhoviny již zhuštěné k sobě, pak rostla tak značně vzájemná přitažlivost, že mlhoviny se srazily. Takto vznikly dle Brauna mlhoviny spirální. Původní mlhovina naší soustavy doznala rovněž tak srážky s hmotami ze vzdálenosti 50 bill. km. Původně malá hmota slunce se takto opětovanými srážkami značně zvětšila; rotace slunce pak vznikla srážkou výstřednou (nikoli centralní). Rovníkové pásmo slunce obdrželo poslední příbytek hmoty mlhové ze světového prostoru a otáčí se proto následkem přebytku rychlosti rychleji nežli pásma polární. V otáčející se mlhovině sluneční utvořily se různé zhuštěné středy, nikoli prstence. Středy ty byly pětikrát dále vzdáleny nežli jsou nyní vzdáleny planety od slunce. Středy ty daly původ velkým planetám.

Z novějších náhledů o vzniku světů zasluhují zmínky:

Náhled Faye - ů v. Faye má za to, že svět vznikl z pralátky, jež jest totožnou s látkou nynějších mlhovin. Pramlhovina byla slabě svítivá, opatřena pohyby vírovými. Většina mlhovin spirálních a prstencových se utvářela nepravidelně a pouze tam, kde tvar mlhovin byl sferický, vystupovaly pravidelné prstence mlhovitě. Vírový pohyb podmínil rozmanitost hmot mlhovin. Z jedné takovéto mlhoviny vznikla naše soustava sluneční.

Největší obtíže klade nebularní hypotézi různé postavení os planet vzhledem ke drahám satellitů, hlavně pak pohyb měsíců Uranových a Neptunových, jenž jest opačného směru, než jaký celkem vykazuje otáčení se planet. Pohybují se měsíce Uranovy retrogradně a jich dráhy stojí téměř kolmo k ekliptice, také měsíc Neptunův pohybuje se zpětně, sklon dráhy obnáší  $145^{\circ}$ . Faye zavrhuje proto teorii Laplace-ovu a nahrazuje ji tímto výkladem. Planety Uran a Neptun se utvářely za jiných poměrů a daleko později než oběžnice mezi sluncem a Saturnem. Původně sáhalo centralní těleso soustavy sluneční až k Saturnu tvořící stejnorodou sférickou hmotu mlhovou, u níž rychlosti otočení ubývalo se vzdáleností od středu k okraji. Tu se odlučovaly mlhové prstence a smršťovaly se v planety s pohybem přímým. Také slunce se smršťovalo, nabývalo značné hustoty a hmoty. Tim byl však porušen posavadní zákon tíže a pozměnil se neřídě se přímo se vzdáleností od středu, nýbrž obráceně se čtvercem vzdálenosti. Dříve přibývalo rychlosti otočení směrem od středu, potom však ubývalo; tím se stalo, že směr později utvářených těles byl opačný směru planet dříve vzniklých. Planety od Merkura až k Saturnu vznikly tehdy, kdy ještě platil první zákon tíže; Uran a Neptun vznikly však teprve po zhuštění slunce, kdy počal platnosti nabývatí druhý zákon tíže; takto se vysvětluje zpětný pohyb Uranův a Neptunův.

Vznik družic vykládá Faye také tvořením se prstenců jako Laplace. Faye soudí však, že byly vzdálenosti družic od planet původně daleko větší než jsou nyní, že rovněž i vzdálenosti velkých planet od slunce byly větší.

Rozsah celé soustavy sluneční byl rovněž větší, a přiblížení členů soustavy ke středu nastupovalo během času spíše působením gravitace než působením ochlazování. Během přiblížování se soustavy nastupovalo smršťování se měsíců a měsíce dostaly se při odtržení se ve vzdálenosti od těles centralních, v nichž se nyní nalézají.

Jsme ještě posaváde nuceni přenechatí budoucnosti vysvětlení složitého problému vzniku a zániku světa na bezpečných základech ve světle moderních vymožeností.

Nepokládajice za účel a cíl teleskopického pozorování vyhledávání důkazů pro existenci života na jiných tělesech ponecháváme zájmu čtenářově zabývání se otázkou tou. Celkem mluví pravděpodobnost proti domněnce, že by znač-  
nější část těles nebeských byla vhodná k zdržování se organismů, jaké se na naší Zemi nalézají; počet těles, jež by podmínkami pro existenci bytostí civilisovaných (aspoň částečně) vyhovovala, jest asi pranepatrný. Vzhledem k obromě-  
různosti podmínek, jež ve všemmíru nejspíše se vyskytují, našli bychom snad pouze na velmi málo příznivějších místech všehomíra značnější vývin života.



# OBSAH.

Strana

## Hlava I.

I. Body a kruhy na nebeské kouli . . . . .	1
II. Běh slunce . . . . .	14
III. Podoby a běh měsíce . . . . .	23
IV. Souřadnice hvězd . . . . .	27
V. Časomíra . . . . .	29
VI. Praecesse bodů rovnodenních . . . . .	44
VII. Astrologie . . . . .	47
VIII. Letopočet a kalendář . . . . .	51
IX. Zatmění měsíce a slunce . . . . .	78
X. Refrakce a soumrak . . . . .	101

## Hlava II.

I. Světové systémy starověku . . . . .	107
II. Učení Hipparchovo . . . . .	110
III. System Ptolemaeův . . . . .	112
IV. Soustava Koperníkova . . . . .	120
V. Soustava Braheova . . . . .	126
VI. Kepler . . . . .	132
VII. Elementy drah oběžnic . . . . .	138
VIII. Stroje hvězdářské před vynalezením dalekohledu . . . . .	143
IX. Dalekohled . . . . .	152
X. Hvězdářské stroje měřické . . . . .	196
XI. Hvězdárny . . . . .	222
XII. Zeměpisné určování míst . . . . .	228
XIII. Parallaxa . . . . .	238
XIV. Parallaxa stálá . . . . .	257

## Hlava III.

I. Zákon Newtonův . . . . .	265
II. Hustota země . . . . .	275
III. Praecesse bodů rovnodenních . . . . .	278
IV. Slapy mořské . . . . .	281
V. Poruchy . . . . .	285
VI. Další metody k určení vzdálenosti slunce . . . . .	290
VII. Hmoty těles nebeských . . . . .	293

	Strana
VIII. Aberrace světla . . . . .	296
IX. Spektroskopie . . . . .	304
X. Fotometrie . . . . .	317

#### Hlava IV.

I. Slunce . . . . .	323
II. Soustava sluneční . . . . .	384
III. Merkur . . . . .	389
IV. Venuše . . . . .	397
V. Země . . . . .	409
VI. Měsíc . . . . .	434
VII. Mars . . . . .	466
VIII. Planetoidy . . . . .	485
IX. Jupiter . . . . .	495
X. Saturn . . . . .	507
XI. Uran . . . . .	528
XII. Neptun . . . . .	534
XIII. Světlo zvířetníkové . . . . .	542
XIV. Vlasatice . . . . .	547
XV. Létavice a meteory . . . . .	589

#### Hlava V.

I. Astrognosie . . . . .	616
II. Barvy hvězd . . . . .	643
III. Fotometrie hvězd . . . . .	645
IV. Spektra stálé . . . . .	651
V. Vlastní pohyb hvězd . . . . .	656
VI. Hvězdy nové . . . . .	668
VII. Hvězdy měnlivé . . . . .	676
VIII. Hvězdy podvojně a pomnožné . . . . .	689
IX. Mlhoviny a hvězdokupy . . . . .	708
X. Stavba nebes . . . . .	746
XI. Kosmogonie . . . . .	762



## Literatura.

### Časopisy a spisy periodické.

*Astronomische Nachrichten.*

*The Astronomical Journal.*

*Sirius*, Zeitschrift für populäre Astronomie. B. XX.—XXVIII.

*Jahrbuch der Astronomie und Geophysik*, Herausgegeben von Dr. Hermann J. Klein. Jahrgang I.—V.

*Astronomischer Kalender*, Herausgegeben von der k. k. Sternwarte zu Wien (für 1890—96).

*Himmel und Erde*, Illustrierte naturwissenschaftliche Monatsschrift. Herausgegeben von der Gesellschaft Urania.

*Naturwissenschaftliche Rundschau*, Braunschweig.

*Natur und Offenbarung*, Münster.

*Časopis pro pěstování matematiky a fysiky*, V Praze.

*Živa*, Časopis přírodnický, Ročník I.—V. V Praze.

### Knihy.

Rudolf Wolf, Handbuch der Astronomie, ihrer Geschichte und Litteratur. In zwei Bänden. Zürich. 1890—1893.

Rudolf Wolf, Geschichte der Astronomie. München 1877.

Newcomb-Engelmann's Populäre Astronomie. Zweite Auflage. Herausgegeben od Dr. H. C. Vogel, Leipzig 1892.

J. H. v. Mädler, Der Wunderbau des Weltalls oder Populäre Astronomie. Achte Auflage, Strassburg 1885.

Amédée Guillemin, Le ciel, Cinquième Edition, Paris 1877.

O. Lohse, Planetographie, Leipzig 1894.

Th. Epstein, Geonomie, Wien 1888.

Littrow, Wunder des Himmels. Nach den neuesten Fortschritten bearbeitet von Dr. Edmund Weiss, Berlin.

Hugo Gyllén, Die Grundlehren der Astronomie, Leipzig 1877.

Joh. Müller's, Lehrbuch der kosmischen Physik. Fünfte Auflage. Braunschweig 1894.

F. J. Studnička Všeobecný Zeměpis, V Praze.

J. C. Houzeau, Vademecum de l'astronomie, Bruxelles 1882.

J. Smolík, Matematikové v Čechách atd. V Praze 1864.

Ostatní prameny jsou uvedeny u jednotlivých statí.

## Opravy.

Obr. 2., 5. a 7. jsou zkresleny; spojnice průseků denních oblouků s horizontem musí býti rovnoběžny, na př. v obr. 2. má býti  
NG || VZ || LM.

- Str. 49 řádek 20 místo  $\odot$  správně  $\odot$ .  
 „ 49 „ 32 „  $\odot$  „  $\odot$ .  
 „ 60 „ 20 místo: po 4. listopadu sice 15. listopad správně:  
po 4. říjnu sice 15. říjen.  
 Str. 60 řádek 22 místo: po 4. listopadu středa 15. listopadu správně:  
po 4. říjnu středa 15. říjno.  
 Str. 61 řádek 7 a 8 místo: na místě 17. ledna r. 1584 se psalo a počítalo 7. ledna správně: na místě 7. ledna se psalo a počítalo 17. ledna.  
 Str. 100 1895 září 18. 9 $\frac{1}{2}$  h S. částečně po 8 místo po 9.  
 „ 159 řádek 27 místo: spojené ččky správně spojené ččky.  
 „ 189 „ 8 „ Thetis správně: Tethis.  
 „ 257 „ 4 „ dnů „ roků.  
 „ 258 obr. 110 jest zaměněn s obrazem 121.  
 „ 304 obr. 121 patří na místo obrazu 110 a obr. 110 na místo obr. 121.  
 „ 461 řádek 17 zdola místo 1830 správně: 1820.  
 „ 607 „ 18 jest jméno *Bielidy* vynechati.  
 „ 607 „ 19 „ „ *Andromedidy* nahraditi jménem *Bielidy*.

## Zvláštní přílohy.

- Měsíc dle fotografie největším dalekohledem hvězdárny Lickovy  
patří ku stránce 450  
 Tyge Brahe . . . . . patří „ „ 127  
 Protuberance pozorované r. 1871 na hvězdárně v Římě patří  
ku stránce 345  
 Mapa Měsíce dle Nasmytha . . . . . patří „ „ 447  
 Měsíc dle fotografie velkým refraktorem hvězdárny Lickovy  
patří ku stránce 450  
 Souhvězdí Naši oblohy (Mapa . . . patří ku stránce 621 et sequentes.  
 Mlhovina spirální v souhvězdí Trojúhelníka dle Mitchella patří  
ku stránce 738