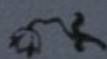


Encyklopaedická knihovna  
„Dědictví Komenského“

I

K. STEINICH:  
POČÁTKY  
ZEMĚPISU  
HVĚZDÁŘSKÉHO





# Encyklopaedická knihovna

## „DĚDICTVÍ KOMENSKÉHO“.

REDIGUJE

JOS. ÚLEHLA.

Svazek I.

K. STEINICH:

POČÁTKY ZEMĚPISU HVĚZDÁŘSKÉHO.

V PRAZE.

NÁKLADEM DĚDICTVÍ KOMENSKÉHO.

1900.



lis. 111.  
přim. knih. uč.

# POČÁTKY ZEMĚPISU HVĚZDÁŘSKÉHO.

Sepsal a výkresy opatřil

KAREL STEINICH,  
řed. mčšť. školy v Praze.

S 38 původními obrázky a 9 diagramy.



V PRAZE.  
NÁKLADEM DĚDICTVÍ KOMENSKÉHO.  
1900.

MF. 3.  
1844

Knihovna M. J. 1844

Knihovna M. J. 1844

## Slovo ke čtenáři.

**S**kládaje tuto knihu měl jsem na mysli pomoci těm, kdo chtějí všímati si pohybu těles nebeských, a proto věnoval jsem v ní nejvíce místa úkazům, jež poutají pozornost širších vrstev, jako zdánlivému pohybu slunce a oběžnic, zatměním, zákrytům a přechodům. Ale že k vysvětlení toho potřeba jest jistých základních vědomostí hvězdářských, bylo nutno i ty krátce vyložit.

Nebylo ovšem lze, v mathematickém zeměpisu mathematice se vyhnouti, ale za to dáno jí sem jen tolik, kolik na přibližný výsledek počtem nebo rýsováním stačí; místy stačilo prosté měřítko, jinde věta Pythagorova, ba učiněny pokusy věci z trigonometrie sférické vyložití trigonometrií rovinnou. Nejhojněji voleno kružítko za prostředníka, jež nepodává sice výsledků přesných, ale za to staví děj na oči lépe než pořad suchoparných číslic.

Kniha tato od jiných liší se tím, že pojaty do ní věci, o nichž v jiných zeměpisech nelze se dočísti, pak že přidáno hojně příkladů, aby čtenář mohl samostatně pracovati a dle výsledků tu udaných na práci svou dohlédati. Udání jsou z ephemerid „Connaissance

des Temps“, již vydává Bureau des Longitudes v Paříži (4 fr.), pak z „Nautical Almanac“ vydávaného v Londýně (2 zl.). Tyto kalendáře vycházejí na 3 léta napřed; aby čtenáři jazyka francouzského nebo anglického neznalému byly přístupny, připojen zde stručný slovníček nápisů a hesel. Lacinější jest „Extrait de la Connaissance des Temps“ (za 1.80 franku) obsahující nejdůležitější udání velké „C. d. T.“

Kniha opatřena četnými původními obrázky; bude s prospěchem, jestliže čtenář obrazy ty dle textu znova si zkonstruuje, neboť tak vnikne do věci lépe než mnohanásobným čtením.

\*Pokud bylo možno, zvoleny příklady z r. 1900.

V PRAZE 29. září 1899.

K. Steinich.

## Vysvětlení obvyklých znamení.

(Po českém názvu jde francouzský, pak anglický.)

☉ slunce, le Soleil, the Sun.	♀ Krasopaní, Vénus, Venus.
☾ měsíc, la Lune, the Moon.	♂ Země, la Terre, the Earth.
☾ nov, Nouvelle Lune, New Moon.	♂ Smrtonoš, Mars.
☾ prv. čtvrt, Premier quartier, First Quarter.	♂ Králomoc, Jupiter.
☾ úplněk, Pleine Lune, Full Moon.	♂ Hlatolet, Saturne, Saturn.
☾ posl. čtvrt, Dernier quartier, Last Quarter.	♂ Nebešfanka, Uranus.
★ stálice, l'Astre, the Star.	♂ Vodan, Neptune.
♊ uzel výstupný, Noeud ascendant, Ascending Node,	♂ spojení, Conjonction, Conjunction.
♋ uzel sestupný, N. descendant, Descending Node.	☐ čtvrt, Quadrature.
N sever, Nord, North.	☾ opposece, Opposition.
S jih, Sud, South.	h hodina, heure, hour.
E východ, Est, East.	m minuta, minute } de temps,
O, W západ, Ouest, West.	s sekunda, seconde } of Time.
☿ Dobropán, Mercure, Mercury.	° stupeň, degré, degree.
	' minuta, minute } de degré,
	" sekunda, seconde } of Arc.

## Význam důležitých hesel v cizojazyčných ephemeridách.

added, přičti,  
angle, úhel,  
année, rok,

annual, annuel, roční,  
annular, annulaire, kruhový,  
apparent, zdánlivý,

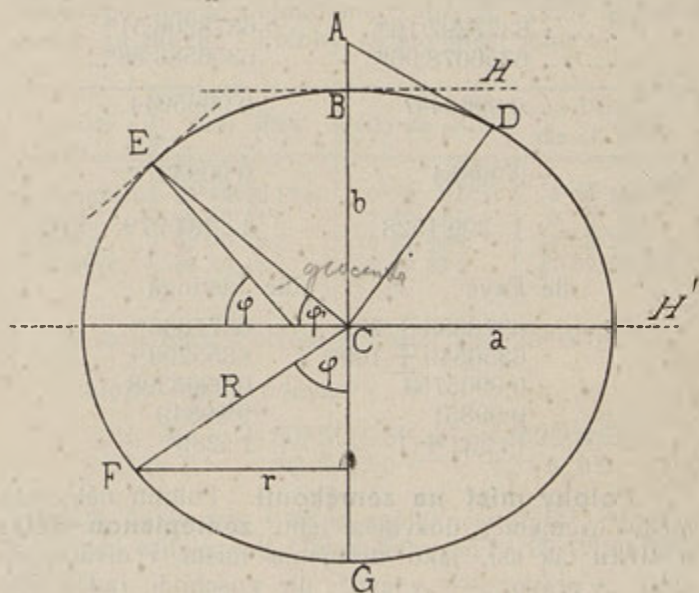


apparent time, čas pravý,  
 ascension droite, přímý výstup AR,  
 begins, počátek,  
 boréal, severní ( $\varphi$ ),  
 central, středový,  
 commencement, počátek,  
 contact, styk,  
 day, den,  
 déclination, odklon ( $\delta$ ),  
 demidiamètre, poloměr,  
 doit être ajouté, přičti,  
 „ „ retranché, odečti,  
 éclipse de Soleil } zatmění slunce,  
 „ of the Sun }  
 „ de Lune }  
 „ of the Moon } „ měsíce,  
 ends, konec,  
 equation of Time, časojevná rovnice,  
 fin, konec,  
 generally, général, vůbec,  
 grandeur, velikost (míra),  
 greatest phase, nejv. míra,  
 inclinaison, sklon,  
 jour, den,  
 latitude, šířka ( $\varphi$ ),  
 longitude, délka ( $\lambda$ ),  
 midi, poledne,  
 midnight, půlnoc,  
 mean, střední,  
 minuit, půlnoc,  
 mois, měsíc (doba),

month, měsíc (doba),  
 motion, pohyb,  
 moyen, střední,  
 mouvement, pohyb,  
 n. point, sev. bod,  
 noon, poledne,  
 obliquité, obliquity, sklon,  
 occultation, zákryt,  
 partial, partiel, částečný,  
 passage, přechod, průchod,  
 pénombre, penumbra, polostín,  
 phenomen, phénomène, zjev, úkaz,  
 place, místo, poloha,  
 position, „ „  
 proper (motion), vlastní (pohyb),  
 right ascension, přímý výstup,  
 semidiameter, poloměr,  
 shadow, stín,  
 sidéral, sidereal, hvězdný,  
 simple, pouhý, prostý,  
 subtracted, odečti,  
 temps, čas,  
 time, „  
 total, úplný,  
 transit, přechod,  
 true, pravý,  
 umbra, stín,  
 var. (variation) změna,  
 vertex, nadhlavník,  
 year, rok,  
 zénith, nadhlavník.

## Z e m ě.

**Podoba země.** Země je kulovníkem (sphaeroidem), jenž o **osu** se otáčí a **rovníkem** ve dvě (polokouli) se dělí. Konce osy slují **točny** či **poly**



Obr. 1.

( $B$ ,  $G$ ). Měřením stupňův a pozorováním kyvadel sekundových v různých šířkách zeměpisných zjištěno jest, že odstředivosti vzniklou otáčením země sploštila se na točnách.

**Sploštění země.** Značí-li  $a$  nejdelší přímku vedenou ze středu země k povrchu (poloměr rovníkový) a  $b$  nejkratší (poloosu), lze sploštění země  $c$  vyjádřit poměrem

$$a - b : a \text{ nebo rozdílem } 1 - \frac{b}{a}; \text{ z toho } 1 - c = \frac{b}{a}.$$

**Rozměry země.** Měřením stupňů nezjištěny nikterak nade vší pochybnost přesné rozměry země. Tak jest v metrech

	dle Bessla	dle Clarka
$a$ . . . .	6377397·16 <sup>m</sup>	6378206·51 <sup>m</sup>
$b$ . . . .	6356078·96 <sup>m</sup>	6356583·88 <sup>m</sup>
$\frac{b}{a}$ . . . .	0·9966447	0·9965944
$\log \frac{b}{a}$ . . . .	9·99854	9·99852
$c$ . . . .	1 : 299·1528	1 : 294·979
	dle Faye	dle Listinga
	6378393 $\pm$ 79 <sup>m</sup>	6377365 <sup>m</sup>
	6356549 $\pm$ 109 <sup>m</sup>	6355298 <sup>m</sup>
	0·9965754	0·9965398
	9·99851	9·99849
	1 : 292 $\pm$ 1	1 : 289

**Polohy míst na zeměkouli.** Polohu některého místa určujeme, udávající jeho **zeměpisnou délku a šířku** tak asi, jako určujeme místa v divadle dle stran „v pravo“ — „v levo“, dle poschodí, řad a čísel.

Šířku zeměpisnou určují **rovnoběžky**, rovnoběžné to kruhy s rovníkem; počítají se od rovníka (0°) až k točnám (90°). Značkou zeměpisné šířky je  $\varphi$ , k čemuž přidává se značka  $+$ , je-li místo na polokouli severní, nebo  $-$ , je-li na jižní. Jinak kladou se za číslo pís-  
mena  $s.$ ,  $j.$ , v cizojazyčných  $N.$ ,  $S.$

Délku zeměpisnou určují **poledníky**, z nichž  $0^{\circ}$  sluje poledníkem hlavním. Délku značíme  $L$  nebo  $\lambda$ , čítajíce do  $180^{\circ}$  na východ i na západ, nebo do  $360^{\circ}$  na východ.

Délku od hlavního poledníka na východ značíme kladně, na západ záporně, či opět označujeme ji počátečními písmeny  $v$ ,  $z$ , v cizojazyčných  $E$  (Est),  $O$  (Ouest) nebo  $O$  (Ost),  $W$  (West).

Za **hlavní poledník** platí **Greenwichský, Pařížský**, Berlínský, Pulkavský, Washingtonský, jež směřují observatořemi těchto měst. Uvádajíce polohu některého místa dokládáme zároveň, který poledník máme za hlavní. Polohy těchto měst jsou:

Misto	Zem. šířka	Délka dle „N. A.“	Délka dle „C. d. T.“
Greenwich	$51^{\circ} 28' 38.1''$ s.	$0^{\circ} 0' 0.0''$ v.	$2^{\circ} 20' 13.5''$ z.
Paříž	$48 50 11.2$	$2 20 13.5$	$0 0 0.0$
Berlín	$52 30 16.7$	$13 23 42.6$	$11 3 29.1$ v.
Pulkava	$59 46 18.7$	$30 19 39.5$	$27 59 26.0$ v.

Rozdíl mezi Ferrem a Paříží činí  $20^{\circ} 0' 0.0''$ .

Polohu Prahy udává:

$$\begin{aligned} \text{„N. A.“ } \varphi + 50^{\circ} 5' 15.8'', \lambda + 14^{\circ} 25' 4.5'' \\ \text{„C. d. T.“ } \quad \quad 50 5 17.0 \quad \quad \quad 12 5 9.0 \end{aligned}$$

kteréžto údaje zvl. v délce spolu nesouhlasí, neboť při vzájemné vzdálenosti Greenwiche od Paříže  $2^{\circ} 20' 13.5''$  měl by

$$\begin{aligned} \text{„N. A.“ udávati } 12^{\circ} 5' 9.0'' + 2^{\circ} 20' 13.5'' &= 14^{\circ} 25' 22.5'' \\ \text{„C. d. T.“ } \quad \quad 14 25 4.5 - 2 20 13.5 &= 12 4 51.0 \end{aligned}$$

takže obapolný rozdíl činí  $18.0''$ . Nesrovnalost ta vysvětluje se tím, že údaje čerpány jsou z různých pramenův.



Polohy některých míst v Čechách, na Moravě a ve Slezsku podáváme tuto dle Paříže; přičtením  $2^{\circ}20'2''$  obdržeti lze délku dle Greenwiche.

Místo	Délka	Šířka	Místo	Délka	Šířka
Bechyně	12° 8'	49° 17' 30"	Roudnice	11° 55'	50° 25' 30"
Benešov	12 21	49 47 0	Semily	13 0	50 35 50
Beroun	11 44	49 57 50	Slaný	11 45	50 13 50
Blatná	11 33	49 25 30	Soběslav	12 23	49 15 30
Boleslav Ml.	12 34	50 24 20	Sušice	11 11	49 13 50
Brod Český	12 31	50 4 30	Tábor	12 20	49 24 30
„ Německý	13 15	49 36 30	Třeboň	12 26	49 0 20
Budějovice	12 8	48 58 20	Turnov	12 49	50 34 40
Bydžov Nový	13 9	50 14 30	Ústí n. O.	14 4	49 58 30
Čáslav	13 3	49 54 30	Velvary	11 54	50 17 0
Domažlice	10 35	49 26 30	Vodňany	11 51	49 8 40
Dvůr Králové	13 29	50 25 50	Žamberk	14 8	50 5 20
Hora Kutná	12 56	49 56 50	Na Moravě a ve		
Hradec Jindř.	12 40	49 8 30	Slezsku:		
Hradec Král.	13 30	50 12 40	Bílsko	16 42	49 49 0
Hradiště Mnich.	12 38	50 31 0	Boskovice	14 19	49 30 0
Choceň	13 53	50 0 0	Brno	14 16	49 11 40
Chrudim	13 27	49 57 0	Brod Uher.	15 18	49 2 0
Jaroměř	13 35	50 21 10	Budějovice M.	13 29	49 2 50
Jičín	13 5	50 25 50	Bystrice p. Per.	13 57	49 31 40
Kladno	11 46	50 9 0	Bzenec	14 56	48 58 10
Klatovy	10 57	49 23 40	Cukmantl	15 4	50 15 50
Kolín	12 52	50 1 40	Frydek	16 1	49 42 0
Kostelec n. Č. L.	12 31	49 59 40	Fulnek	15 34	49 43 40
Krumlov	11 59	48 48 20	Hodonín	14 48	48 51 10
Ledeč	12 57	49 41 30	Holešov	15 14	49 20 40
Litoměřice	11 47	50 31 20	Hradiště Uher.	15 7	49 4 30
Litomyšl	13 59	49 52 25	Hranice	15 24	49 33 40
Mělník	12 8	50 21 0	Hustopec	14 23	48 56 40
Most	11 19	50 31 0	Jevíčko	14 23	49 38 10
Mýto Vysoké	13 50	49 57 10	Jičín Nový	15 40	49 36 20
Náchod	13 50	50 25 10	Jihlava	13 16	49 23 50
Nymburk	12 42	50 11 10	Kroměříž	15 3	49 17 50
Písek	11 49	49 18 20	Krňov	15 22	50 5 20
Plzeň	11 2	49 44 50	Krumlov	13 59	48 56 40
Polička	13 56	49 43 0	Litovel	14 44	49 43 50
Přelouč	13 13	50 2 20	Město Staré	14 37	50 9 0
Příbram	11 40	49 41 20			

Místo	Délka	Šířka	Místo	Délka	Šířka
Meziříčí Valaš.	15° 38'	49° 28' 40"	Tišnov	14° 5'	49° 21' 20"
" Velké	13 41	49 21 40	Telč	13 8	49 11 0
Olomouc	14 57	49 35 40	Třebová Mor.	14 20	49 46 10
Opava	15 34	49 56 40	Unčov	14 47	49 46 40
Ostrava Mor.	15 57	49 50 30	Vsetín	15 39	49 21 20
Prostějov	14 47	49 28 30	Vyškov	14 40	49 16 45
Prerov	15 7	49 27 40	Vyzovice	15 31	49 13 40
Příbor	15 48	49 38 40	Zábřeh	14 33	49 53 50
Šternberk	14 58	49 44 50	Znojmo	13 43	48 51 20
Těšín	16 17	49 45 30	Žďár	13 37	49 33 50

**Obzor.** Část povrchu zemského, již se stanoviště svého obzírající spatřujeme, sluje obzorem. Protože země velice kouli se podobá, jest obzor povrchem vrchlíka a má obvod kruhovitý; poloměr až ke kraji je pak tím větší, čím výše stojíme.

Značí-li v obr. 1.  $AB$  výši  $h$ , v níž oko jest,  $BG$  průměr zemský a  $D$  bod, kam až dohlédneme, jest

$$AD^2 = AB \cdot AG, \text{ čili}$$

$$\rho^2 = h \cdot 2r, \text{ z toho}$$

$$\rho = \sqrt{h \cdot 2r}$$

Máme-li zemi za kouli a  $2r$  její za  $12733476^m$ , jest  $\rho = 3568 \cdot 4 \sqrt{h}$  v metrech.

Toto konstantní číslo platí jen tehdy, nepřihlížíme-li k refrakci způsobené lomem paprsků světelných, jež činí třináctinu této konstanty.

Bez refrakce činí  $\rho$  obzoru

při výšce oka	$1^m$	$\frac{3568 \cdot 4^m}{1}$
	$10^m$	$11283^m$
	$100^m$	$35684^m$ atd.

**Obzorem** sluje však netoliko část povrchu zemského, již se stanoviště svého obzírající spatřujeme, ale i

1. rovina, již vodorovně položenu pod nohama svýma si myslíme (v obr. 1.  $H$ ), a

2. rovina, jež s touto rovnoběžna jsou, středem zemským prochází ( $H'$ ).

Onen obzor sluje **přirozeným**, tento **pravým**. Úhel, o nějž zrak náš skloniti se musí, aby kraje obzoru se dotekl, sluje **deprese**, a vyjadřuje se  $\frac{180^\circ}{\pi} \sqrt{\frac{2}{r}} \cdot \sqrt{h}$ , při čemž  $\frac{1}{13}$  k vůli refrakci se odpočítává.

Při  $r = 6371 \text{ km}$  jest konstanta

$$\frac{12}{13} \cdot \frac{180^\circ}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{2}{r}} \text{ rovna } 106.678''.$$

Při výši	1 <sup>m</sup>	oka je depresse	1' 47''
	10 <sup>m</sup>		5 37
	100 <sup>m</sup>		17 47 atd.

**Šířka geografická a geocentrická.** Přirozený obzor je tečnou rovinou kulovniku. Kdyby země koulí byla, každá kolmice spuštěná do vnitř země se stanovíště našeho byla by poloměrem a šla by středem zemským; ale při kulovniku kolmice na tečné vztýčená setkává se zřídka se středem, svírajíc tak s rovinou rovníkovou zcela jiný úhel než přímka spojující stanovíště naše se středem země (obr. 1.). Úhel, jež svírá kolmice v  $E$  s rovinou rovníkovou, udává šířku zeměpisnou, geografickou  $\varphi$ ; úhel sevřený spojnicí středovou  $EC$  s rovinou rovníkovou ukazuje šířku země střednou, geocentrickou  $\varphi'$ . Je patrné, že  $\varphi'$  je menší než  $\varphi$ .

Naut. Alm. udává pro Prahu, že  $\varphi'$  je o  $11' 33.4''$  menší než  $\varphi$ , že tedy geocentrická šířka je pro Prahu

$$50^\circ 5' 15.8'' - 11' 33.4'' = 49^\circ 53' 42.4''.$$

Pro místa, u nichž zmenšení neznáme, lze je vypočísti dle  $tg \varphi' = \frac{b^2}{a^2} \cdot \tan \varphi$

$$\frac{b}{a} \times (1 - e) \text{ je známo, jest } 0.9965754$$



$$\frac{b^2}{a^2} = 0.9965754^2 = 0.993163$$

$\log$  čísla tohoto 9.99702.

I můžeme pro Prahu počítati:

$$\begin{array}{r} \log \text{ num const.} \quad 9.99702 \\ \log \text{ tang } 50^\circ 5' 15.8'' \quad 0.07754 \\ \hline \text{tang } \varphi' \quad 0.07456 \\ \varphi' \quad 49^\circ 53.7'. \end{array}$$

**Různé poloměry zemské** (obr. 1). Známe-li  $\varphi$  a  $\varphi'$ , lze vypočísti také  $R$  země, spojnici to stano-  
viště našeho se středem zemským dle formule

$$R = \sqrt{\frac{\cos \varphi}{\cos \varphi' \cdot \cos (\varphi - \varphi')}} \text{ aneb jednodušeji } = \sqrt{\frac{\cos \varphi}{\cos \varphi'}}$$

ježto hodnota  $\cos (\varphi - \varphi')$  velice 1 se blíží.

Pro  $50^\circ$

$$\begin{array}{r} \text{jest } \log \cos 50^\circ \quad 9.80807 \\ \log \cos 49^\circ 48.4' \quad 9.80981 \\ \hline \log R \quad 9.99826 : 2 = 9.99913 \end{array}$$

$\text{num } R = 0.998$  poloměru rovníkového.

Kdybychom chtěli délku v metrech, násobme hodnotu  $a = 6378393$  hodnotou  $R = 0.998$  a obdržíme  $R = 6,365.636 \text{ km}$  jako **poloměr místní**.

**Délky stupňů v různých šířkách** (obr. 1). Mezera mezi jednotlivými poledníky se úží, čím více k pólu se sbíhají. Abychom délku  $1^\circ$  vypočetli, je třeba znáti poloměr příslušného kruhu rovnoběžkového  $r$ . Známe-li  $\varphi'$  a  $R$ , jest  $r = R \cos \varphi'^*$

$$\begin{array}{r} \text{Je-li } \log R \text{ na } 50^\circ \quad 9.99913 \\ \log \cos \varphi' \quad 9.80981 \\ \hline \text{jest } \log r \quad 9.80894. \end{array}$$

---

\*) Kdyby země kouli byla, měla by se délka  $1^\circ$  v šířce  $\varphi$  ( $l$ ) k délce  $1^\circ$  na rovníku ( $L$ ) jako  $1 : \cos \varphi$ ; tedy  $l = L \cos \varphi$ .



Totéž obdržíme dle formule

$$r = \frac{\cos \varphi}{R} \text{ nebo } = \sqrt{\cos \varphi \cos \varphi'}$$

neboť 9·80807 i 9·80807

9·99913 9·80981

9·80894 9·61788 : 2 = 9·80894.

$r$  udává opět poměr poloměru rovnoběžkového na  $50^\circ$  s. š. k poloměru rovníkovému, je totiž 0·64408 ; na  $km$  měří tento poloměr rovnoběžkový  $6378\cdot393 \times 0\cdot64408 = 4108\cdot2 km$ , celá pak rovnoběžka  $4108\cdot2 \times 3\cdot14 \times 2 = 25812\cdot5 km$ ,  $1^\circ = 71\cdot7 km$ ,  $1' = 1195 m$ ,  $1'' = 19\cdot9 m$ .

**Délka stupňů na polednících.** Stupňům poledníkovým přibývá délky od rovníka k polům. Pro přehled, jakož i pro přirovnávání výsledků těm, kdož počtena některý úkol luštití budou, podáváme tu tabulku ( $a$  země = 6378393  $m$ ).

Stupeň	Poměr $R : a$	Na rovno- běžce $1^\circ$ měří $m$	$1'$ měří $m$	Na poledniku	
				$1^\circ$ měří $m$	$1'$ měří $m$
$0^\circ$	1·000000	111324	1855·4	110563	1842·7
10	0·999899	109644	1827·4	110597	1843·3
20	0·999608	104652	1744·2	110696	1844·9
30	0·999161	96492	1608·2	110847	1847·5
40	0·998612	85400	1423·3	111033	1850·6
41	0·998527	84141	1402·3	111053	1850·9
42	0·998459	82855	1380·9	111073	1851·2
43	0·998378	81549	1359·1	111093	1851·5
44	0·998334	80210	1336·7	111113	1851·9
45	0·998298	78853	1314·2	111132	1852·2
46	0·998229	77470	1291·2	111152	1852·5
47	0·998183	76061	1267·7	111172	1852·9
48	0·9981·4	74633	1243·9	111192	1853·2
49	0·998045	73178	1219·6	111212	1853·5
50	0·998026	71702	1195·0	111232	1853·9
51	0·997941	70202	1170·0	111251	1854·2
60	0·997473	55805	930·1	111419	1857·0
70	0·997022	38190	636·5	111572	1859·5
80	0·996727	19396	323·3	111672	1861·2
90	0·996624	0	0	111707	1861·8

Z uvedených hodnot pro délku 1' vysvitá, že polohy měst v předu uvedené mohou platiti jen pro určité budovy. V Praze 1' na rovnoběžce měří 1192·9 metrů, tudíž 1" 19·88 metrů; měří-li pak 1' na poledníku 1853·9 metrů, měří 1" 30·9 metru. I soudíme, že ve středních Čechách každá odchylka o 20 metrů v délce a o 31 metrů v šířce značí již změnu o 1".

Pražská hvězdárna v Klementině má dle „Naut. Alm.“ polohu  $14^{\circ}25'4\cdot5''$  v. d. a  $50^{\circ}5'15\cdot8''$  sev. š. Skoro rovnou s ní šířku zeměpisnou má chrám sv. Norberta na Strahově a chrám P. Marie pod řetězem na Malé Straně; avšak oba leží západněji, mají tudíž délku menší, a to chrám Strahovský  $+14^{\circ}23'30\cdot5''$ , Maltézský  $+14^{\circ}24'33\cdot0''$ .

Polohy jiných chrámů v Praze jsou :

Sv. Víta na Hradčanech	$\lambda + 14^{\circ}24'11\cdot0''$	$\varphi + 50^{\circ}5'30\cdot0''$
sv. Václava na Smíchově	14 24 25·0	50 4 27·0
sv. Ludmily na Vinohradech	14 26 17·5	50 4 35·0
sv. Cyrilla v Karlíně	14 27 0	50 5 32·5
P. Marie v Týně	14 25 29·0	50 5 19·5

Z několika těchto příkladů je viděti, že udaná poloha Prahy jest jen jakousi průměrnou hodnotou poloh všech.\*)

---

\*) V Brně měří 1' na rovnoběžce 1214·8 m,  $1''20\ 25$  m, 1' na poledníku 1853·6 m,  $1''30\ 89$  m. Je-li poloha radnice Brněnské  $16^{\circ}36'44\cdot4''$  v. d. Gr.,  $49^{\circ}11'39''$  s. š., jest poloha

Parnassu	$\lambda 16^{\circ}36'47''$	$\varphi + 49^{\circ}11'37''$
sv. Jakuba	16 36 45	+ 49 11 52
Mil. Bratři	16 36 0	+ 49 11 10.

Chceme-li na pláně města poledníky minutové zakresliti, vypočteme nejprve dle měřítka délku 1'. Tak na Schobrově Moravě jest Brno ve měřítku 1 : 15000; dle toho jest

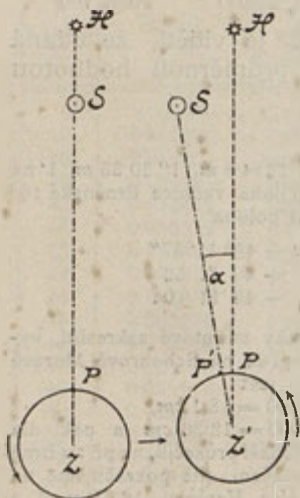
$$1' \text{ v délce } 121480 \text{ cm} : 15000 = 8\cdot1 \text{ cm},$$

$1' \text{ v šířce } 185380 : 15000 = 12\cdot36 \text{ cm}$  a pak dle měřítek dle tohoto upravených najdeme nejbližší průsečík, na př.: u Brna průsečík  $\lambda 16^{\circ}37'$ ,  $\varphi 49^{\circ}12'$ , načež v nanášení sítě pokračujeme na obě strany. Dle toho je kaplička v Hor. Heršpici  $16^{\circ}37'$  v. d. a  $49^{\circ}10'$  s. š. atd.

Proto v údajích přesnějších připojuje se zároveň, pro který předmět poloha platí; uvádějí se zvl. hvězdárny, katedrály (věže, zvonice), radnice, majáky, signaly časové, pomníky, znamení trigonometrická. Při tom udává se zároveň výška nadmořská, aby známo bylo, o č pozorovateli zvýšením nad hladinu mořskou přibýlo zemského poloměru místního  $R$ . Tak „Naut. Alm.“ uvádí při jméně Praha „646 ft“, „C. d. T.“ 197 m, což značí, že pozorování konají se 646 angl. stop či 197 m nad hladinou mořskou, a že tím pražský poloměr zemský, měřící 6365636 m, pozorovateli o 197 m se zvětšuje.

## Míra časová.

**Čas hvězdný a sluneční.** Země otáčejíc se o osu obíhá zároveň kolem slunce. Na obrazci 2. v bodě  $Z$  jest s bodu  $P$  viděti v témž směru slunce  $S$  i hvězdu  $H$ . Nazítří octne se země v bodě  $Z'$ , při čemž vykonal bod  $P$  obrat o  $360^\circ$ , neboť s něho týmž směrem jako včera viděti je hvězdu  $H$ . Ale bod  $P$  nedostal se ještě proti slunci, i bude zemi otočiti se ještě o úhel  $\alpha$ , aby  $P'$  proti  $S$  čelilo.



Obr. 2.

Dobu, již země potřebuje, aby o osu se otočila, zoveme **den**, a to **den hvězdný** na rozdíl ode **dne slunečního**, jehož je zemi potřebí, aby týmž místem ke slunci se přivrátila.

Je zřejmo, že den hvězdný je kratší, a to o tu dobu, v níž země vykonal obrat o úhel  $\alpha$ .



Postupem země po dráze zvětšuje se den se dne úhel tento, až po celém oběhu kolem slunce, za rok, jest roven  $360^\circ$ , t. j. jednomu celému obratu. Dní hvězdných jest v roce o 1 více než slunečních.

Celý oběh země kolem slunce trvá

365·2422166 dní slunečních a tedy

366·2422166 dní hvězdných.

**Čas střední.** Země otáčí se sice rovnoměrně o svou osu, nepokračuje však rovnoměrně na své dráze, tudíž úhlu  $\alpha$  nepřibývá pravidelně. Proto nejsou dni sluneční sobě rovny. Abychom nabyli takových rovných dní, rozdělujeme součet dní slunečních v celém roce strojem na rovných 365·2422166 dílů, ty na 24 sobě rovné hodiny a t. d. Stroj ten jsou obyčejné hodiny, a čas, jež udávají, nazýváme **středním časem**.

**Datum.** Hvězdáři počínají den v  $0^h 0^m 0^s$ ; ta spadá v čas pravém slunečním na okamžik, kdy slunce stojí nejvýše, v čas středním pak na tu chvíli, kdy hodiny ukazují poledne.

Den počítají o 24 hodinách. V čas občanském řídíme se vždy hodinami strojovými, den dělíme na  $2 \times 12$  hodin a počínáme počítati půlnocí.

Hvězdáři počínají den o 12 hodin později než jak v obecném životě je zvykem; u nich tedy

datum 5. ledna 1899,	$5^h 7^m$	značí v
čas občan. 5. ledna 1899,	5 7	odpůldne;
hvězd. 3. května 1900,	23 15	značí v čas
občan. 4. května 1900,	11 15	dopoledne.

**Délka dne.** Hvězdný čas ukazují hodiny hvězdné, pravý čas sluneční hodiny sluneční; obyčejné hodiny čas střední. Hodiny sluneční nejsou ve stálém určitém poměru k ostatním; hodiny hvězdné však k hodinám středním jsou. Dá se poměr ten číselně vyjádřiti

$366 \cdot 2422166 : 365 \cdot 2422166$ .



Dle toho

$24^h 3^m 56.5554$  času hvězd. =  $24^h$  střed.

$24 \ 0 \ 0.0$   $23 \ 56^m \ 4.0906^s$  střed.

Den hvězdný má  $0.9972696$  dne středního, den střední  $1.002738$  dne hvězdného.

**Shoda míry obloukové s časovou.** Země otáčí se o osu od západu k východu, při čemž každé místo opisuje kružnici, tu větší, tu menší, větší nebo menší rychlostí, ale všechna v rovném čase  $24$  hodin.

Vykoná-li místo dráhu  $360^\circ$  za  $24^h$ , čili  $15^\circ$  za  $1^h$

vykoná	$15^\circ$	"	$1^h$	"	$1^\circ$	"	$4^m$
	$15'$	"	$1^m$	"	$1'$	"	$4^s$
	$15''$	"	$1^s$	"	$1''$	"	$0.067^s$

Pro tuto shodu míry časové s obloukovou nahra-  
zujeme je často vzájemně, udávající zeměpisnou délku  
míst časem místo měrou obloukovou. Na př.: země-  
pisná poloha Prahy v délce jest  $0^h 57^m 40.3^s$  v. dle  
Greenwiche.

**Přeměna míry časové v obloukovou.** Chtějíce  
míru časovou přeměnit v obloukovou, pamatujme, že  
minut časových } je čtyřikrát více nežli } stupňů oblouk.  
sekund " } minut "

Proto přeměňme míru, jež snad hodinami je určena  
na minuty; dělíce  $4$ , obdržíme hodnotu v míře oblou-  
kové. Na př.:

dle tabulky:

$$\begin{array}{rcl}
 10^h & 3^m & 12.9^s = \\
 603^m & 12.9^s : 4 = & 150^\circ 48' 13.5'' \\
 3 = & 180.0 & \\
 \hline
 & 192.9^s & \\
 & 0.9 \times 60 = & 54
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 150^\circ \\
 45' \\
 2 \ 30'' \\
 30 \\
 13.5 \\
 \hline
 150^\circ 48' 13.5''
 \end{array}$$

**Přeměna míry obloukové v časovou.** Pamatu-  
jíce, že  $1^\circ$  jsou  $4^m$ , násobme 4 a obdržíme výsledek,  
jímž stupně přeměněny jsou na minuty, anebo dělme  
15, čímž výsledek v hodinách bude vyjádřen.

$$\begin{array}{r} 150^\circ 48' \quad 13.5'' \times 4 \text{ aneb } 150^\circ 48' 13.5'' : 15 = 10^h 3^m 12.9^s \\ \hline 603^m 12.9^s \end{array} \quad \begin{array}{r} 48' \\ 3 = 180.0 \\ \hline 193.5 \end{array}$$

Přeměním těm slouží i tato tabulka, dle níž  
mění se:

Míra časová v obloukovou						Míra oblouková v časovou							
h	°	m	0	'	''	0	h	m	0	h	m	''	s
		s	'	''		'	m	s	'	m	s		
1	15	1	0	15	0.1	1.5	1	0	4	30	2	0	1 0.067
2	30	2	0	30	0.2	3.0	2	0	8	40	2	40	2 0.133
3	45	3	0	45	0.3	4.5	3	0	12	50	3	20	3 0.200
4	60	4	1	0	0.4	6.0	4	0	16	60	4	0	4 0.267
5	75	5	1	15	0.5	7.5	5	0	20	70	4	40	5 0.333
6	90	6	1	30	0.6	9.0	6	0	24	80	5	20	6 0.400
7	105	7	1	45	0.7	10.5	7	0	28	90	6	0	7 0.467
8	120	8	2	0	0.8	12.0	8	0	32	180	12	0	8 0.533
9	135	9	2	15	0.9	13.5	9	0	36	270	18	0	9 0.600
10	150	10	2	30			10	0	40				10 0.667
20	200	20	5	0			20	1	20				20 1.333
		30	7	30									30 2.000
		40	10	0									40 2.667
		50	12	30									50 3.333

**Různý čas na zeměkouli.** Výhoda přeměny  
míry časové v obloukovou jeví se v tom, že znajíce  
vzdálenost dvou míst v délce zeměpisné můžeme udati  
zároveň rozdíl v místním čase. Země otáčejíc se od  
západu k východu přivádí místa na východ ležící dříve  
proti slunci i hvězdám než místa na západě, proto  
také místa na východě mají dříve poledne, a to o toli-

krát 4<sup>m</sup>, o kolik stupňů východněji jsou (Viz ještě „Poledne“ v odd. o slunci). Rozdíl v délce zeměpisné ukazuje i rozdíl v čase. Poněvadž pak dle poledne hodinky nařizujeme, je patrné, že obyvateli Prahy neukazují ještě 12 hodin, kdy v Krakově je poledne a v Lvově po poledni. Hodinky v různých délkách neukazují stejně.

Cařihrad je na	+ 26° 38' 57"	d. Pař.,
Lisabon „ „	— 11° 28' 37.5"	„ „

rozdílem při nerovnosti země-  
 mének je součet . . . . . 38° 6' 43.2",  
 což děleno 15 dává v časové  
 míře . . . . . 2<sup>h</sup> 32<sup>m</sup> 26.9<sup>s</sup>.

Je-li v Lisaboně poledne, jsou v Cařihradě 2<sup>h</sup> 32<sup>m</sup> 26.9<sup>s</sup>;  
 je-li v Cařihradě poledne, je v Lisaboně

$$12^h - 2^h 32^m 26.9^s = 9^h 27^m 33.1^s.$$

Tabulky poloh míst poskytují hojně látky k příkladům tohoto druhu.

**Čas středoevropský, dopravní.** Při dopravě na železnicích nelze řídit se časem místním pro rychlost, kterou vlaky mění stanoviště. I zaveden jest pro železnice, pošty a p. čas t. zv. středoevropský, řídící se u nás jednohodinnou vzdáleností od Greenwiche. Na nádražích u nás je tedy poledne, když v Greenwichi je 11<sup>h</sup> dop. Poledník 15. dle Greenwiche protíná Čechy východní a běží od Zhořelice přes Český Dub na Sezemice (na Turnovsku), na Úhelnici a Březno (u Ml. Boleslavi), na Charvátce, pak Dvory a Písty u Nymburka, Dobrovany u Zásmyk, Skvrňov a Chlum u Uhl. Janovic, Kunovice, Jeníkov a Čáslavsko u Čechtce, Bratřice a Pacov, Bozděchov a Jindřichův Hradec.\*)

Kromě tohoto času středoevropského mají Angličané čas dopravní pro kolonii Kapskou 1<sup>h</sup> $\frac{1}{2}$ , pro Natal 2<sup>h</sup>,

\*) Nádražím oznamováno je poledne středoevropské dvanácti údery zvonků signálových; bítí počne 22 sekund před polednem, poslední úder jest okamžikem poledne.



pro Japan  $9^h$ , pro Australii  $8^h$ ,  $9^h$ ,  $10^h$ , Zeland  $11\frac{1}{2}^h$ . Američané mají pro sev. Ameriku 5 pásů: interkolonialní  $4^h$ , východní  $5^h$ , střední  $6^h$ , horský  $7^h$ , tichomořský  $8^h$ .

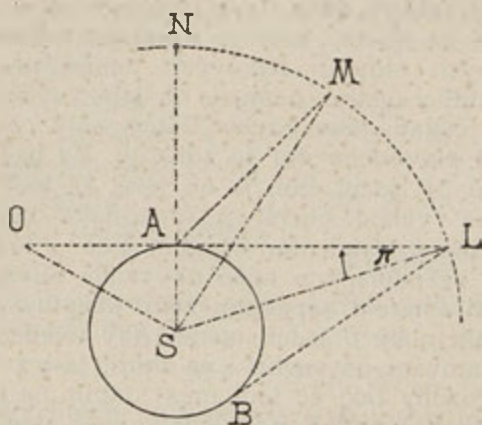
**Čára změny data.** Lodi plovoucí na východ mají dni kratší 24 hodin, a to o tolikrát 4 minuty, kolik zeměpisných stupňů délkových denně urazí, neboť plující slunci vstříc nemusí na jeho východ celých 24 hodin čekat, jako kdyby klidně stály; za to lodím na západ plovoucím dni se zdlužují. Že pak celý obvod země 24 hodin činí, je na jevě, že loď na př. ze Suezů na východ pluvší po dokonané cestě kolem světa těchto kratších dní o jeden více v lodním deníku má zaznamenáno nežli obyvatelé Suezů v kalendáři; lodi směrem západním zemi obepluvší by svých delších dní měly o jeden méně. Aby uveden byl souhlas v datování na suchu i na moři, jest zvykem vyrovnati rozdíl tak, že lodi mění datum na  $180^0$  délky Greenwichské; plují-li na východ, mění dnešní datum za včerejší, píšíce místo pondělka neděli. Čára této změny v datování táhne se z úžiny Beringovy mezi ostrovy Aleutskými a Comanderskými a připojuje se ke  $180.$  poledníku na  $45^0$  s. š.; na rovníku odbočuje poněkud na východ a obloukem vine se mezi ostrovy Samojskými a Fidžskými, aby j. od Varekauri na  $55^0$  j. š. připojila se opět k poledníku  $180.$

## Parallaxa. Úhel parallaktický.

**Parallaxa výšková.** Hledí-li na měsíc  $L$  (obr. 3), nacházející se na obzoru  $OL$ , pozorovatelé ze středu země  $S$  a s povrchu v místě  $A$ , sekou se směry, kudy na  $L$  hledí, v úhlu, jenž sluje **mimohled** či **parallaxa** ( $\pi$ ). Vystoupí-li měsíc nad obzor do výšky  $M$ , svírá směr  $AM$  se směrem  $SM$  opět úhel, ale menší úhlu  $\pi$ , a čím výše měsíc vzchází, tím zmenšuje se hodnota parallaxy,



až v  $N$  úplně zanikne. Tato parallaxa, měnící se výškou tělesa nebeského nad obzorem, sluje **parallaxa výšková**.



Obr. 3

**Parallaxa horizontální.** Při rovné délce přímek  $SN$ ,  $SM$ ,  $SL$  je největší hodnota parallaxy tehdy, je-li těleso nebeské na obzoru. Tuto parallaxu nazýváme **obzorovou**, **horizontální**. Při ní ramena úhlu  $ALS$  svírajíce spolu zemský poloměr udávají míru jeho, měřenou s jiného tělesa nebeského. I lze říci, že parallaxa jest měrou poloměru zemského, jméno pak má po onom tělese nebeském, s něhož poloměr měřen si myslíme.

Že pak poloměr zemský největší je na rovníku, brává se za parallaxu horizontální ta hodnota, jež vyjadřuje míru poloměru rovníkového a sluje pak **horizontálně aequatorialní**.

Má-li parallaxa největší hodnotu na obzoru,  $O$  pak v zenitu, je zřejmo, že jí ubývá jako  $\cos$ inů od  $0^\circ$  do  $90^\circ$ , je tudíž parallaxa výšková rovna parallaxe horizontální

násobené hodnotou cosinu výšky. Na př. v lednu je parallaxa slunce na obzoru  $8.95''$ , je tudíž

$$\begin{array}{lcl} \text{ve výšce } 30^\circ & \text{jen } 8.95 \times 0.866 & = 7.75'' \\ \text{„ } 60^\circ & \text{„ } 8.95 \times 0.5 & = 4.48''. \end{array}$$

**Změna parallax horizontálních.** Čím blíže je těleso nebeské zemi, tím větší je jeho parallaxa; úhel  $AOS$  je větší úhlu  $ALS$ , protože  $OS$  je menší než  $SL$ .

Pohybem zemským děje se, že parallaxy nemohou míti jednu hodnotu; tak jest parallaxa

slunce	nejmenší $8.66''$	největší $8.95''$
měsíce	$53' 55.02$	$61' 27.97$
Merkura	$6.1$	$16.1$
Venuše	$5.1$	$33.5$
Marta	$3.7$	$20.6$
Jupitera	$1.4$	$2.1$
Saturna	$0.8$	$1.0$

U vzdálených oběžnic Urana a Neptuna nemění se parallaxa, jsouc vždy  $0.5$  a  $0.3$ , ale je přece měřitelná; za to u stálic nikoli.

**Parallaxa roční.** Stálice jsouce nesmírně vzdáleny nedopouštějí vyjádření míru poloměru zemského s ních měřeného; proto mluví se u nich jen o parallaxe roční t. j. o míře poloměru zemské dráhy s ních měřeného.

**Parallaxa místní.** Zamění-li pozorovatel v  $S$  místo své za různá místa na zemi, pak směry, jimiž se na  $L$  dívá, svírají se směrem  $AL$  různé úhly, z nichž největší jest zajisté  $ALB$ , kdy pozorovatelé jsou protichůdci. Pak může hodnota parallaxy dostoupiti dvojnásobku parallaxy horizontální. Tato parallaxa sluje místní.

**Měření vzdálenosti těles nebeských.** Známe-li parallaxu  $\pi$  a zemský poloměr  $AS$ , lze z toho i vzdá-

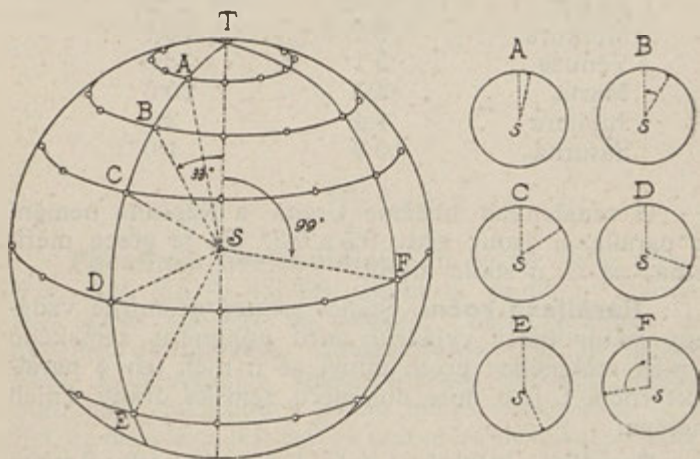
lenost  $SL$  vypočísti, neboť při nepatrné celkem míře  $AS$  jest  $SL = AS : \tan \pi$ .

Tak při parallaxe měsíce ( $\pi \odot$ )  $59' 37'' 0''$  a  $r$  země  $= 6378.4 \text{ km}$ , jest

$$\begin{array}{r} \log r \quad \quad 3.80471 \\ \log \tan \pi \odot \quad 8.23914 \\ \hline \log SL \quad \quad 5.56557 \end{array}$$

a skutečná vzdálenost  $367.764 \text{ km}$ .

**Úhel parallaktický.** Při různých úkazech na slunci nebo na měsíci bývá nutno vědět, kde je se-



Obr. 4.

verní bod kraje těchto těles, neboť od něho počíná se kraj dělit na  $360^\circ$  směrem obráceného chodu ručiček hodinových. Tento severní bod není vždy bodem nejhořejším (zenitovým). Úhel, o nějž bod severní od zenitového se uchýlí, sluje parallaktickým, značí se  $\gamma$  a může dosíci i  $180^\circ$ . Známa-li je poloha místa na

zeměkouli, lze přesně počtem \*) i přibližně výkresem velikost úhlu  $\gamma$  stanovit. Na obr. 4. je  $S$  středem země a kruh její obrysem, při čemž představiti si musíme, že hledíme z  $S$  do dutiny zemské koule, takže vlevo je východ, v pravo západ; dále nakresleny jsou tam rovnoběžky 70, 50., 30., rovník a  $-40.$ , na nich pak různá místa 30° od sebe vzdálená, a to  $A, B, C, D, E$  ležící 2 hodiny na východ od hlavního poledníka,  $F$  na 4 hod. na západ.

Spojíme-li polohy těchto míst se středem, svírají přímky různé úhly s osou  $ST$ . To jsou úhly paralaktické. Obyvatelům měst  $A, B, C, D, E$  je slunce již na západní půli oblohy, a severní bod jeho octne se na jeho kraji k západu obráceném o tolik stupňů, kolik  $\gamma$  měří, jak je to na vedlejších obrazcích patrné; obyvatel v  $F$  vidí slunce na východě oblohy a severní bod na východním jeho kraji. Z příčin, jež v odstavci o deklinaci slunce vyloženy jsou, nejeví se dráhy míst na zeměkouli vždy stejně a nemůže ani úhel paralaktický pro všechny dni býti týž.

Na 50° s. š. jsou hodnoty  $\gamma$  ve 2<sup>h</sup> odp. při

$\delta \odot - 23.5^\circ$	$\gamma$	$19^\circ 10'$
$- 12.0$		20 23
$+ 0.0$		22 45
$+ 12.0$		26 54
$+ 23.5$		33 46.

\*) Dle formule  $\tan \gamma = \frac{\sin L}{\cos d \cdot \operatorname{tg} \varphi - \sin d \cdot \cos L}$ , při čemž

$L$  je místní čas stupni vyjádřený,  $d$  deklinace  $\odot$  a  $\varphi$  zem. šířka místa.

Pro  $\varphi = 50^\circ$ ,  $d = 16^\circ$ ,  $L 30^\circ$  jest

$\cos d$ 9.98284	}	num 1.1454	$\sin L$ 9.69897
$\operatorname{tg} \varphi$ 0.07619			
$\sin d$ 9.44034	}	num 0.9067,	rozdíl $\log$ 9.95746
$\cos L$ 9.93753			
			$\log \tan \gamma$ 9.74151

$$\gamma = 33^\circ 28'.$$



Z obrazu je také patrné, že ani v týž den není úhel  $\gamma$  stále týž, neboť v jarní či podzimní rovnodenní jest  $\gamma$  na  $50^\circ$  s. š.

v hodinu	{	1	2	3	4	5	6	odp.
		11	10	9	8	7	6	dop.
		12 <sup>0</sup> 15'	22 <sup>0</sup> 45'	30 <sup>0</sup> 41'	36 <sup>0</sup> 0'	39 <sup>0</sup> 1'	40 <sup>0</sup> 0'	

O důležitosti úhlu tohoto pojednáno při zatměních (v. t.).

## Stálice.

Stkvoucí hvězdy, jež za noci oblohu okrašlují, jsou převážnou většinou stálice. Jméno své mají po tom, že vzájemnou polohu svou patrně nemění.

Jako místům na zemi, vykázány jsou i stálícím polohy na obloze v síti poledníků a rovnoběžek. I tu rovina rovníková, ze země do nedohledna prodloužená, přetíná oblohu kruhem, jež rovníkem světovým zoveme, a osa zemská do nedozírna prodloužená prostupuje oblohu v bodech, jimž točny světové říkáme. A jako nad točnou zemskou je kolmo točna světová a nad rovníkem rovník, jest nad každou šířkou zeměpisnou souhlasná rovnoběžka světová; nad středem Čech je kolmo  $50^\circ$ , nad jihem  $49^\circ$ , nad severem  $51^\circ$  světový.

**Deklinace, rektascense.** Vzdálenost stálic od rovníka zovou hvězdáři **deklinací**  $\delta$ , měří ji stupni a značí ji  $+$ , je-li severní,  $-$ , je-li jižní; někdy užívají i označení sev., již. (*N, S* nebo *B, A*).

Vzdálenosti hvězd od hlavního poledníka zovou se **rektascensí** *AR*, **přímým výstupem**; měří se zřídka stupni, nejčastěji časem, tedy *h, m, s* a postupují toliko od západu na východ, takže čítají se od  $0^h$  do  $24^h$  čili od  $0^\circ$  do  $360^\circ$ .

Řekneme-li: Sirius má *AR*  $6^h 40^m 44.467^s$ ,  $\delta - 16^\circ 34' 43.38''$ , udali jsme přesně polohu jeho pro 1. leden 1900.

Značí to, že nalézá se  $16^{\circ}34'7''$  na jih světového rovníku, a to  $6^h40'7^m$  čili  $100^{\circ}10'5''$  na východ od hlavního poledníka světového.

Hlavní poledník světový jest jediný a běží západně hvězdy  $\alpha$  v souhvězdí Andromedy, jejíž poloha jest pro 1900:

$$AR = 0^h 3^m 12.991^s, \delta = +28^{\circ}32'18.34''.$$

**Souhvězdí.** Stálice trvají od nepamětna v jistých ustálených skupinách, jež souhvězdí se jmenují.

Skupiny ty mají také ode dávna jména jednak lidová, jednak hvězdářská; hvězdy v nich liší se buď označením písmeny (řecké, latinské) nebo číslicí, nebo i vlastním jménem, na př.: polárka (Polaris) značí se též  $\alpha$  Ursae Minoris ( $\alpha$  mal. medvěda); celé souhvězdí má lidový název malého vozu.

Jiné příklady označení:

Lacaille 2296, Bradley 3147, což značí hvězdu, tím číslem označenou v seznamu, jež sdělal Lacaille, Bradley.

Nejdůležitější souhvězdí jsou:

1. **Velký vůz.** Je to část souhvězdí Vel. Medvěda (Ursa major, Grande Ourse\*) jež prostírá se mezi  $130^{\circ}$ — $210^{\circ}$  délky a  $+40^{\circ}$  až  $+70^{\circ}$  šířky.

2. **Malý vůz** (Ursa minor, Petite Ourse) za  $+70^{\circ}$  š. Konečná hvězda oje sluje severkou, polárkou, ač na  $1^{\circ}13'$  kolem polu krouží.

3. **Drak** (Draco) vine se jako klikatá dvojka mezi Velkým a Malým vozem; hlavu jeho vytvářejí 4 hvězdy při  $18^h$  a  $+60^{\circ}$  š.

4. **Cassiopeia** je na opačné straně Velkého vozu, obapol  $+60^{\circ}$  š; je to pětihvězdí podoby rozložitého W.

5. **Velký lev** (Leo major, Lion) je mezi  $10$  a  $12^h$  a  $+10^{\circ}$  až  $30^{\circ}$  š; ve čtyřhvězdí podoby lichoběžníka  $\alpha$  sluje Regulus.

---

\*) Jména latinského užívá Nautical Almanac, francouzského *Connaissance des Temps*.

6. **Bootes** (Bouvier) pod ojí Vel. vozu mezi  $14$  a  $16^h$  a  $+10^0$  i  $40^0\delta$ ; se sousedící na východě **Korunou** (Corona, Couronne) tvoří význačné Y;  $\alpha$  sluje Arctur.

7. **Herkules** od něho na východ, pod hlavou dračí, mezi  $16--18^h$ , od rovníka až k  $+50^0\delta$ .

8. **Lyra** za  $18^h$ , kol  $+35^0\delta$ ; její  $\alpha$  bledomodrého světla sluje Vega.

9. **Labuť** (Cygnus, Cygne) na v. od Lyry kol  $20^h$  při  $+40^0\delta$ ; v pětihvězdí podoby sešinutého kříže  $\alpha$  sluje Deneb.

10. **Orel** (Aquila, Aigle) pod Labutí;  $\alpha$  sluje Altair.

11. Pod Cassiopejí **Andromeda s Pegasem** mezi  $22^h$  a  $1^h$  a mezi  $+10^0$  i  $50^0\delta$ .

12. Při  $2^h$  na  $+23^0\delta$  **Skopec** (Aries, Bélier); v téže výši u  $4^h$  skupina **Kuřátek** (Plejady) pod souhvězdím **Persea**.

13. **Býk** (Taurus, Taureau) mezi  $4--6^h$  a mezi  $+10^0$  a  $30^0\delta$ ;  $\alpha$  světla červeného sluje Aldebaran a jest světlem svým měrou pro stálice ostatní jako jednotka.

14. **Vozka** (Auriga, Cocher) severněji Býka; jeho  $\alpha$  mihotavé zve se Capella (la Chèvre).

15. **Orion** pod Vozkou, sedmihvězdí v šikmém, dlouhém kříži; trojhvězdí prostřední je na rovníku.

16. **Blíženci** (Gemini, Gémeaux) mezi  $6--8^h$  a  $+10^0--40^0\delta$ ;  $\alpha$  sluje Castor,  $\beta$  Pollux.

17. **Velký pes** a **Malý pes** (Canis major, minor, Grand, petit Chien) pod Blíženci na jih od rovníka;  $\alpha$  onoho sluje Sirius, tohoto Prokyon.

18. **Panna** (Virgo, Vierge) při  $12^h$  na rovníku;  $\alpha$  sluje Klas (Spica, l' Épi).

19. Na jižní obloze zjevují se nám občas ještě **Váhy** (Libra, Balance), **Štír** (Scorpio), v něm Antares světla rudého jako Mars (Ares), **Štřelec** (Sagittarius, Sagittaire), **Kozoroh** (Capricornis), **Vodnář** (Aquarius, Verseau) a **Ryby jižní** (Pisces austr., Poissons austral.), z nich  $\alpha$  Fomalhaut.



# Polohy stálic I. a II. řádu

pro rok 1900 se změnami rektascense i deklinace.

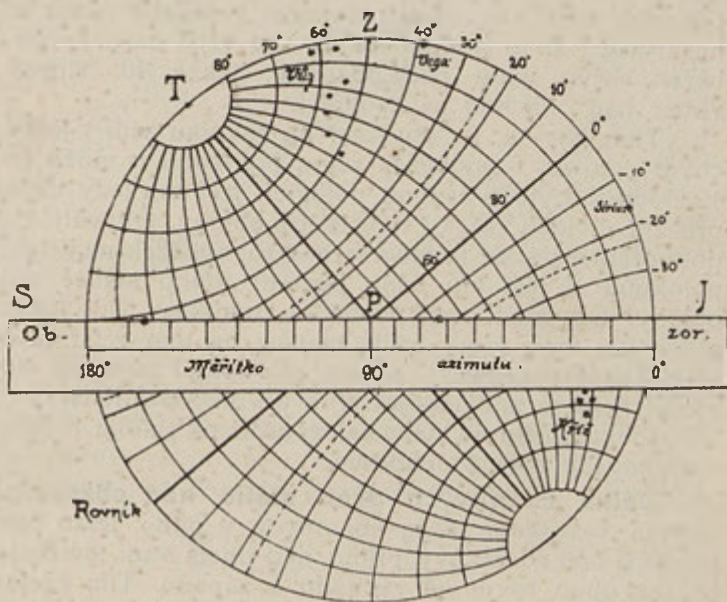
J m é n o *	AR	Roční praecesse	Vlastní pohyb	δ	Roční praecesse	Vlastní pohyb
α Andromedy . . .	0 <sup>h</sup> 3 <sup>m</sup> 12.991 <sup>s</sup>	+ 3.0829 <sup>s</sup>	+ 0.0095 <sup>s</sup>	+ 28° 32' 18.34"	+ 20.051"	— 0.156"
α M. Medvěda . . .	1 22 33.139	+ 25.1869	+ 0.1221	+ 88 46 26.72	+ 18.762	— 0.003
α Skopce . . . . .	2 1 32.023	+ 3.3595	+ 0.0127	+ 22 59 22.74	+ 17.298	— 0.134
α Persea . . . . .	3 17 10.734	+ 4.2595	+ 0.0015	+ 49 30 18.89	+ 13.077	— 0.033
α Býka . . . . .	4 30 10.842	+ 3.4344	+ 0.0035	+ 16 18 29.99	+ 7.657	— 0.184
α Vozky . . . . .	5 9 17.974	+ 4.4186	+ 0.0079	+ 45 53 46.69	+ 4.398	— 0.424
β Oriona . . . . .	5 9 43.862	+ 2.8819	— 0.0012	— 8 19 1.09	+ 4.362	+ 0.005
γ Oriona . . . . .	5 19 45.943	+ 3.2170	— 0.0019	+ 6 15 32.48	+ 3.501	— 0.015
ε Oriona . . . . .	5 31 8.295	+ 3.0434	— 0.0018	— 1 15 56.55	+ 2.518	+ 0.006
ζ Oriona . . . . .	5 35 42.770	+ 3.0263	— 0.0008	— 1 59 43.53	+ 2.119	+ 0.010
β Vel. Psa . . . . .	6 18 17.696	+ 2.6422	— 0.0015	— 17 54 22.99	— 1.601	+ 0.003
γ Blíženců . . . . .	6 31 56.064	+ 3.4645	+ 0.0023	+ 16 29 5.06	— 2.789	— 0.035
α Vel. Psa . . . . .	6 40 44.467	+ 2.6811	— 0.0372	— 16 34 43.38	— 3.549	— 1.199
ε Vel. Psa . . . . .	6 54 41.693	+ 2.3576	— 0.0011	— 28 50 8.55	— 4.743	+ 0.017
δ Vel. Psa . . . . .	7 4 19.488	+ 2.4396	0.0000	— 26 14 2.87	— 5.557	0.000



J m é n o *	<i>AR</i>	Roční praecesse	Vlastní pohyb	$\delta$	Roční praecesse	Vlastní pohyb
$\alpha$ Blíženců . . . . .	7 <sup>h</sup> 28 <sup>m</sup> 13.208 <sup>s</sup>	+ 3.8501 <sup>s</sup>	— 0.0151 <sup>s</sup>	+ 32' 6 28.81"	— 7.532"	— 0.079"
$\alpha$ Mal. Psa . . . . .	7 34 4.109	+ 3.1905	— 0.0474	+ 5 28 52.22	— 8.005	— 1.027
$\beta$ Blíženců . . . . .	7 39 11.851	+ 3.7252	— 0.0481	+ 28 16 3.70	— 8.414	— 0.051
$\alpha$ Hydry . . . . .	9 22 40.362	+ 2.6503	— 0.0019	— 8 13 30.18	— 15.512	+ 0.052
$\alpha$ Lva . . . . .	10 3 2.796	+ 3.2169	— 0.0182	+ 12 27 21.75	— 17.500	+ 0.018
$\alpha$ V. Medvěda . . . .	10 57 33.580	+ 3.7560	— 0.0180	+ 62 17 26.54	— 19.309	— 0.071
$\epsilon$ V. Medvěda . . . .	12 49 37.798	+ 2.6385	+ 0.0115	+ 56 30 8.83	— 19.584	— 0.021
$\alpha$ Panny . . . . .	13 19 55.881	+ 3.1586	— 0.0044	— 10 38 22.15	— 18.846	— 0.018
$\eta$ V. Medvěda . . . .	13 43 36.065	+ 2.3813	— 0.0115	+ 49 48 44.07	— 18.037	— 0.014
$\alpha$ Boota . . . . .	14 11 5.962	+ 2.8132	— 0.0799	+ 19 42 10.69	— 16.858	— 1.977
$\alpha$ Štira . . . . .	16 23 16.418	+ 3.6731	— 0.0022	— 26 12 36.28	— 8.211	— 0.028
$\alpha$ Lvy . . . . .	18 33 33.130	+ 2.0137	+ 0.0173	+ 38 41 25.63	+ 2.927	+ 0.255
$\alpha$ Orla . . . . .	19 45 54.206	+ 2.8918	+ 0.0351	+ 8 36 13.94	+ 8.942	+ 0.384
$\alpha$ Labutě . . . . .	20 38 1.301	+ 2.0439	— 0.0003	+ 44 55 21.94	+ 12.757	+ 0.003
$\alpha$ Ryb jižních . . . .	22 52 7.463	+ 3.2992	+ 0.0232	— 30 9 7.54	+ 19.181	— 0.159

**Zdánlivý pohyb stálic.** Tím, že země o osu se otáčí, zdá se nám, jakoby stálice kol země obíhaly, a poněvadž směr pohybu zemského je od západu na východ, pohybují se zdánlivě hvězdy od východu na západ. Pohyb ten je rovnoměrný, a jak již bylo ukázáno, vykoná se za 24 hodiny hvězdné (str. 14.).

Avšak pohyb stálic nevidí pozemšťané stejně. Příčinou toho je **obzor**.



Obr. 5.

Obzor jednak zakrývá půl světové koule, dává nám spatřovati toliko půli nad námi, jednak nedává všem pohližeti na touž půli.

Obyvateli **na rovníku** pne se rovník světový nad hlavou, skrývá se na východě i na západě; poly leží na samém obzoru, severní na severu, jižní na jihu. Rovněž tak nad obzor pnou se mu kolmo půle rovnoběžek. Čtenář zkusíž toho na obr. 5.

Obyvatel **polu** má pol nad hlavou, rovník spočívá na obzoru a nad ním rovnoběžně leží rovnoběžky.

Obyvateli **našich končin** jeví se obloha také jinak. (Obr. 5.) Nad hlavou *P* má jeden bod 50. rovnoběžky severní *Z*. Ten sluje zenit či nadhlavník. Rovník vycházejí na východě ( $90^\circ$ ) pne se nejvýše  $40^\circ$  nad jihem a ztrácí se na západě ( $90^\circ$ ). S ním rovněž tak šikmo běží rovnoběžky, ukazující čím dál na sever, tím větší části své, až 40. stupněm počínajíc vůbec se neskryvají; za to čím dál na jih, tím větší části rovnoběžek skryty jsou pod obzorem, takže 40. stupeň vůbec nad obzorem se neobjeví.

Tím děje se, že obyvatel na rovníku vidí v jedné chvíli polovici rovnoběžek obou polokoulí a může po 12 hodinách viděti druhou polovici, jest mu tedy dána příležitost viděti všechny stálice celé oblohy. Obyvatel na polu přehlédá stále toliko všech 90 rovnoběžek na jediné polokouli a jest mu dáno poznati toliko stálice půl oblohy. Obyvatel mezi polem a rovníkem vidí jedné polokoule větší část, druhé menší; na této větší části se některé rovnoběžky vůbec pod obzor neskryjí, na menší některé ani neobjeví (na př. V. Vůz, Kříž).

Viditelnost drah stálic záleží tudíž na sklonu roviny rovníkové k rovině obzorové.

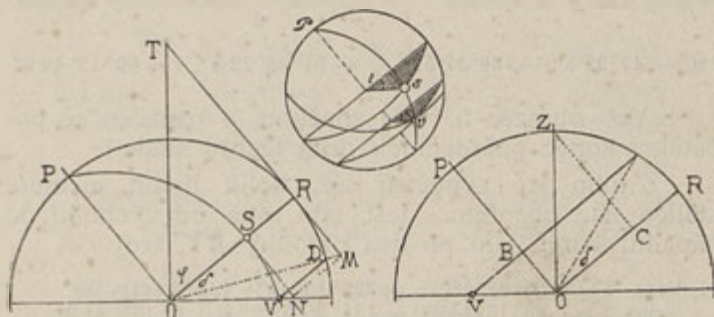
#### **Délka zdánlivých drah stálic nad obzorem.**

Rovina rovníková seče obzorovou v půli; ježto pak nejvyšší bod rovníkový přímo nad jihem stojí, směřuje průsek obou rovin od východu k západu. Tím přetát jest i rovník v půle, takže  $180^\circ$  obvodu jeho jest nad obzorem,  $180^\circ$  pod obzorem, či měříme-li časem, je 12 hodin nad obzorem a 12<sup>h</sup> pod ním. Hvězdy na rovníku setrvávají 12 hodin na obloze, vycházejí na východě a zapadají na západě.

Jinak tomu u hvězd, jež mají deklinaci. V poledníku *PSV* (obr. 6.) jsou dvě stálice, *S* na rovníku a *V* s deklinací jižní. Je zřejmo, že v určitém čase *t* jest *S* ještě nad obzorem, když *V* je na obzoru. Oblouky *RS* a *DV* jsou si počtem úhlů rovny, jak zřejmo z podobnosti



vyčárkovaných výsečí kruhových v obrázku prostředním, a udávají čas, před kterým  $S$  stálo v místě  $R$  a  $V$  v místě  $D$ . Tu  $OS$  je cosinem úhlu  $t$ , dále je úhel  $ROD$  roven deklinaci stálice  $V$  a  $RM$  je *tangentou* toho úhlu, tedy  $\text{tang} - \delta$ . Úhel  $TOR$  je zeměpisnou šířkou místa  $O$ , a  $TR$  je *tangentou* této šířky, tedy  $\text{tang} + \varphi$ . Učiňme



Obr. 6.

z  $S$  rovnoběžku k  $RM$ , až přetne obzor v  $N$ , i bude  $RM = SN = \text{tang} - \delta$ . Z podobnosti trojúhelníků  $TOR \sim OSN$  plyne úměra  $OS : SN = RT : RO$ ; určí tedy míru času  $t$  zcela hodnoty tuto uvedené, neboť dosadíme-li je do úměry, obdržíme

$$\begin{aligned} \cos t : \text{tang} - \delta &= \text{tang} \varphi : 1 \text{ čili} \\ \cos t &= \text{tang} - \delta \cdot \text{tang} \varphi. \end{aligned}$$

Pro případ rovnosti znamének  $\varphi$  a  $\delta$  zní rovnice

$$\cos(180^\circ - t) = \text{tang} \delta \cdot \text{tang} \varphi.$$

Tyto rovnice lze převést ve formu

$$\text{tang} \frac{t}{2} = \sqrt{\frac{\cos(\varphi - \delta)}{\cos(\varphi + \delta)}}, \text{ což bývá s výhodou, chceme-li}$$

cosinů součtu a rozdílu užiti k výpočtům jiným. Příkladem objasníme užiti obou.



Kolik stupňů činí oblouk  $DV$  na  $50^\circ$  sev. šířky u Vegy a Siria?

$\alpha$  Lyrae (Vega)  $\delta = +38^\circ 41' 20''$   $\alpha$  Can. Major. (Sirius)  $= -16^\circ 35' 0''$

$\log \tan \varphi$	0 07619	$\log \cos (\varphi - \delta)$	9 59924
$\log \tan \delta$	9 90354	$\log \cos (\varphi + \delta)$	9 92152
$\log \cos (180^\circ - t)$		$\log \tan \frac{t}{2}$	
9 97973		9 67772 : 2 = 9 83886	

$$180^\circ - (17^\circ 22' 8'') = 162^\circ 37' 52'' \quad \frac{t}{2} = 34^\circ 36' 22 \cdot 3'', \quad t = 69^\circ 12' 44 \cdot 6''$$

(Viz obrazec 5, kde značkou  $\times$  označen je počátek i konec polodenních drah těchto stálic.)

Z toho lze vypočísti též, kolik hodin je která stálice nad obzorem. Jest tam totiž od východu do západu, setrvá tam po dva oblouky  $RV$ , tedy

$$\begin{aligned} \text{Vega } 2 \times (162^\circ 37' 52'') &= 325^\circ 15' 44'' \quad \text{čili } 21^{\text{h}} 41^{\text{m}} 3^{\text{s}} \\ \text{Sirius } 2 \times (69^\circ 12' 44 \cdot 6'') &= 138^\circ 25' 29 \cdot 2'' \quad \text{či } 9^{\text{h}} 13^{\text{m}} 41 \cdot 9^{\text{s}}. \end{aligned}$$

**Odlehlost, azimut.** Jen hvězdy rovníkové vycházejí v bodě východním a zapadají v bodě západním, ostatní zapadají a vycházejí v různých místech na obzoru, tedy různě daleko od bodu jižního, nebo od bodu východního neb západního. Měříme-li vzdálenost po obzoru od bodu jižního, udáváme t. zv. azimut ( $A$ ); měříme-li od bodu východního nebo západního, udáváme odlehlost ( $O$ ) a to jižní, je-li bod mezi východem a jihem, nebo severní, je-li od východu na sever.

Z věci samé plyne, že hvězdy rovníkové nemají odlehlosti, a že azimut jejich činí  $90^\circ$ ; hvězdy s deklinací jižní mají azimut menší než  $90^\circ$  a odlehlost jižní, hvězdy s deklinací severní azimut nad  $90^\circ$  a odlehlost severní; tedy

$$\begin{aligned} \text{při } -\delta \text{ dává } A + O &= 90^\circ, \\ \text{při } +\delta \text{ dává } A - O &= 90^\circ. \end{aligned}$$

Budiž v obr. 6. v pravo  $V$  bod, v němž stálice zapadá, pak jest  $OV$  odlehlost severní,  $OV + 90^\circ$  pak azimut.

$OB$  je sinem úhlu  $\delta$ ,  $CO$  cosinem úhlu  $\varphi$ . Z podobnosti trojúhelníků  $\triangle OVB \sim \triangle COZ$  soudíme, že

$$OV:OB = OZ:OC;$$

dosadíme-li pak za  $OV$  oblouk  $A$ , jest

$$\cos A = \frac{-\sin \delta}{\cos \varphi}.$$

Tak u  $\alpha$  Lyrae

$\alpha$  Can. Maj.

$$\log \sin \delta \quad 9.79594^n$$

$$9.45547$$

$$\log \cos \varphi (50^\circ) \quad 9.80807$$

$$9.80807$$

$$\hline 9.98787^n$$

$$\hline 9.64740$$

$$\text{dává } A = 166^\circ 28' 40''$$

$$A \quad 63^\circ 38' 21.6''$$

$$Os = 76^\circ 28' 40''$$

$$Oj \quad 26^\circ 21' 38.4''$$

**Refrakce.** Fysika učí, že vidíme nad obzorem hvězdu, jež dosud je pod obzorem. Úkaz tento, jenž východ uspišuje a západ opozďuje, zakládá se na lomu paprsků světelných ve vzduchu, a záleží tedy velice na teplotě a hustotě vzduchu. Je-li hvězda  $35'$  pod obzorem, vidíme ji, a čím šikmější dráhu koná, tím dříve ji uhlídáme, poněvadž jest obzoru rovně blízko a přece na šikmou dráhu více času potřebí jest.

Oč dříve hvězdu vidíme, či kolik stupňů dráhy její nad obzorem přibude, vypočítáme formuli

$$dt = \frac{35'}{\cos \varphi \cdot \cos \delta \cdot \sin t} \text{ čili } \frac{35'}{\sqrt{\cos(\varphi - \delta) \cdot \cos(\varphi + \delta)}}^{**}$$

\*) Jiná formule jest:

$$tg \frac{A}{2} = \sqrt{\cotang \frac{90^\circ - \delta + \varphi}{2} \cotang \frac{90^\circ - \delta - \varphi}{2}}.$$

\*\*) Druhá formule je výhodnější, že netřeba k ní znáti hodnoty  $t$ , a že známy-li  $\cos(\varphi - \delta)$  a  $\cos(\varphi + \delta)$ , netřeba ničeho dále vyhledávati

U $\alpha$ Lyrae		U $\alpha$ Canis Majoris	
$\log 35'$	1.54407		1.54407
$\log \cos (\varphi - \delta)$	9.99148		9.59924
$\log \cos (\varphi + \delta)$	8.35947		9.92152
<hr/>		<hr/>	
8.35095 : 2 = 9.17547		9.52076 : 2 = 9.76038	
<hr/>		<hr/>	
2.36860		1.78369	

$$dt = 233.66' = 3^{\circ} 53' 40'', \quad 60.77' = 1^{\circ} 0' 46.2''.$$

Připočítáme-li výsledky tyto ku délce drah a přepočteme-li na dobu, pak víme, jak dlouho bude hvězda viditelná.

Avšak tím též azimutu přibývá; rozdíl azimutů refrakcí způsobený jest roven  $dA = \sin \varphi \cdot dt$ , u hvězd uvedených tedy

$\log \sin 50^{\circ}$	9.88425	9.88425
$\log dt$	2.36860	1.78369
$\log dA$	<hr/> 2.25285	<hr/> 1.66794
$dA$	179' = 2° 59'	46.55' = 46° 33''

takže s opravami těmito jest u

$\alpha$ Lyrae		$\alpha$ Canis Majoris	
délka dráhy	$2 \times (166^{\circ} 31' 32'')$	$2 \times (70^{\circ} 13' 31.9'')$	
Azimut	169 27 40	64 24 54.9	
odlehlost s.	79 27 40	j 25 35 5.1	

**Působení refrakce na hvězdy nad obzorem.**  
Výška hvězd nad obzorem zdánlivá je vždy větší nežli skutečná, avšak rozdíl je tím menší, čím výše hvězda jest.

Při

$h = 0^{\circ}$ je refrakce 33' 47.9''		$h = 4^{\circ}$ je refrakce 11' 48.8''	
1	24 22.3	5	9 54.8
2	18 23.1	6	8 30.3
3	14 28.7	7	7 25.6

při			
$h = 8^{\circ}$ je refrakce	6' 34.7''	$h = 17^{\circ}$ je refrakce	3' 8.6''
9	5 53.7	20	2 38.9
10	5 20.0	25	2 4.4
11	4 51.9	30	1 40.7
12	4 28.1	40	1 9.4
13	4 7.7	50	0 48.9
14	3 50.0	60	0 33.7

při čemž pominuto působení tlaku vzduchu a teploty, takže tuto uvedené hodnoty platí pro tlak 760 mm a  $+ 10^{\circ}$  Celsia. \*)

**Vrcholení, kulminace.** Hvězda stojí nejvýše, (obr. 6. v *R* a v *D*) octla-li se uprostřed dráhy své nad obzorem. Tenkrát vrcholí, kulminuje. Hvězdný čas, jež kalendáře pro střední poledne uvádějí, udává zároveň, které hvězdy v tu dobu kulminují. Na př. 9. června 1900 bude o střed. polednách Greenwichských  $5^h 9^m 35.7^s$  času hvězdného; to znamená, že v Greenwichi toho okamžiku kulminovati budou všechny hvězdy, jichž *AR* je  $5^h 9^m 35.7^s$ . To je na př.  $\alpha$  Vozky (Capella, *AR*  $5^h 9^m 21.4^s$ ).

**Doba vrcholení.** Tento poledník světový  $5^h 9.3^m$ , na němž Capella jest, vrcholí však v Greenwichi denně, ovšem v různých dobách za celý rok, ale vždy po 24 hodinách hvězdných. I byla by otázka,

\*) Obecně přibližně lze vypočísti refrakci  $\rho$  při výšce  $h$  dle formule

$$\rho = \frac{58.833'' \cotg h}{1 + 0.006364 \cotg h}$$

takže pro  $h = 25^{\circ}$  jest

<i>log</i>	58.833''	1.76962	<i>log const.</i>	0.006364	7.80373
<i>log cotg</i>	$25^{\circ}$	0.33133	<i>log cotg h</i>		0.33133
		2.10095	<i>num</i>	0.013647	8.13506
<i>log num</i>	1.013647	— 0.00588			
		2.09507, což dává			$124.5'' = 2' 4.5''$ .



kdy vrcholí Capella v Greenwichi na př. 5. prosince 1900?

Tu počítáme takto: 5. pros. 1900 je ve střední poledne Gr. času hvězdného  $16^h 55^m 19.03^s$ , což značí, že poledník  $16^h 55.3^m$  v tu dobu vrcholí. Capella má  $AR\ 5^h 9.3^m$ , tedy již vrcholila\*); ale můžeme říci, že hvězda leží o  $5^h 9.3^m$  za  $24^h$ , že její  $AR = 29^h 9^m 21.4^s$ . Prostým odčítáním

$$\begin{array}{r} AR * \quad 29^h \ 9^m \ 21.4^s \\ \text{čas} * \quad 16 \ 55 \ 19.03 \\ \hline \end{array} \text{zvíme, že}$$

Capella vrcholí bude po  $12^h 14^m \ 2.37^s$  času hvězdného, t. j. v  $5^h 9^m 21.4^s$  času \*.

Jiný příklad: Kdy vrcholí bude Arcturus dne 20. května 1900?

$$\begin{array}{r} AR * \quad 14^h \ 10^m \ 49.51^s \\ \text{čas} * \quad 3 \ 50 \ 44.59 \\ \hline \end{array}$$

Arktur bude vrcholí po  $10^h 20^m \ 4.92^s$ , t. j. ve  $14^h 10^m 49.51^s$  času \*.

Z obou příkladů patrně, že hvězda vrcholí tenkrát, když čas hvězdný je roven její rektascensi. V kolik hodin to jest dle času středního, dozvíme se, když doby, po kterých hvězda vrcholí bude, převedeme na čas střední.

**Přeměna času hvězdného na střední.** Bylo již uvedeno, že  $24^h$  středních je  $24^h 3^m 56.5554^s$  času hvězdného a že  $24^h$  hvězdných je  $23^h 56^m 4.0906^s$  času středního. Hodina hvězdná je  $0.9972696$  hodiny střední, i bylo by jen čas udaný znásobiti, abychom obdrželi výsledek v čase středním. Ale místo nepohodlného násobení volíme raději sečítání, užívající tabulek, v nichž zaznamenáno jest, kolik jest třeba přičísti k času střednímu, abychom obdrželi čas hvězdný,

---

\*) Vrcholila tudíž před  $16^h 55.3^m$  —  $5^h 9.3^m$  t. j. před 11 hodinami 46 min., totiž ve  $24^h$  —  $(11^h 46^m)$  = ve  $12^h 14^m$ .

anebo kolik třeba odečísti, aby čas hvězdný na střední byl převeden.

K času střednímu přičítá se						Od času hvězdného odečte se							
h	m	s	m	s	s	s	h	m	s	m	s	s	s
1	0	9 856	1	0 164	1	0 003	1	0	9 830	1	0 164	1	0 003
2	0	19 713	2	0 329	2	0 005	2	0	19 823	2	0 328	2	0 005
3	0	29 569	3	0 493	3	0 008	3	0	29 489	3	0 491	3	0 008
4	0	39 426	4	0 657	4	0 011	4	0	39 318	4	0 655	4	0 011
5	0	49 282	5	0 821	5	0 014	5	0	49 148	5	0 819	5	0 014
6	0	59 139	6	0 986	6	0 016	6	0	58 977	6	0 983	6	0 016
7	1	8 995	7	1 150	7	0 019	7	1	8 807	7	1 147	7	0 019
8	1	18 852	8	1 314	8	0 022	8	1	18 636	8	1 311	8	0 022
9	1	28 708	9	1 478	9	0 025	9	1	28 466	9	1 474	9	0 025
10	1	38 565	10	1 643	10	0 027	10	1	38 296	10	1 638	10	0 027
11	1	48 421	20	3 285	20	0 055	11	1	48 125	20	3 277	20	0 055
12	1	58 278	30	4 928	30	0 082	12	1	57 955	30	4 915	30	0 082
20	3	17 129	40	6 571	40	0 110	20	3	16 591	40	6 555	40	0 109
			50	8 214	50	0 137				50	8 191	50	0 137

Chceme-li počítati, napíšeme nejprve hodnotu v čase daném, načež vypisujeme příslušné sčítance neb odčítance pro každé místo, tedy na př. zde pro  $12^h$ ,  $10^m$ ,  $4^m$ ,  $2^s$ ,  $0\cdot3^s$ ,  $0\cdot07^s$  takto:

Hodnota v čase hvězdném jest	$12^h 14^m 2\cdot37^s$
i jest odčítati pro $12^h$	1 57 955
$10^m$	1 638
4	0 655
$2^s$	0 005
$0\cdot4$	0 001
takže času středního jest	$12^h 12^m 2\cdot116^s$

Ve druhém případě jest  $10^h 20^m 4\cdot92^s$  času hvězdného  $10^h 18^m 23\cdot334^s$  času středního.

**Doba východu a západu stálic.** Známe-li čas, pokud stálice na obloze trvá, a okamžik, kdy vrcholí,

snadno vypočítáme, kdy vyjde a kdy zapadne. Kdy vyjde a zapadne Sirius 28. ledna 1900 v Greenwichi? Vypočtème nejprve pro Greenwich ( $\varphi = +51^{\circ}28'38''$ ) denní oblouk Siria; ten jest  $2 \times (60^{\circ}2')$ , k tomu refrakce  $1^{\circ}3'13.2''$ , takže Sirius od doby vrcholení trvá na obloze

$69^{\circ}5'13.2''$  čili  $4^{\text{h}}36^{\text{m}}20.9^{\text{s}}$  hvězdných  $= 4^{\text{h}}35^{\text{m}}35.6^{\text{s}}$  středních.

Dne 28. ledna 1900 bude o polednách Greenwichských

*AR* Siria  $6^{\text{h}}40^{\text{m}}46.9^{\text{s}}$  čili . . . . .  $30^{\text{h}}40^{\text{m}}46.9^{\text{s}}$   
 času hvězdného . . . . . —  $20\ 29\ 10.6$   
 což značí, že Sirius vrcholí po polednách za  $10^{\text{h}}11^{\text{m}}36.3^{\text{s}}$   
 času hvězdného či v  $10^{\text{h}}9^{\text{m}}56.1^{\text{s}}$  času středního.

I jest východ a západ jeho před vrcholením a po něm:

doba vrcholení Siria		$10^{\text{h}}\ 9^{\text{m}}\ 55.1^{\text{s}}$	č. střed.
polooblouk denní	$\mp$	$4\ 35\ 35.6$	„ „
východ	v	$5^{\text{h}}\ 34^{\text{m}}\ 20.5^{\text{s}}$	„ „
západ	ve	$14\ 45\ 31.7$	„ „

(Viz tabulky na stránce 39.)

**Mapa hvězdná.** Mapy hvězdné kresleny jsou dvojako. Jedny zastupují atlas, druhé globus. Na obojích v rovnoběžkách a polednících zakreslovány jsou stálice, a to různými znaménky dle velikosti své. Poledníky pokračují na nich, jako na obloze, od západu na východ, tedy na levo. Má-li mapa hvězdná zastupovati globus, musí býti otáčivá, t. j. pod výkrojem, jehož kraj obzor značí, musí se pohybovati výstředně dle toho, jaký úhel ve skutečnosti obzor s rovníkem svírá.

Viděli jsme při počítání úloh, že tří věcí bylo třeba k řešení jich: známosti  $\varphi$ ,  $\delta$  a času  $\times$ .

Toho tu netřeba, neboť  $\varphi$  zastupuje zde obzorník a dle něho již mapa je pořizena (u nás pro  $50^{\circ}$ );  $\delta$  a  $\times$



Čas hvězdný o Pražských střed.  
polednách r. 1900.

Hodnoty pro Paříž + 7·94<sup>s</sup>, pro Greenwich + 9·47<sup>s</sup>.

Dne	Hvězd. čas	Dne	Hvězd. čas
1. ledna	18 <sup>h</sup> 42 <sup>m</sup> 34·04 <sup>s</sup>	10. července	7 <sup>h</sup> 11 <sup>m</sup> 38·52 <sup>s</sup>
11.	19 21 59·61	20.	7 51 5·08
21.	20 1 25·18	30.	8 30 30·65
31.	20 40 50·76	9. srpna	9 9 56·21
10. února	21 20 16·25	19.	9 49 21·75
20.	21 59 41·17	29.	10 28 47·27
2. března	22 39 7·38	8. září	11 8 12·82
12.	23 18 32·92	18.	11 47 38·35
22.	23 57 57·46	28.	12 27 3·85
1. dubna	0 37 24·00	8. října	13 6 29·38
11.	1 16 49·54	18.	13 45 54·92
21.	1 56 15·08	28.	14 25 20·45
1. května	2 35 40·56	7. listop.	15 4 45·99
11.	3 15 6·10	17.	15 44 11·55
21.	3 54 31·68	27.	16 23 37·12
31.	4 33 57·24	7. prosince	17 3 2·69
10. června	5 13 22·79	17.	17 42 28·25
20.	5 52 48·38	27.	18 21 53·84
30.	6 32 13·97	32.	18 41 36·62

Pro dni jiné lze čas hvězdný vypočísti prostým přičtením těchto násobků:

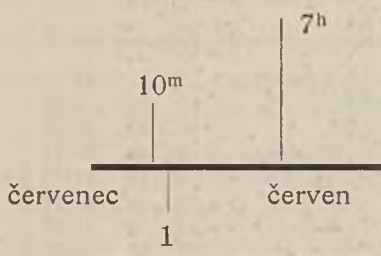
Za dní	jest připočísti	Za dní	jest připočísti
1	3 <sup>m</sup> 56·56 <sup>s</sup>	6	23 <sup>m</sup> 39·33 <sup>s</sup>
2	7 53·11	7	27 35·89
3	11 49·67	8	31 32·44
4	15 46·22	9	35 29·00
5	19 42·78	10	39 25·56

Čas hvězdný o pravých polednách roven je rektascenci slunce.

ie zakresleno, místo času  $\times$  jest pak na kraji kalendář, takže místo aby udán byl čas  $\times$  na př.

1. července 1890  $7^h 9^m 28^s$

jest na obrubě při mapě v poledníku  $7^h 9^m$  napsáno 1. července. Jen tolik je třeba věděti, zda okolní ka-



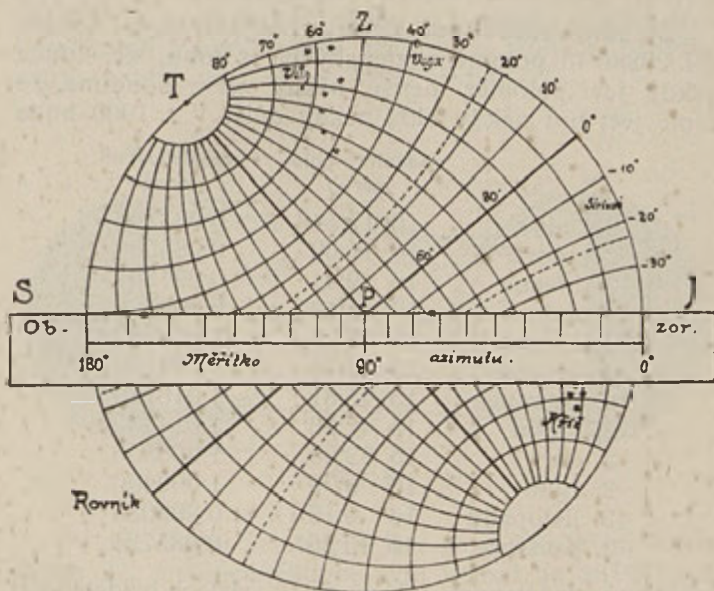
lendář platí pro poledne či pro půlnoc. Obvyčejně je pro půlnoc. Kdybychom chtěli věděti, které hvězdy je viděti 1. července o půlnoci, otočme, až ukazatel data jeví žádané datum. Je-li na mapě značen stav půlnoční, bude jistě proti jihu  $18^h 37^m 2^s$  čili  $279^\circ 18'$ .

Pro kteroukoli jinou hodinu najdeme stav oblohy prostým otočením; ostatně ke každé mapě bývá návod přidán.

**Hvězdy pod obzorem a nad obzorem stále dlící.** Nakloněním roviny rovníkové k obzoru octnou se některé rovnoběžky úplně pod obzorem, některé pak zase tak se vyšinou, že ani nejnížší bod jejich pod obzor nezajde. Je-li u nás (obr. 7.) rovník na  $40^\circ$  nad obzor jižní povýšen, je zřejmo, že jen jediný bod jižní  $40.$  rovnoběžky bodem jižním prochází, že ani jediná jižnější rovnoběžka nad obzor přijíti nemůže, a že tudíž na př. krásné souhvězdí Kříže u nás nikdy nelze viděti. Za to pol povýšen jest nad severem na  $50^\circ$ , i jsou všechny rovnoběžky severní od polu až ke  $40^\circ$  severní rovnoběžce všemi svými body stále na obloze, takže na př. Vel. Vůz nikdy u nás nezachází. Hvězdám, jež v těch končinách se nacházejí a nikdy nezapadají nebo nevycházejí, říkáme **circumpolární, obtočnové**.

**Viditelnost stálice v určitém místě na zeměkouli.** V určitý okamžik je stálice viditelná vždy na celé polokouli zemské, a to na té, jež se rozkládá

kolem místa, nad nímž stálce vrcholí. V určitém místě je pak viditelná potud, pokud ono místo při otáčení



Obr. 7.

se země trvá na osvětlené polokouli. Zobrazení toho viz v oddíle o zatměních slunce a okkultacích.

Slunce.

**Slunce, ☉**, střed soustavy, k níž i země náleží, jest ohromná koule, jejíž poloměr  $692428 \text{ km}$  čili  $108,56$  poloměrů zemských měří. Na žhoucím povrchu vidati lze v určitých občasích větší neb menší počet skvrn, jež vykonají obrot za  $27,3$  dne, takže obrot o osu



učiní slunce v době 25 dní  $4^h 29^m$ . Ze směru pohybu skvrn vyměřeno, že rovník nakloněn jest as  $6^\circ 58'$  k té rovině, v níž země kolem slunce obíhá.

**Střední vzdálenost** slunce od nás jest 148,491.880 *km* čili 23280·45 poloměrů zemských; z toho, že slunce někdy jeví poloměr menší, někdy větší, soudíme, že země jest mu někdy blíží, někdy dále. V r. 1900 bude

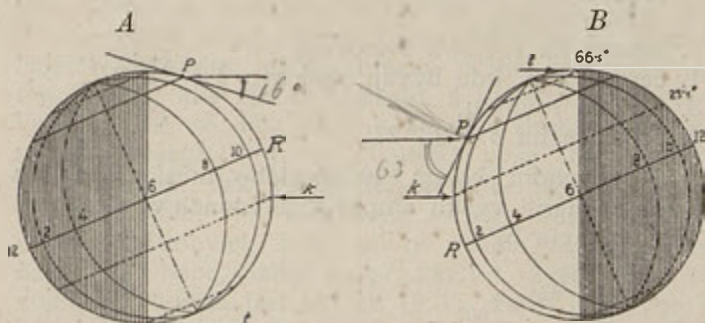
	zdánlivý polo- měř ☉	vzdálenost od země
2. ledna	16' 17·54''	0·983266
2. února	16 15 09	0·985589
2. března	16 9·41	0·991261
2. dubna	16 1·12	0·999729
2. května	15 53·27	1·008049
2. června	15 47·44	1·014365
2. července	15 45·31	1·016789
2. srpna	15 47·26	1·014835
2. září	15 52·98	1·008855
2. října	16 0·79	1·000406
2. listopadu	16 9·15	0·992035
2. prosince	16 15·26	0·985721,

při čemž vzdálenost udána je v částech vzdálenosti střední, takže lze ji na *km* přepočísti, na př.: pro 2. červen  $148491\ 88 \times 1\cdot014365 = 150624\cdot97$  tisíc *km*.

Obsah slunce měří as tolik co 1,283.744 zemí, ale je hutnosti 1·39, maje jen 0·253 hutnosti zemské.

**Sklon osy zemské.** Země má osu přikloněnu k rovině, v níž obíhá kolem slunce, na  $66^\circ 33'$  osa směr ten podržuje stále, takže pohybem svým opisuje oblínu šikmého válce. Tím některé končiny zemské přicházejí do příkřejších paprsků slunečních, jiné do šikmějších, a tak dán je vznik ročním počasům; tím také rovnoběžky zemské nerovně dlouho trvají ve světle a stínu a tak dán je vznik nerovnosti dne a noci. V obr. 8. *B* jest země, jak o polednách Pražských dne 21. června se jeví. *P* je  $50^\circ$  s. š. Kolmo svítí slunce na  $23^\circ 27'$  s. š.

Čím dál na sever, tím větší části rovnoběžek stápějí se ve světle; díly na  $50^\circ$  ukazují, že 8 hodin to trvá, než Praha vejde do stínu, a kruh, jenž kolem točny na  $23^\circ 27'$  se prostírá, vůbec ve stínu se neoctne. Položíme-li Prahou obzor, vidíme, že sluneční paprsky svírají s ním úhel  $40^\circ + 23^\circ 27' = 63^\circ 27'$ .



Obr. 8.

V obr. A jest země, jak jeví se o polednách Pražských 22. prosince. Slunce svítí kolmo na  $23^\circ 27'$  j. š. Čím dál od rovníka na sever, tím kratší oblouky rovnoběžek jsou ve světle, Praha jen 4 hodiny, kruh točnový vůbec ve světle není; za to na jižní polokouli opakuje se to, co na severní 21. června. Sluneční paprsky v Praze svírají s obzorem

úhel  $16^\circ 33' (40^\circ - 23^\circ 27')$ .

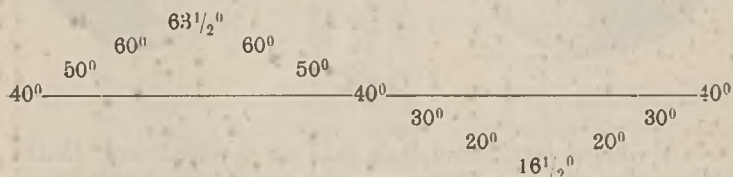
Z těchto dvou ukázek je zřejmo, že příkloněním osy a tedy příkloněním některé polokoule ke slunci prodlužují se dny a vzpříkřením paprsků zvyšuje se teplota a tím počasí se mění. \*)

\*) Zobrazme si obraz A nebo B o  $90^\circ$  otočený, aby část zastíněná byla vespod. Vidíme tu opakování toho, co při výpočtu drah stálíc nad obzorem jsme viděli. I tu rovník a  $50^\circ$  rovnoběžka šikmo běží, i tu nad obzorem je půl rovníka a větší nebo menší část rovnoběžek.

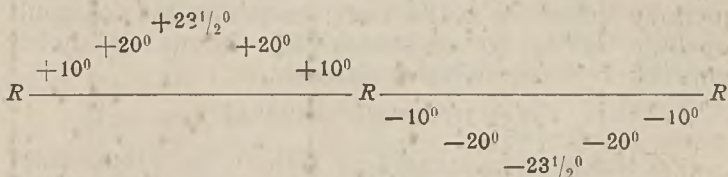
**Deklinace sluneční.** Paprsky sluneční dopadají kolmo

20. března na rovník,
21. června na  $23^{\circ} 27'$  sev. šířky,
23. září na rovník,
22. prosince na  $23^{\circ} 27'$  již. šířky. Tím stává se, že promítající polohu slunce v ty dni na oblohu, vidíme slunce
20. března na rovníku světovém,
21. června tam, kde bývají stálice o  $\delta + 23^{\circ} 27'$ ,
23. září na rovníku,
22. prosince na  $\delta - 23^{\circ} 27'$ .

Kdybychom kolem 20. každého měsíce (od jara počínaje) měřili výšku slunce o polednách ve středních Čechách, byla by



a kdybychom  $40^{\circ}$  jako výšku rovníka vzali za  $0^{\circ}$ , byla by



Tuto odchylku slunce od rovníka světového nazýváme deklinací; značí se  $+$  ( $N$ ), je-li nad rovníkem,  $-$  ( $S$ ), je-li pod rovníkem. Z odstavce předešlého je zřejmo, že deklinace ta jest jen následek sklonu osy zemské, změna její pak následek změny postavení země na dráze.



**Bod jarní.** Když slunce změní jižní deklinaci v  $+0^0$ , octne se na rovníku; tím okamžikem počíná jaro, a bod rovníku, v němž slunce dlí, sluje bod jarní. Tím bodem prochází také  $0^0$  poledník světový.

**Změna deklinace.** Změna sluneční deklinace je nenáhlá. Nejlepší ponětí o změně té měl by obyvatel polu, na př. severního. Tam 20. března po dlouhé tmě ukáže se slunce na světovém rovníku, jenž tam s obzorem v jedno splývá; pak plouží se po obzoru celých 24 hodin, až 21. března octne se přímo nad tím bodem, kde 20. se ukázalo, a to o  $23'41.7''$  výše. Opět plouží se dál, vždy o  $23'$  nad drahou včerejší, až 22. března stojí o  $23'40.9''$  výše nad bodem z 21. března. Tak kolotá den se dne, nikde s drahou dne včerejšího se nestýkajíc — vytváří tedy na obloze šroubovici, jejíž závity ovšem nejsou rovně daleko od sebe, neboť na př. závit 1. května nad závit 30. dubna jest jen  $18'19.3''$ , závit 1. června je nad závit 31. května jen  $8'25.5''$ ; mezi 20. a 21. červnem je mezera toliko  $0'22.3''$ . V ty dni zdá se, jakoby slunce stále chtělo kolotati v téže výši nad obzorem (nad rovníkem), ve výši  $23^027'$ . Nastalo **slunostání (solstitium)**.

Ale nastává též **obrat (slunovrat)**. Slunce dostoupivši nejvyššího bodu točité dráhy zvolna zase sestupuje, nikoli snad zpět po téže dráze, kterou vytvářelo, ale pokračuje dosavadním směrem od v. na z. s tím jen rozdílem, že denně, dokonavši dráhu, stojí o něco níže. Rozdíly jsou nejdřív nepatrné, pak čím dál patrnější až 23. září činí  $23'23.5''$ . Tím dnem octne se slunce poprvé na rovníku, klesne k obzoru a ztrácí se následujícím dnem, aby ukázalo se obyvatelům polu jižního. Rovnoběžka  $+23^027'$ , kde slunce běh svůj obrací, sluje obratníkem.

Zdánlivou dráhu sluneční představit si dlužno jako šroubovici, jejíž závity od jara do léta od východu přes jih na západ stoupají, od léta do podzimu od východu na západ se níží.

Deklinace mění se každým okamžikem. Proto, dána-li nám např. pro 4. srpen 1900 a pro střední poledne Greenwichské  $+17^{\circ}18'34.8''$ , není táž v Praze týž den v  $5^h$  odp. Neboť, je-li v Praze  $5^h$  odpol, je v Greenwichi na západ ležícím o  $57^m 40.3^s$  méně, tedy  $4^h 2^m 19.7^s$ . Ale za ty  $4^h$  se  $\delta \odot$  změnila, neboť 5. srpna bude jen  $+17^{\circ}2'32.2''$ , bude o  $16'2.6''$  menší, kterýžto rozdíl denní na 24 dílů rozdělen dává pro hodinu  $40.1''$ , za 4 hodiny  $160.4''$ , za 2.3 min.  $1.54''$ , tudíž celkem  $161.94'' = 2'41.9''$ . Proto bude ve  $4^h 2^m$  Greenw. čili v  $5^h$  Praž.

$$\delta \odot 4. \text{ srpna } 1900 + 17^{\circ}15'52.9''.$$

**Výška slunce o polednách.** Jak vysoko slunce o polednách stojí, lze určití vždy, známe-li polohu místa a deklinaci slunce.

Deklinace slunce 20. března je  $0^{\circ}$ , neboť slunce je na rovníku. Dle polohy místa rovina rovníková nad obzor se zvyšuje nebo k němu snižuje. Na  $50^{\circ}$  s. š. je  $50^{\circ} \delta$  v nadhlavníku; odpočítáme-li odtud na jih  $50^{\circ}$ , zbývá ještě  $40^{\circ}$  k obzoru, je tedy  $40^{\circ}$  výšky rovníkové u nás.

Deklinace slunce udává, oč slunce od rovníka se uchýlilo; je-li  $\delta + 10^{\circ}$ , je slunce  $10^{\circ}$  nad rovníkem, tedy  $50^{\circ}$  nad obzorem; je-li  $\delta - 15^{\circ}$ , je slunce  $15^{\circ}$  pod rovníkem, tedy  $40^{\circ} - 15^{\circ} = 25^{\circ}$  nad obzorem.

Obecně lze výšku slunce o polednách vyjádřiti

$$90^{\circ} - \varphi + \delta.$$

**Dni a noci rovně dlouhé.** Je-li  $\delta \odot = 0^{\circ}$ , t. j. je-li slunce na rovníku, trvá  $12^h$  nad obzorem,  $12^h$  pod ním; pak jest den roven noci, jest rovnodennost (aequinoctium). To jest na celé zemi jen dvakráte v roce, 20. března a 23. září; toliko pro místa na rovníku je rovnodennost stálá.

**Nejdelší a nejkratší den.** Deklinace slunce způsobuje, že dni v roce nejsou rovně dlouhé; nebýti jí, byly by dni  $12^h$ , noci  $12^h$ , jako je tomu 20. března

a 23. září v době rovnodennosti, kdy slunce deklinace nemajíc je na rovníku. Jen rovník činí tu výjimku.)\*

Délku nejdelšího a nejkratšího dne zhruba vyčteme, nemajíce globu, na planiglobiích. Hledáme na př., kolik hodin trvá den letní a zimní v Praze.

Považujme severní polokouli planiglobií za světovou kouli (obr. 7.), v jejíž středu je země, a tímto středem položíme obzorník (pravítko) tak, aby  $50^\circ$  na okraji byl kolmo nad středem P. Pravítko jdouc od  $+40^\circ$  k  $-40^\circ$  šikmo přetíná rovnoběžky. Rovník značí na obloze dráhu slunce na jaře a na podzim; odčítajíc počet viditelných stupňů nad obzorem obdržíme  $90^\circ$  t. j.  $6^h$ , což značí, že od východu do poledne nebo od poledne do západu je na jaře a na podzim v Praze  $6^h$ .

V slunostání letním má slunce  $\delta + 23^\circ 27'$ ; počítejme, kolik stupňů této rovnoběžky je nad pravítkem viděti! Asi  $120^\circ$  až  $122^\circ$  t. j.  $8^h$  až  $8^h 8^m$ , což by značilo, že slunce v nejdelší den u nás před  $4^h$  ranní vychází a po  $8^h$  zapadá. V zimě oblouk denní roven je letnímu oblouku nočnímu,  $12^h - 8^h 8^m = 3^h 52^m$ .\*\*)

**Dni delší 24 hodin.** Úkol předešlý řešiti je nemožná, volíme-li severněji  $66^\circ 33'$  šířky, na př. Torneå. Tu zříme, že ani jediný stupeň  $23^\circ 27'$  s. š. pod obzorník se neskrývá, t. j. že tam v době nejdelšího dne slunce nezapadá, nýbrž že o půl noci obzoru na severu jen se dotkne.

Ale známe-li deklinaci sluneční pro všechny dni v roce, můžeme snadno pověděti, jak dlouho nejdelší den trvá na př. na  $70^\circ$  s. š. Na předešlém příkladě bylo viděti, že, doplňuje-li se  $\varphi + \delta$  na  $90^\circ$ ,  
 $66^\circ 33' + 23^\circ 27' = 90^\circ$ ,  
 slunce obzoru se dotkne, že tedy začíná nebo končí

\*) Poněvadž délka oblouku denního, jak u hvězd ukázáno bylo, záleží na  $\delta$  a  $\varphi$ , vl. na součinu  $\tan \delta \cdot \tan \varphi$ , jest na rovníku, kde  $\varphi = 0^\circ$ , stále den roven noci právě tak, jako když by  $\varphi$  bylo různé, ale  $\delta = 0^\circ$ .

\*\*) Tohoto způsobu lze i k odhadu den. oblouku stálic, azimutu a j. užiti, jak ukázáno na obr. 7.



nejdelší den. Nuže na  $70^\circ$  je potřebí  $+20^\circ \delta$ , aby doplnilo se  $90^\circ$ , což značí, že, jakmile slunce nabude  $+20^\circ \delta$ , nastává tam nejdelší den a že skončí, když  $\delta + 23^\circ 27'$  opět klesne pod  $+20^\circ$ . Dle kalendáře jest

$\delta \odot + 20^\circ$  poprvé 21. května, načež  $\delta$  přibývá,  
naposled 23. července, „ „ ubývá;

trvá tudíž nejdelší den na  $70^\circ$  s. š. od 21. května do 23. července, plné dva měsíce.

Na  $75^\circ$  trvá od 1. května do 13. srpna,  $3\frac{1}{2}$  měsíce

$80^\circ$  „ „ 16. dubna do 28. srpna,  $4\frac{1}{2}$  „

$85^\circ$  „ „ 3. dubna do 10. září,  $5\frac{1}{2}$  „

$90^\circ$  „ „ 20. března do 23. září, 6 měsíců.

Vůbec den je vždy delší 24 hodin, když

$$\delta \odot > 90^\circ - \varphi.$$

**Délka dne vůbec.** Jako stálice opisuje i slunce denně části oblouků dráhy své nad obzorem, část pod obzorem. Část nad obzorem sluje denní oblouk.

Jak délka polooblouku denního se počítá, bylo již při stálicích vysvětleno; budiž proto uveden toliko příklad.\*)

Jest vypočísti délku dne 18. srpna 1900 pro  $50^\circ$  s. š.!

$$\varphi = 50^\circ$$

$$\delta \odot = 13^\circ 10' 43.1'' \text{ pro střed. poledne Greenw.}$$

I.

$$\log \tan \varphi \quad 0.07619$$

$$\log \tan \delta \quad 9.36950$$

$$\cos (180^\circ - t) \quad 9.44569$$

II.

$$\log \cos (\varphi - \delta) \quad 9.90337$$

$$\log \cos (\varphi + \delta) \quad 9.65438$$

$$0.24899 : 2$$

$$\tan \frac{t}{2} = 0.12449$$

$$180^\circ - 73^\circ 47' 46.4'' = 106^\circ 12' 13.6''^{**}) \quad 2 \times (53^\circ 6' 6.8'')$$

$$\text{čili } 7^h 4^m 48.9^s$$

$$7^h 4^m 48.9^s$$

\*) Viz též v „Komenském“ r. 1894 str. 343.

\*\*) K témuž výsledku přijdeme, zaměníme-li  $\varphi$  a  $\delta$ . Položíme-li na planiglobu pravítko od  $+76^\circ 50'$  (t. j. od  $90^\circ - 13^\circ 10'$ ) k  $-76^\circ 50'$ , můžeme na 50 rovnoběžce odečísti stupně nad obzorem — ty dají  $106^\circ$ .

$$\begin{array}{rcl}
 \text{Refrakce čini: } \log 35' & & 1.54407 \\
 \log (\cos \varphi - \delta) & 9.90337 & \\
 \log (\cos \varphi + \delta) & 9.65438 & \\
 \hline
 & 9.55775 : 2 = & 9.77887 \\
 & & \log d t \quad 1.76520
 \end{array}$$

$$dt = 58.236 = 58' 14.2'' = 3^m 53.0^s.$$

Oblouk polodenní i s refr.  $107^\circ 10' 27.8'' = 7^h 8^m 41.9^s$ .

Rovněž azimut dle formulí udaných činí toho dne  $110^\circ 46' 27.0''$ , s refrakcí  $111^\circ 31' 3.7''$ .

**Vrcholení slunce.** Když slunce do polovice denního oblouku dojde, stojí nejvýš, vrcholí, kulminuje.

**Poledne pravé, poledník.** Čas, kdy slunce vrcholí, sluje pravé poledne; kdybychom znamenati mohli denně nejvyšší body denních oblouků, seznali bychom, že lze je spojití kruhovým obloukem (v délce  $46^\circ 54'$ ), jenž prodloužen probíhá nadhlavníkem i jižním bodem na obzoru. Oblouk ten je stopou roviny pevné, kolmo na obzor postavené, již položití můžeme jižním bodem, nadhlavníkem a svým stanovištěm; rovina ta sluje **místní poledník**, jež nikterak nelze zaměňovati s poledníky světovými, jež místním poledníkem pořadem procházejíce neustále se střídají.

Můžeme říci, že pravé poledne jest tenkrát, když slunce prochází místním poledníkem.

**Směr polední.** Abychom bedlivě stopovati mohli, kdy hvězdy nebo slunce procházejí poledníkem, je třeba znáti směr té roviny. Známe je zatím jen nadhlavník a stanoviště (sedátko, okno a p.), je nutno věděti, kde leží jižní bod. Určí se takto: Na nehybné desce napneme papír a z určitého bodu vyrýsujeme několik soustředných kružnic, pak zatkneme do středu kolmo tyčinku hrotem ukončenou.

Kdykoli stín hrotu se dotkne kružnice, poznamejme, a tak, když jsme as o  $9^h$  ranní počali a o 3. odp. skončili, máme na každé kružnici dvě bodů; rozpůlíme-li oblouky a dělebné body se středem spo-





stín osy na rovinu, když by slunce probíhalo denní drahou; a kdybychom každou hodinu směr stínu poznamenali, byla by rovina rovníková ve 24 díly rozdělena. Ovšem stín od jara do podzimu padal by na vrch roviny, protože slunce nad rovníkem dlí, stín od podzimu do jara padal by na spod.

Na tomto základě spočívají hodiny sluneční, jež skládají se z roviny rovnoběžné s rovníkem (číselníku) a z ukazovadla rovnoběžného s osou světovou. Hodiny takové slují **rovníkové (aequatorialní)**. Aby u nás ve středních Čechách (na  $50^{\circ}$  s. š.) správně ukazovaly, je třeba

1. rovinu položit tak, aby severní stranou k podložce přiléhala, jižní stranou na  $40^{\circ}$  ( $90^{\circ} - \varphi$ ) povýšena byla, pak

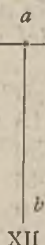
2. aby ukazatel byl kolmo na číselník a ležel v rovině polední.

Číselník rozdělen je na rovných 24 dílů a musí býti dělen po obou stranách. Jen na polu stačí aequatorialním hodinám strana vrchní.

Hodiny rovníkové jsou nepraktické; z toho důvodu, že plochy volené k sestrojení hodin slunečních bývají obyčejně vodorovné nebo svislé (stoly, okna, zdi), je třeba sestrojovati hodiny t. zv. **vertikální** nebo **horizontální**.

Věc hlavní, ukazatel, musí ovšem míti směr osy zemské, musí proto ležeti v poledníku a musí u nás od svislé přímky odstávati na  $40^{\circ}$  ( $90^{\circ} - \varphi$ ), od vodorovné na  $50^{\circ}$  ( $\varphi$ ).

Dejme tomu, že VI r. — VI v. zvolili jsme za místo k hodinám slunečním stěnu čelící přímo proti jihu. Naznačíme tam bod *a*, v němž ukazatel bude zatkanut, a jím vedeme přímku svislou a vodorovnou, neboť stín uka-



zatele v poledne je prostupem roviny polední se zdí (XII), stín pak o 6.<sup>h</sup> ranní a večerní je prostup roviny běžící ukazatelem a zároveň kolmé na rovinu polední (VI r., VI v.).

Ostatní směry značící hodiny takto upravujeme: Hodiny aequatorialní myslíme si, že vloženy jsou mezi dvě roviny k sobě kolmé (obr. 9);  $ad$  je ukazatelem,  $ob$  je stín v poledne,  $oc$  stín v hodinu  $h$ , určenou stupni.

Je-li  $ab = 1$ ,

jest  $bc = \tan h \cdot ob$ , že pak

$ob = \cos \varphi$ , jest

$bc = \tan h \cdot \cos \varphi$ , při čemž  $h$  ve stupních

vyjadřujeme. Pro hodiny horizontální jest

$bd = 1$ ,  $ob = \sin \varphi$

$bc = \tan h \cdot \sin \varphi$ .

Myšleme si, že pod plochu hodin vertikálních je překlopen kotouč hodin aequatorialních. Tu jest nám  $ob$  narysovatí v pravé velikosti, což je snadno, poněvadž je to kratší odvěsna trojúhelníka pravoúhlého, jehož přeponou jest  $ab$  a jedním úhlem  $50^\circ$ .

Když jsme na prodlouženém  $ab$  nanесли  $ob$ , učiníme poloměrem  $ob$  polokružnici a rozdělme ji na 12 dílů  $= h$ .

Poloměry prodloužené až na kraj hodin vertikálních jsou tangenty úhlů  $h$ , a poněvadž  $ob$  je  $\cos \varphi$ , jsou úsečka  $bc$  a jiné správně nalezeny.

Pro svislé hodiny sluneční o míře  $ab = 1 m$  jsou na  $50^\circ$  s. š. jednotlivé úsečky následující v míře metrické:

$0^h$		0·000 metru	$3^h$	$0^m$	0·641 metru
0	15 <sup>m</sup>	0·042	3	15	0·729
0	30	0·085	3	30	0·836
0	45	0·128	3	45	0·960
1	0	0·172	4	0	1·111
1	15	0·218	4	15	1·301
1	30	0·266	4	30	1·546

1 <sup>h</sup> 45 <sup>m</sup>	0·317 metru	4 <sup>h</sup> 45 <sup>m</sup>	1·890 metru
2    0	0·371	5    0	2·394
2   15	0·428	5   15	3·226
2   30	0·492	5   30	4·873
2   45	0·562	5   45	9·790
3    0	0·641	6    0	∞

Tolik tedy, co udáno, musíme na dolní straně odměřovati, abychom obdrželi směr stínu v určitou dobu.

Hodiny sluneční vodorovné (obzorníkové) i svislé spojují se druhdy v jedno; jsou-li **přenosné**, spojují se s kompasem, aby postavení jich do poledníka ve kterémkoli místě bylo učiněno možným.

Všech druhů těchto hodin nelze všude užiti. Na polu hodiny aequatorialní mění se v obzorníkové, svislé nejsou tam možny, protože ukazatel má směr stěny. Na rovníku hodiny aequatorialní mění se ve svislé, obzorníkové jsou tam nemožny. Na polech i na rovníku ukazují toliko půl leta.

**Pravý čas.** Hodiny sluneční ukazují čas pravý, o němž už svrchu řečeno bylo, že ho nepřibývá pravidelně, ježto pohyb slunce zdánlivý neděje se v rovníku, ale v dráze jiné, jak dále vyšetřeno bude, a to nerovnoměrně. Proto není stálé shody mezi hodinami strojovými a slunečními. Oč hodiny sluneční víc nebo méně ukazují než strojové, jeví se v rovnici časovejné, kteráž v kalendářích pro každý den udána jest.

(Viz tabulku na str. 54.)

Zde uvedli jsme skutečnou rovnici časovejnou t. j. rozdíl času středního a pravého, na př:

2. února 1900 o pravém poledni Pražském  $+ 13^m 54.4^s$   
o středním poledni „  $- 13^m 54.3^s$

což značí, že když hodiny sluneční ukazují 12<sup>h</sup>, má na hodinách strojových býti 12<sup>h</sup> 13<sup>m</sup> 54.4<sup>s</sup>, a když hodiny bítí poledne, že sluneční ukazují o 13<sup>m</sup> 54.3<sup>s</sup> méně.



## Rovnice časojevná pro pravé poledne Pražské na r. 1900.

Dne	Aeq	Dne	Aeq.	Dne	Aeq.
1. ledna	+ 3 <sup>m</sup> 39·1 <sup>s</sup>	5. května	— 3 <sup>m</sup> 22·9	2. září	— 0 <sup>m</sup> 18·4 <sup>s</sup>
5.	5 30·4	9.	3 40·3	6.	1 36·7
9.	7 14·4	13.	3 48·6	10.	2 58·8
13.	8 49·4	17.	3 48·0	14.	4 22·8
17.	10 14·1	21.	3 38·2	18.	5 47·5
21.	11 27·6	25.	3 19·4	22.	7 11·8
25.	12 29·3	29.	2 52·5	26.	8 34·3
29.	13 18·3	2. června	2 18·4	30.	9 54·1
2. února	13 54·4	6.	1 38·3	4. října	11 9·9
6.	14 17·2	10.	0 53·5	8.	12 20·4
10.	14 26·8	14.	— 0 5·1	12.	13 24·2
14.	14 23·8	18.	+ 0 45·7	16.	14 19·7
18.	14 8·9	22.	1 37·7	20.	15 5·8
22.	13 43·2	26.	2 29·3	24.	15 41·5
26.	13 7·6	30.	3 18·9	28.	16 5·6
2. března	12 23·2	4. červce	4 4·2	1. listop.	16 18·7
6.	11 30·9	8.	4 45·0	5.	16 18·9
10.	10 31·6	12.	5 19·1	9.	16 6·1
14.	9 26·6	16.	5 46·0	13.	15 39·5
18.	8 17·3	20.	6 4·9	17.	14 59·1
22.	7 5·4	24.	6 15·4	21.	14 5·1
26.	5 52·1	28.	6 16·7	25.	12 58·2
30.	4 38·9	1. srpna	6 8·3	29.	11 39·4
3. dubna	3 26·8	5.	5 49·9	3. pros.	10 9·9
7.	2 16·7	9.	5 21·8	7.	8 31·0
11.	1 9·8	13.	4 44·3	11.	6 44·1
15.	+ 0 7·3	17.	3 58·2	15.	4 50·6
19.	— 0 49·7	21.	3 3·1	19.	2 52·7
23.	1 40·8	25.	2 3·0	23.	— 0 52·6
27.	2 22·5	29.	+ 0 55·2	27.	+ 1 7·2
1. květ.	— 2 56·9			31.	3 4·4
11. února	+ 14 <sup>m</sup> 27·2 <sup>s</sup>	14. června	— 0 <sup>m</sup> 5·1 <sup>s</sup>	2. září	— 0 <sup>m</sup> 18·4 <sup>s</sup>
15. dubna	+ 0 7·3	15. „	+ 0 7·4	3. listop.	— 16 20·4
16. „	— 0 9·1	27. červce	+ 6 17·2	24. pros.	— 0 22·5
15. květ.	— 3 49·5	1. září	+ 0 0·5	25. „	+ 0 7·5

Někde uvádí se místo rozdílu hned čas, kolik které hodiny mají ukazovati, na př.

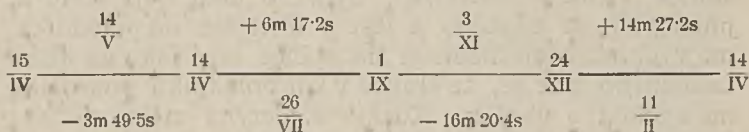
19. listop. 1899 o střed. pol. je prav. času  $0^h 14^m 24.94^s$ ,  
v prav. „ „ střed. „  $11^h 45^m 34.92^s$ ,

což značí, že rovnice času

pro střední poledne je rov. času  $+ 0^h 14^m 24.94^s$   
pro pravé „ „ „ —  $14^m 25.08^s$ .

Rovnicí časojevnou upravujeme obyčejně čas slunečními hodinami udaný, tedy rovnici tu pravidlem připočítáváme neb odpočítáváme od času pravého.

**Shoda času pravého se středním.** Jen čtyřikráte do roka shoduje se čas pravý se středním: 15. dubna, 14. června, 1. září a 24. prosince. Jindy liší se dosti značně,



jak obrazec připojený vylichuje, v němž přímka — značí pravé poledne, rozdíly nad ní a pod ní čas střední.

**Úprava rovnice časojevné.** Na předešlých příkladech je zjevno, že i rovnice časojevná podléhá nenáhlým změnám. 1. února 1900 v 13 minutách, jež dělí pravé poledne od středního, změnil se o  $0.08^s$ , 19. listopadu 1899 o  $0.14^s$ . Proto v jiný okamžik, než v poledne, pro něj je udána, a v jiném místě bývá rovnice jiná. Na př. jest přepočísti rovnici časojevnou, udanou pro pravé poledne Pařížské 18. srpna 1899 — pro Prahu téhož dne o  $7^h 25^m$ !

Čas střední v pravé poledne 18. srpna 1899 jest v Paříži  $0^h 3^m 42.93^s$ , což dává rovnici časojevnou  $+ 3^m 42.93^s$ . 19. srpna jest pak  $+ 3 29.43$ . Jest viděti, že jí ve 24 hodinách ubude

$13.50^s$ , což za hodinu dává  $0.5625^s$ . Praha jest

východněji než Paříž o 48·3 minuty; když v Praze je 7<sup>h</sup> 25<sup>m</sup>, je v Paříži teprve 6<sup>h</sup> 36·7<sup>m</sup>. Proto přepočteme úkol tak, jakoby zněl: která rovnice bude v Paříži o 6<sup>h</sup> 36·7<sup>m</sup>?

Za tu dobu zmenší se rovnice časojevná o

$$0·5625^s \times 6·61 = 3·7181^s$$

I bude rovnice v určenou dobu míti hodnotu

$$+ 3^m 42·93^s - 3·72^s = + 3^m 39·21^s.$$

**Rektascense slunce.** 9. června, když slunce vrcholí, vrcholí zároveň dvě jasné stálice, Capella a Rigel. Je zřejmo, že při vrcholení jsou v místním poledníku, že tedy jsou také na téměř poledníku světovém — že mají touž rektascensi.

Ale nazítří, když obě stálice opět vrcholí, není slunce dosud v poledníku, nýbrž o úhel (jejž jsme  $\alpha$  jmenovali) se zpozdílo a jest o úhel ten od poledníka na východ. Nám hledícím na stálice ony jako na něco ustáleného zdá se, že slunce v síti poledníků pokročilo na východ o úhel  $\alpha$ . Kdežto 9. června mělo rektascensi touž jako Capella a Rigel, 5<sup>h</sup> 9<sup>m</sup> ), má 10. června 5<sup>h</sup> 13<sup>m</sup>, pošínilo se o 4<sup>m</sup> čili o 1°! A tak den se dne přibývá úhlu  $\alpha$  o nové 4<sup>m</sup> čili o 1°, takže v roce projde slunce všemi poledníky světovými.

**Sluneční rektascense a hvězdný čas.** Bylo již řečeno, že hvězda vrcholí, když její rektascense rovná se času hvězdnému. Slunce je také hvězdou a vrcholí vždy v pravé poledne, proto také v tu dobu rektascense slunce rovná se času hvězdnému. Proto v tabulkách nenacházíme při pravém poledni čas hvězdný, ježto jej plně zastupuje rektascense slunce. Za to v tabulkách pro střední poledne nesouhlasí sluneční poloha s časem hvězdným; jeť na př. 23. března 1900

$$\begin{array}{rcl} AR \odot & 0^h & 8^m & 50·92^s, \\ \text{čas} \times & 0 & 2 & 4·45 \end{array}$$

Ale rozdíl  $6^m 46·47$  vysvětlíme si snadno,

---

\*) Slunce má přesně 5<sup>h</sup> 9<sup>m</sup> 29·46<sup>s</sup>, Capella 5<sup>h</sup> 9<sup>m</sup> 15·11<sup>s</sup>, Rigel (v Orionu) 5<sup>h</sup> 9<sup>m</sup> 41·84<sup>s</sup>.



vzpomeneme-li, že toho dne je časojevná rovnice  $6^m 46.40^s$ . Čas hvězdný s rektascensí slunce o středním poledni souhlasí jen tenkrát, když rovnice je  $0^m 0^s$ .

**Počátek dne hvězdného.** Z uvedeného plyne, že počátek dne hvězdného, t. j.  $0^h 0^m 0.0^s$  je vždy, kdykoli v místním poledníku octne se bod o  $AR 0^h 0^m 0.0^s$  a  $0^0 0' 0.0'' \delta$ , t. zv. jarní bod.

**Úprava času hvězdného pro jiná místa.** Vzdálenost míst na zeměkouli můžeme udati buď ve stupních nebo časem středním neb i časem hvězdným. Paříž od Prahy je vzdálena  $12^0 5' 9''$

$48^m 20.6^s$  střed.

$48^m 28.5416$  času hvězdného.

Rozdíl mezi středním a hvězdným časem při vzdálenosti Prahy od Paříže činí  $7.9416^s$ . Proto, je-li v Praze poledne, je v Paříži po  $48^m 20.6^s$  času střed. zase poledne, ale je-li v Praze poledne hvězdné, je v Paříži po témž čase poledne hvězdné a k tomu  $7.9416^s$   $\times$ . Pro obě místa je tudíž stálý rozdíl  $7.9416^s$  času hvězdného, o nějž je v Praze v poledne méně než v Paříži o polednách. Chceme-li tedy vědět, kolik hvězdného času bude 2. června 1899 v Praze o střed. polednách, vypíšme si čas hvězdný toho dne

pro Paříž  $6^h 41^m 12.35^s$

a odečtíme  $7.94$

i bude pro střední poledne v Praze  $6^h 41^m 4.41^s$ .

Pro místa na východ od poledníka, pro nějž čas hvězdný udán jest, se tento rozdíl v čase odpočítává, na západě připočítává, poněvadž času přibývá směrem od východu k západu.

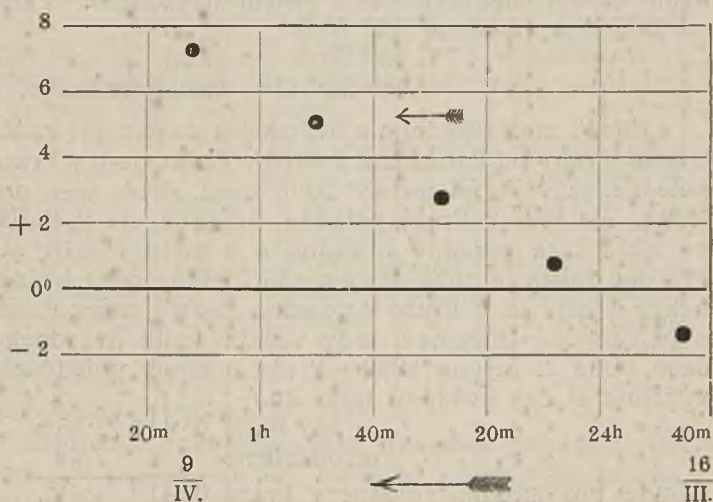
Obecně dá se úprava tato vyjádřiti :

$$T^* = t^* \pm (m \times 0.1643), \text{ při čemž } T^*$$

jest místní čas hvězdný,  $t^*$  čas hlav. poledníka,  $m$  zeměpisná délka udaná minutami. Tedy pro Prahu-Greenwich jest  $\mp 57.7 \times 0.1643 = 9.48^s$ .

**Pohyb slunce v rektascensi i v deklinaci.** Slunce konajíc denně svůj zdánlivý pohyb od východu k západu klesá nebo stoupá v síti rovnoběžek a při tom couvá mezi poledníky. Poněvadž takto couvající za rok všemi poledníky od západu na východ projde, sluje tento pohyb ročním pohybem na rozdíl od pohybu denního.

Slunce couvne denně asi o  $1^\circ$ , tedy asi o 2 své průměry, takže stálice, která ráno na východním kraji slunce stála, stojí na večer na kraji západním. Na při-



pojení náčrtku je viděti změnu poloh slunce od 16. března do 9. dubna 1899, při čemž zároveň patrná jest průchod jarním bodem na  $AR\ 24^h$  a  $\delta\ 0^\circ$ .

Kdybychom pak vyznačili si na mapě oblohy dráhu za celý rok, viděli bychom, že nejprůběžněji stoupá a klesá tam, kde přetíná rovník, a nejméně tam, kde směr obrací, na  $23^\circ 27'$  šířky.

**Obratníky.** Ty rovnoběžky, při nichž slunce běh svůj severní v jižní, pak jižní v severní obrací, rovnoběžky  $+23^\circ 27'$  a  $-23^\circ 27'$ , slují obratníky.

## Polohy slunce o středních pólednách Pražských r. 1900.

Dne	AR	δ	Dne	AR	δ
1. ledna	18h 46.2m	- 23° 1.6'	6. červce	7h 0.3m	+ 22° 43.6'
7.	19 12.6	22 24.1	12.	7 24.9	22 1.1
13.	19 38.7	21 30.8	18.	7 49.2	21 5.0
19.	20 4.4	20 22.7	24.	8 13.1	19 56.0
25.	20 29.7	19 0.7	30.	8 36.7	18 35.0
31.	20 54.5	17 26.1	5. srpna	9 0.0	17 3.2
6. února	21 18.8	15 40.5	11.	9 22.9	15 21.4
12.	21 42.6	13 45.2	17.	9 45.5	13 30.7
18.	22 5.9	11 42.0	23.	10 7.7	11 32.3
24.	22 28.9	9 3.9	29.	10 29.7	9 27.3
2. března	22 51.5	7 16.8	4. září	10 51.5	7 16.8
8.	23 14.8	4 57.8	10.	11 13.1	5 2.2
14.	23 35.9	2 36.6	16.	11 34.7	2 44.5
20.	23 57.8	- 0 14.5	22.	11 56.2	+ 0 24.8
26.	0 19.6	+ 2 7.4	28.	12 17.8	- 1 55.6
1. dubna	0 41.4	4 27.6	4. října	12 39.5	4 15.6
7.	1 3.4	6 45.0	10.	13 1.5	6 33.6
13.	1 25.3	8 58.1	16.	13 23.7	8 48.2
19.	1 47.5	11 5.8	22.	13 46.2	10 58.7
25.	2 9.9	13 7.1	28.	14 9.2	13 3.2
1. květ.	2 32.7	15 1.0	3. listop.	14 32.6	15 0.3
7.	2 55.7	16 45.2	9.	14 56.5	16 48.5
13.	3 19.1	18 19.8	15.	15 20.9	18 26.5
19.	3 42.9	19 43.3	21.	15 45.8	19 52.8
25.	4 6.9	20 54.7	27.	16 11.3	21 6.0
31.	4 31.3	21 53.2	3. pros.	16 37.1	22 5.0
6. června	4 55.9	22 38.1	9.	17 3.3	22 48.6
12.	5 20.7	23 8.7	15.	17 29.7	23 16.1
18.	5 45.6	23 24.6	21.	17 56.3	23 26.9
24.	6 10.6	23 25.7	27.	18 23.0	23 20.7
30.	6 35.5	+ 23 12.0	32.	18 45.2	23 2.7
20. března	h m s 23 57 47.11	- 0 14 24.8	23. září	h m s 11 59 48.49	+ 0 1 14.2
21. "	0 1 25.59	+ 0 9 16.9	24. "	12 3 24.32	- 0 22 10.1
21. června	5 58 9.68	+ 23 27 2.3	21. pros.	17 56 21.85	- 23 26 52.9
22. "	6 2 19.27	+ 23 27 0.5	22. "	18 0 48.48	- 23 27 2.3

Střední hodnota sklonu ekliptiky pro 1900.0 = + 23° 27' 8.03".



### Určení času z výšky slunce (nebo hvězdy).

Je-li známa výška slunce  $h$ , lze čas  $t$  vypočísti dle vzorce

$$\sin \frac{t}{2} = \sqrt{\frac{\sin \frac{q+z}{2} \cdot \sin \frac{q-z}{2}}{\cos \varphi \cdot \cos \delta}},$$

při čemž  $z = 90^\circ - h$ ,  $q = \varphi - \delta$ .\*)

Majíce určiti, kolik hodin je v Praze ( $\varphi = 50^\circ 5' 15.8''$ ) 22. února 1900, když výška slunce nad obzorem je  $h = 6^\circ$  a  $\delta \odot = -10^\circ 15' 1.0''$  pro střed. Greenw. poledne, počítáme takto:

$$\begin{aligned} h &= 6^\circ, \quad z = 84^\circ, & q &= 60^\circ 20' 16.8''; \text{ z toho} \\ z + q &= 144^\circ 20' 16.8'', & \text{polovice} & 72^\circ 10' 8.4'' \\ z - q &= 23^\circ 39' 43.2'', & \text{polovice} & 11^\circ 49' 51.6''. \end{aligned}$$

I jest

$$\log \sin \frac{q+z}{2} \quad 9.97861 \qquad \log \cos \varphi \quad 9.80727$$

$$\log \sin \frac{q-z}{2} \quad 9.31181 \qquad \log \cos \delta \quad 9.99301$$

$$\qquad \qquad \qquad 9.29042 \qquad \qquad \qquad 9.80028$$

$$\log \sin \frac{t}{2} = \frac{9.80028}{9.49014 : 2} = 9.74507$$

$$\frac{t}{2} = 33^\circ 46.7', \quad t = 67^\circ 33.4' = 4^h 30.2^m \text{ času}$$

od pravého poledne uplynulého\*\*); ve středním čase při rovnici časovejné  $+13.7^m$  jest  $4^h 43.9^m$ .

Avšak při tomto výpočtu neměli jsme na zřeteli, že

1. slunce neviděli jsme v pravé výši pro refrakci,
2. neměřili jsme výšku ze středu země,
3. že deklinace i
4. rovnice časovejná okolo půl páté hodiny odp. je jiná než v poledne. Opravy provedeme takto:

\*) Vývoj této rovnice jest v roč. 1894 časopisu „Komenský“.

\*\*) Pro čas před polednem bylo by

$$12^h - (4^h 30.2^m) = 7^h 29.8^m \text{ času pravého či } 7^h 43.5^m \text{ času středního.}$$

1. Nemáme-li zření na tlak a teplotu vzduchu, jest refrakce pro  $h = 6^0$  rovna  $8'30\cdot3''$  t. j. o tolik je pravá výška slunce menší; měří tudíž  $5^0 51' 29\cdot7''$ .

2. Kdybychom s povrchu do středu země se spustili, povýšilo by se slunce o parallaxu  $8\cdot9''$ ; tu třeba připočísti, i bude  $h = 5^0 51' 38\cdot6''$ .

3. a 4. V Greenwichi o střed. polednách bude

$\delta \odot$	rovnice času
22. února — $10^0 15' 1\cdot0''$	$13^m 42\cdot89^s$
23. „ — $9\ 53\ 5\cdot6$	$13\ 34\cdot85$
za $24^h$ o $+ 21' 55\cdot4''$	a $8\cdot04^s$ , zmenší se
za hod. o $54\cdot8''$	$0\cdot335^s$ .

Poněvadž udá se to v Praze o  $4^h 30\cdot2^m$ , bude v touž dobu v Greenwichi o  $57\cdot7^m$  méně, tedy  $3^h 32\cdot5^m$ .

I bude

deklinace $\odot$ — $10^0 15' 1\cdot0''$ ,	rovnice $13^m 42\cdot89^m$
změna za $3\frac{1}{2}^h$ + $3\ 11\cdot8$	$1\cdot17$
v tu dobu — $10^0 11' 49\cdot2''$	$13^m 41\cdot72^m$ .

Dle toho bude v příkladě znova počítaném

$$\begin{aligned}
 h &= 5^0 51' 38\cdot6'', \quad x = 84^0 8' 21\cdot4'' \\
 q &= 60\ 17\ 5\cdot0; \\
 x + q &= 144\ 25\ 26\cdot4, \quad \text{polovice } 72^0 12' 43\cdot2'' \\
 x - q &= 23\ 51\ 16\cdot4, \quad \text{polovice } 11\ 55\ 38\cdot2
 \end{aligned}$$

a dle schemata:

9·97873	9·80727
9·31526	9·99308
9·29399	9·80035
9·80035	

$$9\cdot49364 : 2 = 9\cdot74682; \text{ z toho}$$

$$\frac{t}{2} = 33^0 56\cdot1', \quad t = 67^0 52\cdot2' = 4^h 31\cdot5^m \text{ času prav.}$$

$$\text{s rovnicí časojev.} \quad 13\cdot7$$

$$4^h 45\cdot2^m \text{ času střed.}$$

Pro týž den a touž výšku dopoledne bylo by ovšem  $\delta = -10^0 18\cdot2'$  a rovnice  $13^m 44\cdot2^s$ , výsledek pak  $7^h 29\cdot2^m$  času pravého či  $7^h 42\cdot9^m$  středního.

Výsledky liší se o málo; čím přesnější nástroj, jímž měříme, tím výsledky jsou bezpečnější. Pro obyčejnou potřebu stačí výškoměr  $60^\circ$ , jímž měří se z hruba po celých stupních.

**Svíatání a soumrak.** Slunce zapadási osvětluje ještě nějakou dobu horní vrstvy vzduchové, což je příčinou, že nenastane po západu slunce náhle noc, nýbrž teprve pak, kdy slunce  $6^\circ$  (nebo  $18^\circ$ ) pod obzor se sníží. Pokud nesníží se na  $6^\circ$ , trvá **soumrak občanský**, do  $18^\circ$  **astronomický**.\*) Doba svítání je rovna době soumraku.

**Trvání soumraku v určitý den.** Dráha, již slunce koná při kladné deklinaci nad obzorem, rovná se dráze, již při téže záporné deklinaci koná pod obzorem; z toho soudíme, že oblouk, jejž slunce urazí po západě při záporné deklinaci, než dojde  $6^\circ$  pod obzor, rovná se oblouku vykonanému při kladné deklinaci od výše  $6^\circ$  až k obzoru. Z toho lze vypočísti trvání soumraku. Připojíme příklad pro 22. únor, 17. duben, 27. srpen a 20. říjen 1900, kdy slunce má deklinaci  $\pm 10^\circ 15'$ , pro Prahu na  $50^\circ 5' 3''$  s.š. Víme, že má oblouk denní při záporné deklinaci  $77^\circ 30' 4''$ , z čehož plyne, že při kladné jest  $102^\circ 29' 6''$ ; dále, že refrakcí zdluhuje se den při této deklinaci  $0^\circ 56' 8''$ . Jest potřebí znáti jen délky oblouků do  $6^\circ$ , po případě do  $18^\circ$  výšky, abychom trvání soumraku vypočetli.

Tu jest dle schemata v předešlém úkole:

	při $+\delta$		a při $-\delta$	
	$6^\circ$	$18^\circ$	$6^\circ$	$18^\circ$
$\sin \frac{z + q}{2}$	9.94561	9.91816	9.97862	9.96130
$\sin \frac{z - q}{2}$	$\frac{9.57508}{9.52069}$	$\frac{9.44244}{9.36060}$	$\frac{9.31177}{9.29039}$	$\frac{9.00679}{8.96829}$

---

\*) Někteří počítají soumrak občanský do  $6\frac{1}{2}^\circ$ , astronomický do  $15^\circ 54'$  (Schmidt) nebo do  $15^\circ 36'$  (Behrmann).



	při $+\delta$		a při $-\delta$	
	6°	18°	6°	18°
$\cos \varphi \cdot \cos \delta$	9·80027	9·80027	9·80027	9·80027
	9·72042:2	9·56033:2	9·49012:2	9·16802:2
$\sin \frac{t}{2}$	9·86021	9·78016	9·74506	9·58401
$\frac{t}{2}$	46° 28·8'	37° 4·16'	33° 46·6'	22° 33·2'
$t$	92° 57·6'	74° 8·3'	67° 33·3'	45° 6·3'.

Z toho plyne, že dobu soumraku dne 22. února a 20. října vypočteme, když od

denního oblouku $+\delta$	102° 29·6'	102° 29·6'
odejmeme výškové oblouky	— 92 57·6	a — 74 8·3
	9° 32·0'	28° 21·3'

což zkráceno o refrakci při $-\delta$	56·8	56·8
dá trvání soumraku	8° 35·2'	27° 24·5'

a to občanského 34·3<sup>m</sup>, astronom. 1<sup>h</sup> 49·6<sup>m</sup>.

Doba soumraku 17. dubna a 27. srpna plyne

z denního oblouku při $-\delta$	77° 30·4'	77° 30·4'
bez výšk. oblouků	67° 33·3	45° 6·3
	9° 57·1'	32° 24·1'

což zkráceno o refrakci při $+\delta$	56·8'	56·8'
dá trvání soumraku	9° 0·3'	31° 27·3'

a to občanského 36·0<sup>m</sup>, astronom. 2<sup>h</sup> 5·8<sup>m</sup>.

**Soumrak občanský** trvá v našich šířkách

	na 49°	50°	51°		na 49°	50°	51°
v lednu	38 <sup>m</sup>	39 <sup>m</sup>	40 <sup>m</sup>	v červenci	42 <sup>m</sup>	43 <sup>m</sup>	44 <sup>m</sup>
v únoru	35	36	37	v srpnu	37	38	39
v březnu	34	34	35	v září	34	35	36
v dubnu	36	36	37	v říjnu	34	35	36
v květnu	40	41	43	v listop.	37	38	39
v červnu	44	45	47	v prosinci	39	40	42

Koncem soumraku občanského stávají se stálíce prvního řádu viditelnými.

**Soumrak astronomický** ve středních Čechách trvá

1. ledna	2 <sup>h</sup>	1 <sup>m</sup>	15. července	3 <sup>h</sup>	25 <sup>m</sup>
31. "	1	54	14. srpna	2	18
2. března	1	49	13. září	1	55
1. dubna	1	55	13. října	1	49
1. května	2	21	12. listopadu	1	54
31. "	3	45	12. prosince	2	1
v červnu celou noc					

V červnu slunce majíc deklinaci nad  $+22^{\circ}$ , ne-  
noří se ani na nejzazším severu  $18^{\circ}$  pod obzor.

**Zvěrokruh.** Slunce o středních polednách Pař. dne

21. března 1898 mělo <i>AR</i>	0 <sup>h</sup> 3·3 <sup>m</sup>	a $\delta$	$+ 0^{\circ} 21\cdot5'$
22. dubna	2 0·6		$+ 12 17\cdot8$
23. května	4 0·9		$+ 20 38\cdot3$
21. června	6 0·3		$+ 23 27\cdot2$
21. července	8 3·2		$+ 20 26\cdot2$
21. srpna	10 2·2		$+ 12 2\cdot2$
23. září	12 1·7		$- 0 11\cdot0$
26. října	14 3·5		$- 12 33\cdot3$
24. listopadu	16 0·7		$- 20 37\cdot6$
22. prosince	18 3·1		$- 23 27\cdot0$
18. ledna 1899	20 1·3		$- 20 31\cdot6$
17. února	22 3·2		$- 11 57\cdot1$
21. března	0 2·5		$+ 0 15\cdot9$

Když pohlédneme na místa, zde polohami vyznačená, na mapě oblohy,\*) užříme tam souhvězdí **Ryby, Škopce, Býka, Blíženců, Raka, Lva, Panny, Vah, Stíra, Střelce, Kozorožce a Vodnáře**. Slunce tedy na své roční dráze souhvězdími prochází toliko těmito dvanácti, jež služí souborně **zvěrokruh**.

\*) V některých učebnicích radívá se, dívati se na oblohu o půl noci v ta místa, kde o poledne slunce stálo a z toho vyvoditi soud o pohybu jeho v *AR*. Čtenář méně pozorný aplikuje tuto radu obyčejně na zvěrokruh, z čehož vznikají mýlky osudné.





rovinou; a poněvadž z roviny té ani slunce, ani země nevybočují, vidíme se země vždy slunce pohybovati se v ekliptice, takže ekliptikou zoveme druhdy i dráhu slunce souhvězdími zvěrokruhu.

**Délka slunce.** Vzdálenost slunce na ekliptice od bodu jarního sluje délka slunce. V okamžik jarní rovnodennosti, když jest slunce v jarním bodě, je délka jeho  $0^0$ ; odtud dále jí na východ přibývá až do  $360^0$ . V roce 1900 budou délky slunce o střed. poledni Greenw.

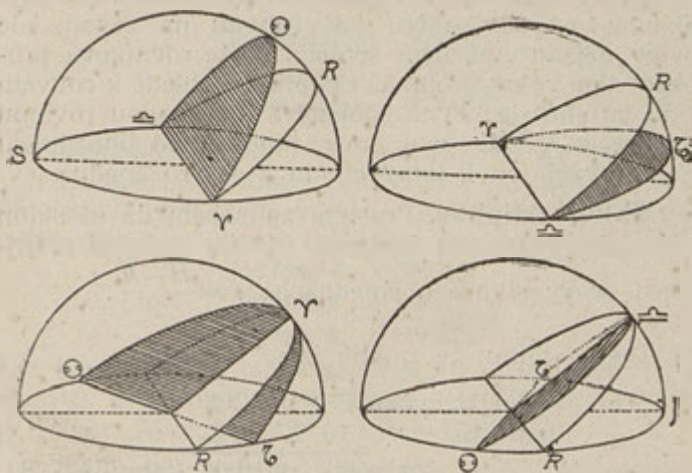
20. ledna	300°	1'	10·6''	23. července	120°	8'	7·6''
19. února	330	25	8·8	24. srpna	150	49	52·5
21. března	0	25	40·8	24. září	180	58	0·6
21. dubna	30	54	58·6	24. října	210	37	37·0
22. května	60	54	36·0	23. listop.	240	46	3·6
22. června	90	34	12·4	22. pros.	270	13	32·4

Jest viděti, že přibývá jí měsíčně průměrně o  $30^0$ , denně as o  $1^0$ , a to kolem 1. ledna nejvíce (o  $1^0 1' 11·5''$ ), kolem 1. července nejméně (o  $57' 12·2''$ ) v rovnodennosti jarní o  $59' 31·4''$ , podzimní o  $58' 46·9$ . Šířky slunce nemá, nehledíme-li k nepatrným odchylkám z roviny ekliptické, jež měří nejvýš  $0·79''$ .

**Poloha ekliptiky na obloze.** Rovina ekliptiky přetíná rovinu rovníkovou v přímce od bodu jarního  $\Upsilon$  k bodu podzimnímu  $\equiv$ , a jest od ní odchýlena na  $23^0 27'$ . (Úhel ten není stejný, kolísá v sekundách; maximum r. 1900 je 2. března:  $23^0 27' 6 20''$ , minimum koncem roku  $23^0 27' 2·44''$ .) Počátkem léta je slunce v ekliptice nejvýš; proto u nás (na  $50^0$  s. š.), kde rovina rovníková na  $40^0$  do výše ční, (obr. 10.) strmí nad ni ekliptika o dalších  $23^0 27'$ ; že pak v poledne bod jarní zapadá, bod podzimní vychází, směřuje nejen průsek obzoru s rovníkovou rovinou, ale i průsek rovníkové s ekliptikou přímo od východu na západ.

Počátkem zimy je slunce nejniže,  $23^{\circ} 27'$  pod rovinou rovníkovou; tu v poledne bod jarní vychází, bod podzimní zapadá, a ekliptika na  $23^{\circ} 27'$  pod rovinu rovníkovou schýlena ční jen  $16^{\circ} 33'$  nad obzorem. Průseče směřují od východu k západu.

Počátkem jara pne se rovník jako jindy na  $40^{\circ}$  nad jihem; na něm vrcholí slunce v bodě jarním. Průseč ekliptiky s rovníkem směřuje od jarního bodu



Obr. 10.

do středu země a dál až k podzimnímu bodu, jenž na  $40^{\circ}$  hluboko pod severem je ponořen, a stojí kolmo. na průseči obzoru s rovinou rovníkovou. Polokruh ekliptiky noře se na západě Kozorohem ve  $38^{\circ}$  již. odlehlosti, na východě Rakem ve  $33^{\circ}$  sev. odlehlosti pod obzor pne se nad východem nejvýš souhvězdím Blíženců. Průsek obzoru s ekliptikou směřuje od jihozápadu k severovýchodu.

Počátkem podzimu má rovník totéž postavení, jenže vrcholí tam slunce v bodě podzimním: tak vyšší

část ekliptiky stojí nad západem, nižší noří se pod východ, průseč s obzorníkem směřuje od jihovýchodu k severozápadu.

To uvedena jsou postavení pro poledne. Ale i jarní, i podzimní bod, i letní a zimní **denně** přicházejí na oblohu, vrcholíce tam svými hvězdami. Proto všechna tato čtyři hlavní postavení ekliptiky k rovině obzorové opakují se denně.

Pamatovati sluší: Průsek roviny obzorové s rovníkovou je stále směru od východu na západ, ale roviny nejsou v pevném spojení, takže rovníková průsekem tím volně probíhá. Ekliptika (nehledě k couvání bodu jarního) je pevně spojena s rovníkovou rovinou a průsečík  $\nabla \equiv$  mění směr, kolísaje od jihozápadu a severovýchodu k jihovýchodu a severozápadu.

**Sklon ekliptiky.** Prostým způsobem dá se sklon určit jako průměrná hodnota rozdílu největší a nejmenší výšky slunce o polednách;  $\varepsilon = \frac{H-h}{2}$ .

Dejme tomu, že změřili jsme v Praze

největší výšku  $63^{\circ} 21' 52.2''$

nejmenší  $16 \ 27 \ 36.2$

jest  $\angle \varepsilon = \frac{46^{\circ} 54' 16.0''}{2} = 23^{\circ} 27' 8''$ .

Z toho lze i zeměpisnou šířku vypočísti, neboť

$$H - \varepsilon = h + \varepsilon = 90^{\circ} - \varphi,$$

$$\text{z čehož } \varphi = 90^{\circ} - (h + \varepsilon)$$

$$h + \varepsilon = \frac{90^{\circ} \ 0' \ 0''}{50^{\circ} \ 5' \ 15.8''} = 89^{\circ} 54' 44.2''$$

Dvě věci jsou, z nichž jedna druhou podmiňuje:

1. místo, na kterém země na své dráze kolem slunce se nachází (naznačeno je sluneční rektascensí  $\alpha$  a deklinací  $\delta$ ),

2. sklon roviny rovníkové k ekliptice ( $\angle \varepsilon$ ).



## Formule

$$\sin \alpha = \frac{\tan \delta}{\tan \varepsilon}$$

dá se pro všechny tři veličiny užiti.

Na př. Jest vypočísti deklinaci sluneční pro střední poledne Paříž 4. dubna 1899!

$$\odot AR = 0^h 53^m 22.28^s = 13^\circ 20.5'; \delta = ?$$

$$\begin{array}{r} \log \sin AR \odot \quad 9.36316 \\ \log \tan \varepsilon \quad \quad 9.63731 \\ \hline \log \tan \delta \odot \quad 9.00047. \end{array}$$

Deklinace slunce  $5^\circ 43'$  (ve skut.  $5^\circ 43' 2.5''$ ).

Rektascenci slunce pro střední poledne Greenw.

15. ledna 1900, je-li  $\delta \odot = -21^\circ 9' 17.5''$  vypočteme takto:

$$\begin{array}{r} \log \tan \delta \quad 9.58768^n \\ \log \tan \varepsilon \quad 9.63731 \\ \hline \log \sin \alpha \quad 9.95037^n, \end{array}$$

což když sinus i tangenta negativní jsou, dává úhel ve IV. kvadrantu, tedy  $360^\circ - 63^\circ 7.5' = 296^\circ 52.5'$  (v „Naut. Alm“.  $19^h 47^m 29.10^s = 296^\circ 52.5'$ ).

**Následky sklonu ekliptiky.** Vše, co jako výsledek deklinace sluneční se jeví, jest vlastně následkem sklonu roviny rovníkové k rovině dráhy zemské. Jsou to hlavně nestejné trvání dne a noci, o němž již bylo promluveno, pak roční počasí.

**Čtvero ročních časů.** Octlo-li se slunce v jarním bodě, jest počátek jara; přechází-li se severní polokoule na jižní, je počátek podzimu. Obě doby slují rovnodení.

Došlo-li slunce nejvyšší severní deklinace, je počátek léta, má-li deklinaci nejnižší, počátek zimy. Obě doby jsou slunovraty, slunostání. Od těch okamžiků počínají tedy roční časy, jež, jak níže na oběžnicích ukázáno bude, nemohou býti sobě rovny.

Nyní trvá jaro průměrem	92	dni 21 hod.,
léto	93	14
podzim	89	19
zima	89	0

Na severní polokouli světové trvá slunce 186 dní 11 hodin, na jižní 178 dní 19 hodin, tudíž na severní o 7 dní 16 hodin déle.

Rozumí se, že mluvíce o jaru, létu, podzimu a zimě máme na mysli toliko doby, nikoli počasí, neboť polokouli jižní naší země počíná jaro, když přestupuje slunce rovník na jih a léto počíná o vánocích; rovněž tak nemáme na mysli parné léto a mrazivou zimu, ježto z příčin meteorologických zjevy paren a nejtuzších mrazů dostavují se vždy teprve po počátku ročních časů.

**Soubor tří rovin.** Tři roviny poznali jsme, rozhlížejíce se po obloze a úkazech na ní; jich mezné kruhy jsou obzor, rovník, ekliptika.

První rovina sluje obzorníkem, v jejím středu je pozorovatel a kolmo nad ním nadhlavník. Na čtvrtkruzích od obzoru k nadhlavníku myšlených měříme výšky, na obzoru od pevného bodu jižního azimuty, od východního a západního odlehlosti.

Druhá rovina je rovníková. Průsečík její s obzorníkem směřuje od východu k západu, sklon jich k sobě  $90^\circ - \varphi$ , nejvyšší bod u nás vždy nad jihem. Kolmo na tuto rovinu stanovištěm naším běží osa světová, na jejím konci pol, od polu pak k rovníku poledníky, na nichž měříme deklinaci a jichž vzdálenost od  $\nabla$  ukazuje přímý výstup.

Třetí rovina je ekliptika, o jejímž sklonu a polohách bylo svrchu promluveno; na ní od  $\nabla$  měříme délky, rovnoběžky s ní vedené ukazují šířku.

Jsou tudíž dvě jen věci, rozměr do délky a do šířky, jež trojím způsobem jmenujeme:

	rozměr do délky	rozměr do šířky
vzhledem k obzoru:	azimut	a výška,
„ k rovníku:	rektascense	a deklinace,
„ k ekliptice:	délka	a šířka.

Soustava obzorníková nepodává pevného podkladu k udávání určitých dat, ježto se mění každým hnutím pozorovatele, zbývají tudíž jen rovníková a ekliptická, jež v čas potřeby vzájemně se zaměňují. Že pak rovina ekliptiky každým okamžikem polohu k pozorovateli mění, dějí se pozorování hvězdářská nejpohodlněji dle soustavy rovníkové, ježto rovnoběžné kruhy i při pohybu zůstávají vždy v poloze toho úhlu, ježž obzorník s rovníkem svírá.

**Praecesse.** Bylo pověděno, že bodem jarním sluje ten bod, v němž slunce měníc deklinaci jižní v severní, na rovníku se ocituje. Je to průsečík ekliptiky s rovinou rovníkovou. Bylo též řečeno, že průsečík ten není stálý, nýbrž že couvá ročně o  $50'26''39''$ , což svědčí o tom, že buď jedna neb obě roviny se pohybují. Že pak ekliptiku máme za rovinu stálou, nelze jinak než míti za to, že rovina rovníková nepodržuje své polohy, nýbrž že ji měrou sice nepatrnou, ale stále mění.

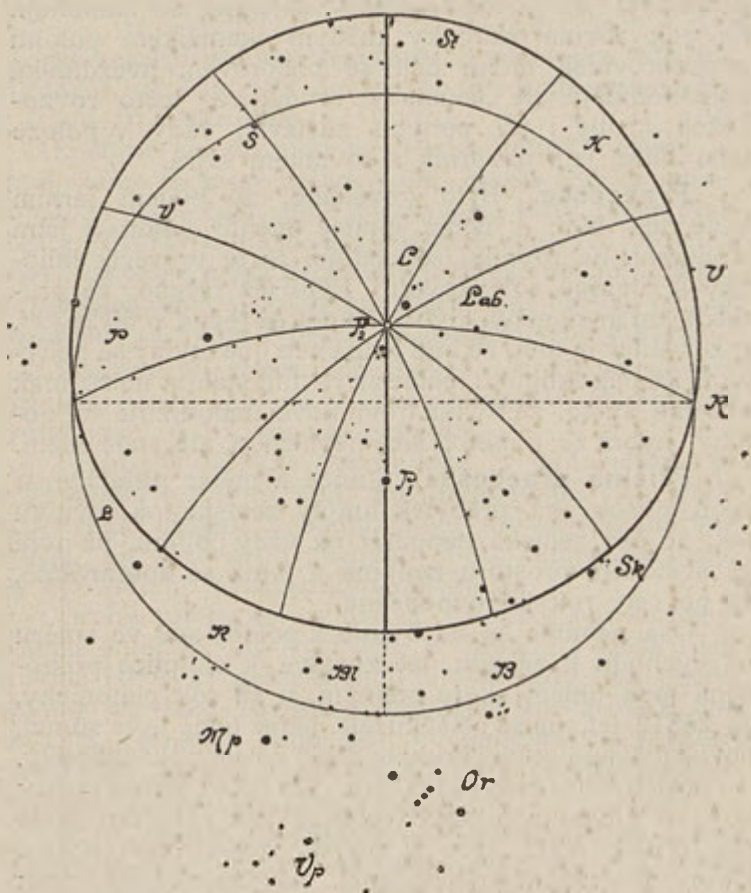
**Příčina praecesse.** Slunce a měsíc přitažlivostí svou působí na přebytek hmoty zemské na rovníku tak, že osa zemská nepodrží na vždy polohu, již nyní ve světovém prostoru zaujímá a o níž se domníváme, že po celý rok je rovnoběžna.

Osa nenáhle se odchyluje z polohy své ve směru od východu k západu, ač zůstává k ekliptice přikloněna pod úhlem skoro stejným, a za rok platonický, za 25812 let, opíše plášť kužele, jehož téměř je ve slunci, obvod pak půdice činí kruh na  $23^{\circ}50'$  kolem polu ekliptiky.

Odchylkou osy odchyluje se také rovina rovníková z původní polohy a přetíná pak ekliptiku jinde než dříve. Nyní seče ji rovník v souhvězdí Ryb a Panny, jsa nejníž pod Blíženci, nejvýše nad Střelcem; po 2150 letech bude již jarní bod ve Vodnáři, podzimní ve Lvu a rovník nejnižší pod Býkem a nejvýše nad Štírem. Po 12906 letech bude jarní bod v Panně a podzimní v Rybách, nejparnější slunce bude vysílati střely své ze Střelce, nejchladnější tuliti se bude k zemi v Blížencích — jak připojený obrazec 11. zná-



zorňuje. A kdo by pro jiná tisíciletí chtěl o poměrech těch se poučiti, nechť jen tvar silnější křivky, rovníku, zkusmo otáčí různě přes slabší, jež ekliptiku značí.



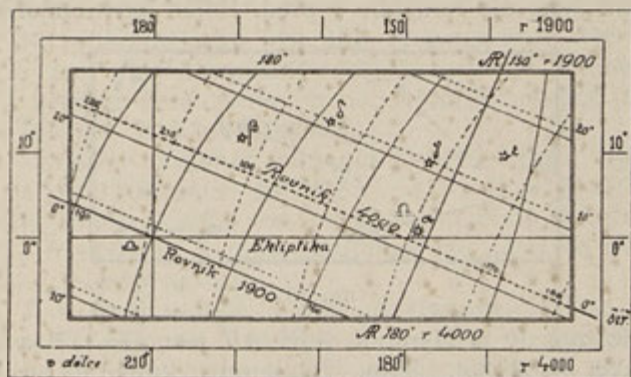
Obr. 11.

**Hvězda polární.** Polem je konec osy, ležící ve středu povrchu polokoule rovníkem omezené; nabude-li rovník jiné polohy, změní i pol polohu. Nynější polárka dle nejstarších záznamů byla  $12^{\circ}$  od polu vzdá-

lena, nyní jest jen  $1^{\circ}17'$  a v r. 2605 bude toliko  $26'$ ; za to po 13 tisíciletích octne se na prostřed mezi polem a rovníkem. Její nynější úkol přejmou hvězdy jiné, a z obr. 11. je zřejmo, že to budou stálice ležící mezi hlavou Draka a souhvězdím Lyry.

Tím také v různých šířkách zeměpisných nabude hvězdné nebe jiného vzhledu. Stálice, jež teď nám nikdy se neukáží, stkvěti se budou na nebi, za to jiné, nyní circumpolární, budou vycházeti a zapadati.

**Změna rektascense a deklinace stálic.** Je-li pohyblivý jarní bod východištěm dělení oblohy v síť



Obr. 12.

poledníkův a rovnoběžek, je zřejmo, že síť ta je rovněž pohyblivá, hověc toliko podmínce, že rovník zachovává též sklon k ekliptice. Tudíž i stálice mění svá místa v polednících a rovnoběžkách, i když nehledíme k vlastnímu jich pohybu, od tohoto nezávislému.

Je-li nyní  $0^h$  v Rybách, bude po 2150 letech ve Vodnáři, takže  $AR$  Ryb bude  $2^h$ ; po 12906 letech bude  $0^h$  v Panně a Ryby budou míti  $AR = 12^h$ .

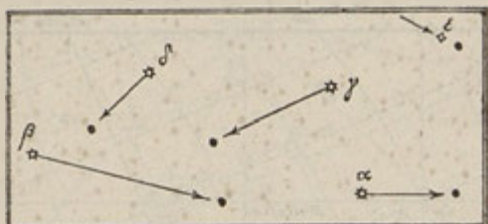
Obraz 12., souhvězdí Lva, ukazuje pohyb jeho, stálic v rektascensi i v deklinaci. Nyní má

$\alpha$  Lva  $AR$   $10^h 3^m$ ,  $\delta +12^{\circ}57'$   
po 2150 letech  $11^h 57.2$   $+ 2^{\circ}0'$ .

Za to šířka stálic mění se jen nepatrně, délky pak o tolik, co činí couvání bodu jarního, jak viděti z  $\alpha$  Lva, jež nyní ležíc při ekliptice má délku  $150^0$ , po 2000 letech pak bude hvězdou, značící bod podzimní  $\omega$ .

**Vlastní pohyb stálic.** Kromě zdánlivého pohybu denního, podmíněného pohybem zemským, a vedle postupu v rovnoběžkách i polednicích, způsobeného couváním bodu jarního, konají stálice ještě jiný pohyb, vlastní.

Příčinou jeho jest jednak skutečný postup jich oborem světovým, jednak i pohyb slunce. Vyšetřeno jest, že slunce nestojí, nýbrž že se ubírá vším mírem zvolna sice, ale neustále v před. Směr jeho značí bod



Obr. 13.

poblíž hvězdy  $\omega$  Hercula, jejíž  $AR$  jest  $17^h 17^m$  a deklinace  $+32^0 35'$ . Tím, že v onu končinu se vší soustavou sluneční tíhneme, zdá se nám, že stálice před námi jsou se rozstupují, v zadu sestupují, ovšem v tom poměru, jak vzdáleny od nás jsou. Vlastní pohyb stálic je tedy složkou skutečného jich pohybu i pohybu našeho.

Roční hodnota pohybu toho je celkem nepatrná, ale za mnohá tisíciletí vydá u mnohých přece změny patrné. Největší pohyb jeví  $\alpha$  Centaura (v  $AR - 0.485''$ , v  $\delta + 0.73'$ )  $\epsilon$  Indiana ( $AR + 0.479''$ ,  $\delta - 2.58''$ ) pak 61 Labutě ( $AR + 0.350''$ ,  $\delta + 3.24$ ). Pohyb zpětný v  $AR$  značí se --.

Že naše souhvězdí, na něž jako na neproměnné celky jsme se naučili dívati, jsou jen celky optické, přesvědčuje nás obrázek 13., souhvězdí Lva, na němž



hvězdičkami naznačeny jsou nynější polohy stálíc, šipkami směr vlastního pohybu a tečkami místa, kde jednotlivé hvězdy po 100.000 letech se octnou.

## Měsíc.

**Měsíc** jest koule tmavá, neprůhledná, jež světlo své má ze slunce a odražené na zem sesílá. Z ničeho nedá se souditi, že by měl ovzduší nebo že by na něm bylo vody.

Na povrchu jeho jest zřítí přibližné hory, jež většinou jeví původ sopečný; výška jich je znamenitá jako velehor Himalayských nebo Kordillerských (Cur-tius 8830 *m*, Newton 6900 *m*).

Zdánlivý poloměr jeho není vždy stejný. Na př. 19. ledna 1900 bude 14'44·85'', 31. ledna 16'41·87''; do 15. února klesne na 14'43·50'' a bude 1. března opět 16'46·61''. Z toho soudíme, že zemi je někdy nejbliž, někdy nejdál.

Je-li zemi nejbliž, v t. zv. **perigeum**, jeví se jeho zdánlivý poloměr 16'46·48'', nejdál, v **apogeum**, 14'43·18''; skutečná největší vzdálenost země od měsíce v perigeu jest 356753 *km*, nejmenší apogeum 406578 *km*.\*) Střední vzdálenost činí 384454·5 *km*.

Parallaxa měsíční t. j. míra poloměru zemského činí s měsícem měřená

$$\begin{array}{ll} \text{při } r \odot = 14'43\cdot9'' & \pi \odot = 53'58\cdot6'' \\ & 16'41\cdot0'' \quad 61'7\cdot8'', \end{array}$$

což značí, že, je-li měsíc zemi blíž, i zdánlivý poloměr země se zvětšuje.

Ze vzájemných těchto měr zdánlivých soudíme,

---

\*) Uvedená perigea a apogea jsou minimalní a maximalní. Však vzdálenost měsíce na př. v r. 1891 v perigeu kolísala mezi 356753 a 369456 *km*, v apogeum mezi 404264 a 406578 *km*.

že skutečný poloměr měsíce má se ke skutečnému poloměru země jako  $r_{\odot} : \pi_{\odot}$ . Z poměrů

$$14' 43' 9'' : 53' 58' 6''$$

a  $16' 41' 0'' : 61' 7' 8''$  dělením plyne, že poloměr měsíce jest  $0.272912$  poloměru zemského, že tedy měří  $6378.393 \times 0.272912 = 1740.74 \text{ km}$ .

**Dráha měsíce.** Kdyby země stála a měsíc kol ní obíhal, jevila by se dráha měsíce jako ellipsa, v níž země není na průseči os, nýbrž v jednom ohnisku; stojí tedy země mimo střed, excentricky.

Excentricita jest  $0.05490807$  t. j. průměrná vzdálenost středu ellipsy od země je  $0.0549$  velké poloosy. Tím, že je země mimo střed, vzniká právě perigeum (přízemí) a apogeum (odzemí). Přímkou od apogea k perigeu  $AP$  sluje **apsidní**. (Viz: Oběžnice.)

**Uzly.** Rovina dráhy měsíce neleží v rovině dráhy zemské; tím stává se, že měsíc ocituje se brzo nad ní, brzo pod ní. Kde dráha měsíce rovinu dráhy zemské protíná, vznikají uzly, a to **uzel vzestupný**, **výstupný**  $\Omega$  tam, kde měsíc ze spodu ekliptiky na vrch se bere, a **uzel sestupný**  $\Upsilon$ , kde měsíc pod ekliptiku sestupuje. Průsečí obou rovin je **přímka uzlová**.

**Šířka a délka měsíce.** Jako polohy slunce promítáme na oblohu a z nich vytváříme kruh ekliptický, tak i polohy měsíce jeví se nám v postupu svém jako rovně veliký kruh, jenž ve dvou místech, v uzlu  $\Omega$  a  $\Upsilon$ , ekliptiku seče.

Ekliptika rozdělena jsouc na  $360^\circ$  od bodu jarního  $\Upsilon$  ukazuje t. zv. délku slunce v ekliptice; šířky slunce nemá.

Měsíc má délku i šířku v ekliptice. Z jeho dráhy je vždy  $180^\circ$  nad ekliptikou,  $180^\circ$  pod ní; ony stupně mají šířku severní, kladnou, tyto jižní, zápornou. Východištěm počtu stupňů délkových pro měsíc jest rovněž bod jarní. Klade-li na př. kalendář na r. 1900 po poledne střední 1. března

$$\text{délku slunce } 340^\circ 28' 30.2''$$

$$\text{délku měsíce } 340^\circ 49' 47.9'' \text{ a šířku } + 4^\circ 58' 50.7'',$$

soudíme z toho, že slunce od jarního bodu je vzdáleno  $340''$  a že měsíc je nad sluncem  $4^{\circ}58'8''$ . Délka zastupuje tu rektascenzi, šířka deklinaci; ekliptika je tu místo rovníka.

**Oběh měsíce.** Měsíc obíhaje kolem země obíhá s ní zároveň kolem slunce. Tu dráha jeho elliptická mění se v táhlou šroubovici, již bychom si znázornili, kdybychom na kružnici o  $150\text{ cm}$  poloměru oblouk  $75.4\text{ cm}$  dlouhý ve 30 dílů rozdělili, v dělebných bodech tečku jako zemi poznamenali a od ní na  $4\text{ mm}$  jinou jako měsíc, ovšem tím pořadem, jak měsíc obíhá, totiž od západu k východu, nakreslili.

My však tuto prostými slovy názorně jednotlivá postavení měsíce k zemi a slunci objasníme.

**Čtvrti měsíce.** Proměny ve tvářnosti měsíce byly ode dávna známy, takže prvotního rozvržení časův měsíc je základem. Ze řady různých postavení vzájemných měsíce a země ke slunci čtyři jsou nejdůležitější :

1. **Úplněk**, kde země stojí mezi sluncem a měsícem, takže se země viděti jest úplnou polokoulí měsíčníou k nám obrácenou osvětlenou. Postavení toto, kde dvě těles nebeských v protivném směru od země stojí, sluje **opposice**, **protisluní**, a značí se  $\bigcirc\bigcirc$ . Měsíc je v délce o  $180^{\circ}$  od slunce vzdálen.

2. **Nov**, kde měsíc stojí mezi zemí a sluncem, takže polokoule k nám obrácené, neosvětlené v jas slunečním není viděti. Postavení toto sluje **konjunkce**, **spojení**, **sousluní**, a značí se  $\bigcirc$ . Měsíc má touž délku jako slunce.

3. **První čtvrt a poslední**, kdy přímky spojující zemi s měsícem a sluncem svírají úhel pravý a kdy jest toliko půl polokoule měsíčné k nám obrácené osvětlena. V první čtvrti je to západní, v poslední východní půl. Postavení tato slují **kvadratury**, **čtvrti**, značka  $\square$ ; délka slunce je o  $90^{\circ}$  větší nebo menší délky měsíce.



$$151^{\circ} 18' 49.0'' - 149^{\circ} 31' 37.6'' = 1^{\circ} 47' 11.4'' = 6431.4''$$

což doběhne rychlostí

$$30' 6.8'' - 2' 24.0'' = 27' 42.8'' = 1662.8''.$$

$$6431.4'' : 1662.8'' = 3.87^h = 3^h 52.2^m \text{ po půlnoci,}$$

tedy 24. srpna 1900 bude nov o  $15^h 52.2^m$  (dle „N. Alm.“  $15^h 52.6^m$ ).

**Jiné druhy měsíců.** Kromě synodického rozeznávají se ještě měsíce: siderický (hvězdný), tropický, dračí (uzlový) a anomalistický.

**Měsíc siderický.** Jako synodický měsíc je obdobou dne slunečního, jest siderický obdobou dne hvězdného.

Když měsíc oběh vykonal, jest mu ještě o úhel  $\alpha$  dál oběhnouti, aby stál mezi zemí a sluncem. Tento úhel  $\alpha$  je roven tolika stupňům, kolik jich země na své dráze okolo slunce urazila. Jestliže země za 365.256374 dne urazí  $360^0$ , urazí za 29.530589 dne  $29.1056167^0 = \alpha$ .

O tento úhel zvětšila se uražená dráha, bude tedy vlastně  $360^0 + 29.1056167^0 = 389.1056167^0$ .

Z toho úměrou

$$x : 29.530589 = 360 : 389.1056167$$

vypočítati lze, že

$$x = 27.3216617 \text{ dne} = 27^d 7^h 43^m 11.6^s.$$

**Měsíc tropický,** podobně vzniklý, kdy měsíc v touž délku dojde, liší se jen o  $6.9^s$ , jsa

$$27^d 7^h 43^m 4.7^s.$$

**Měsíc dračí.** Sluje tak proto, že značí dobu, kdy měsíc k uzlu  $\Omega$  se vrací; značka  $\Omega$  slove dračí hlava.

Uzly dráhy měsíčné nejsou v téže poloze k ekliptice, jak z podstaty a podoby dráhy měsíčné a pohybu samo vyplývá; činí obdobu couvání bodu jarního.

Dle „Naut. Alm.“ bude 0·0 ledna 1900 délka  $\Omega$  uzlu  $259^{\circ} 7' 41\cdot0''$ , každý den jí však o  $3' 10\cdot63''$  ubude, takže 10. června bude na  $250\cdot6550^{\circ}$ , 27. prosince na  $240\cdot0642^{\circ}$  délky.

Tímto pohybem uzly a měsíc si nadcházejí. Dejme tomu, že měsíc byl v uzlu. Nyní ubíhá dál na západ, uzel jemu naproti na východ; sejdou se, až denní rychlost měsíce a uzlu dají  $360^{\circ}$ .

Měsíc obejde touž délku (tedy tropický!) za  $27\cdot32158$  dní, v nichž vykoná  $360^{\circ}$ , za den  $13\cdot176396^{\circ}$ ; uzel denně  $3' 10\cdot63'' = 0\cdot052954^{\circ}$ , oba společně  $13\cdot229350^{\circ}$ .

Dělíme-li  $360^{\circ} : 13\cdot22935 = 27\cdot21222^d = 27^d 5^h 5^m 35\cdot8^s$ .

**Měsíc anomalistický.** Perigeum měsíce pokračuje denně směrem kladným, týmž co měsíc, takže ve 3 měsících vykoná asi  $10^{\circ}$ , to znamená, že projde celou dráhu měsíční asi v 9 letech, přesněji ve  $3232\cdot57$  dnech. Denní pohyb je  $+0\cdot111404^{\circ}$ . Poněvadž perigeum před měsícem prchá, jest měsíci krom vlastní rychlosti i rychlost perigea vyvážití t. j. měsíc dráhu  $360^{\circ}$  proběhne toliko nadbytkem své rychlosti

$$13\cdot176396^{\circ} - 0\cdot111404^{\circ} = 13\cdot064992^{\circ} \\ 360^{\circ} : 13\cdot064992^{\circ} = 27\cdot5546^d = 27^d 13^h 18^m 37\cdot4^s.$$

Měsíc anomalistický je tudíž doba, za kterou měsíc vrací se do perigea.

**Sklon měsíční dráhy.** Dráha měsíce seče ekliptiku v úhlu, jehož sklon kolísá mezi  $5^{\circ} 0' 1''$  a  $5^{\circ} 17' 35''$ .

**Sklon měsíce.** Sám měsíc osou svou skloněn jest k rovině vlastní dráhy na  $88^{\circ} 23' 21''$ , takže rovníková jeho rovina s rovinou dráhy svírá úhel  $1^{\circ} 36' 39''$ .

**Obrát měsíce.** Měsíc za siderický oběh svůj zároveň jednou otočí se o svou osu, z čehož následuje, že stále touž polovicí k zemi jest obrácen. Doba otočení o osu jest

$$27 \text{ dní } 7^h 43^m 11\cdot6^s.$$



**Librace.** Při vířivém pohybu svém kolísá osa měsíce (jako osa puštěného vlka), a tím povstává kolébání nebo librace. Tato, jakož i šikmost dráhy a výstřednost země způsobují, že vidíme i ty částky měsíce, jež by jinak zraku našemu utajeny zůstaly.

Výstředné postavení naší země dovoluje nám nahlédnouti asi na  $7^{\circ}53'51''$  za východní nebo západní kraj měsíce — librace v délce; šikmost dráhy měsíčné odkrývá nám téměř a spod měsíce asi na  $6^{\circ}54'14''$  — librace v šířce; a vyvýšení naše na povrch zemský ze středu země zvyšuje nám tyto výhody o  $1^{\circ}$  — librace parallaktická.

Tím tedy pás asi  $7^{\circ}$  široký s povrchu měsíčního jinak neviditelného čas po čase se zjevuje, a tak ne  $50\%$ , ale  $59\%$  povrchu je nám známo.

**Postup měsíce souhvězdími.** Měsíc vykoná denně mezi stálicemi dráhu  $13^{\circ}10'35'' = 13.176396^{\circ}$ , což ovšem je číslo průměrné; v 27 dnech 7.7 hodinách projde celou dráhu. Že pak nejvýš jen na  $5^{\circ}17'6'$  nad ekliptikou je povýšena, následuje, že měsíc putuje v témž páse oblohy jako slunce a že prochází těmitěž souhvězdími jednou za siderický měsíc.

V každém kalendáři lze se dočísti, ve kterém znamení který den jest; v r. 1899 byl

26. července v	♈	10. srpna v	♊
28. „	♉	12. „	♋
31. „	♊	14. „	♌
2. srpna	♋	17. „	♍
5. „	♌	19. „	♎
7. „	♍	21. „	♏

**Postup měsíce se sluncem zvěrokruhem.** Denní pohyb slunce v délce jest asi  $1^{\circ}$ , měsíce  $13^{\circ}10'6'$ , zůstává tudíž slunce denně o  $12^{\circ}$  za měsícem, takže v 5 dnech činí rozdíl  $60^{\circ}$ , ve 30 dnech  $360^{\circ}$ ; to značí, že ve 30 dnech měsíc slunce opět dohoní. Víme ovšem,

že nečiní to 30 dní, nýbrž 29·530589 dní, měsíc synodický.

V r. 1898 vstoupilo slunce 20. ledna do znamení  $\text{♊}$ , den na to byl nov. Byl tedy měsíc také ve  $\text{♊}$  (na 300<sup>0</sup> délky). Měsíc pak přešel dne

23. ledna 19 <sup>h</sup> do $\text{♋}$	7. února 6 <sup>h</sup> do $\text{♌}$
26. „ 0 „ $\text{♋}$	9. „ 14 „ $\text{♌}$
28. „ 10 „ $\text{♌}$	11. „ 18 „ $\text{♍}$
30. „ 19 „ $\text{♍}$	13. „ 21 „ $\text{♎}$
2. února 4 „ $\text{♎}$	16. „ 0 „ $\text{♏}$
4. „ 20 „ $\text{♏}$	18. „ 2 „ $\text{♐}$

slunce v  $\text{♊}$  sice našel, ale přešlo tak daleko, že, nežli s ním se setkal, dne 20. února, vklouzlo do vedlejších  $\text{♋}$ , a tam teprve následoval nov únorový.

Při oběhu synodickém pozorujeme tudíž týž zjev, jako na ručičkách hodinkových.

Někdy arci padnou souhlasné úkazy přece v totéž znamení, neboť dvanáctina roku je delší než jeden oběh synodický; úplňky v r. 1899 byly zhruba

26. ledna 7 <sup>h</sup> na 125 <sup>0</sup>	22. červce 9 <sup>h</sup> na 297 <sup>0</sup>
25. února 2 <sup>h</sup> „ 155 <sup>0</sup>	20. srpna 17 <sup>h</sup> „ 328 <sup>0</sup>
26. března 18 <sup>h</sup> „ 186 <sup>0</sup>	19. září 0 <sup>h</sup> „ 355 <sup>0</sup>
25. dubna 7 <sup>h</sup> „ 215 <sup>0</sup>	18. října 10 <sup>h</sup> „ 25 <sup>0</sup>
24. května 17 <sup>h</sup> „ 243 <sup>0</sup>	16. listop. 22 <sup>h</sup> „ 54 <sup>0</sup>
23. června 2 <sup>h</sup> „ 271 <sup>0</sup>	16. pros. 13 <sup>h</sup> „ 84 <sup>0</sup>

Zde bude pořad úplňků ve znameních

$\text{♏}$ ,  $\text{♐}$ ,  $\text{♑}$ ,  $\text{♒}$ ,  $\text{♓}$ ,  $\text{♈}$ ,  $\text{♉}$ ,  $\text{♊}$ ,  $\text{♋}$ ,  $\text{♌}$ ,  $\text{♍}$ ,  $\text{♎}$ ,

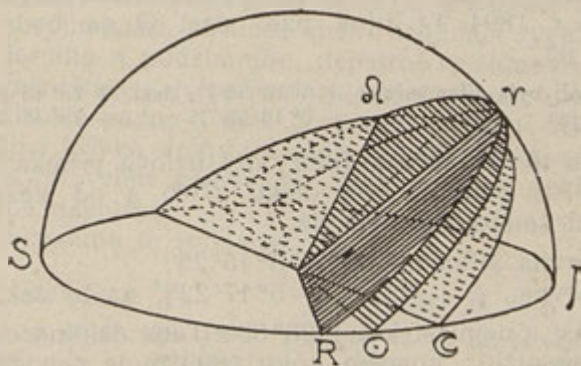
takže se opakovati bude úplněk ve střelci, jelikož slunce 21. června vstoupí do znamení kozorožci protivného, do raka, a setrvá v něm až do 23. července.

**Poloha dráhy měsíčné k ekliptice.** (Obr. 14.) Sklon obou rovin mění se, kolísaje mezi 5<sup>0</sup> 0' 1" a

$5^{\circ}17'35''$ ; tím není řečeno, že by největší šířka měsíce spadati musila v ta místa ekliptiky, jež jsou od rovníka nejodlehlejší, tedy že by měsíc měl vždy státi nad znamením raka o dalších  $5^{\circ}$  nebo pod znamením kozoroha.

Přímka uzlová mění směr, a to v době delší 18 let (v 6793·39 dnech).

Je-li uzel  $\Omega$  v bodě jarním  $\Upsilon$ , tu ekliptika z  $\Upsilon$  pne se na sever nad rovník, měsíc z  $\Omega$  ještě severněji nad ekliptiku, i přijde měsíc nad znamení raka o  $5^{\circ}$  výše a nejniž pod znamení kozoroha.



Obr. 14.

Je-li uzel  $\Omega$  v bodě podzimním  $\omega$ , tedy  $\Upsilon$  v jarním  $\Upsilon$ , spěje ekliptika na sever nad rovník, ale měsíc noří se pod ni, je tedy dráha jeho nejniž pod rakem, nejvýš nad kozorohem.

Je-li uzel  $\Omega$  ve znamení raka, t. j. dere-li se měsíc nad ekliptiku tam, kde slunce nejvýš stává, je měsíc s ekliptikou rovně vysoko, nad vahami je na  $5^{\circ}$  nejvýš a pod skopcem na  $5^{\circ}$  nejniž.

Je-li uzel  $\Omega$  ve znamení kozoroha, opakuje se předešlé obráceně.



**Poloha dráhy měsíčné k rovníku.** Přidáním této roviny je nám možno posuzovati deklinaci měsíce v různých těchto případech.

Pne-li se dráha měsíční od jarního bodu výše, stojí pak nejvyšším bodem na  $28^{\circ}45'$  ( $23^{\circ}27' + 5^{\circ}18'$ ) nad rovníkem; jde-li v jarním bodě od  $\varnothing$ , je měsíc nejvýše  $18^{\circ}9'$  ( $23^{\circ}27' - 5^{\circ}18'$ ). Tyto deklinace jsou meze pásu, v němž měsíc kolotá.

Octne-li se  $\Omega$  nebo  $\varnothing$  v místech, kde slunce nejvýše stává, pak ovšem tam také měsíc největší deklinace dosáhne, jelikož největší jeho šířky spadají blízko rovníka.

Oba případy bylo možno poslední léta pozorovati.

V r. 1894 14. října padl uzel  $\Omega$  na bod jarní, proto již

22. září byla šířka měsíce  $+5^{\circ}16'55.4''$ , dekl.  $+28^{\circ}43'56.8''$   
 a 5. října „ „  $-5^{\circ}16'23.7''$  „  $-28^{\circ}43'39.9''$

Za to 10. června 1899, kdy uzlová přímka zatím o  $90^{\circ}$  se pohnula (na délku  $270^{\circ}$ ) a od kozoroha k raku směřovala, byla již

1. června šířka měsíce  $+5^{\circ}15'25''$   
 16. června „ „  $-5^{\circ}17'22''$ , za to deklinace nejvyšší a nejnižší kol  $\pm 23^{\circ}30'$ . Tato deklinace bude se ještě nížiti; koncem roku 1899 bude nejvyšší jen  $23^{\circ}7'$ , koncem r. 1900 již jen  $21^{\circ}26'$  a bude klesati až do té doby, kdy uzel  $\Omega$  na  $180.$  stupeň délky vejde, tedy do února r. 1903. Tu bude deklinace pouze  $18^{\circ}10'$ .

**Změna rektascense a deklinace měsíčné.** Měsíc za den projde takový kus ekliptiky jako slunce za 14 dní, mění tedy rychle rektascensi i deklinaci, tím rychleji, čím výše dráha nad ekliptiku se pne.

### Měsíc 14. října 1894.

<i>h</i>	<i>AR</i>	$\delta$	<i>h</i>	<i>AR</i>	$\delta$
0 Paříž 1h	2m 54.8s	$+8^{\circ}19.6'$	13 Paříž. 1h	28m 43.5s	$+11^{\circ}34.2'$
1	4 52.3	34.8	14	30 44.7	48.9
2	6 50.0	49.9	15	32 46.2	$12^{\circ}3.6'$

$h$	AR	$\delta$	$h$	AR	$\delta$
3 Paříž. 1h 8m 48.0s	+	9° 5.0'	16 Paříž. 1h 34m 48.0s		18.3
4	10 46.3	20.0	17	36 50.1	32.8
5	12 44.9	35.1	18	38 52.6	47.4
6	14 43.7	50.1	19	40 55.4	13° 1.9
7	16 42.8	10° 5.1	20	42 58.5	16.3
8	18 42.2	20.0	21	45 2.0	30.7
9	20 41.8	34.9	22	47 5.8	45.1
10	22 41.8	49.8	23	49 10.0	59.4
11	24 42.0	11° 4.6	24	51 14.5	14° 13.6
12	26 42.6	19.4			

V těch místech ekliptiky dlelo slunce od 6. do 20. dubna 1894.

O změně deklinace platí totéž co u slunce, ovšem opět s výjimkami. Slunce mění deklinaci rychle kol bodu jarního a podzimního, nepatrně ve slunovratech; měsíc mění šířku nejvíc při uzlech, nepatrně tam, kde šířka největší. Ale padne-li uzel do znamení  $\odot$ , tu sebe víc stoupající křivka dráhy měsíčné splývá takřka s ekliptikou a při velmi přibývajícím šířce mění se deklinace poměrně nepatrně.

Objasníme to příklady:

#### Uzel $\odot$ v $\Upsilon$

☾ od 13. do 20. října 1894			
šířka		deklinace	
+ 0° 19.8'	1° 10'	+ 2° 12.1'	6° 7'
1 29.7		8 19.6	
2 36.3		14 13.6	
3 35.5		19 34.7	
4 23.3		24 0.4	
4 56.5		27 7.6	
5 12.4	3'	28 35.8	22'
5. 9.6		28 13.2	

#### Uzel $\odot$ v $\overline{\odot}$

☾ od 23. do 30. června 1899			
šířka		deklinace	
+ 0° 4.7'	1° 20'	- 23° 22.4'	2° 12'
1 25.9		21 10.1	
2 41.8		17 30.7	
3 46.5		12 44.8	
4 35.5		7 16.9	
5 6.0		- 1 31.1	
5 17.0	8'	+ 4 11.8	5° 23'
5 9.3		9 34.1	

Z rozdílů, jež zhruba stranou jsou vepsány, je zřejmo, že v obou případech šířky při uzlu značně denně přibývá (přes 1°), ale rozdíl deklinace že je největší tam, kde je uzel v jarním bodě; je-li v bodě zimním, přibývá při uzlu deklinace méně (místo 6° jen 2°), za to mezi uzly nejvíce (místo 22' víc než 5°).

**Kulminace měsíce, východ a západ.** Jen kulminace stálíc děje se pravidelně; vrcholení skutečného slunce musíme rovnicí časovějnou upravovati, bychom jím čas měřiti mohli, vrcholení pak měsíce děje se, jak z poměrů vyličených vysvítá, ještě nepravidelněji.

Můžeme tedy jen některých podstatných věcí se dotknouti. V okamžik novu (pravíme okamžik, neboť za hodinu oddálí se měsíc od slunce na 30') vrcholí zároveň se sluncem, tedy v pravé poledne, v okamžik úplňku o půl noci (vlastně uprostřed mezi oběma pravými poledni), v okamžik první čtvrti vrcholí v 6 hodin, v poslední čtvrti v 18 hodin. Vrcholení zdržuje se denně průměrně o 50·5<sup>m</sup>.

Určiti dobu východu a západu měsíce je nesnadno, poněvadž tuze rychle mění deklinaci a rektascensi.

Tím, že mění rektascensi, způsobuje se, že po vrcholení déle je na obloze než co denní oblouk by činil, neboť před západem couvá. Tím také budoucí východ svůj zdržuje.

Změnou deklinace zpozdjuje nebo uspišuje se východ a západ měsíce. Klesá-li deklinace, zachází měsíc dříve a vychází později; roste-li deklinace, vychází dříve a zapadá později.

U nás trvá měsíc nejdéle na obloze 7<sup>h</sup> 35<sup>m</sup> až 8<sup>h</sup> 37<sup>m</sup>, (ve znamení raka), nejkratčeji 4<sup>h</sup> 25<sup>m</sup> až 3<sup>h</sup> 23<sup>m</sup>.

Kalendáře naše neoznamují nikdy kulminaci měsíce, nýbrž toliko buď východ nebo západ (z. v., v. v. značí západ, východ viditelný). Je-li nám však doba vrcholení známa, tu můžeme pro jiný poledník takto ji přepočísti:

Průměrné denní zpozdění kulminace činí 50·5<sup>m</sup>, za minutu 2·104<sup>s</sup>. Měštům na východ ležícím nekulminuje měsíc v touž hodinu jako v hlavním poledníku, poněvadž tam se ještě tolik v rektascensi byl nezpozdil;\*) kulminuje jim o tolikrát 2·104<sup>s</sup> dříve, o kolik minut města východněji leží, tedy  $t = m \times 2 \cdot 104^s$ .

---

\*) Analogie s časem hvězdným.

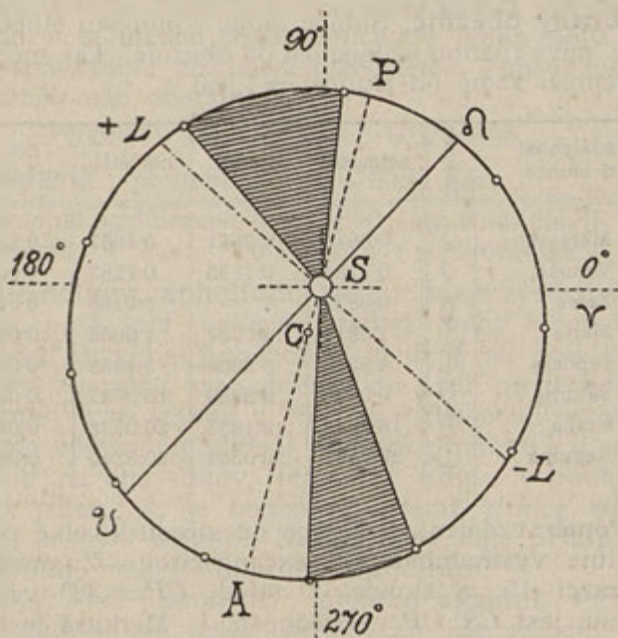


Bylo-li v r. 1898 2. srpna hvězdného času  $8^h 48^m$ ,  $AR$  měsíce kol  $21^h$ , kdy kulminoval? Rozdíl času je zhruba  $12^h$ , tedy kulminoval po  $12^h$ . Přesně:

V Paříži kulminoval měsíc o	.	$12^h 48^m 21^s$
v Praze dříve o $2 \cdot 104^s \times 48 \cdot 3$	.	— 1 42
		<hr/> 12 <sup>h</sup> 46 <sup>m</sup> 39 <sup>s</sup>

## Oběžnice.

Jako země naše kolotají kolem slunce četná tělesa nebeská, otáčejíce se při tom o svou osu; směr obou



Obr. 15.

pohybů jest od západu k východu. Tělesa ta slují **oběžnice**. Některé z nich známy byly již starým

(Merkur, Venuše, Mars, Jupiter, Saturn), jiné objeveny byly teprve dalekohledem nebo počtem. (Uran Herschlem, Neptun Leverrierem). Kromě toho objeveno od 1. ledna 1801 veliké množství drobných těles oběžnicových, jimž dostalo se jména **asteroid**.









Oběh všech oběžnic řídí se zákony, jež **Kepler** vyšetřil :

1. Oběžnice obíhají v elipsách kolem slunce, jež stojí v ohnisku ;

2. obíhají tak, že v rovných časech průvodič rovné plochy přeběhne, a

3. čtverce dob oběhů mají se k sobě jako krychle velkých poloos.

**Dráhy oběžnic.** Slunce stojí v ohnisku elliptické dráhy mívá různou vzdálenost od oběžnic. Tak měřena vzdáleností země od slunce = 1 jest

Vzdálenost od slunce	Známka	nejmenší	střední	největší	Vý- střednost
u Merkura		0·3075	0·3871	0·4667	0·2056
Venuše		0·7184	0·7233	0·7283	0·0068
Země		0·9832	1· —	1·0168	0·0168
Marta		1·3816	1·5237	1·6658	0·0933
Jupitera		4·9518	5·2028	5·4538	0·0483
Saturna		9·0040	9·5389	10·0737	0·0561
Urana		18·2944	19·1833	20·0722	0·0463
Neptuna		29·7857	30·0551	30·3245	0·0090

Poměr vzdálenosti slunce od středu k velké poloose sluje výstředností čili excentricitou. Znamená-li v obrazi 15.  $S$  slunce,  $C$  střed,  $CP=AP$  velkou poloosu, jest  $CS:CP$  výstředností. U Merkura jest

$$\frac{AS - PS}{2} = \frac{0·4667 - 0·3075}{2} = 0·0796; CP = 0·3871,$$

tedy výstřednost  $0·0796 : 0·3871 = 0·2056$ .

Jindy udává se jen úhel  $\varphi$ , jehož sinus výstřednost vyjadřuje, a k tomu logarithmus velké poloosy  $a$ , z čehož nejen výstřednost, ale i nejkratší a nejdelší vzdálenost (v poměru ke střední vzdálenosti země  $=1$ ) vypočísti lze.

U Merkura je úhel $\varphi$	$11^{\circ} 51' 53.7''$ , $\log a$	9.5878213
Venuše	0 23 31.5	9.8593366
Země	0 57 39.4	0.0000006
Marta	5 21 4.5	0.1828933
Jupitera	2 45 56.5	0.7162167
Saturna	3 11 51.7	0.9802194
Urana	2 39 22.0	1.2837043
Neptuna	0 30 49.1	1.4786960

Kdybychom chtěli vypočísti excentricitu Merkura, najdeme v tabulkách logarithmických sinus úhlu  $\varphi$ , jenž jest 9.31303, což dává 0.2056048. Znásobíme-li velkou poloosu, obdržíme

$$0.2056048 \times 0.3870983 = 0.0795893,$$

což odečteno i přičteno ke 0.3870983 dává

nejmenší vzdálenost 0.3075090 ( $\log$  9.4878578)

největší „ 0.4666876 („ 9.6690262)

**Perihelium, aphelium.** Merkur, maje výstřednost největší, poskytuje nejlepší příklad dráhy elliptické. (Obr. 15.) Abychom ji znázornili, učinme na provázku uzly 77.4 *cm* zdálí, zabodněme do uzlů po jehlici a upevněme je na tabuli v 15.9 *cm* vzdálenosti — pak obepíšme ellipsu. Spojíme-li ohniska přímkou a ji prodloužíme na obě strany, přetneme ellipsu v bodech, z nichž jeden, *A*, je ohnisku, v němž slunce stojí, nejdále, druhý *P* nejbliže. Nejbližší bod sluje **přísluní, perihelium**, nejdalší **odsluní, aphelium**.

Směr, jímž přímka *AP*, **přímka apsidní**, v prostoru světovém se ubírá, označován jest stupni, při čemž 0° značí ten bod na dráze zemské, jež země zaujímá o podzimní rovnodennosti, kdy vchází do znamení Skopce a slunce do Vah.

Přísluní zemskému říkáme perigaeum, odsluní. apogaeum.



## 1. ledna 1900 budou perihelia

Merkura na	75° 53' 49·6''	s ročním přírůstkem +	55·9138''
Venuše	130 8 57·0		50·0494
Země	101 13 7·3		61·6995
Marta	334 13 5·7		66·2410
Jupitera	12 43 13·6		57·9032
Saturna	91 5 37·4		70·4134
Urana	171 34 39·9		53·4582
Neptuna	46 42 19·4		51·1268

Přímka apsidní jeví tudíž pohyb týmž směrem u všech oběžnic.

**Oběh.** Rychlost, se kterou oběžnice kolem slunce putují, je nestejná. Střední rychlost denní

Merkura je	14732·42''	Jupitera	299·13''
Venuše	5767·67	Saturna	120·45
Země	3548·19	Urana	42·23
Marta	1886·52	Neptuna	21·53

a jest úměrna vzdálenosti od slunce.

Jak ze druhého zákona Keplerova plyne, tuto rychlost nemohou oběžnice zachovávat, neboť tam, kde průvodiči jsou kratší, je výsečí větší základny potřebí na rovnou plochu nežli v místech, kde průvodiči jsou větší. (Obr. 15.) Proto v přísluní pohybují se oběžnice rychleji nežli v odsluní.

Venuše učiní 1. dubna 1900, kde průvodič  $r$  měřiti bude 0·7184 vzdálenosti země od slunce,  $1^{\circ} 37' 30\cdot3''$ ; jest vypočísti přibližně dráhu, již za den vykoná v odsluní, kdy  $R = 0\cdot72829$ . Máme-li za to, že plochy průvodiči opsané jsou kruhové výseče, můžeme říci, že oblouky  $a : A = r^2 : R^2$ ; dosadíme-li hodnoty,

$$\text{jest } a = \frac{97\cdot5' \times (0\cdot7184)^2}{(0\cdot72829)^2} = 94\cdot878' = 1^{\circ} 34' 52\cdot7''$$

Nebo znajíce délku oblouků, jež oběžnice učiní, můžeme z jednoho průvodiče druhý vypočísti. Tak Merkur 27. srpna 1900 při průvodiči  $r = 0\cdot30751$  urazí

$6^{\circ} 19' 14.0''$ ; který průvodič je 10. října t. r. při  
 $a = 2^{\circ} 44' 38.3''$ ?

$$R = \sqrt{\frac{379.2' \times (0.30751)}{164.6'}} = 0.46669, (\log 9.66903).$$

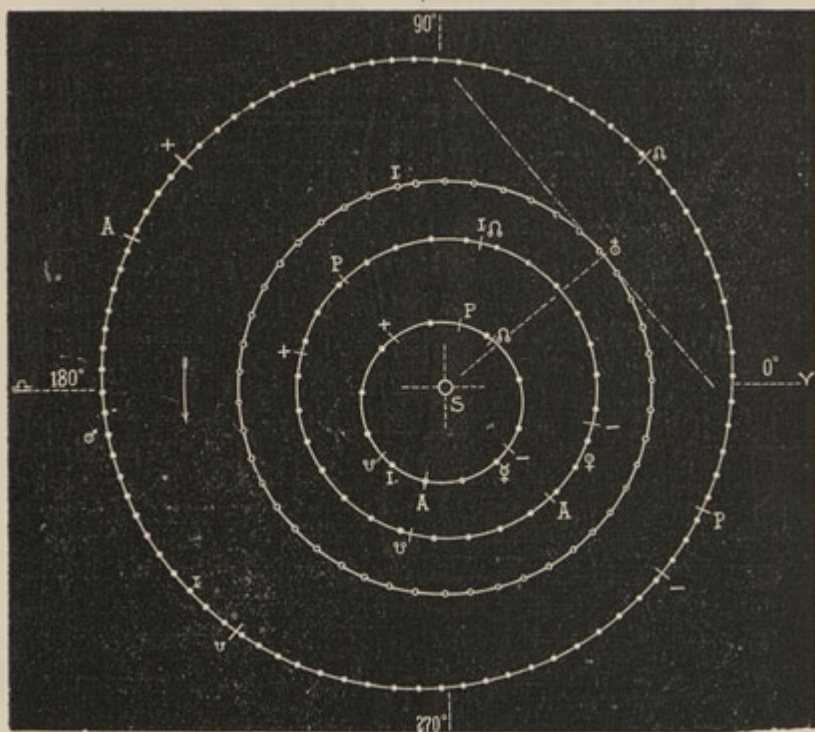
**Naklonění, inklinace drah. Uzly.** Roviny oběžnicových drah jsou ke sluníku různě nakloněny. Tím je podmíněno, že část drah leží pod sluníkem, část nad ním, že tedy vznikají uzly  $\Omega$ ,  $\varpi$  a že obě roviny v přímce uzlové se sekou. Průseky ty různě směřují. Pro 1. leden 1900 má

	Inklinace $i$	Roční změna	Poloha $\Omega$	Roční změna
$\odot$	$7^{\circ} 0' 10.9''$	$+ 0.06314''$	$47^{\circ} 8' 40.8''$	$+ 42.6430''$
$\odot$	$3 23 37.1$	$+ 0.03814$	$75 47 16.7$	$+ 32.5150$
$\odot$	$0 0 0$	$0.0$	$0 0 0$	$+ 0.0$
$\odot$	$1 51 1.1$	$- 0.02431$	$48 47 12.6$	$+ 27.992$
$\odot$	$1 18 31.1$	$- 0.2052$	$99 26 35.3$	$+ 36.3662$
$\odot$	$2 29 32.8$	$- 0.14002$	$112 47 2.8$	$+ 31.3959$
$\odot$	$0 46 20.6$	$- 0.01732$	$73 23 57.2$	$+ 18.0570$
$\odot$	$1 46 44.8$	$- 0.34570$	$130 39 23.2$	$+ 39.5631$

**Největší šířka.** Spěje-li oběžnice nad sluníkem, dojde po některé době nejvýše nad něj, potom zase níže se až k uzlu  $\Omega$ ; přisedši pak do jisté míry nejníž, pod sluníkem, zase k uzlu výstupnému se vrací. V těch obdobích octne se oběžnice v největší šířce heliocentrické, buď severní  $-L$  nad sluníkem nebo jižní  $-L$  pod ním. Místo, kde oběžnice přibývající šířku mění v ubývající, nalezneme, vedeme-li bodem  $S$  kolmicí na přímku uzlovou.

**Vzájemná poloha drah oběžnic.** Pro různou výstřednost a různý směr přímek apsidních a uzlových nemohou dráhy oběžnic všudy rovně od sebe býti vzdáleny, o čemž poučuje již pouhý pohled na obr. 16., kde ve správném poměru naznačeny jsou

dráhy čtyř slunci nejbližších oběžnic s polohami vždy po 8 dnech, a kde I. značí místa, na němž oběžnice byly 1. ledna 1894.\*)



Obr. 16.

\*) Obrázce toho i pro léta budoucí užiti můžeme, známa-li jsou data perihelií a aphelií.

V roce 1900				1901	
bude ♀	v A 19. ledna,	v P 3. března	v A 5. ledna	v P 18. února	
♀	23. červce	1. dubna	5. března,	25. června	
♂	—	18. března	24. února	—	

Z toho lze odhadnouti, že na př. v r. 1901

♀ bude v uzlu výstupném ♂ 14. února

♀ v uzlu sestupném ♂ 11. září

♂ v nejv. sev. šířce + 20. ledna a t. p.



**Oběh Merkura.** Abychom mohli oběh jeho blíže stopovati, je třeba určitých poloh. Merkur v r. 1900 bude na

225 <sup>0</sup>	8. ledna,	6. dubna,	3. července a	29. září,
247	16. „	14. „	11. „	7. října,
269	24. „	22. „	19. „	15. „
292	1. února	30. „	27. „	23. „
319	9. „	8. května	4. srpna	31. „
351	17. „	16. „	12. „	8. list.
33	25. „	24. „	20. „	16. „
82	5. března	1. června	28. „	24. „
130	13. „	9. „	5. září	2. pros.
169	21. „	17. „	13. „	10. „
199	29. „	25. „	21. „	18. „

při čemž ovšem přesně nebylo lze k minutám přihlížeti.

Naznačme dráhu Merkura tak, že na průsečíku dvou kolmic ( $0^0 - 180^0$ ,  $90^0 - 270^0$ ) nakreslíme slunce  $S$  (obr. 15.), pak odchylkou úhlu perihelia  $\pi = 76^0$  přímkou  $AP$  a odchylkou úhlu  $\Omega = 47^0$  přímkou uzlovou, na ni pak kolmicí heliocentrické šířky  $+$  —. Poněvadž  $CS = 0.0796$ , naznačme ve vzdálenosti  $8\text{ mm}$  od  $S$  směrem k  $A$  střed  $C$  a poloměrem  $38.7\text{ mm}$  opišme kolem  $C$  kružnici jako dráhu Merkurovu.\*)

Hořejší údaje poloh jsou heliocentrické, to značí ty polohy, v nichž bychom Merkura viděli se slunce. Proto opišme kolem  $S$  větší kružnici, na ní z  $S$  naměříme pořadem úhly od  $0^0$  počínaje:  $33^0$ ,  $82^0$ ,  $130^0$  atd. a pak, spojující  $S$  s body dělebnými, přetínáme dráhu Merkurovou. Tam, kde dráha přefata bude, jsou polohy Merkura pro ony dny (v mezerách osmidenních).

Tu zřejmě vidíme zobrazen druhý zákon Keplerův; v odsluní jsou dílky mnohem menší než v přísluní.

Obrazec zároveň ukazuje, že poloha 8. ledna připadá právě do uzlu  $\varphi$ , odtud že po  $8 + 3 = 11$  dnech bude v odsluní, po dalších  $5 + 8 + 7 = 20$  dnech v nej-

---

\*) Viz můj článek v „Besedě Učitelské“ z r. 1894.

větší šířce heliocentrické jižní, po  $1 + 8 + 8 + 2 = 19$  dnech v uzlu vystupujícím, po 5 dnech v periheliu, po  $1 + 8 + 1 = 10$  dnech v šířce severní,

po  $7 + 8 + 8 = 23$  dnech v uzlu sestupném.

Z výkresu nalezená data byla by:

8. a 19. ledna, 8. a 27. února, 4. a 14. března a 6. dubna, což s kalendářem dobře se shoduje, neboť Merkur

v sestup. uzlu	je	8. ledna	v	19h;	po	5 <sup>d</sup>	10 <sup>h</sup>
v odsluní		19. "	v	0 ;	po	20	10
v jižní šířce		8. února	v	10 ;	po	18	23
v uzlu výstupném		27. "	v	9 ;	po	4	14
v perihelii		3. března	ve	23 ;	po	10	7
v sev. šířce		14. "	v	6 , načež	po	23	12
<hr/>							
vrátí se do sestup. uzlu		6. dubna	v	18 ;	oběh trvá	87 <sup>d</sup>	23 <sup>h</sup> ,
oběh to siderický.							

Dráha Merkurova třemi přímkami jest rozdělena. **Přímka apsidní  $AP$**  dělí ji ve dvě rovné části, v nichž Merkur rovnou dobu setrvává; oběh od aphelia k periheliu trvá  $43^d 23^h 5^m$  jako od perihelia k apheliu.

**Přímka uzlová** oddalujíc se od perihelia přibírá do plochy nad slunníkem ležící oddíl  $PS\Omega$ , ale pouští větší  $\Omega SA$ , tím horní část dráhy se zmenšila, spodní zvětšila, a couváním dalším (za 100 let o  $22' 7.08''$ ) bude se dolní zvětšovati, až přímka uzlová přijde kolmo na apsidní. Je zřejmo, že Merkur dlí déle pod slunníkem, a to  $49^d 14^h$ , nad ním jen  $38^d 9^h$ .

**Trvání oběhu.** Trvání oběhu lze vypočísti dle zákona Keplerova, známe-li oběh země a střední vzdálenosti oběžnice. Je-li u Marta vzdálenost  $A = 1.52368$ , pak dle  $a^3 : A^3 = t^2 : T^2$  jest

$$T = \sqrt{\frac{t^2 \cdot A^3}{a^3}} = (1.52368)^3 \cdot (365.256374)^2 = 686.97 \text{ dní.}$$

Z daných oběhů země  $t = 1$  rok a Merkura  $T = 0.240843$  roku lze vypočísti jeho střední vzdálenost  $A$  dle

$$A = \sqrt[3]{\frac{T^2 \cdot a^3}{t^2}} = \sqrt[3]{T^2} = \sqrt[3]{(0.240843)^2} = 0.38709.$$

Oběh měříme buď na dni, buď na roky, při čemž rok počítáme za 365.25 dne (roky Juliánské). Z tabulky připojené je zřejmo, jak vzdáleností od slunce roste doba oběhu.

Oběžnice	Oběh v letech hvězdných	Oběh v letech juliánských a dnech středních
Merkur	0.240843	87.969258 <sup>d</sup>
Venuše	0.615186	224.700787
Země	1.000000	1 rok 0.006374
Mars	1.880832	1 " 321.729646
Jupiter	11.861965	11 " 314.838171
Saturn	29.457176	29 " 166.986360
Uran	84.020233	84 " 7.39036
Neptun	164.766895	164 " 280.11316

**Rok.** Rokem sluje doba oběhu zemského okolo slunce; toho ovšem měřiti přímo nelze, ale nepřímě měříme jej zdánlivým oběhem slunečním. Dobu, již slunci třeba, aby celým slunníkem prošlo a do bodu jarního se vrátilo, nazýváme **rokem tropickým**. Trvá 365.2422166 dne.

Avšak za tu dobu neurazí slunce dráhu 360°, poněvadž jarní bod slunci o 50.233" nadešel; vykonalo tudíž toliko dráhu

$$360^\circ - 50.233'' = 1295949.767''.$$

Prostou úměrou lze vypočísti, kdy slunce ostatek celé dráhy urazí, aby stálo zase u té hvězdy, od níž před rokem vyšlo:

$$x : 365.2422166 = 50.233 : 1295949.767$$

$$x = 0.0141573 \text{ dne,}$$

což k roku tropickému připočteno dává

$$365.2563739 \text{ dne, rok to siderický.}$$



**Rokem Julianským** zove se doba 365·25 dní, již stanovil l. 45. před Kr. C. Julius Caesar. Tím učiněn rok delším o 0·0077834 dne, což za 400 let činí 3·11336 dní; od času opravy do konce XVI. století vzrostl rozdíl na 10 dní. Papež Řehoř XIII. podnikl r. 1582 opravu a nařídil mimo jiné:\*)

1. by léta čtyřmi nedělitelná počítala se o 365 dnech,
2. by léta čtyřmi dělitelná měla 366, kromě plných stovek, z nichž stovky 4 nedělitelné mají po 365 dnech, dělitelné 366.

Neboť čtyři léta se dnem přestupným činí 1461 den, za století (bez dne saeculárního) 36524, za 4 sta let s přestupným 146097 dní, což hodnotě

$$400 \times 365 \cdot 2422166 = 146096 \cdot 88664 \text{ velmi se blíží.}$$

**Přeměny roků.** Rok siderický julianskými léty vyjádřený činí

$$365 \cdot 256374 = 365 \cdot 25 + 0 \cdot 006374 = 1 \text{ rok j. } 0 \cdot 006374^d.$$

Rok tropický jest 0·999914697 roku siderického.

**Denní dráha země.** Urazí-li země za rok siderický 360°, činí denní dráha její průměrem

$$360^\circ : 365 \cdot 256374 = 0 \cdot 985609126^\circ.$$

Ke snažšímu přepočítání jsou i tabulky, dle nichž za 100 dní činí dráha země 98° 33' 39·2854''

10 <sup>d</sup>	9 51 21·9285
1 <sup>d</sup>	0 59 8·1929
1 <sup>h</sup>	0 2 27·84137
1 <sup>m</sup>	0 0 2·46402
1 <sup>s</sup>	0 0 0·04107.

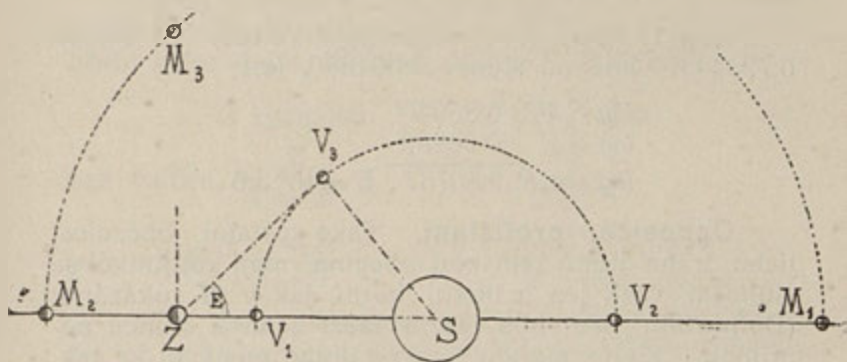
**Oběh zdánlivý.** Změna poloh oběžnic na obloze vzhledem ke slunci nebo ku hvězdám jest oběh zdánlivý.

---

\*) V Čechách přijata oprava sněmem r. 1584.

**Konjunkce, sousluní.** Na obr. 17. jest na obzoru naznačeno zapadající slunce, kolem něho dvě dráhy, Venušina a Martova. Pozorovatel na zemi  $Z$  dle toho, na kterém místě dráhy oběžnice jest, vidí ji v různé vzdálenosti od slunce, kterouž ovšem jen úhlem měří.

V bodě  $V_1$  octla se Venuše přímo mezi sluncem a zemí; zapadá zároveň se sluncem. Ale i v bodě  $V_2$  octne-li se Venuše, zároveň se sluncem zapadá. Obě tato



Obr. 17.

postavení slují konjunkce čili spojení, a to  $V_1$  dolní, protože v poledne Venuše stojíc mezi zemí a sluncem je jaksi pod sluncem;  $V_2$  sluje spojení horní. Merkur kolující mezi Venuší a sluncem má také obě konjunkce. Spojení se sluncem sluje sousluní (značka  $\odot$ ).

**Elongace, výběh.** Z toho, že půl dráhy Venušiny při západu slunce nad obzorem jest, soudíme, že možno Venuši viděti po západu slunce potud, pokud  $Z V_3$  s obzorem nesplyne (obr. 17.). V poloze  $V_3$  zdánlivě nejdál se od slunce odchýlí, oddálí, odběhne; octne se ve výběhu, v elongaci, a to východní, protože stojí na východ od slunce. Že pak i při východu slunce půl dráhy je nad obzorem, že na dráze té Venuše rovněž velkým úhlem nad sluncem může státi, soudíme, že může míti též elongaci západní. Rovněž i Merkur.

Poněvadž dráha Venušina má malou výstřednost, mění se u ní úhel elongační málo, maje  $44^{\circ}57'$  až  $47^{\circ}47'4''$ , ale u Merkura kolísá mezi  $17^{\circ}55'5''$  až  $27^{\circ}56'2''$ .\*)

Známe-li vzdálenost oběžnice od slunce a země od slunce, lze úhel elongační vypočísti dle

$$\sin E = \frac{S V_3}{S Z}.$$

Je-li 17. září 1900 vzdálenost Venuše od slunce 0.723443, země od slunce 1.004680, jest

$$\begin{array}{r} \log S V \quad 9.85940 \\ \log S Z \quad 0.00203 \\ \hline \log \sin E \quad 9.85737, E = 46^{\circ}3'6''. \end{array}$$

**Opposice, protisluní.** Také ostatní oběžnice, jichž dráha dráhu zemskou obepíná, mají konjunkci se sluncem, však jen jedinou, horní, jak v  $M_1$  ukázáno. (Dolní mítí nemohou, ježto mezi zemí a slunce nepřijdou.) Za to mohou na své dráze postavit se tak, že vycházejí, když slunce zapadá, a zapadají při východu slunce ( $M_2$ ). Jsou proti slunci, v protisluní, v oposici ( $\odot$ ).

**Kvadratura, čtvrt.** Oběžnice, jež v oposici státi mohou, nemají ovšem elongace, za to přicházejí na oběhu svém v ta místa, že kulminují, když slunce zapadá nebo vychází ( $M_3$ ). V tu dobu přímky ze země k oběžnici a ke slunci vztýčené svírají pravý úhel. Tomuto postavení říká se čtvrt, kvadratura ( $\square$ ).

**Oběžnice horní, vnitřní a dolní, vnější.** Ty oběžnice, jež při obou konjunkcích o polednách nad zemí jsou, Merkur a Venuše, slovou horní; ty pak,

---

\*) Největší a nejmenší elongace Merkurovy spadají v doby, kdy octne se Merkur při elongaci v odsuní nebo přísluní. Má-li tudíž Merkur v aphelii vzdálenost od slunce  $\log 9.66882$ , v perihelii  $\log 9.48838$ , příslušné pak vzdálenosti země od slunce  $\log 9.99813$  a  $0.00012$ , budou maximum a minimum  $27^{\circ}56'$  a  $17^{\circ}55'$ .



jež v oposici o polednách pod zemí se ocitují, Mars, asteroidy, Jupiter, Saturn, Uran, Neptun, slují dolní.

**Opětování konjunkcí a oposic.** Jen přibližně lze ukázati, ve kterých dobách oběžnice se sluncem v konjunkci neb oposici přicházejí, protože záleží tu jen na rychlosti, která mění se dle perihelií.

Oběžnice setkávají se, když jedna druhou nadbytkem své rychlosti dohoní.

Formule mění se dle toho, počítáme-li konjunkci z rychlosti denní nebo z ročních dob, pak je-li oběžnice horní nebo dolní;  $Z$  značí zemi,  $V$  oběžnici.

	Z rychlosti	Z dob oběhu
pro vnitřní	$\frac{Z}{V - Z}$	$\frac{V}{Z - V}$
pro vnější	$\frac{Z}{Z - V}$	$\frac{V}{V - Z}$

Míry času obdržíme vždy v siderálních letech. Na př. doba konjunkce Venuše (z dob oběhů v sider. l.)

$$\text{jest } \frac{0.615186}{0.384814} = 1.598658 \text{ roku sider.} = 583.92^d.$$

Doba konjunkce Marta (z pohybu denního):

$$\frac{3548.1927}{3548.1927 - 1886.5184} = 2.13531 \text{ r. sider.} = 779.936^d.$$

Průměrné doby konjunkcí horních oběžnic musíme však rozdělití dvěma, protože v polovině té lhůty mají konjunkci horní; dělíme-li dobu konjunkcí planet dolních dvěma, obdržíme dobu oposice.

Vyslřídají tedy obě konjunkce nebo konjunkci a oposici

Merkur ve 105—128 dnech (průměrně ve 115.881 dnech),\*)

\*) Protože půloběh zemský trvá skoro tolik co střední hodnota půldruha synod. oběhu Merkurova, je po každé horní konjunkci za půl leta konjunkce dolní.

Venuše v 583·9 dnech,  
 Mars v 779·9 „  
 Jupiter v 398·9 „  
 Saturn v 378·1 dnech; u ostatních dvou doba od roku  
 valně se neliší.

**Synodický oběh.** Doba od konjunkce ke konjunkci  
 slove dobou synodického oběhu.

**Opětování elongací.** Známe-li je úhel elongační  
 $E$ , je znám i druhý úhel, jenž temení ve slunci; jest  
 $90^\circ - E$ . Je-li dráha oběžnice skoro kruhovitá, jako  
 je tomu u Venuše, můžeme přibližně i dobu elongace  
 udati. Úhel  $E$  jest průměrem  $46^\circ 30'$ , měří tedy druhý  
 $43^\circ 30'$ , a tolik stupňů dráhy Venušiny musí ještě  
 Venuše uraziti, aby do dolní konjunkce vešla.

Je-li pak rychlost Venuše denní 5767·67''

a země 3548·19




je denní rozdíl  $2219\cdot48'$ , kterýmžto  
 rozdílem má uraziti cestu  $43^\circ 30'$  čili 156600'.

Měřením 156600 : 2219·48 vychází doba  $70\cdot556^d$ .


Dle toho by u Venuše

po dolní konjunkci za 70·5 dne byla záp. elongace  
     po ní za 221·4 „ horní konjunkce,  
     po ní za 221·4 „ vých. elongace,  
     pak zase za 70·5 „ dolní konjunkce.

Uvedeme tu data z posledních let na doklad, jak  
 se shodují s uvedenými údaji.

	 hor.	$Ev$	 dol.	$Ez$	 hor.
v r. 1890—1	18. února,	24. září,	4. prosince,	13. února,	25. září.
r. 1898—9	15. „	21. „	1. „	10. „	15. „
r. 1899—900	15. září,	28. dub.,	7. července,	17. září.	

Od 4. prosince 1890 do 7. července 1900 uplynuly  
 3502 dni, což na 6 oběhů vydá  $583\cdot7 d$  na synodický oběh.

**Poloha oběžnic heliocentrická.** V době podzim-  
 ního rovnídenní vidíme slunce na počátku znamení ;

kdo by se slunce na zemi se díval, viděl by zemi vstupující do znamení  $\Upsilon$ . Tento směr se slunce k zemi jest počátkem dělení drah oběžnic, míra pak vzdálenosti oběžnice od tohoto směru stupni vyjádřená sluje **délka heliocentrická (slunostředná)**. Má tudíž země 23. září heliocentrické délky  $0^{\circ} 0' 0''$ . Obr. 16. ukazuje polohy heliocentrické; jimi udávají se také polohy uzlů, perihelií a aphelií.

**Délka nebeských těles geocentrická.** Pokládáme-li zemi za střed, s něhož pohyby těles nebeských pozorujeme, udáváme míru pohybu v délkách **geocentrických (zeměstředných)**. Východištěm je tu též směr se země ke slunci, jež však označujeme  $180^{\circ}$ , poněvadž slunce ve znamení  $\Xi$  vstupující bylo od  $\Upsilon$  v ekliptice  $180^{\circ}$  učinilo.

**Přeměna délek heliocentrických v geocentrické.** Z uvedeného plyne, že je-li heliocentrická délka země  $0'$ , je geocentrická délka slunce  $180^{\circ}$ ; liší se tudíž vždy o  $180^{\circ}$ . Přistoupí-li však třetí těleso, lze rozeznati čtvero případů.

1. Při dolním sousluní, kdy se slunce je viděti obě oběžnice v témž místě všehomíra, mají obě tělesa touž délku heliocentrickou; že pak se země je viděti oběžnici i slunce v témž místě oblohy, mají obě touž délku geocentrickou. Dne 24. března 1900 bude heliocentrická délka  $\text{♂}$  i  $\text{♂}$   $184^{\circ} 1'$ , geocentrická délka  $\odot$  i  $\text{♂}$   $4^{\circ} 1'$ .

2. V horním sousluní, kdy slunce stojí uprostřed země a oběžnice, musí se jich heliocentrické délky o  $180^{\circ}$  lišiti, za to se země pozorovány tkví slunce i oběžnice v témž místě oblohy. Dne 9. února 1900 bude míti  $\text{♂}$   $320^{\circ} 41'$   $\text{♂}$   $140^{\circ} 41'$  délky heliocentrické, za to  $\odot$  i  $\text{♂}$   $320^{\circ} 41'$  délky geocentrické.

3. Při oposici viděti je oběžnici i zemi v témž směru se slunce, za to geocentricky uchyluje se slunce od oběžnice o  $180^{\circ}$ . Dne 23. června budou  $\text{♂}$  i  $\text{♂}$  míti heliocentrickou délku  $271^{\circ} 44'$ , za to geocentrická délka  $\odot$  bude  $91^{\circ} 44'$ ,  $\text{♂}$   $271^{\circ} 44'$ .



4. Při jiných postaveních musí se délka geocentrická počítati z poloh heliocentrických.\*)

**Šířka heliocentrická a geocentrická.** Míra úhlu sevřeného vodičem oběžnice s rovinou ekliptickou (nebo s vodičem zemským téže délky heliocentrické) sluje **šířka heliocentrická** a ukazuje, oč oběžnice jeví se nad ekliptikou nebo pod ní se slunce. V uzlu jest míra její  $0^0$ , v největší šířce rovná se sklonu dráhy  $i$ .

**Šířkou geocentrickou** sluje úhel, jež svírá přímka s oběžnice k zemi vedená s ekliptikou.

Šířku heliocentrickou  $\beta$  převedeme v geocentrickou  $\beta'$  známe-li vodič  $l'$  a vzdálenost oběžnice od země  $D$ , dle

$$\sin \beta' = \frac{\sin \beta \cdot V}{D} \quad **)$$

**Oběh bloudivý.** Oběžnice slují též planéty (z řec.  $\pi\lambda\alpha\nu\acute{\iota}\tau\eta\varsigma$ , bludný); jména toho dostalo se jim proto,

\*) Značíme-li vzdálenost  $\odot$  od  $G$ , oběžnice od  $\odot$   $P$  a úhel jimi sevřený (rozdíl hel. délek)  $c$ , vypočteme odchylku úhlů geocentrických dle

$$\tan g \frac{p-g}{2} = \frac{P-G}{P+G} \cdot \cotang \frac{c}{2}, \text{ takže je-li pro}$$

$$19 \frac{6}{\text{VIII}} 01 \quad \begin{array}{l} L \odot = 228^0 47' 2'', p = 1\,5543 \\ L \odot = 313 \ 16' 0'', g = 1' 0141, \text{ jest } c = 84^0 28' 8'' \end{array}$$

$$\text{a z toho } \log P - G \ 9.73255$$

$$\log P + G \ 0.40966$$

$$\log \cotang \frac{c}{2} \quad \underline{0.04191}$$

$$\log \tan g \frac{p-g}{2} \quad 9.36480, \text{ z toho } \begin{array}{l} p-g = 26^0 5' \\ p+g = 95 \ 31' 2'' \\ p \quad \quad 60^0 48' 1'' \end{array}$$

že pak  $\odot$  má již samo délku  $133^0 16' 7''$ , bude míti  $\odot$   
 $133^0 16' 7'' + 60^0 48' 1'' = 194^0 4' 8''$ .

\*\*) Bude-li míti Merkur 9. ledna 1901.  $\beta = 4^0 14' 7''$ ,

$$\log V = 9.66776, \log D = 0.15221, \text{ jest}$$

$$\log \sin \beta = 8.86937$$

$$\log V \quad \underline{9.66776}$$

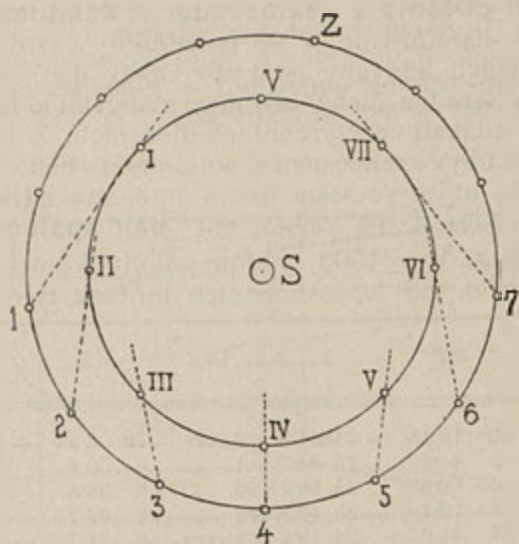
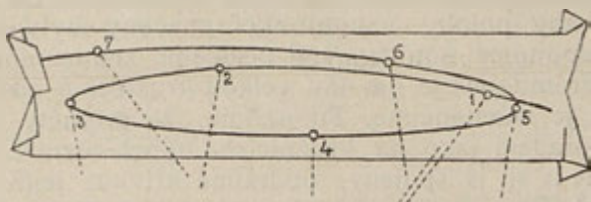
$$\underline{8.53713}$$

$$\log D \quad \underline{0.15221}$$

$$\log \sin \beta' \quad \underline{8.38492}, \text{ a } \beta' = 1^0 23' 4''$$

že zdánlivě mezi hvězdami bloudí t. j., že časem i na západ místo na východ mezi hvězdami se berou.

Vysvětlení bloudivého pohybu je snadné. Na-



Obr. 18.

značme v obr. 18. kolem středu  $S$ , jenž slunce značí, dráhu země poloměrem  $4\text{ cm}$ , a dráhu Venuše poloměrem  $2.9\text{ cm}$ ; onu rozdělme na 13, tuto na 8 dílů. Tak obdrželi jsme dílky, jež tělesa ta na drahách za

4 neděle urazí. Učínme ještě velkým poloměrem kruh, jenž by oblohu značil, najdeme, kde by Venuše se zemí v dolním sousluní byla a o 3 dílky na levo začneme číslovati místa na dráze Venuše, pak na dráze země, aby polohy v konjunkci značeny byly 4, IV. Nyní spojujice souhlasnými číslicemi znamenáné polohy promítejme je na onu velkou kružnici a zase pořadem je znamenejme. Tu uzříme, že průměty neleží tam pořadem jako na kružnicích, nýbrž různě; představíme-li si je spojeny, obdržíme křivku, jejíž směr (na obloze) jde na východ, pak obrací se na západ, načež zase na východ se vrací. Při tom je patrné, že průměty dob rovně dlouhých nejsou stejně od sebe vzdáleny, tak že zdá se, jakoby oběžnice v některých dobách pomaleji šla, jindy zase ubíhala.

**Běh oběžnic v rektascensi a deklinaci.** Také oběžnice zařadujeme v síť poledníků a rovnoběžek. Polohy jejich udávány jsou pro každý den vyjma pro Urana a Neptuna, jichž běh mezi stálicemi je tak volný, že stačí udávati ve čtyřdenních mezerách. Z toho, přibývá-li či ubývá rektascence, soudíme na běh oběžnice; přibývá-li, ubírá se stále na východ, má **běh přímý**; ubývá-li, bere se na západ, má **běh zpáteční**.

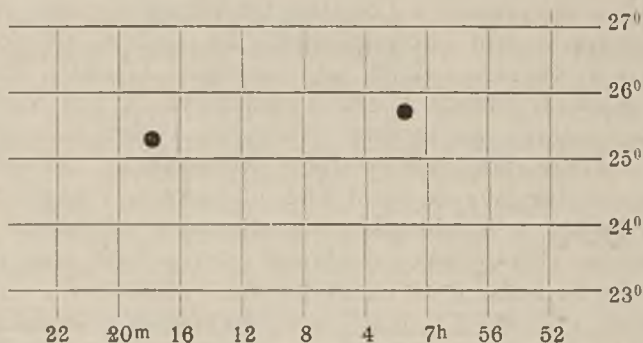
**Klíčka.** V r. 1900 budou polohy Venuše od 10. května do 6. září v šestidenních lhůtách tyto:

Den	AR	δ	Den	AR	δ
10. květ.	6h 19·3m	+ 26° 54·8'	8. čce.	7h 6·3m	+ 18° 16·5'
16. "	6 41·6	28 34·7	14. "	6 50·8	17 35·3
22. "	7 1·5	25 59·1	20. "	6 38·8	17 8·4
28. "	7 18·4	25 10·8	26. "	6 32·2	16 57·3
3. čer.	7 21·6	24 13·2	1. srp.	6 31·7	17 0·0
9. "	7 40·5	23 9·8	7. "	6 36·6	17 11·6
15. "	7 44·0	22 4·3	13. "	6 46·3	17 26·7
21. "	7 41·5	20 59·2	19. "	7 0·0	17 39·7
27. "	7 33·1	19 56·8	25. "	7 16·7	17 46·0
2. čce	7 22·1	+ 19 8·3	31. "	7 36·0	+ 17 42·0

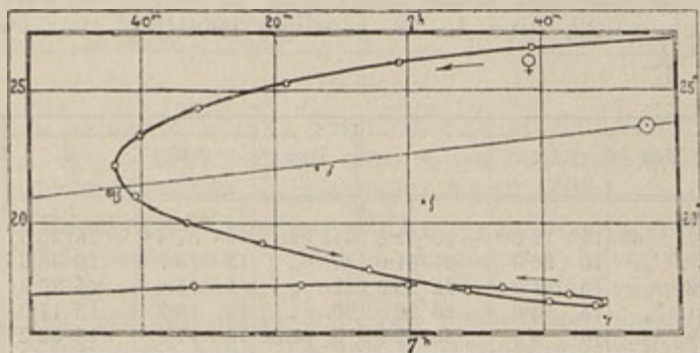
konečně 6. září 7h 57·2m, + 17° 24·8'.



Vezměme čtverečkovaný papír, a majíce na paměti, že  $1^{\circ} = 4^m$ , počítejme do délky každý dílek z prava



na levo za  $4^m$  v  $AR$ , nahoru neb dolů za  $1^{\circ}$  v deklinaci; poznamenejme, jak v obrazci udáno,  $AR$  i  $\delta$  příslušnými číslicemi a zanášejme do sítě polohu po poloze, (v obr. je naznačena pro 22. a 28. květen).



Obr. 19.

Z poloh shora vytčených obdržíme pak obraz dráhy Venuše (obr. 19.), jenž podobá se klíče z mo-

touzu, s klubka odvinutého. Kličku tuto nesmíme si představiti jako čáru po obloze vedenou, nýbrž jako křivku prostorovou a jest usuzovati o ní takto: Dle údajů o elongacích a konjunkcích bude v roce 1900 míti Venuše míti elongaci vých. 28. dubna, dol. konjunkci 7. července (23<sup>h</sup>), záp. elongaci 17. září. Představíme-li si slunce i zemi nehybnou, a jen Venuši měnící polohy, jak se země ji vidíme, vidíme ji v elongaci zajisté dále než v dolní konjunkci; tedy Venuše od elongace se zemi blíží obloukem, v konjunkci je jí nejbliž a k elongaci západní zase obloukem se vzdaluje. Proto také v obrazci první část dráhy je oblouk od zadu proti nám běžící, v poloze 7<sup>h</sup>, + 18° je nám nejbliž (♂), načež zase se vzdaluje; části bližší jsou silnější čarou vyznačeny. Kromě dráhy Venušiny je tam zároveň vyznačen kus slunníku, v němž v čase konjunkce slunce ☉ zároveň uprostřed kličky se octne; Venuše v té části oblohy trvá 4 měsíce, slunce však jen 3 neděle. Při tom pozorující dráhu nad ekliptikou i pod ní vidíme, že v zadní části kličky má Venuše šířku nad slunníkem, v přední a další pod ním.

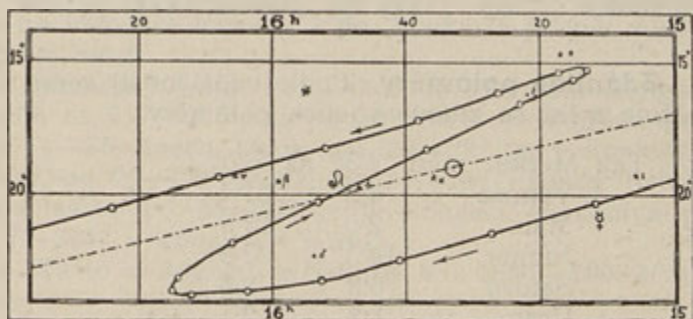
Nevždy má klička tento tvar. Z poloh Merkurových od 22. října do 18. prosince 1900 jiný tvar vyplývá.

Den	AR	δ	Den	AR	δ
22. října	15h 12·0 <sup>m</sup>	— 20° 22·8'	21. list.	15h 37·4 <sup>m</sup>	— 18° 28·6'
25. "	15 26·9	21 31·6	24. "	15 23·7	16 46·6
28. "	15 41·0	22 28·9	27. "	15 15·4	15 39·9
31. "	15 53·6	23 18·0	30. "	15 13·7	15 17·0
3. list.	16 4·3	23 42·0	3. pros.	15 17·8	15 32·2
6. "	16 12·1	23 53·0	6. "	15 26·4	16 14·4
9. "	16 15·8	23 42·5	9. "	15 38·2	17 12·7
12. "	16 14·1	23 5·8	12. "	15 52·3	18 18·7
15. "	16 6·4	21 58·4	15. "	16 8·0	19 26·7
18. "	15 53·1	— 20 21·4	18. "	16 24·9	— 20 52·1

Tato klička má tvar dvojky (obr. 20.); vzniká po elongaci v., dosažené 29. října, nejbliž k nám pne se v dolním sousluní 20. listopadu a pak zase vzdaluje se k záp. elongaci 7. prosince.

**Kličky oběžnic vnějších.** Jako kličky vnitřních k dolní konjunkci se poji, tak spadají u oběžnic vnějších k oposici; tvaru jsou téhož jako u předešlých a opakují se tím častěji, čím kratší je oběh synodický.

Mars vytvářel kličku kol 20. října 1894, 4. prosince 1896 a 18. ledna 1899, ježto v ty doby spadá jeho protisluní; Jupiter vytváří ji každý rok, a Saturnova dráha složená je ze samých kliček rok po roce,



Obr. 20.

jak z přiložené tabulky přibližných poloh Saturnových v r. 1899 a 1900 poznati možno, což nakresliti doporučujeme čtenářům. (Viz tabulku na str. 108.)

**Zastávky.** Z podstaty kličky plyne, že oba kraje její, kde nejdál na východ a na západ vybíhá, jsou značně zkrácené oblouky, v nichž oběžnice zdánlivě místa nemění, protože pohyb její proti pozorovateli směřuje nebo přímo od něho. Tu zdá se, jakoby oběžnice běh svůj zarazila — je stationérní, v zastávce.

Zastávky ty spadají u Merkura a Venuše mezi elongace a konjunkci dolní, u ostatních mezi kvadratury a oposici; při zastávkách odchylka od slunce činí u Merkura as  $18^\circ$ , u Venuše  $28^\circ$ , u Marta  $135^\circ$ , u Jupitera  $117^\circ$ , u Saturna  $108^\circ$  v délce geocentrické.



1899	AR	$\delta$	1900	AR	$\delta$
	h m	$^{\circ}$		h m	$^{\circ}$
9. ledna	17 11.0	- 21 35	1. února	18 5.0	- 22 27
19. února	17 26.6	21.49	12. března	18 18.0	22 23
19. března	17 32.—	21 50	1. — 28. dubna	18 21.—	22 20
do 16. dubna	17 26.5	21 43	17. května	18 18.0	22 21
16. května	17 17.1	21 36	15. června	18 10.2	22 25
16. června	17 8.7	21 30	18. července	18 0.1	22 30
16. července	17 4.—	21 30	19. srpna	17 53.—	22 36
8. srpna	17 4.—	21 30	— 17. září		
— 4. září	17 17.1	21 58	17. října	18 0.1	22 43
23. října	17 31.2	22 14	20. listopadu	18 13.0	22 45
24. listopadu	17 50.4	- 22 25	31. prosince	18 33.1	- 22 38
31. prosince					

**Zdánlivé poloměry.** Podle vzdálenosti země od oběžnic mění se zdánlivé jejich poloměry.

Tak Merkur měří	2.3'' až	6.0''
Venuše	4.8	31.4
Mars	2.0	12.9
Jupiter	14.3	22.2
Saturn	6.8	8.6
Uran	1.8	2.1

Neptun, jsa velikosti stálic, má poloměr zdánlivý, nepatrný.

Ze změny poloměrů plyne i změna parallaxy, t. j. zdánlivého poloměru zemského s oněch oběžnic.

Tak na př. u Venuše r. 1900.

při $r$	5.7''	9.1''	15.3''	28.5''	28.9''	31.4''
jest $\pi$	6.1	9.6	16.1	30.0	30.5	33.5

z čehož soudíme, že poloměr Venušin k zemskému jest v poměru 948:1000.

**Osvětlení.** Oběžnice nemají vlastního světla a jsou osvětčovány podobně jako měsíc. Nejlépe lze různé změny osvětlení pozorovati u Venuše. Je-li večernicí,

jeví podoby jako měsíc v první čtvrti, je-li dennicí, jako ve čtvrti poslední.\*)

V jisté době, kdy mezi elongací a dolní konjunkcí nabyla větší zdánlivé velikosti, nabývá zároveň největšího lesku; bývá to 14—15 dní před zastávkou a po zastávce.

**Trvání období při oběhu zdánlivém.** Z příčin nahoře vysvětlených netrvalí období, jež jsme při běhu oběžnic poznali, vždy rovně dlouho; u nejvzdálenějších nejeví se však tak veliké rozdíly jako u blízkých.

Tak běh Merkura trvá od horní konjunkce do východní elongace 25 - 45<sup>d</sup>, po 8—15<sup>d</sup> stane, po 10—14<sup>d</sup> je v dolní konjunkci, po 9—14<sup>d</sup> stane, po 7—4<sup>d</sup> dostane se do elongace západní a po 26 až 47<sup>d</sup> je opět v konjunkci horní.

Venuše z horní konjunkce do východní elongace dojde za 217—225 dní, po 36 dnech má největší lesk, po 14—15 dnech stane, po 20—22<sup>d</sup> je v konjunkci dolní, po 20—22<sup>d</sup> stane, po 14—15<sup>d</sup> nabude největšího lesku, po 35—37<sup>d</sup> je v elongaci západní a po 217—225<sup>d</sup> v konjunkci horní.

Za to u Jupitera a Saturna v l. 1890—1900 trvaly doby

	♃	♅
od horní konjunkce k vých. elong.	107—108 <sup>d</sup>	97—98 <sup>d</sup>
od v. elong. ke kvadratuře	26— 27	18—19
od kvadratury k zástavce	60— 61	70—71
od zástavky ke kvadratuře	62— 63	70—71
od kvadratury k záp. elongaci	27— 28	18—19
od záp. elongace k horní konjunkci	110—111	98—99
synodický oběh průměrem	1r 33 <sup>d</sup>	1r 13 <sup>d</sup>

**Doba viditelnosti oběžnic.** O oběžnicích platí totéž co o hvězdách vůbec, že vidíme je, jsou-li nad obzorem, nepřekáží-li tomu záplava světla slunečního. Merkur lze jakož i Venuši viděti toliko před vý-

\*) Venuše, blíží-li se dolem slunci, ubývá, oddaluje-li se, přibývá jí; kdežto tedy měsíce v první čtvrti přibývá ☾, Venuše ve tvaru ☾ ubývá a naopak.

chodem slunce nebo po západu. Merkur, jsa blíže slunci, trvá před východem nebo po západu jeho kratší dobu na obloze než Venuše, a proto nejsou podmínky viditelnosti tak příznivé jak u Venuše, jež může i 3 hodiny před východem nebo po západu slunce býti viditelná.

Ostatní oběžnice lze viděti v kteroukoli dobu noční, je-li  $AR$  jejich tomu přízniva, nejlépe ovšem v dobách mezi kvadraturami kol opposice.

**Průchod místním poledníkem.** Stálice procházejí místním poledníkem dle času hvězdného; nachází-li se oběžnice na témž poledníku (se stálíci v konjunkci), vrcholí s ní zároveň.

Rektascence oběžnice udává průchod místním poledníkem dle času hvězdného. Bude-li k. p. 1. dubna 1901.  $AR$  Marta o středních polednách Paříž.  $= 9^h 46^m 14.15^s$ , značí to, že Mars projde poledníkem pařížským, když hodiny hvězdné budou ukazovati  $9^h 46.2^m$ . Známoli je nám, kdy jest  $0^h$  hvězdná t. j. ve kterou dobu v Paříži bod jarní vrcholí, lze prostým přičtením vrcholení Martovo vypočísti.

1. dubna 1901 jest o střed. polednách Paříž. hvězdného času  $0^h 36^m 34.46^s$ , což značí, že  $0^h 36^m 34.46^{s*}$  před polednem jarní bod vrcholil. Přepočteme-li to na čas střední, vidíme, že vrcholil  $36^m 28.47^s$  před polednem, tedy ve  $23^h 23^m 31.53^s$ . Mars vrcholiti bude po  $9^h 46^m 14.15^s$  hvězdných nebo  $9^h 44^m 38.11^s$  střed.

$$\begin{array}{r} \text{Přičteme-li k} \quad 23^h 23^m 31.53^s \\ \quad \quad \quad 9 \quad 44 \quad 38.11 \\ \hline \end{array}$$

obdržíme  $9^h 8^m 9.64^s$  Avšak za dobu  $9^h 8^m$  změni Mars svoji rektascenci a to o  $3.88^s$ , že pak má běh zpáteční, urychlí se o to jeho vrcholení, takže v Paříži vrcholiti bude o  $9^h 8^m 5.76^s$ .

**Úhel hodinný.** Rozdíl mezi rektascensí kvězdy a časem hvězdným sluje úhel hodinný; součet rektascence a úhlu hodinného dává čas hvězdný (rektascensi slunce v pravé poledne).



Úhel hodinný ukazuje vrcholení oběžnice. Je-li čas hvězdný větší než rektascense oběžnice, tedy vrcholení již před udanou dobou prošlo; ne-li, tedy bude po udaném čase.

**Vrcholení v jiném poledníku.** Chceme-li vědět, kdy Mars vrcholiti bude 1. dubna 1901 v Praze, přepočteme hodnoty, na nichž úhel hodinný závisí, pro poledne Pražské.

Čas hvězdný je v Praze o polednách vždy o  $7^h 94^s$  menší než v Paříži o polednách, bude tedy  $0^h 36^m 26.52^s$ . Rektascense Martovy ubývá v ten den v hodině o  $0.423^s$ , i bude o polednách Pražských (jež jsou o  $48^m$  dříve) o  $0.339^s$  větší, tedy  $9^h 46^m 14.49^s$ , úhel hodinný pak

$$9^h 46^m 14.49^s - 0^h 36^m 26.52^s = 9^h 9^m 47.97^s,$$

takže v  $9^d 8^m 17.90^s$  na večer bude vrcholení. Majíce na mysli, že za tu dobu změni Mars své postavení o  $3.88^s$ , určíme správně dobu vrcholení na  $9^h 8^m 14.02^s$ .

**Východ a západ oběžnice.** Známa-li doba vrcholení, pak z deklinace a zeměpisné šířky vypočtený polooblouk denní, lze jednoduchým odečtením a připočtením dovědět se, kdy oběžnice vychází a zapadá. Venuše v r. 1900 bude v nejkrásnějším lesku 31. května a 13. srpna; kdy je okamžik vrcholení, východu a západu?

Pro střední poledne Greenwichské jest

$$\begin{array}{rcl} 31. \text{ května } AR \oslash 7^h 25^m 31.94^s, & \text{změna v hodině} & + 5.42^s \\ \text{čas } \times 4 \quad 34 \quad 6 \quad 71, & \text{„} & + 9.84 \\ \hline \text{přibližná kulminace } 2^h 51^m 25.23^s, & \text{rozdíl změn} & - 4.42^s. \end{array}$$

Za  $2^h 51.4^m$  bude činiti rozdíl změn  $- 12.63^s$ , takže kulminace bude v Greenwichi o  $2^h 51^m 12.60^s$ . Kdybychom přepočítali hodnoty  $AR$  a času  $\times$  na dobu kulminace, byly by:

$$\begin{array}{rcl} AR \oslash 7^h 25^m 47.41^s \\ \text{čas } \times 4 \quad 34 \quad 34.81 \\ \hline \text{rozdíl } 2^h 51^m 12.60^s. \end{array}$$

Pro 13. srpen jest:

AR ☉	6 <sup>h</sup> 46 <sup>m</sup> 16.58 <sup>s</sup> ,	změna v hodině	+ 5.025 <sup>s</sup>
čas ✱	9 25 51.89,	"	+ 9.84
přibližná kulminace	21 <sup>h</sup> 20 <sup>m</sup> 24.69 <sup>s</sup> ,	rozdíl změn	— 4.815 <sup>s</sup>
rozdíl za celou dobu	1 42.75		
doba kulminace	21 <sup>h</sup> 18 <sup>m</sup> 41.94 <sup>s</sup> .		

Pro Prahu jsou výsledky jen v sekundách se lišící; ježto leží skoro o 1 hodinu na východ, bude kulminace později o rozdíl změn za hodinu, tedy ve 2<sup>h</sup> 51<sup>m</sup> 17.02<sup>s</sup> a v 21<sup>h</sup> 18<sup>m</sup> 46.76<sup>s</sup>.

Denní polooblouk Venuše

31. května při  $\delta + 24^{\circ} 40'$  jest 123<sup>o</sup> 14.4' čili 8<sup>h</sup> 12.9<sup>m</sup>  
 13. srpna + 17 27 110 0.0 „ 7<sup>h</sup> 20<sup>m</sup>  
 čímž dovidáme se, že Venuše

31. května	13. srpna
2 <sup>h</sup> 51.2 <sup>m</sup>	21 <sup>h</sup> 18.7 <sup>m</sup>
$\mp$ 8 12.9	$\mp$ 7 20.0
vyjde o 18 <sup>h</sup> 38.3 <sup>m</sup>	o 13 <sup>h</sup> 58.7 <sup>m</sup>
zajde o 11 4.1	o 4 38.7

Z výsledků zřejmo, že v květnu viděti bude Venuši zapadati kol 11<sup>h</sup> noční jako večernici, v srpnu pak vycházeti ke 2<sup>h</sup> noční jako dennici.

## Souputnice.

Souputnice, měsíce (satellitě) obíhají kolem oběžnic jako náš měsíc. Směr oběhu je od západu k východu; sklon rovin oběhu je u Jupiterových měsíců nejvýš 2<sup>o</sup>, u Saturnových od 18<sup>o</sup> do 28<sup>o</sup>, Uranových 98<sup>o</sup>, Neptunova 142<sup>o</sup>.

Zde stůj jen doba jejich oběhu.

Měsíce Martovy:

Phobos 7<sup>h</sup> 39.25<sup>m</sup> Deimos 1<sup>d</sup> 6<sup>h</sup> 17.92<sup>m</sup>

## Měsíce Jupiterovy:

I. Jo	1 <sup>d</sup> 18 <sup>h</sup> 27·56 <sup>m</sup>	III. Ganymedes	7 <sup>d</sup> 3 <sup>h</sup> 42·56 <sup>m</sup>
II. Europa	3 13 13·70	IV. Callisto	16 16 32·19
V. 0 <sup>d</sup> 11 <sup>h</sup> 57·38 <sup>m</sup>			

## Měsíce Saturnovy:

1. Mimas	0 <sup>d</sup> 22 <sup>h</sup> 37·09 <sup>m</sup>	5. Rhea	4 <sup>d</sup> 12 <sup>h</sup> 25·20 <sup>m</sup>
2. Enceladus	1 8 53·12	6. Titan	15 22 41·37
3. Thetis	1 21 18·44	7. Hyperion	21 6 38·19
4. Dioné	2 17 41·16	8. Japet	79 7 54·46

Kruh nakloněn na 28°.

## Měsíce Uranovy:

1. Ariel	2 <sup>d</sup> 12 <sup>h</sup> 29·35 <sup>m</sup>	3. Titania	8 <sup>d</sup> 16 <sup>h</sup> 56·49 <sup>m</sup>
2. Umbriel	4 3 27·62	4. Oberon	13 11 7·11

Neptunův měsíc obíhá ve 5<sup>d</sup> 21<sup>h</sup> 2·64<sup>m</sup>.

**Měsíce Jupiterovy.** Tyto souputnice lze sledovati již menšími dalekohledy; pro snazší přehled kalendáře hvězdářské přinášejí i skupení jich kol Jupitera věrně zobrazená. (Viz tabulku na str. 114.)

Černá tečka s číslem mimo řadu značí, že měsíc je zatměn, t. j. že vnikl do stínu Jupiterova; ☉ 3 značí, že třetí měsíc je před kotoučem Jupiterovým. Západ na levo a východ na pravo jest proto, že dalekohledy hvězdářské podávají obrazy převrácené.

## Konjunkce oběžnic.

Dojdou-li dvě oběžnice v jeden okamžik téhož poledníka nebo téže délky, jsou ve spojení či v konjunkci. Spojení v poledníku a v délce nespadá v týž okamžik.

Na 6. prosince 1899 připadá styk Marta se Saturnem; která je doba konjunkce?



	Září 1899, 7 <sup>h</sup> .	
	Západ	Východ
15	4.                    3.    ☉ .1 2.	
16	4.                    .2    ☉ .3	1 ●
17	4.                    1.    ☉ .2    .3	
18	4.                    ☉ 2. 1    .3	
19	4.                    2. 1.    ☉	3 ☉
20	3. .4    ☉ .1	2 ●
21	3.            .1    ☉ .4    .2	
22	3. .2    ☉ .1    .4	

☉ uprostřed značí polohu Jupiterovu.

Mars 6. pros.	AR	17 <sup>h</sup> 35 <sup>m</sup> 42.49 <sup>s</sup> , $\delta$	— 24° 5' 21.1"
7. „		17 38 59.85	24 7 34.6
rozdíl denní	+	3' 17.36"	— 2 13.50"
v hodině	+	8.22"	— 5.56"
Saturn 6. pros.	AR	17 <sup>h</sup> 37 <sup>m</sup> 9.98 <sup>s</sup> , $\delta$	— 22° 18' 47.6"
7. „		17 37 40.27	— 22 19 8.9
rozdíl denní	+	30.29"	— 21.3"
hodinný	+	1.26"	— 0.88"

Obě oběžnice spějí na východ; Mars dohání Saturna přebytkem hodinné rychlosti  $8.22'' - 1.26'' = 6.96''$  a má uraziti (myslíme li si, že Saturn stojí) rozdíl rektascensí, jenž činí  $17^h 37^m 9.98^s - 17^h 35^m 42.49^s = 1' 27.49''$ . Měřením  $87.49'' : 6.96''$  obdržíme dobu konjunkce v hodinách.

Jest  $12.57^h = 12^h 34.2^m$ .

Za tu dobu stala se změna v deklinaci oběžnic. Z počátku deklinace liší se o  $1^\circ 46' 33.5''$ , oč Mars je jižněji od Saturna; tento rozdíl se zvětšuje za každou hodinu o  $5.56'' - 0.88'' = 4.68''$ , což za  $12.57^h$  dá

$$4.68'' \times 12.57 = 58.8'',$$

takže Mars je v konjunkci jižněji Saturna o  $1^\circ 47' 32.3''$ .

Stává se, že oběžnice setkají se, když mají různý běh, jedna přímý, druhá zpáteční — pak ovšem dohánějí se součtem hodinných rychlostí; rovněž tak je třeba změny v deklinaci sečítati, jde-li některá oběžnice od rovníka, druhá k rovníku.\*)

Konjunkce oběžnic s měsícem, **souluní**, počítají se také tak, příklad proveden při okkultacích; jiné příklady jsou tuto připojeny, při čemž pro rychlé změny poloh měsíčních uvedeny jsou polohy v těch hodinách, mezi něž konjunkce spadá.

\*) Viz též čl. „O konjunkcích oběžnic v r. 1894“ v „Komenském“.

# Konjunktce oběžnic a stálíc.

Polohy pro střední pol. Gr.; čas Greenwich.

Konjunktce	AR	δ	AR	δ	Doba	Poloha
18. srpna 1898	♂ 12h 32m 27.96s + 12 36 27.20	— 30° 49' 32.5'' — 4 19 57.8	♂ 12h 34m 59.56s + 12 35 39.83	— 20° 31' 11.0'' — 2 35 37.8	18h 7.2m	♀ 1° 38' již.
19. " "						
6. pros. 1899	♂ 17 35 42.49 17 38 59.85	— 24 5 21.1 — 24 7 34.6	♂ 17 37 9.98 17 37 40.27	— 22 18 47.6 — 22 19 8.9	12 24.9	♂ 1 48 již.
7. " "						
3. února 1900	♀ 20 50 35.48 20 57 34.00	— 19 49 55.4 — 19 22 48.7	♂ 20 50 51.81 20 54 3.56	— 18 46 57.9 — 18 34 16.4	1 37.3	♀ 1 2 již.
4. " "						
21. června 1900	♀ 7 34 43.61 7 41 12.70	+ 23° 27' 3.5 + 23 7 5.5	♀ 7 41 31.23 7 40 31.16	+ 20° 59' 12.8 + 20 48 34.9	21 46.8	♀ 2 19 sev.
22. " "						
30. pros. 1900	♀ 17 39 53.89 17 46 30.88	— 23° 45' 54.9 — 23 55 20.8	♂ 17 40 57.29 17 41 55.99	— 23 4 9.9 — 23 4 40.8	4 29.9	♀ 0 43 již.
31. " "						
26. října 1899	♀ 14 44 4.28 14 48 58.83	— 15° 25' 0.3 — 15 49 30.8	♂ 14h 45m 8.29s Vah	— 15 34 48.6	5 4.0	* 0 3.6 již.
27. " "						
13. června 1900	♀ 6 35 17.54 6 43 25.72	+ 25° 13' 11.1 + 25 6 16.3	♂ 6 37 48.11 Bil. ženčů	+ 25° 13' 43.9'	7 24.1	♀ 0 3 sev.
14. " "						

V tabulkách doba konjunktce i vzájemná poloha udává se v číslech celých.



## Konjunkce oběžnic s měsícem. (Dle Greenwich.)

Datum	AR	δ	☾	AR	☾	Δ	Doba pří- bližná	Poloha
<b>Venuše</b>								
3. ledna 1900	20h 49m 36.60s	— 19° 31' 24.4"	3. led. 3h	20h 48m 33.00s	— 13° 37' 28.5"	— 13° 37' 28.5"	3	♀ 6° již.
4. " "	20 54 40.84	19 11 21.2	" 4	20 50 56.88	13 25 29.5	13 25 29.5		
<b>Venuše</b>								
2. února 1900	23 12 15.35	— 6 27 55.5	2. ún. 2	23 11 45.02	+	0 20 59.9	2	♀ 6° 52' již.
3. " "	23 16 43.73	5 57 21.0	" 3	23 14 2.66	+	0 35 34.0		
<b>Saturn</b>								
24. února 1900	18 13 37.99	— 22 25 2.1	24. ún. 10	18 13 27.20	— 21 59 30.2	— 21 59 30.2	10	♄ 26° již.
25. " "	18 13 57.05	22 24 54.8	" 11	18 15 55.60	21 55 42.7	21 55 42.7		
<b>Mars</b>								
29. března 1900	23 33 55.93	+	29. břez. 9	23 33 1.60	+	2 28 7.3	10	♂ 6° 29' již.
30. " "	23 36 48.25	3 37 6.7	" 10	23 35 22.14	+	2 42 32.9		
<b>Jupiter</b>								
1. září 1900	16 3 17.02	— 20 9 50.9	1. září 7	16 2 8.13	— 20 59 35.9	— 20 59 35.9	8	♃ 51' sev.
2. " "	16 3 41.88	20 11 12.1	" 8	16 4 20.45	21 2 55.7	21 2 55.7		
<b>Merkur</b>								
24. září 1900	12 36 9.91	— 3 11 47.2	24. září 6	12 34 48.16	— 8 7 16.7	— 8 7 16.7	8	☿ 4° 59' sev.
25. " "	12 42 10.50	3 57 17.4	" 12	36 40.35	8 17 26.7	8 17 26.7		

## Zatmění.

### Zatmění měsíčná. \*)

Je-li měsíc v opozici se sluncem, stojí-li země mezi ním a sluncem, je úplněk; v tu dobu stojí měsíc na východě, je-li slunce na západě, a stojí vysoko nad jihem, je-li slunce hluboko pod severem.

V ten čas padá stín zemský právě v tu stranu, kde měsíc se nachází, a stane-li se, že stín na měsíc padne, nastane zatmění měsíčné.

Zatmění udáti se může toliko v úplňku, je-li měsíc v protisluní ( $\odot \odot \odot$ ).

Kdyby slunce a měsíc kolovaly po téže zdánlivé dráze, bylo by zatmění měsíce v každém úplňku; kdyby dráha měsíčná ležela všeka nad slunníkem nebo pod slunníkem, nebylo by zatmění nikdy. Avšak obě dráhy křižují se jak obruče přes sebe spadlé ve dvou uzlech. O pohybu uzlů bylo již mluveno; 0. ledna 1899 bude na  $278^{\circ}30'33.2''$  ekliptiky, 0. ledna 1900 na  $259^{\circ}7'41.0''$ , 0. ledna 1901 na  $239^{\circ}44'48.8''$ . Postup je pohybu slunce protivný a činí ročně  $19^{\circ}22'52.2''$ , takže projde ekliptikou za 18.5639 let. Tímto křížením drah a postupem uzlů dány jsou podmínky zatmění měsíčního; musí

1. býti úplněk, aby stín směřoval na měsíc,
2. musí býti měsíc v uzlu nebo poblíž něho.

Ježto pak jen dvě uzlů jest, může udáti se zatmění měsíčné toliko ve dvou ročních obdobích, skoro půl léta od sebe vzdálených.

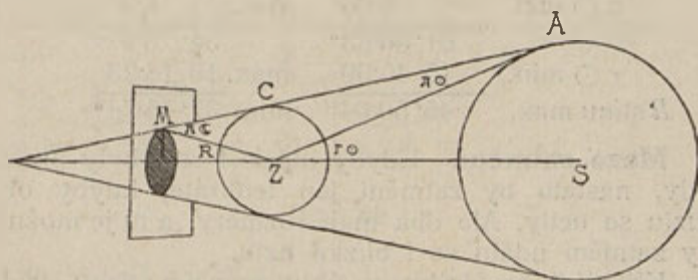
Zatmění jest úplné nebo částečné. Úplným sluje tehdy, když měsíc všecek skryje se do stínu, částečným, když ubírá se krajem stínu; každé zatmění, než úplným se stane, je dříve částečným.

---

\*) Viz „Učitelské Noviny“ z r. 1892.

**Stín zemský** je kužel. Čím blíže je země slunci, tím kratší je osa kužele; čím dál je země, tím je stín delší; měsíc pak, konaje pout stínem, tím déle v něm trvá, čím blíže zemi jest. Dle toho, kudy stínem prochází, nekoná vždy cestu rovně dlouhou; záleží na tom, jde-li středem stínu či mimo střed. Kdybychom mohli tam, kde měsíc stínem projíti má, postaviti stěnu, na niž by stín padl, objevil by se jako veliký kotouč skoro třikrát širší měsíce v úplňku.

**Poloměr stínu.** Na obrazci 21. jest  $S$  středem slunce,  $Z$  země a  $M$  místo, kudy měsíc kuželem stínu projíti má. Nemajíce jiného měřítka, změřme poloměr stínu úhlem  $R$ , jehož míry takto se dopátráme:



Obr. 21.

$CZ$  jako poloměr zemský jest zároveň parallaxou slunce i parallaxou měsíční,  $AS$  je poloměrem slunce.

$I$  jest v trojúhelníku  $AZM$

$$\begin{array}{l} \text{součet úhlů } \pi C + Z + \pi O = 180^\circ, \\ \text{" " } R + Z + r O = 180^\circ \end{array}$$

takže odečteme-li úhel  $Z$ ,

$$\begin{array}{l} \text{jest } R + r O = \pi C + \pi O \quad \text{čili} \\ R = \pi C + \pi O - r O. \end{array}$$



Známe-li obě parallaxy a poloměr slunce, můžeme též poloměr stínu vypočítati. Dne 23. června 1899 byla

$$\begin{array}{rcl} \pi \odot & 60' 25.2'' & 60' 33.9'' \\ \pi \odot & 8.7'' & r \odot - 15 44.1 \\ \hline \pi (\odot + \odot) & 60' 33.9'' & R \text{ stínu } 44' 49.8''.*) \end{array}$$

**Meze stínu.** Hodnoty parallax ani poloměrů nejsou stálé, není tudíž ani poloměr stínu vždy týž. Největší bude, když od součtu maxima parallaxy měsíční s minimem parallaxy sluneční odečteme minimum poloměru slunečního; největší, když od součtu minima parallaxy měsíční s maximem parallaxy sluneční odečteme maximum poloměru slunečního. I jest možno

$$\begin{array}{rcl} \pi \odot \text{ max.} & 61' 27.97'' & \text{min. } 53' 55.02'' \\ \pi \odot \text{ min.} & 8.66 & \text{max. } 8.95 \\ \hline & 61' 36.63'' & 54' 3.97'' \\ r \odot \text{ min.} & 15 45.99 & \text{max. } 16 18.23 \\ \hline R \text{ stínu max.} & 45' 50.64'' & \text{min. } 37' 45.74'' \end{array}$$

**Meze zatmění.** Kdyby měsíc i stín byly prosté body, nastalo by zatmění jen tenkrát, kdyby oba v uzlu se octly. Ale oba mají rozměry, a tu je možná, aby zatmění událo se i blízko uzlu.

Křížují-li se dráhy v úhlu menším, jsou vždy příznivější podmínky zatmění než je-li úhel větší, rovněž zajisté příznivější budou větší poloměry stínu a měsíce.

Pro zatmění částečné stačí, když kraj měsíce kraje stínu se dotkne t. j. když vzdálenost středů je součtem jich poloměrů; pro zatmění úplné smí býti vzdálenost středů jen rozdíl poloměru, nikdy větší. Součty a rozdíly poloměrů stínu a měsíce jsou z hodnot:

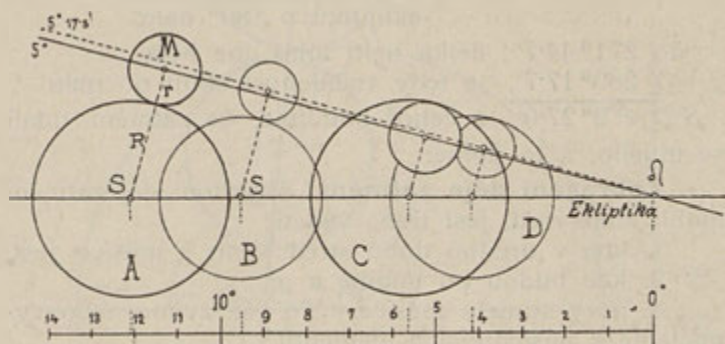
$$\begin{array}{lcl} \text{maximalních součet} & 62' 37.25'', & \text{rozdíl } 29' 4.03'', \\ \text{minimalních} & \text{„ } 52 28.73 & \text{„ } 23' 2.75. \end{array}$$

---

\*) Hvězdářské letopisy uvádějí též, kdy měsíc do polostínu vstoupí. Míru polostínu určíme dle  $R' = \pi \odot + \pi \odot + r \odot$ ; důkaz zůstává čtenáři.

Zkombinujeme-li tyto hodnoty s různým sklonem dráhy měsíční  $i$  k ekliptice, jenž činí nejméně  $5^{\circ}0'1.0''$ , nejvíce  $5^{\circ}17'35''$ , přijdeme k těmto závěrkům : (obráz. 22.)

Nejpříznivější podmínky pro zatmění částečné prostým dotykem jsou velký součet poloměrů v malém úhlu  $5^{\circ}$ , neboť je možnost střetnutí největší (A), nejméně příznivé jsou malý součet u velkém úhlu  $5^{\circ}17.6'$  (B); to jsou meze prostého dotyku.



Obr. 22.

Při zatmění úplném pátráme opět po podmínkách nejnejpříznivějších. Nejmenší možnost poskytuje malý rozdíl poloměrů u velkém úhlu (D), lepší již menší úhel a větší rozdíl poloměrů (C). Kombinující takto obdržíme

dle  $\sin \Omega S = \frac{\sin (R + r)}{\sin i}$ , kde  $\Omega S$  je vzdálenost stínu od uzlu,

pro případ	A	B	C	D
$\log \sin (R + r)$	8.26042	8.18369	7.92712	7.82631
$\log \sin i$	8.94032	8.96497	8.94032	8.96497
$\log \sin \Omega S$	9.32010	9.21872	8.98680	8.86134
z toho	$12^{\circ}3.7'$	$9^{\circ}31.4'$	$5^{\circ}34.1'$	$4^{\circ}10.1'$

z čehož soudíme, že

až do  $4^{\circ} 10' 1''$  jest obor zatmění jistých, úplných,  
 od  $4^{\circ} 10' 1''$  do  $5^{\circ} 34' 1''$  „ „ možných, úplných,  
 od  $4^{\circ} 10' 1''$  do  $9^{\circ} 31' 4''$  „ „ jistých, částečných,  
 od  $9^{\circ} 31' 4''$  do  $12^{\circ} 3' 7''$  „ „ možných, částečných,

za  $12^{\circ}$  není pak zatmění měsíce možno (viz měřítko).

**Zatmění 23. června 1899.** Toho dne byla délka slunce

$91^{\circ} 44' 44.9''$ , tedy stín zemský padl na ekliptiku o  $180^{\circ}$  dále,

do  $271^{\circ} 44' 7''$ ; délka uzlu toho dne byla

$\Omega 269^{\circ} 17' 7''$ , je tedy vzdálenost stínu od uzlu

$S_{\Omega} = 2^{\circ} 27' 0''$ , z čehož soudíme, že zatmění udáti se musilo, a to úplné.

**Zobrazení děje zatmění.** Abychom děj zatmění mohli znázorniti, jest třeba věděti:

1. kde v určitou dobu střed stínu a měsíce jest,
2. kde budou po hodině a
3. míry stínu a měsíce. To vše zvíme nebo vypočteme z následujících elementů:

23. června 1899.

$\odot \oslash \odot$  ve  $3^h 18^m 8.9^s$  času Pražského.  
 $AR \odot$   $18^h 8^m 4.17^s$ .

	$\odot$	$\ominus$
Deklinace	$- 23^{\circ} 13' 9.1''$	$+ 23^{\circ} 26' 20.8''$
Změna její v hodině	$+ 3 55.5$	$- 2.0$
změna $AR$ v hodině	$40 3.3$	$2 35.9$
Parallaxa	$60 25.2$	$8.7$
Poloměr	$16 28.1$	$15 44.1$

Vyšetříme nejprve poloměr stínu.

Součet parallax činí  $60' 33.9''$ , bez poloměru  $\odot$  dává  $44' 49.8''$ ; zkušenost poučila, že odchylkou parprsků světelných poloměr stínu roste o  $\frac{1}{50.8}$ , že tedy

$R$  sluší násobiti  $1.0196$ , což zde dává  $45' 42.7''$ .





něho poloměrem  $45.7\text{ mm}$  narýsujeme kružnici, obvod stínu, berouce  $1\text{ mm}$  za míru  $1'$  v deklinaci.

Měsíc má deklinaci jižní, je  $23^{\circ}13'9.1''$  pod rovníkem; slunce má deklinaci severní, ale je přirozeno, že stín zemský bude padati o tolik stupňů pod rovník, o kolik je slunce nad rovníkem. Je nad rovníkem  $23^{\circ}26'20.8''$ , tedy střed stínu má deklinaci  $-23^{\circ}26'20.8''$ . Měsíc je stínu blízko, liší se toliko o

$$-23^{\circ}26'20.8'' \mp 23^{\circ}13'9.1'' = -13'11.7'';$$

o to je stín níže než měsíc. Chceme-li naznačiti, kde střed měsíce nad stínem bude, učiníme o  $13.2\text{ mm}$  nad  $S$  bod  $L$ .

Ale měsíc po opposici změní polohu svou a stín také. Měsíc změní deklinaci v hodině o  $+3'55.5''$  a rektascensi o  $40'3.3'$  t. j. zatím co blížiti se bude rovníku o  $3.9'$ , pošine se o  $40'$  na východ mezi hvězdami. Stín také nestojí; změní deklinaci na sever (slunce samo na jih, stín naopak), rektascensi na východ.

Ježto stín i měsíc týmž směrem v deklinaci i rektascensi pokračují, ukáží rozdíly jejich pohybu místo, kde budou po hodině.

**Šikmý pohyb.** Šikmý pohyb měsíce rozložíme ve složky: v pohyb v deklinaci a v pohyb v rektascensi. Měsíc v hodině učiní  $+3'55.5''$ , stín  $+2''$ ; kdyby stín stál, bylo by měsíci ujíti toliko

$$+3'55.5'' - 2'' = +3'53.5'',$$

aby byl vzdálen od středu stínu právě tak, jako kdyby oba se udanou měrou pohybovaly. I učiníme nad  $L$  o  $3.9\text{ mm}$  bod, jež  $D$  poznamenáme.

$Z$   $D$  naznačíme pohyb v rektascensi. Pohyb měsíce bez pohybu stínu dá místo  $R$ , kde měsíc po hodině stane;  $40'3.3'' - 2'35.9'' = 37'27.4''$ . Na kolmici v  $D$  vztýčené jest tento pohyb naznačiti, avšak nesmíme plných  $37'27.4''$  naměřiti. Délkové stupně mezi

rovnoběžkami čím dál od rovníka, tím více se krátí, jak již v oddíle o zemi bylo vysvětleno. Tam je též udáno, že míra stupňů vypočte se formulí

$$l = L \cdot \cos \varphi. *)$$

Jest tedy  $DR = 37' 27.4'' \cdot \cos \delta \odot$ . Tato  $\delta \odot$  je však jiná než při počátku, neboť

ze  $-23^{\circ} 13' 9.1''$  ubylo  $3' 53.5''$ , takže

$$\delta \odot = -23^{\circ} 9' 15.6''.$$

$$\log 37' 27.4'' \text{ aneb } \log 2247.4'' \quad 3.35168$$

$$\log \cos 23^{\circ} 9' 15.6'' \quad 9.96353$$

$$\log DR \text{ v } '' \quad 3.31521$$

$$DR = 2066.4'' = 34' 26.4''.$$

I naznačíme  $DR = 34.4 \text{ mm}$ .

Spojíme-li  $L$  s  $R$  a na obě strany prodloužíme, obdržíme t. zv. relativní dráhu měsíce.

**Doby zatmění.** Snadno najdeme počátek i konec zatmění částečného i úplného; máme na paměti, že počátek a konec částečného jest, když vzdálenost středu měsíce a stínu je  $R + r \odot$ , počátek a konec úplného při  $R - r \odot$ , učinme délkami

$$R + r \odot = 45' 42.5'' \pm 16' 28.1'' = 62.2 \text{ mm}$$

a  $R - r \odot = 29.2 \text{ mm}$  oblouky, jež by přefaly relativní dráhu měsíce v  $Z$ ,  $T$ ,  $U$  a  $K$ . Z toho vidíme, že v  $Z$  se octne měsíc při počátku zatmění, v  $T$  ponejprv úplně se skryje ve stín, v  $U$  bude konec úplného a v  $K$  konec i částečného zatmění; v  $P$  bude uprostřed zatmění.

Vzdálenost  $LR$  urazil měsíc za hodinu; úměrou snadno se vypočte, kolik času spotřebuje na  $LZ$ ,  $LT$ ,

---

\*) Při rýsování stačí, bereme-li do  $8^{\circ}$   $\delta$  za násobitele 0.99 do  $12^{\circ} 0.98$ , do  $14^{\circ} 0.97$ , do  $16^{\circ} 0.96$ , do  $18^{\circ} 0.95$ , do  $20^{\circ} 0.94$ , do  $22^{\circ} 0.93$ , do  $23^{\circ} 0.92$ , do  $24^{\circ} 0.91$ .



*LU, LK.* Lze to i změřiti na připojeném měřítku.  
*LR* měří 34·4 mm a platí za 60<sup>m</sup>; i jest

$$LZ = 62\cdot25, \text{ v čase za } \frac{62\cdot25 \times 60}{34\cdot6} = 107\cdot8^m$$

*LT* 27·6 mm, čili 47·8<sup>m</sup>, *LP* 1·5 mm, či 2·6<sup>m</sup>,  
*LU* 24·6 mm, či 42·6<sup>m</sup>, *LK* 59·3 mm, či 102·6<sup>m</sup>.

Body *Z, T* a *P* leží před dobou opposice, tedy doby ty od času opposice se odečtou; *U* a *K* leží po době opposice a připočtou se.

Dle toho byl

počátek částečného	ve	3h 18·1m	— 1h 47·8m	= 1h 30·3m	(— 0·2m)
„ úplného			— 0 47·8	= 2 30·3	(— 0·2)
střed			— 0 2·6	= 3 15·5	(— 0·0)
konec úplného			+ 0 42·6	= 4 0·7	(+ 0·1)
„ částečného			+ 1 42·6	= 5 0·7	(+ 0·1)

Dle ephemerid připsáno svrchu, oč při rýsování bylo chybeno. Kdyby vše počtem bylo provedeno, zajisté že by odchylky byly pranepatrné.

Počtem provádí se tato úloha takto:

$$\left. \begin{array}{l} RL = \sqrt{DL^2 + RD^2} \\ SP:SL = RD:RL \\ \text{a z toho} \end{array} \right| \begin{array}{l} PL = \sqrt{SL^2 - SP^2} \\ UP = PT = \sqrt{SU^2 - SP^2} \\ KP = PZ = \sqrt{SK^2 - SP^2} \end{array}$$

**Místa, kde zatmění viděti bylo.** Zatmění měsíce jest úkaz, jež najednou lidé celé polokoule k měsíci obrácené viděti mohou; nezáleží na tom, kde kdo jest, jen je-li měsíc nad jeho obzorem (a tedy slunce pod obzorem). Zřejmo, že od 1 do 5 hod. odp. u nás nemůžeme zatmění měsíce viděti, ježto je slunce nad obzorem a stín zemský padá pod obzor.

Chceme-li věděti, kde zatmění vidí, vezmeme globus a otočme meridianem tak, aby  $\delta \odot = -23^\circ$  byl nejvýš; pak pátrejme, ve kterých meridiánech stojí měsíc při začátku a konci zatmění v nadhlavníku.

Ježto zatmění událo se u nás o  $1^h 30^m$ , mají v délce  $10^h 30^m$  východněji půlnoc; je to na  $11^h 30^m$  dle Greenw. či na  $172^{\circ} 30'$  v. d. Otočme globem, aby  $172^{\circ} 30'$  Greenw. přišel pod meridian; na té části zeměkoule, již nad obzorníkem spatřujeme, viděti je počátek zatmění.

Konec zatmění spadá na  $5^h$  odp.; půlnoc mají o  $7^h$  dle Prahy, o  $8^h$  dle Greenw. východněji — na  $120^{\circ}$  dle Greenw.; otočíce, aby  $120^{\circ}$  v. d. pod meridianem se octnul, dozvíme se, kde konec viděti bylo. Ty části země, jež spadají do oboru, kde začátek i konec je viděti, rozumí se, že vidí průběh celého zatmění.

Počátek tohoto zatmění viděti bylo v Tichém oceánu, v Patagonii, v Australii a Polynesii, v Zadní Indii, ve východní Číně, v Japonsku, na Sachalinu a v již. cípu Aljašky.

Konec viděti bylo v těchže krajinách; východní hranice posunula se do Tichého oceánu, západní šla od ústí Oranže přes rovníková jezera africká na Aden, Pamir, Altaj, jezero Bajkalské a Sachalin.

Celé zatmění viděti bylo tedy ve východní Číně, na Sundech, Molukkách, v Japonsku a v Australii.

**Počet zatmění měsíčních v roce.** Počet jich omezen je dobou synodického měsíce, couváním uzlů a polohou úplňků k uzlům.

Za synodický měsíc urazí stín zemský  $29^{\circ} 6' 20.2''$ , uzel  $1^{\circ} 33' 49.4''$ , oba směrem opačným, takže po měsíci jsou vzdáleny od sebe na  $30^{\circ} 40' 9.6''$ , po 6 měsících  $184^{\circ} 0' 57.6' (180^{\circ} + 4^{\circ} \dots)$ , po 12 měsících  $368^{\circ} 1' 55.2''$ . Stalo-li by se, že by měsíčné zatmění padlo do uzlu  $\Omega$ , padne po 6 měsících jiné  $4^{\circ}$  za uzel  $\vartheta$ , po 12 měsících nové  $8^{\circ}$  za uzel  $\Omega$ . Ale nevšecka zatmění jsou v uzlu, a proto i následující jinak se pak utvářejí, což graficky lze znázorniti.

Meze zatmění rozkládají se kol uzlů na  $12^{\circ} 2.3'$  s obou stran. Naznačme si končiny kol obou uzlů jako přímá měřítka, na nichž by meze různých stupňů zatmění naznačeny byly tangentami příslušných úhlů, tedy

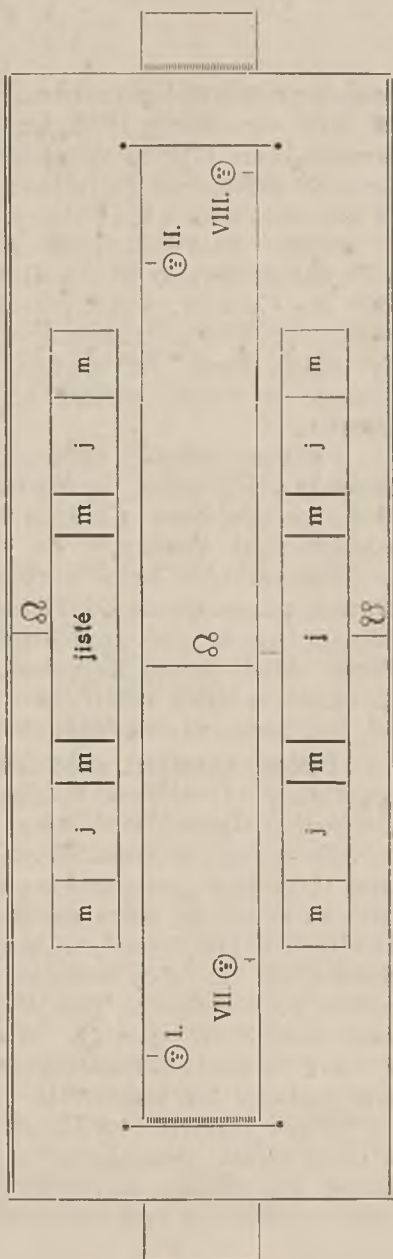
pro  $4^{\circ} 9' 7''$   $14.5 \text{ mm}$ ,  
 pro  $5^{\circ} 34' 0''$   $19.5 \text{ mm}$ ,  
 pro  $9^{\circ} 31' 2''$   $33.1 \text{ mm}$ ,  
 pro  $12^{\circ} 3' 7''$   $42.7 \text{ mm}$ .

Středem měřítka jde proužek, na němž I. a II. úplněk, spadající kol uzlu  $\Omega$ , jdou souměrně k uzlu  $\Omega$  tedy na  $15^{\circ} 20'$ , VII. a VIII. úplněk na  $11^{\circ} 19'$  a  $19^{\circ} 21'$  od uzlu  $\mathcal{U}$ . Hodnoty tangent jsou  $54.8$ ,  $40.0$  a  $70.2 \text{ mm}$ .

Písmena tučná znamenají zatmění úplné (možné, jisté) tenká částečné; čárka u  $\odot$  značí, kam úplněk spadá.

Z postavení proužku v obrazi vidíme, že není ani jediné zatmění možno. Tak bylo v r. 1857, 1864, 1868, 1875, 1882, 1886, 1893.

Táhneme proužkem v pravo; úplněk VII. je v mezích možnosti, a o něco dále dostane se i do mezí jistých zatmění částečných, kdežto ostatní padnou mimo obor — toho roku jest jen jedno zatmění částečné (1861, 1879, 1897).





Táhneme-li dále, přichází i I. do oboru zatmění částečných, takže jsou pak 2 částečná, následující po 177 dnech. (1876, 1878, 1883, 1885, 1887, 1889, atd.)

Táhneme-li dále, přichází VII. do mezí zatmění úplných, kdežto I. trvá v mezích částečného, pak udají se opět po 177 dnech, a to jedno úplné, druhé částečné. Bylo tak v l. 1863, 1874, 1881, 1892, 1899.

Konečně může i I. přijíti do mezí zatmění jistých, takže možná aneb i jista jsou i 2 zatmění úplná, jako na př. 1880, 1884, 1888, 1891, 1895.

Podobně postupovaly by též úplňky II. a VIII., kdybychom na levo táhli.

**Tři zatmění v roce.** V r. 1898 byla 3 zatmění měsíčná: 7. ledna, 3. července a 27. listopadu. Věc vysvětliti lze takto: Dvanáct měsíců synodických má vlastně 13 úplňků, 11 uprostřed a 2 z kraje; těchto 12 měsíců trvá 354 dni. Padne-li těchto 354 dní do 365 tak, že počnou úplňkem, jest v roce možných 13 úplňků a přijde-li na první úplněk hned zatmění, může přijíti po 177 dnech druhé a po téže lhůtě i třetí. Tak tomu bylo v r. 1898.

**Opakování zatmění měsíčných.** Z nerovnosti měsíce synodického a dračího plyne, že zatmění teprve po dlouhé době v téže velikosti a v témž pořádku se opakují.

Jeť délka měsíce synodického 29·530589 dní  
dračího 27·21222 i nastalo

by skutečné opakování po době, kdy by

$$x \times 29\cdot530589 = y \times 27\cdot21222,$$

což řetězcem luštěno dává hodnoty

$$x = 11, 12, 35, 47, 223, 716 \dots$$

$$y = 12, 13, 38, 51, 242, 777 \dots$$

Dosadíme-li hodnoty z posledních dvou skupin, tedy obdržíme z měsíců

synodických	dračích	rozdíl
6585·321347 <sup>d</sup>	6585·35824 <sup>d</sup>	+ 0·035893 <sup>d</sup> = 51·7 <sup>m</sup>
21143·901724	21143·89494	— 0·006784 = 9·7

což značí, že

po 6585<sup>d</sup> 7<sup>h</sup> 42·7<sup>m</sup> anebo po 21143<sup>d</sup> 21<sup>h</sup> 36·9<sup>m</sup>

zatmění v témž pořádku se opakují.

První doba rovná se 18·0279 jul. rokům čili 18 letům 15<sup>d</sup> 7<sup>h</sup> 42·7<sup>m</sup>, v kterýchžto dnech však obsaženy jsou 4 nebo 5 dní přestupných, jež ve lhůtě té byly, takže možno říci, že po 18 letech 11 (10) dnech 7 hod. 42·7 min. zatmění se opakují.

Bylo-li tedy zatmění 22. června 1880 ve 2<sup>h</sup> 42·7<sup>m</sup>, má býti opět 3. července 1898 v 10 25·4 (bylo téhož dne v 10<sup>h</sup> 4·9<sup>m</sup>).

Dobu tuto znali již Chaldejští (Saros). Leč v míře přece se zatmění mění, ježto mezi oběma obdobími jeví se rozdíl 5·7<sup>m</sup>, a měsíc musí po 223 synodách ještě 28' 22·6" uraziti, aby byl v uzlu. Tak časem stávají se z úplných zatmění částečná, jsou-li před uzlem, ba dokonce zanikají, za to menší zatmění po uzlu znenáhla se zvětšují, uzlu se blížíce.\*)

Nové zatmění vznikne na př. v r. 1900 12. června; v r. 1864 ani 1882 nebylo vůbec zatmění. Bude míti také jen 0·001 míry; ale po každých 18 letech zvětší se, až po třinácté bude úplným, zůstane úplným po 22 období, po nových třinácti pak zase zmizí.

Těchto 48 období tvoří 865·34 jul. let.

Na porovnání se zatměním shora vykresleným stůjte zde elementy zatmění před 18 lety.

11. června 1881		☉ <i>AR</i> 19 <sup>h</sup> 54 <sup>m</sup> 23·3 Praž.
Deklinace ☉ —	22° 52' 52·8"	☉ + 23° 10' 26·4"
změna dekl. +	1 0·9	+ 0 9·3
„ <i>AR</i>	40 20·6	2 35·6
parallaxa	60 33·4	8·8
poloměr	16 31·7	15 46·9

\*) Tak v r. 1879 bylo zatmění částečné 28. prosince a na to v r. 1880 1 úplné, 1 částečné. Zatmění z r. 1879 přešlo do r. 1898 na 7. ledna; z r. 1882 úplné přešlo na 3. července a při tom kleslo v částečné.

— Zajímavější případy posledních let může si čtenář sestrojiti z tabulky na str. 132. a 133., jež poskytuje hojně cvičiva v oboru tomtó.\*)

**Míra zatmění.** Dříve udávána byla míra palci, jichž měl průměr 12, nyní udává se tisícinami průměru; 3' značí, že měsíc na 0.250 průměru do stínu se ponořil. Při zatmění úplném je vlastně míra zatmění stále 12'' nebo 1.000, ale aby se naznačilo, jak hluboko vnikl měsíc do stínu, připočítává se ke průměru ještě mezera, jež měsíc v čas největšího zatmění (středu) od kraje stínu dělí. Značí-li  $d$  tuto mezeru, jest

$$d = R - (r\odot + PS)$$

míra zatmění pak

$$m = \frac{2r\odot + d}{2r\odot}$$

Na př. 22. července 1888 byla vzdálenost bodu  $P$  od  $S$  jen 1.6', měsíc šel právě uzlem;  $R$  bylo 43.8',  $r\odot$  16'; i bylo

$$d = 43.8 - 17.6' = 26.2'$$

$$m = \frac{32' + 26.2'}{32} = \frac{58.2}{32} = 1.819 \text{ čili } 21.8''$$

Je-li hodnota  $d$  negativní, jest pak  $m$  pravým zlomkem, kdežto při zatmění úplném jest nepravým.

### Zatmění slunce.\*\*)

**Úkaz zatmění.** Octne-li se neprůhledná koule měsíčná mezi zemí a sluncem, zastíní zemi a těm, kdož ve stínu jsou, zakryje slunce. Úkaz ten sluje zatměním slunce.

\*) Elementy celého osmnáctiletí od 1875 do 1893 přinesly „Učitelské Noviny“ na str. 266—267 roku 1892, pak „Komenský“ elementy z r. 1898.

\*\*) Tento můj článek přinesl „Posel z Budče“ v r. 1899 pod názvem: „O zatměních slunce v r. 1899“; zde s laskavým svolením nakladatele p. J. Otty otištěn, ovšem se změnami příslušnými zatměním v r. 1900.



## Úplná zatmění měsíce.

	9. 10. dubna 1884	4. října 1884	28. ledna 1888	22. července 1888	23. května 1891	15. listopadu 1891
Čas spojení v AR	23h 53m 51.5s	10h 8m 5.1s	11h 22m 5.7s	17h 44m 31.1s	6h 18m 55.8s	12h 8m 44.6s
Místo „	13 17 37.8	0 44 25.0	8 43 52.7	20 11 48.1	16 0 49.6	3 23 55.0
Deklinace C	-8° 24' 12.8"	+4° 57' 57.9"	+18° 1' 43.8"	-20° 1' 44.5"	-20° 20' 13.3"	+18° 21' 5.6"
„	+8 12 10.3	-4 46 33.6	-18 8 11.7	+20 0 12.5	+20 37 56.5	-18 37 41.2
Změna AR C	29 18.2	34 13.5	35 38.5	36 57.6	33 28.5	36 16.4
„	2 17.7	2 16.7	2 34.7	2 28.8	2 30.9	2 34.5
Změna δ C	- 8 43.7	+ 10 52.9	- 5 52.7	+ 4 23.9	- 9 24.2	+ 12 23.7
„	+ 55.2	- 57.7	+ 39.8	- 31.0	+ 28.5	- 37.9
Parallaxa C	54 33.9	59 23.0	58 11.1	58 43.0	56 47.1	60 3.3
„	8.8	8.9	9.0	8.7	8.7	8.9
Poloměr C	14 53.6	16 12.5	15 52.9	16 1.6	15 30.0	16 23.4
„	15 59.3	16 2.4	16 16.5	15 46.3	15 48.9	16 12.3
Sřed zatmění	23h 43.4m	10h 2.0m	11h 19.4m	17h 45.0m	6h 29.1m	12h 18.7m
Velikost	1.434	1.525	1.643	1.819	1.302	1.390

## Zatmění částečná. (Čas střední Greenwichský.)

	21. 22. dubna 1883	30. března 1885	23. září 1885	7. 8. února 1887	3. srpna 1887	11. května 1892
Čas spojení v AR	0h 7m 33.1s	4h 15m 49.0s	19h 26m 23.9s	22h 40m 26.6s	9h 4m 58.8s	11h 14m 38.3s
Místo "	13 59 18.8	12 37 14.2	0 5 7.4	9 27 17.4	20 54 25.1	15 16 57.8
Deklinace ☉	-13°3' 26.4	-3°29' 20.0"	-0° 0' 29.7"	+14°11'41.3"	-16°42'39.9"	-18°39' 8.3"
" ☉	+12 10 37.5	+4 0 50.8	-0 33 19.9	-15 0 36.9	+17 26 21.5	+18 11 34.4
Změna AR ☉	29 31.2	31 43.7	30 30.2	37 49.5"	32 16.1	29 44.6
" ☉	2 20.3	2 16.4	2 15.0	2 29.1	2 24.8	2 27.0
Změna δ ☉	7 41.6	- 10 12.5	+ 10 1.3	- 8 27.8	+ 5 50.3	- 10 26.6
" ☉	+ 50.4	+ 58.1	- 58.5	+ 47.5	- 39.4	+ 37.6
Parallaxa ☉	54 6.6	57 13.4	56 11.9	60 55.3	55 37.5	54 22.4
" ☉	8.8	8.9	8.8	9.0	8.7	8.8
Poloměr ☉	14 48.1	15 37.1	15 20.3	16 37.7	15 11.0	14 50.5
" ☉	15 55.9	16 2.3	15 59.5	16 14.7	15 48.2	15 51.6
Střed zatmění	23h 38.6m	4h 34.2m	19h 48.3m	22h 21.4m	8h 48.8m	10h 53.5m
Velikost	0.085	0.883	0.784	0.435	0.419	0.853

**Druhý zatmění.** Stín měsíční je stín plný a polostín, jež jsou potud neviditelné, pokud míří do světového prázdna. Jakmile dotknou se země, jsou patrné a plouží se po zemi jako stíny oblak po polích.

Poněvadž je měsíc koule, je stín kuželovitý; stín plný směřuje k zemi vrcholem, polostín je komolým kuzelem, jehož menší půdici tkví na obvodu měsíce a je zároveň půdicí stínu plného. Kam stín plný padne, tam slunce vůbec není vidět, tam mají zatmění úplné, kdo v polostínu jsou, vidí aspoň část slunce a mají zatmění částečné. K zatmění úplnému počítáme i zatmění kruhové, jež povstává, když plný stín na zem sice směřuje, ale pro krátkost svou jí se nedotýká.

**Prvky zatmění.** Jak u zatmění měsíce jsou též při zatmění slunce prvky, z nichž počítáme, parallaxa sluneční  $\pi \odot$  a měsíční  $\pi \textcircled{C}$ , pak poloměr slunce  $r \odot$  a měsíce  $r \textcircled{C}$ .

**Podmínky zatmění.** Z obrazu 24. vidíme, že na zemi  $Z$  v místě  $C$  částečné zatmění počíná (nebo končí), ježto polostín měsíce země právě se dotýká a pozorovateli v  $C$  se zdá, jakoby kraj měsíce kraje slunce se dotýkal. I soudíme, že částečné zatmění slunce musí nastati vždy, kdykoli body  $S$ ,  $Z$  a  $M$  v tuto polohu přijdou čili kdykoli úhel  $SZM$  této míry nabude. Měříce pak úhel ten prve jmenovanými veličinami, spatřujeme, že vrcholové úhly sevřené přímkami  $MZ$ ,  $SC$  sobě se rovnají, a že tedy

$$\sphericalangle b + \pi \odot = r \textcircled{C} + r \odot + \pi \textcircled{C}, \text{ že tedy}$$

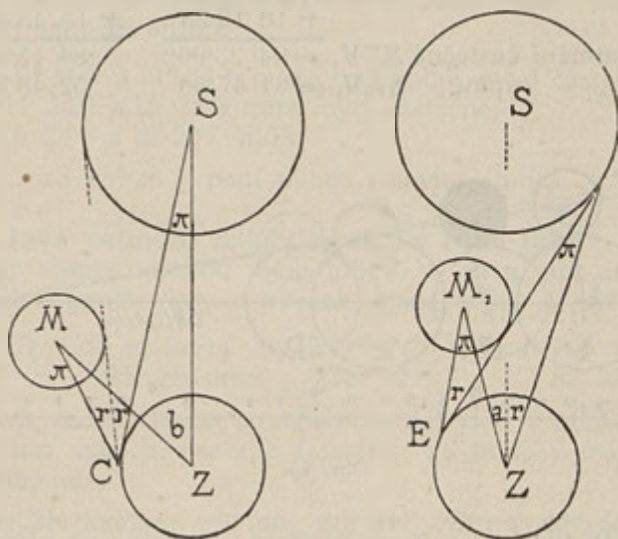
$$\sphericalangle b \text{ čili } \sphericalangle SZM = +r \textcircled{C} + r \odot + \pi \textcircled{C} - \pi \odot.$$

Věc musíme si však vysvětlovati tak, že částečné zatmění povstává (nebo končí) nejen když měsíc na západě nebo na východě země tak se postaví, nýbrž i tehdaž, octne-li se měsíc nad zemí nebo pod ní nebo stranou, vůbec: kdykoliv úhel rovný úhlu  $SZM$  sevře, že tedy rameno  $ZM$  kolem slunce  $S$  oblinu kuželovou opisuje.

Postaví-li se měsíc kdekoli tak, že plný stín vrcholem neb i bokem kraje země se dotkne, jest počátek (neb konec) zatmění úplného. Z obr. 24. vidíme, že úplné zatmění počíná v  $E$ , když

$$\sphericalangle a = SZM_1, \text{ a ježto}$$

$a + r_{\odot} + \pi_{\odot} = \pi_{\odot} + r_{\odot}$  čili po náležitém seřadění jest  $\sphericalangle a = \sphericalangle SZM_1 = r_{\odot} - r_{\odot} + \pi_{\odot} - \pi_{\odot}$ .



Obr. 24.

Úhel  $SZM_1$  je vždy menší než  $SZM$ , neboť při stejných úhlech ostatních se onomu úhel  $r_{\odot}$  ubírá, tomuto se přidává, takže  $SZM_1 = SZM - 2r_{\odot}$ .

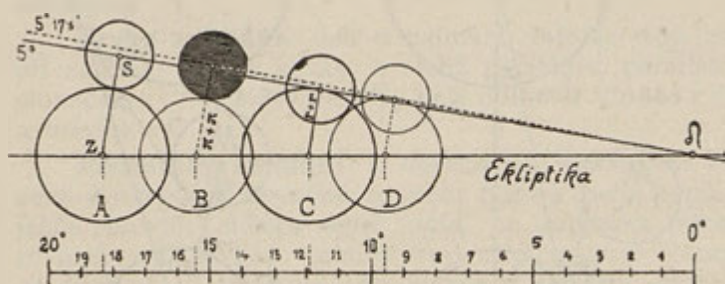
**Míry úhlů zorných.** Míra parallax ani poloměru není stálá. Jsou pak

pro	$\pi_{\odot}$	$\pi_{\odot}$	$r_{\odot}$	$r_{\odot}$
maxima	61' 27.97"	8.95"	17' 46.61"	16' 18.23"
minima	53' 55.02"	8.66"	14' 42.99"	15' 45.99"



Dle toho bylo by z hodnot

	maximálních	minimálních
	61' 27·97''	53' 55·02''
	16 46·61	14 42·99
	<hr/> 78 14·58	<hr/> 68 38·01
	8·95	8·66
	<hr/> 78 5·73	<hr/> 68 29·35
	<u>+ 16 18·23</u>	<u>+ 15 45·99</u>
pro zatmění částečné $SZM$	<u><math>= 94' 23·96''</math></u>	<u><math>84' 15·34''</math></u>
úplné $SZM_1$	$= 61 47·50$	$52 43·36$



Obr. 25.

Hledíme-li ze  $Z$  na  $S$  přímo, zkracuje se přímka  $SZ$  v pouhý bod, a tu pak úhel  $SZM$  i  $SZM_1$  jeví se oku našemu jako prostá vzdálenost bodu  $S$  od  $M$  nebo od  $M_1$ , tedy jako  $SM$  či  $SM_1$ .

**Meze možnosti zatmění.** Známe-li  $SM$  a úhel  $i$ , ve kterém dráha měsíční se sluneční se seče, můžeme vypočísti i vzdálenost  $S$  od uzlu, a to dle

$$\sin SM = \sin i \cdot \sin SQ.$$

Sdružujeme-li maxima hodnot  $SM$  s minimy  $i$  a naopak, nabudeme (obr. 25.)

	pro zatmění částečné		pro zatmění úplné	
$\log SM$	8·38928	8·43941	8·18571	8·25463
$\log i$	8·96497	8·94032	8·96497	8·94032
$\log S\Omega$	<u>9·42431</u>	<u>9·49909</u>	<u>9·22074</u>	<u>9·31431</u>
$S\Omega$	15° 24·3'	18° 23·7'	9° 34·2'	11° 54·1'.

Shrneme-li vše v jedno, značí to : Je-li slunce od uzlu v menší vzdálenosti než 9° 34·2', musí nastati úplné zatmění slunce;

mezi 9° 34·2' a 11° 54·1' může býti úplné, musí částečné,

„ 11 54·1 a 15 24·3 musí býti částečné,

„ 15 24·3 a 18 23·7 může „ „

za 18° 23·7' není vůbec zatmění slunce.

**Jaká zatmění a kdy budou v roce 1900?** Zatmění slunce mohou býti toliko v novu při uzlu; pátrejme proto, kdy v novech spadá měsíc k uzlům.

Uzel  $\Omega$  bude 1. ledna na 259° 7·7',  $\vartheta$  na 79° 7·7',  
31. prosince „ 232 32·0, „ 59 32·0;

bude-li slunce míti souhlasnou délku  $L$  s měsícem v těchto mezích, nastane zatmění. To bude v máji a v listopadu;

budeť 28. května  $\odot$  na 66° 40·3',  $\odot$  na 65° 9·6'

21. listopadu „ „ 239 44·7, „ „ 229 42·8

o polednách.

Podrobnosti dovíme se bližším počtem :

28. květ. bude  $\odot$  v poledne na 66° 40' 17·7''

29. „ „ „ „ „ 67 37 51·2

za hodinu rozdíl činí  $57' 33·5'' : 24 = 2' 23·9''$

Nov nastane o 2<sup>h</sup> 49·8<sup>m</sup>, i přibude slunci na délce o 2' 23·9''  $\times$  2·83 = 6' 47·2'', takže bude míti o novu délku 66° 40' 17·7'' + 6' 47·2'' = 66° 47' 4·9''.

Uzel je 31. května na  $71^{\circ}11'4.6''$ ; couvaje denně o  $3'10.63''$ , byl před 3 dny bez  $2^h83$  o  $9'18.55''$  dále, tedy na  $71^{\circ}11'4.6'' + 9'18.6' =$  na  $71^{\circ}20'23.2''$ .

Vzdálenost uzlu od slunce bude v okamžik novu  $L \odot 66^{\circ}47'4.9'' - L \oslash 71^{\circ}20'23.2'' = 4^{\circ}33'18.3''$ , i bude zatmění to dle hořejší stupnice úplné.

21. listopadu bude nov o  $19^h17.2^m$ , téhož dne délka slunce o polednách  $238^{\circ}44'41.2'$ , následujícího dne  $239^{\circ}45'21.7''$ ; délka uzlu 17. listop.  $242^{\circ}10'56.6''$ , couvání denní —  $3'10.63''$ ,  $L \odot 239^{\circ}33'28.8''$ ,  $L \oslash 241^{\circ}55'41.6''$ , vzdálenost  $2^{\circ}22'12.8''$ . Bude úplné.

**Zobrazení děje zatmění.** Zobrazujeme je jako zatmění měsíce (konjunkci). Elementy podány jsou v čase střed. Greenwichském dle „Nant. Alm.“

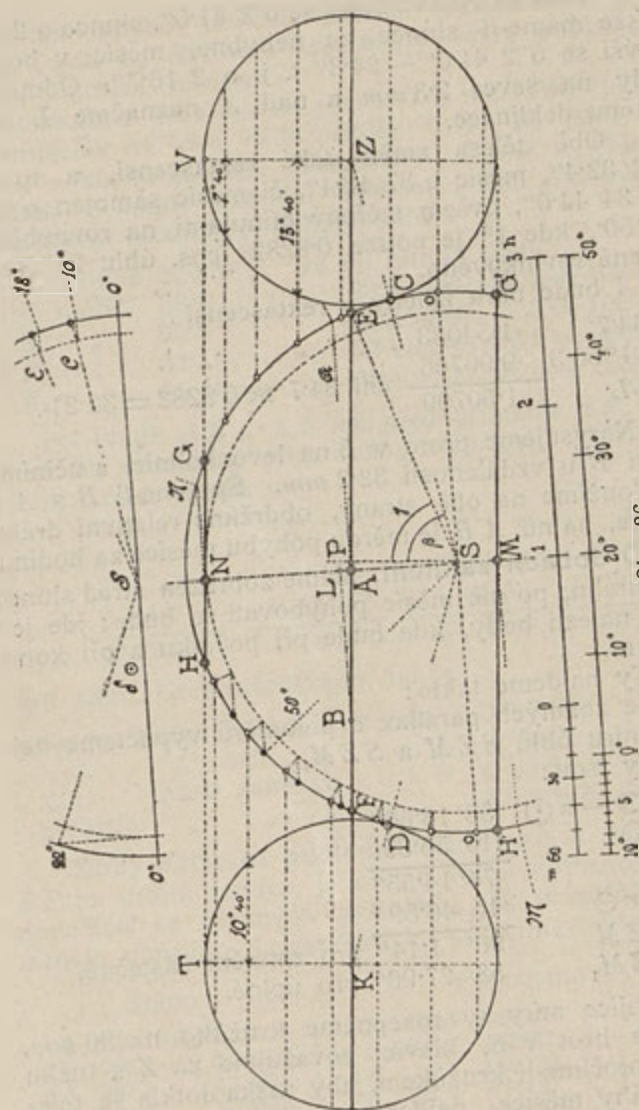
28. května 1900.

21. listopadu 1900.

Čas spojení v AR	$2^h57^m2.5^s$	$19^h22^m51.5$
místo „	$4\ 19\ 47.4$	$15\ 49\ 26.43$
deklinace	$\left\{ \begin{array}{l} \odot + 21^{\circ}50'17.1'' \\ \odot + 21\ 27\ 15.6 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} - 20^{\circ}16'25.7'' \\ - 20\ 3\ 59.8 \end{array} \right.$
změna v AR	$\left\{ \begin{array}{l} \odot 37\ 16.4 \\ \odot 2\ 32.4 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 32\ 44.7 \\ 2\ 37.8 \end{array} \right.$
změna v $\delta$	$\left\{ \begin{array}{l} \odot + 2\ 41.0 \\ \odot + 24.3 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} - 3\ 49.8 \\ - 32.6 \end{array} \right.$
parallaxa	$\left\{ \begin{array}{l} \odot 58\ 27.39 \\ \odot 8.73 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 55\ 10.06 \\ 8.96 \end{array} \right.$
poloměr	$\left\{ \begin{array}{l} \odot 15\ 55.89 \\ \odot 15\ 46.59 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 15\ 2.11 \\ 16\ 11.91 \end{array} \right.$

**Zatmění 28. května 1900** udá se na  $4^h19.8^m$  t. j. v místech, kde je souhvězdí Býka, v němž slunce od 20. máje do 21. června dlí (ve znamení Blíženců).

Na přímce, jež tento poledník značí, zvolme bod  $S$ , jenž značí slunce (obr. 26. viz str. 139). Měsíc je nad sluncem, máť o  $23'1.5''$  větší deklinaci; proto berouce  $1\ mm$  za  $1'$ , naznačme  $23\ mm$  nad  $S$  bod  $A$  jako střed měsíce.



Obr. 26.



Měsíc za hodinu zvýší se o  $2' 41''$ , slunce o  $24' 3''$ , takže máme-li slunce za nehybné, měsíc v hodině zvýší se o  $2' 41'' - 24' 3''$  t. j. o  $2' 16' 7''$ . Odměříme tedy na sever  $2' 3''$  a nad  $A$  naznačíme  $L$  jako změnu deklinace.

Obě tělesa změni také rektascensi, a to  $\odot$  o  $2' 32' 4''$ , měsíc o  $37' 16' 4''$ , či měsíc samotný o rozdíl  $34' 44' 0''$ , ovšem měřený minutami na rovnoběžce  $21^\circ 50'$ , kde  $1^\circ$  je pouze  $0.9282$  ( $\cos$  úhlu  $21^\circ 50' 3''$ ) stupně rovníkového.

I bude míra změny v rektascensi

$$\begin{array}{rcl} \log 34' 7'' & 1.54033 & \\ \cos 21^\circ 50' 3'' & 9.96766 & \\ \hline \log BL & 1.50799 & \end{array} \quad \text{čili } 34.7' \times 0.9282 = 32.21'.$$

Narýsujeme proto v  $L$  na levo kolmici a učiníme na ní  $B$  u vzdálenosti  $32.2 \text{ mm}$ . Spojíme-li  $B$  s  $A$  a prodloužíme na obě strany, obdržíme relativní dráhu měsíce, na níž  $AB$  je měrou pohybu měsíce za hodinu.

**O dobách zatmění.** Máme zobrazen střed slunce  $S$ , i dráhu, po níž měsíc pohybovati se bude; jde jen o to, naléztí body, kde bude při počátku a při konci zatmění.

Ty najdeme takto:

Ze známých parallax a poloměrů vypočteme nejprve míru úhlů  $SZM$  a  $SZM_1$ .

Ty jsou:

$$\begin{array}{rcl} \pi \odot - \pi \ominus & 58' 18.66'' & \\ r \odot & 15 55.89 & \\ \hline & 74' 14.55'' & \\ \pm r \ominus & 15 46.59 & \\ \hline SZM & 90' 1.14'' & \text{pro zatmění částečné,} \\ SZM_1 & 58' 27.96'' & \text{pro úplné.} \end{array}$$

Znajíce míry ty rozepneme kružítko na  $90 \text{ mm}$ , položíme hrot v  $S$ , hlavici považujeme za  $Z$  a tužku za  $M$ ; otočíme-li kružítkem, aby tužka dotkla se relativní dráhy měsíce, najdeme místo, kde měsíc bude

počátkem anebo koncem zatmění částečného, rozpjetím pak na  $58.5 \text{ mm}$  nalezneme místa počátku a konce zatmění úplného.

Označme průsečík na pravo, kde měsíc dřív bude,  $Z$ , průsečík na levo, kde později bude,  $K$ , jako začátek a konec zatmění částečného,  $E$  pak a  $F$  jako začátek a konec zatmění úplného. Tím stanoveny jsou hlavní okamžiky, neboť platí-li

$AB$ , dlouhé	$32.3^{\text{mm}}$ ,	za 60 minut, platí
$AZ$ , měřící	$88.8$	$88.8 \times 60 : 32.3 = 164.1^{\text{m}}$
$AE$ ,	" $55.3$	$55.3 \times 60 : 32.3 = 102.5$
$AF$ ,	" $52.1$	$52.1 \times 60 : 32.3 = 96.5$
$AK$ ,	" $85.4$	$85.4 \times 60 : 32.3 = 158.1$

Poněvadž  $AZ$  a  $AE$  leží před přímkou  $SA$ , jsou první dva okamžiky před dobou sousluní, druhé dva po ní, i bude měsíc v

	$Z$	$E$	$F$	$K$
ve	$2^{\text{h}} 57.0^{\text{m}}$	$2^{\text{h}} 57.0^{\text{m}}$	$2^{\text{h}} 57.0^{\text{m}}$	$2^{\text{h}} 57.0^{\text{m}}$
—	$2 \ 44.1$	— $1 \ 42.5$	$+ \ 1 \ 36.5$	$+ \ 2 \ 38.1$
tedy v	$0^{\text{h}} 12.9^{\text{m}}$ ,	$1^{\text{h}} 14.5^{\text{m}}$ ,	$4^{\text{h}} 33.6^{\text{m}}$ ,	$5^{\text{h}} 35.2^{\text{m}}$

času střed. Greenwichského, takže

poprvé padne polostín na zem v	$0^{\text{h}} 12.9^{\text{m}}$
" " stín " "	$1 \ 14.5$
stín opustí zemi ve	$4 \ 33.6$
polostín " " "	$5 \ 35.2 \text{ č. Gr.}$

**Doby zatmění počtem.** Spustíme-li s  $S$  kolmici  $SP$  na dráhu měsíce, je možno větou Pythagorejskou dopočísti se přesných výsledků, jak u zatmění měsíčních ukázáno. Logarithmicky počítáme takto:

Dáno:

Vypočteno:

$AL \ 136.7'' \log$	$2.13577$	$AB \ 1944.4''$	$3.28879$	$\alpha \ 85^{\circ} 58.1''$ $\beta \ 75 \ 13.1$ $\gamma \ 68 \ 52.1$
$BL \ 1939.6$	$3.28771$	$PS \ 1378.1$	$3.13927$	
$AS \ 1381.5$	$3.14035$	$AP \ 97.1$	$1.98733$	
$SK \ 5401.1$	$3.73249$	$PK \ 5222.4$	$3.71787$	
$SE \ 3507.9$	$3.54505$	$PE \ 3225.9$	$3.50865$	

Výpočet:

$\text{tang } \alpha = \frac{BL}{AL}$	$\frac{3 \cdot 28771}{2 \cdot 13577}$	$\cos \beta = \frac{PS}{KS}$	$\frac{3 \cdot 13927}{3 \cdot 73249}$
	$\frac{1 \cdot 15194}{3 \cdot 28879}$		$\frac{9 \cdot 40678}{9 \cdot 98538}$
$AB = \frac{BL}{\sin \alpha}$	$\frac{3 \cdot 28771}{9 \cdot 99892}$	$PK = \sin \beta \cdot SK$	$\frac{3 \cdot 73248}{3 \cdot 71787}$
	$\frac{3 \cdot 28879}{9 \cdot 99892}$		$\frac{9 \cdot 98538}{3 \cdot 13927}$
$PS = \sin \alpha \cdot AS$	$\frac{3 \cdot 14035}{3 \cdot 13927}$	$\cos \gamma = \frac{PS}{SE}$	$\frac{3 \cdot 54505}{9 \cdot 59422}$
	$\frac{0 \cdot 84698}{3 \cdot 14035}$		$\frac{9 \cdot 96360}{3 \cdot 54505}$
$AP = \cos \alpha \cdot AS$	$\frac{1 \cdot 98733}{1 \cdot 98733}$	$PE = \sin \gamma SE$	$\frac{3 \cdot 50865}{3 \cdot 50865}$

Z toho pak přepočten čas takto:

$\frac{60}{AB} = \frac{1 \cdot 77815}{3 \cdot 28879}$	$AP = \frac{1 \cdot 98733}{8 \cdot 48936}$	$PK = \frac{3 \cdot 71787}{8 \cdot 48936}$	$PE = \frac{3 \cdot 50865}{8 \cdot 48936}$
$\frac{8 \cdot 48936}{8 \cdot 48936}$	$0 \cdot 47670$	$2 \cdot 20723$	$1 \cdot 99801$
což dává	2 997 <sup>m</sup>	161·15 <sup>m</sup>	99·545 <sup>m</sup>

Střed zatmění je doba sousluní bez  $AP$ , tedy  $2^h 57^m 2 \cdot 5^s - 2^m 59 \cdot 8^s = 2^h 54^m 2 \cdot 7^s$ ; počátek a konec zatmění částečného  $2^h 54^m 2 \cdot 7^s$ , úplného  $2^h 54^m 2 \cdot 7^s$

$$\begin{array}{r}
 + \quad 2 \quad 41 \quad 9 \cdot 0 \\
 \hline
 0^h 12^m 53 \cdot 7^s \\
 5 \quad 35 \quad 11 \cdot 7
 \end{array}
 \qquad
 \begin{array}{r}
 + \quad 1 \quad 39 \quad 32 \cdot 7 \\
 \hline
 1^h 14^m 30 \cdot 0^s \\
 4 \quad 33 \quad 35 \cdot 4
 \end{array}$$

což málo se liší od výsledků v „N. A.“ udaných, jež jsou  $0^h 12 \cdot 7^m$ ,  $1^h 14 \cdot 7^m$ ,  $4^h 33 \cdot 3^m$ ,  $5^h 35 \cdot 4^m$ .

**Délka stínu.** Jmenujeme-li vzdálenost slunce od středu země  $D$ , země od měsíce  $d$ , poloměr slunce  $R$ , měsíc  $r$ , jest délka osy stínu dle

$$v = \frac{r(D-d)}{R-r}$$

při hodnotě  $D$  max. 150982000  $km$  a min. 145098000  $km$

$$\frac{d}{R} = \frac{406578}{692428} = \frac{356753}{6367}$$

$$r = 1741$$

maximalní 378805  $km$ , minimalní 366900  $km$ .

Je-li pak

měs. zemi nejbliž 356753 , od ní nejdál 406578 ,

je hrot stínu 22052  $km$  za středem země, nebo 39588  $km$  před ním

že pak  $r$  země = 6367

ční hrot za zem 15685  $km$ , aneb je od povrchu 33221  $km$  vzdálen.

Onen případ je při zatměních úplných, tento při kruhových; jde-li právě do středu země, mluvíme o zatmění centralním, při čemž  $r \odot = r \odot$ .

Jmenujeme-li úhel, ježž tvorná přímka kužele s osou svírá,  $f$ , jest

$$\tan f = \frac{r}{v} \quad \begin{array}{cc} \log r & 3.24080 \\ v & 5.56465 \end{array} \quad \begin{array}{cc} 3.24080 & \\ 5.57842 & \end{array}$$

$$\log \tan f \quad \begin{array}{cc} 7.67615 & 7.66238 \end{array}$$

což dává úhel 16°3' aneb 15°7',

průměrem 16'. Tolikéž tvorná přímka polostínu svírá s osou týž úhel, takže stín i polostín spíše válci se podobají.

**Poloměr země a stínu.** Má-li v bodech  $E$  a  $F$  nastati zatmění úplné, je třeba, aby body  $E$  a  $F$  zobrazovaly některá místa obvodu zemského; za střed země pokládáme  $S$ , ježto rameno  $SZ$  v jediný bod splývá. Má-li pak v tu dobu, kdy střed stínu v  $Z$  nebo v  $K$  dlí, nastati částečné zatmění slunce, je třeba, aby poloměr polostínu dotýkal se v  $C$  nebo v  $D$  povrchu země. Z toho soudíme, že kruh kolem  $S$  opsaný poloměrem  $SE = SC$  zobrazuje obvod země, a kruhy kolem  $Z$  i  $K$  poloměrem  $ZC = KD$  opsané že zobrazují polostín. Tu vidíme, že rozdíl  $\pi \odot - \pi \odot$  dává míru poloměru zemského, součet pak  $r \odot + r \odot$  poloměr polostínu.\*)

\*) Přesnější je ovšem, bereme-li za poloměr země hodnotu úhlu  $SZL = \pi \odot - \pi \odot + r \odot$ , za poloměr polostínu  $2r \odot$ .



Kdybychom středem země položili rovinu kolmou na osu stínu, objevily by se na ní kruhy značící stín i polostín; velikost poloměrů lze vypočísti dle

$(\pi \odot - \pi \ominus) : (r \odot \pm r \ominus) = 1 : x$ . Tu jest při zatmění květnovém pro polostín

$$\frac{1902 \cdot 5''}{3498 \cdot 7''} = 0 \cdot 5438, \text{ pro stín } \frac{9 \cdot 3''}{3498 \cdot 7''} = 0 \cdot 002658$$

poloměru zemského; v kilometrech vyjádřeno 3549 *km* a 16·95 *km*.

**Povšechný obraz zatmění na zemi.** Bylo praveno, že při pozorování velikosti úhlu *SZM* a *SZM*<sub>1</sub> oko naše je umístěno v *Z*. Hledí tudíž na *S* do dutiny zemské, v níž západ jeví se na pravo, východ na levo. Pomyslíme-li nad to, že stín o téměř skoro průměru ploužiti se bude od pravé strany k levé, a učiníme-li tečnami *GH* a *G'H'* meze, za něž stín nepříjde, máme jasný obraz o tom, kam stín padne, kde tedy zatmění bude viděti.

*Z* obrazce vidíme, že zatmění udá se nad středem zeměkoule, tedy velkou měrou na polokouli severní, malou na jižní, že bude míti mez jižní i severní, že bude v místech pod *EF* úplné, jinde částečné.

**Zeměpisná šířka míst mezních** Kdyby přímka *OS* byla rovníkem, byly by přímky *SG'*, *SC*, *SE* atd. zároveň ukazateli zeměpisné šířky těch míst. Ale 28. května je severní polokoule 21°50' šířky své ke slunci přikloněna, a bod *S* je tedy nejvyšším bodem této rovnoběžky, kde v době sousluní mají pravé poledne a zároveň slunce v nadhlavníku.

Tím, že místo pod 21. stupněm sev. šířky povýšeno na vrchol, změnila i všechna ostatní místa sev. polokoule polohu svou v tomto nákresu; oč, dopočítati se lze rovnici

$$\sin \varphi' = \sin \alpha \cdot \cos \delta,$$

kdež  $\varphi'$  značí šířku geocentrickou,  $\delta$  deklinaci sluneční,  $\alpha$  pak úhel, jež přímka od místa do středu  $S$  vedená svírá s vodorovnou osou  $OS$ .

Z předcházejícího výpočtu známe úhel

$$\begin{aligned} ASP &= 90^\circ - 85^\circ 58' 1'' = 4^\circ 1' 9'', \text{ pak} \\ PSC &= \underline{75^\circ 13' 1''} \end{aligned}$$

odečteme-li součet jejich  $79^\circ 15' 0''$  od  $90^\circ$ , obdržíme úhel  $OSC = \alpha = 10^\circ 45'$ . Kdybychom chtěli znáti zeměpisnou šířku bodu  $C$ , musíme počítati

$\sin a$	$9.27073$	$\tan \varphi'$	$9.24618$
$\cos \delta \odot$	$9.96881$	$\text{const.}$	$9.99702$
$\sin \varphi'$	$9.23954$	$\tan \varphi$	$9.24916$

což dává  $10^\circ 3' 87''$ .

Ale nechtějice počítati, můžeme dopátrati se přibližných výsledků konstrukcí, jež zobrazena jest nad obr. 26.: Změňme nahoře uvedenou rovnici v úměru  $1 : \sin a = \cos \delta : \sin \varphi$ , a majíce poloměr zemský za 1 oddělme od  $O^0$  nahoru oblouk  $\delta \odot (22^\circ)$  a spustíme s dělebného bodu kolmici na  $SO$ ; tak jsme našli  $\cos \delta$ . Pak obepišme délkou cosinu kružnici, a od průsečíků přímek  $SC$ ,  $SE$ ,  $SG$  atd. s kružnicí cosinovou vedme vodorovné k obvodu; tyto nové průsečíky na obvodu ukazují zeměpisnou šířku žádanou. Viděti, že skutečná šířka zeměpisná je vždy menší než úhel přímkou  $OS$  a spojnicí sevřený.

Učiníme-li tak v našem případě, odhadneme úhlo-  
měrem, že zeměpisná šířka

$$\begin{array}{ll} G = +59^\circ & , \quad H + 64^\circ \\ E + 18^\circ & F + 25^\circ \\ C + 10^\circ & D + 17.5^\circ \\ G' - 12^\circ & H' - 4^\circ \end{array}$$

**Zeměpisná délka míst mezních.** Body  $G$ ,  $E$ ,  $F$  atd. leží na obvodě osvětlené sluncem zeměkoule, ovšem nikoli najednou v touž dobu.

Nejdřív se tam octne  $C$ , a to v  $0^h 12.9^m$ . Obyvatelům místa  $C$  v tom okamžiku, jak octli se na pokraji, slunce vychází, za to těm, kteří v též okamžik pod poledníkem  $SA$  jsou, stojí nejvýše, ti mají poledne. Víme-li rozdíl v čase nebo v míře obloukové, oč na  $AS$  dřív je poledne než v  $C$ , známe též polohu místa  $C$ .

I počítáme takto:

Okamžik  $Z$  nastane v  $0^h 12.9^m$  času středního, čili v  $0^h 15.9^m$  času pravého, ježto ten den sluneční hodiny o  $3^m$  více ukazují než hodiny strojové. Poledník, kde v  $15.9^m$  teprve poledne mají, leží západněji o  $15.9:4 = 3^\circ 58.5'$  než Greenwich.

Místu  $C$ , ležícímu na  $10^\circ$  s. šířky, trvá půlden 28. května, měříme-li na planiglobiích, okrouhle  $94^\circ$ ; tedy  $C$ , jemuž slunce teprve vychází, musí od  $S$  ležeti ještě  $94^\circ$  na západ, takže délka jeho od Greenwiche jest  $-3^\circ 58.5' - 94^\circ = -97^\circ 58.5'$ .

Logarithmicky počítáno dá  $\text{tang } \varphi$  9.59440

$\text{tang } \delta$  9 24919

$\cos(180 - t)$  8.84359

$t$  94° 0' 0'.

Tudíž je přesná poloha místa  $C$ :

$$\lambda - 97^\circ 58.5', \varphi + 10^\circ 3.9'.$$

Podobně počítáme i polohy míst ostatních;

v dobu	$E$	$F$	$D$
kulminuje slunce na	1h 17.5m	4h 36.6m	5h 38.2m
čili na	— $19^\circ 22.5'$	— $69^\circ 9'$	— $84^\circ 33'$
půlden činí	— $97^\circ$	+ 101	+ $97^\circ$
	— $116^\circ 22.5'$	+ $31^\circ 51'$	+ $12^\circ 27'$

Při  $F$  a  $D$  bylo nám oblouky připočítati, neboť místa ona leží od kulminačního poledníka na východ, Podobně počítáme bod  $G$ . Čas, kdy  $V$  přijde na  $G$  určen je vzdáleností  $VG$  a dává na měřítku  $2^h 4.5^m$  t. j. okamžik  $G$  nastane v  $0^h 15.9^m + 2^h 4.5^m =$  ve  $2^h 20.4^m$ .

Slunce kulminuje na  $-35^{\circ} 6'$ ; přičteme-li polodenní oblouk  $-130''$ , obdržme zem. délku  $G = -165^{\circ} 6'$ .

A tak i pro

	$G'$	$H$	$H'$
nastane v	1h 10·9m	3h 34·2m	4h 43·2m
čili —	$17^{\circ} 44'$	$- 53^{\circ} 33'$	$- 70^{\circ} 48'$
polooblouky —	$85^{\circ}$	$+ 142^{\circ}$	$+ 88^{\circ}$
zem. délka	$- 102^{\circ} 44'$	$+ 88^{\circ} 27'$	$+ 17^{\circ} 12'$

**Míra zatmění.** Při zatměních udává se též, kde je bude viděti v míře největší; platí to zvláště o částečných. Tu stačí přímku  $ZK$  rozpůliti a vésti z  $S$  kolmici, až obvod přetne, načež se délka i šířka počítá jak u mezných míst.

Při zatměních úplných neuvádí se míra největší, poněvadž je všude úplné na  $EF$ , za to udává se místo, kde střed zatmění spadá na pravé poledne.

Délku zeměpisnou toho místa udává doba konjunkce, zde  $2^{\text{h}} 57^{\text{m}} 0^{\text{s}} + 3^{\text{m}} 0^{\text{s}} = 3^{\text{h}} = -45^{\circ}$ , šířku pak vodorovná přímka z  $A$  na obvod do  $\ell$  vedená. Ta přetíná jej na  $23^{\circ}$ , takže  $AS$  je zkrácený oblouk  $23^{\circ}$ ; ježto pak  $S$  samo již leží  $+21^{\circ} 50'$ , jest šířka místa  $A = +23^{\circ} + 21^{\circ} 50' = +44^{\circ} 50'$ .

**Mapa zatmění.** Kromě těchto základních dat vyšetřujeme i jiná, v celku podružnější, ale pro místní pozorovatele důležitější.

Mezi časem, kdy udá se  $C, E, G$ , přichází na okraj osvětlený stále množství míst, jimž pořadem slunce vychází, jsouc již zatmělé. Pokusíme se je vyšetřiti.

Úhel, udávající zeměpisnou šířku, je vždy menší než ukazují přímky spojující místo na obvodě se středem. Nuže, majíce najíti polohu míst na  $10^{\circ}, 20^{\circ} \dots$  stupni šířky učiníme konstrukci opačnou. Rozdělme obvod země přesně po  $10^{\circ}$ , od dělebných bodů vedme vodorovné dovnitř ke kruhu kosinovému a skrze průsečíky z  $S$  zpět na obvod paprsky (jak na levo při  $50^{\circ}$  zřejmě ukázáno. Na pravé konstrukce vynechána, a vyšší průsečíky toliko přeneseny).



Tím obdržíme nové průsečíky na obvodě, jež ukazují, oč místa na  $10''$ ,  $20''$ ... při dané deklinaci výše se dostala.

Dále upravme si denní polooblouky pro šířky od  $-10^\circ$  do  $+60^\circ$ . Ty jsou dle  $tg \varphi \cdot tg \delta$  (nebo z planiglobií)

na	$-10^\circ$	$0^\circ$	$+10^\circ$	$20^\circ$	$30^\circ$	$40^\circ$	$50^\circ$	$60^\circ$
	$86^\circ 12.5'$	$90^\circ 93'$	$47.5'$	$98^\circ 13.5'$	$103^\circ 6.2'$	$109^\circ 15.2'$	$117^\circ 55.7'$	$132^\circ 54'$

Vleče-li se stín přes okraj země, body na obvodě vytvářejí v něm tetivy tu delší, tu kratší, vždy rovnoběžné se směrem dráhy relativní, jichž míru můžeme odměřiti na měřítku, v němž

$$AB = 60^m = 15^\circ.$$

Učiňme tedy od obvodových míst rovnoběžky s drahou relativní a měřme pak, kdy průměr stínu  $VZ$  dotkne se kterého stupně šířky po začátku zatmění, jež spadá na  $0^h 15.9^m$  času pravého.

Příkladem budiž  $30$ . stupeň severní šířky. V  $15.9^m$  času pravého kulminuje slunce na  $-3^\circ 58.5'$  délky; obvodové místo na  $30^\circ$  je vzdáleno o denní polooblouk, jenž činí  $130^\circ 6.2'$ , tedy leží na  $-107^\circ 4.7'$ . Ale  $VZ$  v ta místa přijde teprve po  $1^h 14^m$ , za tu dobu přijde na obvod místo jiné o  $18^\circ 30'$  na západ ležící, takže délka bude  $-107^\circ 4.7' - 18^\circ 30' = -125^\circ 34.7'$ .

Kraje polostínu dotknou se míst těch jednak dříve, jednak později o to, co tetiva tomu místu příslušná měří, i bude ji přičísti a odečísti, což

$$\begin{aligned} &\text{dá } -125^\circ 34.7' \\ &\quad \mp 13^\circ 40.0' \text{ t. j. } -139^\circ 14.7' \text{ a } -111^\circ 54.7'. \end{aligned}$$

Tato čísla znamenají, že na  $30^\circ$  sev. šířky budou v délce

- $139^\circ 14.7'$  viděti při východu slunce konec, na
- $125^\circ 34.7'$  „ „ „ „ střed a na
- $111^\circ 54.7'$  „ „ „ „ počátek zatmění.

Počínajíce si tak při všech ostatních šířkách nabudeme těchto výsledků :

S přičtením —  $3^{\circ}58'5''$  jako polohy poledníka kulminačního je poloha obvodových míst tato :

Na	— $10^{\circ}$	$0^{\circ}$	+ $10^{\circ}$
délka $\lambda$	— $90^{\circ}11'0''$	— $93^{\circ}58'5''$	— $97^{\circ}46'0''$
vzdálenost	— $13\ 45'0''$	— $13\ 30'0''$	— $14\ 15'0''$
	— $103^{\circ}56'0''$	— $107^{\circ}28'5''$	— $112^{\circ}1'0''$
tetiva	+ $5\ 40$	$12$	$14\ 10$
	— $109^{\circ}36'0''$	— $119^{\circ}28'5''$	— $126^{\circ}11'0''$
	— $98\ 16'0''$	— $95\ 28'5''$	— $97\ 51'0''$
$20^{\circ}$	$30^{\circ}$	$40^{\circ}$	$50^{\circ}$ šířky
— $102^{\circ}12'0''$	— $107^{\circ}4'7''$	— $113^{\circ}13'7''$	— $121^{\circ}54'2''$
— $16\ 0'0''$	— $18\ 30'0''$	— $22^{\circ}0'0''$	— $26\ 30'0''$
— $118^{\circ}12'0''$	— $125^{\circ}34'7''$	— $135^{\circ}13'7''$	— $148^{\circ}24'2''$
+ $14\ 30$	$13\ 40$	$11\ 20$	$7\ 40$
— $132^{\circ}42'$	— $139^{\circ}14'7''$	— $146^{\circ}33'7''$	— $156^{\circ}4'2''$
— $103\ 42$	— $111\ 54'7''$	— $123\ 53'7''$	— $140\ 44'2''$

Řada I. od —  $109^{\circ}36'$  do —  $156^{\circ}4'2''$  vidí konec

„ II. od —  $103\ 56$  do —  $148\ 24'2''$  „ střed,

„ III. od —  $98\ 16$  do —  $140\ 44'2''$  „ počátek

zatmění při východu slunce.

Bod *C* ležeti musí v řadě III., *E* v řadě střední.

Označme tudíž na mapě Ameriky na daných šířkách vyhledané délky, zakresleme tam i polohy *G* a *G'*, pak spojme křivkou řadu I., II. i III tak, aby spojovaly se v bodech *G* i *G'* a budeme mítí přehled, kde počátek děje zatmění se udá.

Rovněž najdeme pro konec úkazu hranice. Konec udá se  $5^h38'2^m$  času pravého, kdy kulminovati bude slunce na —  $84^{\circ}33'$ . Přičtíme k tomuto kladné poloblouky denní, i obdržíme pro

	0°	10°	20°	30°
délka $\lambda$ +	5° 27' +	9° 14·5' +	13° 40·5' +	18° 33·2'
vzdálenost	13 30	13 30	14 30	16 30
tetiva	+ 18° 57' +	22° 54·5' +	28° 10·5' +	35° 3·2'
	+ 7 30	12 30	14 30	14 40
	+ 11° 27' +	10° 24·5' +	13° 10·5' +	20° 23·2'
	+ 26° 27' +	35° 24·5' +	42° 40·5' +	49° 43·2'
		40°	50°	60°
		+ 24° 42·2' +	33° 22·7' +	48° 21
vzdálenost		19 30	23 20	28 30
tetiva		+ 44° 12·2' +	56° 42·7' +	76° 51
		+ 13 20	10 40	5 40
		+ 30° 52·2' +	46° 2·7' +	71° 11'
		+ 57° 32·2' +	67° 22·7' +	82° 31'

Řada I. od + 26° 27' do 82° 31' vidí počátek,  
 „ II. od + 18 57 do 76 51 „ střed  
 „ III. od + 11 27 do 71 11 „ konec zatmění  
 při západu slunce.

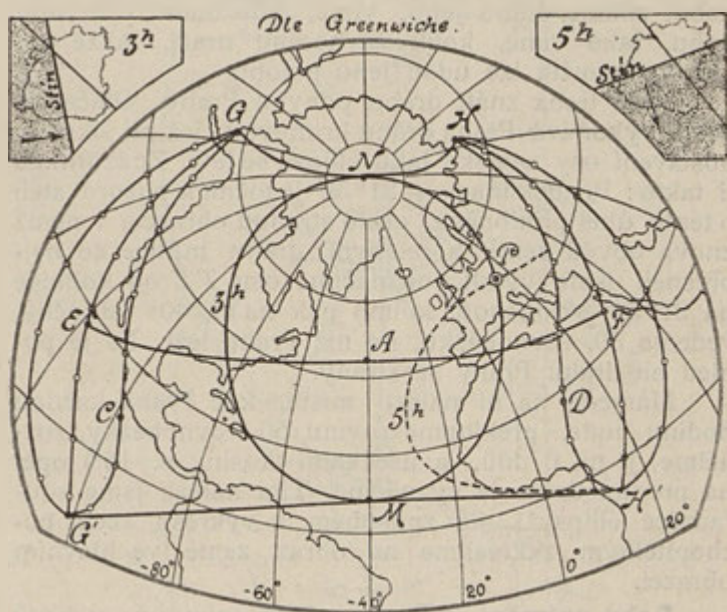
Bod *D* ležeti musí v řadě III., *F* ve II.

Označme na mapě starého světa opět vyhledané délky na daných šířkách a spojme křivkami, i nezbude než učiniti severní a jižní hranici, abychom dějiště zatmění úplně omezili. Hranice severní běží z *G* přes *N* do *H*, hranice jižní z *G'* přes *M* do *H'*. Je tudíž nutno znáti polohu oněch dvou míst, a tu najdeme tak jako polohu *A*: vodorovnou přímkou vedenou k obvodu. Ta pro *N* u  $\odot$  ukazuje + 69°, pro *M* u  $\odot$  — 8°; přičteme-li k oběma + 21° 50', jest zeměpisná šířka *N* = — 90° 50', *M* = + 13° 50', obě pak leží na poledníku — 45°.

Dějiště zatmění květnového zahrnuje v sobě celou severní a střední Ameriku, Evropu, severozápad. Asii a severní půl Afriky (obr. 27 na str. 151.); středová čára ubírá se po sev. hranice Mexické na St. Louis,

na poloostrov Pyrenejský, Tunis a Egypt. Do obrazce zakreslen je stín ve 3 a 5<sup>h</sup>, aby bylo zřejmo, že v ty doby v Čechách kolem  $P$  zatmění počíná a končí.

**Míra zatmění.** Pozorovatelé na  $EAF$  vidí úplný zákryt slunce měsícem, ti pak kdož mimo tuto čáru stojí, vidí část slunce nezakrytu a to tím větší, čím se od  $EF$  vzdalují, takže na  $GH$  nebo  $G'H'$  vidí



Obr. 27.

toliko prostý dotyk obou těles. Ale i v tom je rozdíl. Těm, kdož od středové čáry na sever se ubírají, zdá se, jakoby měsíc se nížil, takže v  $N$  stojí slunce nad měsícem; v jižním pruhu polostínu měsíc nad slunce se povyšuje, takže v  $M$  je slunce pod měsícem.

Mezi těmito hranicemi jsou možny všechny míry od 0, jež prostý dotyk znamená, do 1·000, kdy zakryt je celý průměr.



**Zatmění v určitém místě.** Vylíčíme tuto způsob, kterým lze dosti přesně zobraziti celý výjev zatmění, jak udá se v některém místě. Za příklad volíme Prahu. (Obr. 28 na str. 153.)

Zatmění v Praze počne, když stín poprvé Prahy se dotkne, potrvá, pokud Praha ve stínu bude a skončí, kdy ze stínu vystoupí. Ježto i stín i Praha se pohybují, je třeba znáti pohyb obou. Pohyb měsíce je znám, neboť známe dráhu jeho, víme, kde bude v určitou dobu, také víme, kolik za hodinu urazí, takže pro každý okamžik lze udati jeho polohu.

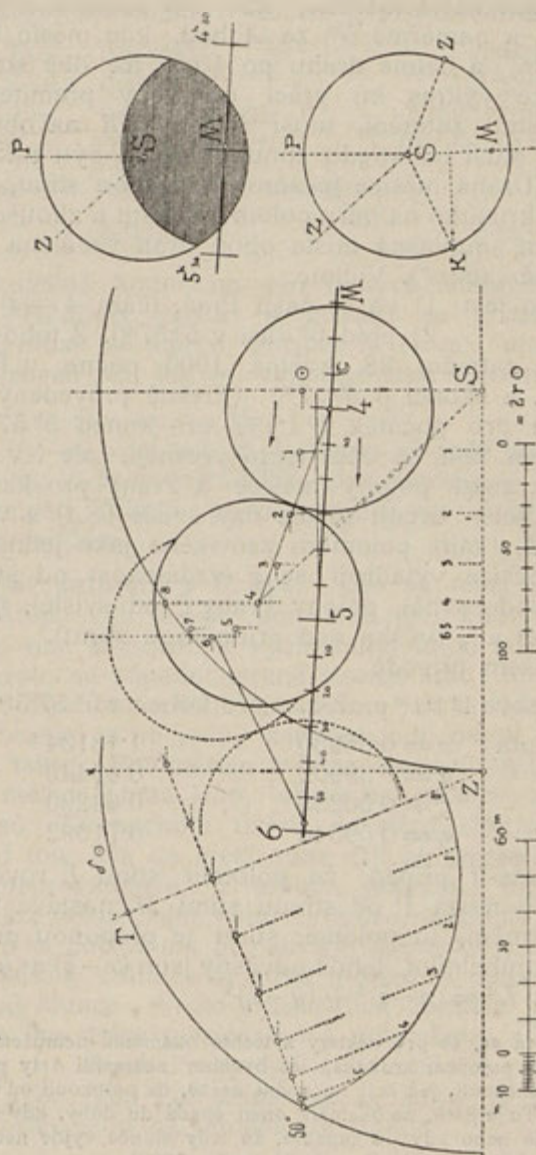
Ještě třeba znáti dráhu pohybu Prahy. Otáčením země vykonává Praha dráhu kruhovou, jež při šikmém postavení osy zemské jako ellipsa se jeví. Znázorníme ji takto: Při deklinaci  $+21^{\circ}50'$  je točna k pozorovateli o tento úhel přikloněna, proto stranou obrazce, v němž znova obvod země a relativní dráhu měsíce co nejpresněji jsme vytkli, naznačíme osu  $TZ$  od kolmice na  $21^{\circ}50'$  skloněnou, kolmo pak na ni,  $40''$  od točny, vedeme 50. rovnoběžku, na níž Praha leží. To je pohled na dráhu Prahy se strany.

Máme-li na ní naléztí místa, kde Praha každou hodinu bude, překlopme rovinu 50. rovnoběžky, rozdělme ji na 6 dílů, a úsečkami (kosin.  $n. 15^{\circ}$ ) opět na prvotní dráze je vyznačme. Tím nalezli jsme souřadnice ellipsy\*), již způsobem z výkresu zcela pochopitelným zakreslíme na obraz země ve hlavním obrazi.

**Doby zatmění v Praze.** Pamatujme, že v bodě nejřednějším, slunci nejbližším, bude slunce o 0<sup>h</sup> polední; že pak dráhu Prahy označujeme v čase Pražském, jest nám i polohy měsíce na relativní dráze dle téhož času stanoviti. V Praze je o 57.7<sup>m</sup> více na čase než v Greenwichi, proto je-li měsíc v sousluní o 2<sup>h</sup> 57.0<sup>m</sup> Greenw., bude tam o 3<sup>h</sup> 54.7<sup>m</sup> času Praž-

---

\*) Při kladné deklinaci jest z ellips viděti polovici dolní, při záporné horní.



Qbr. 28.

ského. Učínme si měřítko, kde  $AB$  rozděleno je na 60 minut, a naměřme  $5^m$  za  $A$  bod, kde měsíc bude o  $4^h$  č. Pr., a dělme dráhu po  $10^m$  na obě strany.

Majíce výkres ku práci upravený přemítejme: Má-li nastati zatmění, musí Praha býti na obvodu stínu t. j. musí od středu stínu vzdálena býti na jeho poloměr. Dráha měsíce je zároveň drahou stínu, i rozepněme kružítko na míru poloměru stínu a zkoušejme, kdy časem souhlasná místa obou drah vzdálena jsou na poloměr stínu\*). Vidíme,

že to jest 1) ve  $4^h$  času Praž. (čára 4 — 4)

2) před  $6^h$  (asi v  $5^h 57^m$ ). Z toho soudíme, že zatmění 28. května 1900 počne v Praze o  $4^h$  odp. a skončí o  $5^h 57^m$ . (Přesně provedený počet udává pro počátek  $4^h 1.1^m$ , pro konec  $5^h 57.5^m$ .)

Počtem řeší se úkol tento přesněji, ale i v něm třeba jest znáti polohy měsíce a Prahy pro každou chvíli. Polohy určují se dle osy svislé ( $SA$ ) a vodorovné ( $SZ$ ) v míře poloměru zemského jako jednotky; polohy měsíce vyjadřují se  $x$  (vzdálenost od svislé) a  $y$  (od vodorovné), polohy Prahy  $\xi$  (od svislé),  $\eta$  (od vodorovné) a  $\zeta$  (výška nad průmětnou stínu).

V našem případě

pro počátek ve  $4^h 1.1^m$  praž. č.      pro konec v  $5^h 57.5^m$  p. č.

jest hodnota	$x = 0.05850$	$1.13134$
	$y = 0.39902$	$0.47449$
	$\xi = 0.56235$	$0.64290$
	$\eta = 0.59648$	$0.71092$

Nastane-li případ, že poloměr stínu  $L$  roven je vzdálenosti místa  $P$  od středu stínu  $M$ , nastává nebo končí zatmění, tu poloměr stínu je přeponou pravoúhlého trojúhelníka, jehož odvěsny jsou  $(x - \xi)$  a  $(y - \eta)$ , takže jest  $L^2 = (x - \xi)^2 + (y - \eta)^2$ .

\*) Stává se, že pro některý z těchto okamžiků nemůžeme nalézt vhodného položení kružítka, leč bychom zakreslili i ty polohy místa na zeměkouli, jež leží na noční dráze, na polokouli od slunce odvrácené. Tu je jisto, že okamžik onen spadá do doby, kdy slunce ještě nevyšlo nebo kdy již zapadlo, že tedy slunce vyjde nebo zapadne již z části zatmělé (ku př. 21. ledna 1898).

Pro počátek jest

pro konec jest

$$x - \xi = -0.50385$$

$$+ 0.48844$$

$$y - \eta = -0.19746$$

$$- 0.23643$$

$$(x - \xi)^2 = 0.2538648225$$

$$0.2385736336$$

$$(x - \eta)^2 = 0.0389904516$$

$$0.0558991449 ;$$

sečteme-li a odmocníme, obdržíme

$$0.54116$$

$$0.54265$$

což skutečně hodnotám pro  $L$  vypočteným se úplně rovná. Hodnoty pro  $x$ ,  $y$  uvádějí se v tabulkách,  $\xi$ ,  $\eta$ ,  $\zeta$  musí se teprve počítati a to tak dlouho, až  $\log L$  roven jest  $\log m$ , vypočítanému z rovnic

$$(x - \xi) = m \cdot \sin M,$$

$(y - \eta) = m \cdot \cos M$ . V tomto případě jest pro začátek  $\log L = m = 9.73333$ , pro konec  $= 9.73454$ . Podrobnosti tohoto počtu uvádějí se v přídavicích k ephemeridám.

**Zjev zatmění v Praze.** Kdo na severní hranici stínu stojí, vidí měsíc pod sluncem, kdo na jihu, vidí jej nad sluncem, z východního kraje stínu je viděti měsíc na západní straně slunce atd.

Kdybychom chtěli naznačiti, jak ti, kdo na severní hranici stínu jsou, zatmění vidí, mohli bychom učiniti takto: Poloměrem měsíce obepsali bychom na dráze měsíce obraz jeho, obraz pak slunce na sever od něho. Tu bychom uzřeli, že střed slunce ve zobrazení tom leží na mezi stínu čili že zaujímá postavení pozorovatelovo. Z tohoto, jakož i z jiných případů, jež čtenář sám voliti si může, soudíme, že zjev zatmění si zobrazíme pro určitý okamžik, jestliže polohu měsíce volíme za střed měsíce a polohu místa za střed slunce. Proto zobrazujice zatmění květnové učiníme na dráze měsíce kol 4 poloměrem  $r_{\odot}$  obraz měsíce, na dráze Prahy kol 4 poloměrem  $r_{\odot}$  obraz slunce (Obr. 28.) Pak zříme, že kružnice ty se dotýkají; měsíc stojí na jihozápadě slunce.



Konec zatmění znázorníme, učiníme-li před 6 danými poloměry kružnice, jež dotýkati se budou a to tak, že měsíc bude na jihovýchodě slunce. Z toho soudíme, že měsíc před sluncem pohybovati se bude od západu k východu.

**Místa prvního a posledního dotyku.** Kde se měsíc ponejprv a naposled slunce dotkne, určujeme stupni, měříce od severního bodu slunečního obvodu opačným během ručiček hodinových, tedy od severu přes východní kraj na jih a západ. Z obrazce vyměřiti lze, že první dotyk stane se na  $249^{\circ}$ , druhý na  $116^{\circ}$ . To jsou úhly pólové. (Obr. 28.)

Avšak severní bod je pozorovateli těžko určití, proto raději stanovíme body dotykové dle úhlu zenitového, jehož 0. stupeň je na nejvyšším bodě obvodu slunečního. Bod zenitový liší se od pólu o úhel, jež přímka, spojující místo na povrchu zemském se středem země (4 —  $S$ ) svírá s přímkou poledníkovou. Úhel ten je pro počátek  $43^{\circ}5'$ , pro konec  $42^{\circ}$  a sluje parallaktickým (str. 22.) Hledíme-li z  $S$  po přímce ke 4, vidíme, že zenitový bod uchýlil se od pólového na východ, že tedy tam, kde prve bylo  $43^{\circ}$ , bude nyní  $0^{\circ}$ ; je třeba tudíž úhel parallaktický od pólového odečítati.\*) I bude

$$\text{na počátku } 249^{\circ} - 43^{\circ}5' = 205^{\circ}5'$$

$$\text{na konci } 116^{\circ} - 42^{\circ} = 74^{\circ}$$

$$(\text{Přesně: } 248^{\circ}6' - 43^{\circ}3' , 115^{\circ}8' - 42^{\circ}1')$$

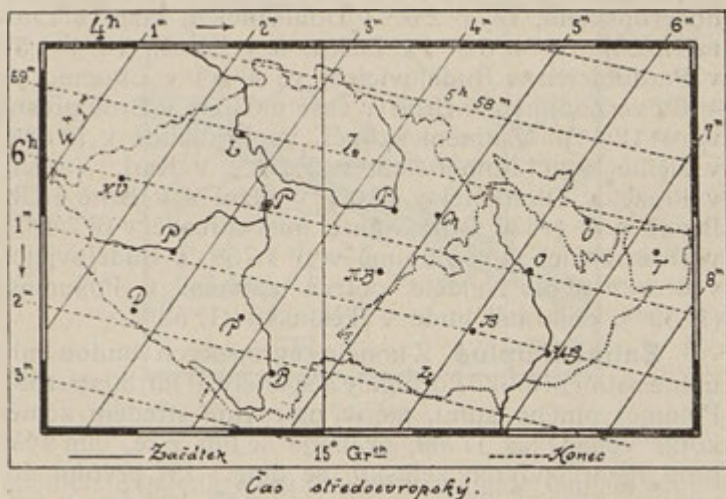
**Velikost zatmění.** Střed zatmění bude kol  $5^h$  ( $4^h 59^m 4^s$ ); učiníme na souhlasných místech dráhy měsíce a Prahy obrazy obou těles a uvidíme, že kruhy ty se křížují. Spojme středy a měřme na přímce  $MS$ , kolik průměru je zakryto; měřítko  $2r \odot$  ukazuje, že  $0^{\circ}60'$ . Číslo toto vyjadřuje velikost zatmění. (Obr. 28.)

---

\*) Vůbec sluší pamatovati, že dopoledne bod zenitový stojí na západním kraji, odpůldne na východním, že tudíž dopoledne úhel parallaktický k pólovému se připočítává, odp. odpočítává.

Také počtem lze určit měrou dostatečnou velikost zatmění takto: Přímka  $SM$  půlí oblouk mezi  $116^\circ$  a  $249^\circ$ , a to na  $\left(\frac{249 + 116}{2}\right)^\circ = 182^\circ 30'$ , takže

úhel  $KSM = 66^\circ 30'$ ; majíce za to, že  $r_\odot = r_\ominus$ , vyznačíme velikost zatmění poměrem  $(1 - \cos KSM) : 1$  čili prostě rozdílem  $1 - \cos KSM$ . V tomto případě jest  $KSM = 66^\circ 30'$ , jehož  $\log \cos 9.60070$ , num.  $0.39874$ , takže velikost jest v tisícinách  $1 - 0.399 = 0.601$ .



Obr. 29.

**Zatmění květnové v Čechách, na Moravě a ve Slezsku.** Polostín je ohromný kruh o poloměru  $3450 \text{ km}$ , i lze si vysvětliti, že oblouky jeho spadající v obor zemí sudetských valně od přímky se neliší. Postupuje tak rychle, že v 7 minutách octnou se země tyto ve stínu, a při skončení v 5 minutách opět z něho vyjdou. Přímky v obrazci plně vytažené značí, kterak polostín postupuje po minutách, při čemž zastíněnou

plochu jest si představití od přímky na západ, kdežto východ je ještě na výsluní; přímky čárkované značí, kterak stín naše kraje opouští, při čemž zastíněná plocha je na jihu, výsluní na severu. Tu zdánlivě polostín jde zpět, ale jest míti na paměti, že v tu dobu Praha je na největším zakřivení elipsy své, že směřuje pohyb její skoro k severu, při čemž stín na východ rychle spěje, takže mez stínu podél Krkonoš běžící za minutu octne se místo východněji jižněji. (Viz postranní obrázky v obr. 27.) Z obrazu jde, že v Čechách zatmění počne u Aše ve  $4^h 1^m$  času středoevropského, ve  $4^h 2.6^m$  v Domažlicích, Plzni a Litoměřicích, ve  $4^h 3.8^m$  v Písku a v Jičíně, ve  $4^h 4.5^m$  v Pardubicích a Budějovicích, ve  $4^h 5^m$  v Chocni, ve  $4^h 6^m$  ve Znojmě a v Brně (v čase místním v Brně přesně ve  $4^h 12.4^m$ ). Zatmění skončí ve Frídlandě v  $5^h 58^m$ , v Jičíně a v Litoměřicích v  $5^h 59^m$ , v Karl. Varech, v Praze, v Olomouci v  $6^h 0^m$ , v Plzni a v Brně i Uh. Brodě v  $6^h 1^m$  (v Brně v čase míst přesně v  $6^h 7.4^{m*}$ ), v Domažlicích a ve Znojmě v  $6^h 1.75^m$ , v Budějovicích v  $6^h 2.2^m$  a p. Nejdéle potrvá zatmění v Pošumaví ( $1^h 59^m$ ), nejkratší bude v Těšínsku ( $1^h 52^m$ ).

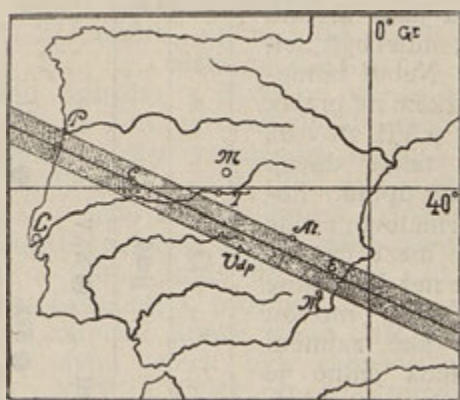
**Zatmění úplné.** Z končin evropských budou míti úplné zatmění toliko Portugaly a Španěly. (Obr. 30 str. 159). Poloměr plného stínu, měřící na rovině středem zeměkoule vedené as  $17\text{ km}$ , zvětšuje se tím více, čím výše proti němu povrch zemský se dme. Při prvním dotyku na březích Tichého okeanu měří  $19.5\text{ km}$ , v nejvyšším bodě země (na  $-40''$  délky a  $+45''$  šířky)  $43.6\text{ km}$ , při posledním dotyku v Egyptě jen  $15.4\text{ km}$ ; ve Španělech jest poloměr stínu as  $35.6\text{ km}$ , takže budou tam viděti úplné zatmění v pruhu  $71\text{ km}$  širokém. Severní mez pruhu toho běží od Porta na Albacete, střední čára přes Corii na Elche, jižní mez rovnoběžně s předešlými přes Valdepeñas. Na severní a

---

\*) Pro Brno je počátek v č. Greenw.  $3^h 6.03^m$ ,  $\log L = m = 9.73342$ , konec v  $5^h 1.044^m$ ,  $\log L = m = 9.73465$ .

jižní hranici budou mít úplné zatmění toliko jediný okamžik, na střední čáře potrvá  $1^m 29^s$ . Také trvání úplného zatmění není na střední čáře rovně dlouhé, řídí se zakřivením povrchu zemského; v mezních bodech trvá asi 52 až  $57^s$ , v nejvyšším bodě  $2^m 13.3^s$ .

**Opakování zatmění slunečních.** Jako zatmění měsíční opakuji se též sluneční po 18 letech, 11 (10) dnech a 7.8 hodinách. Druhá hodnota v zatmění mě-



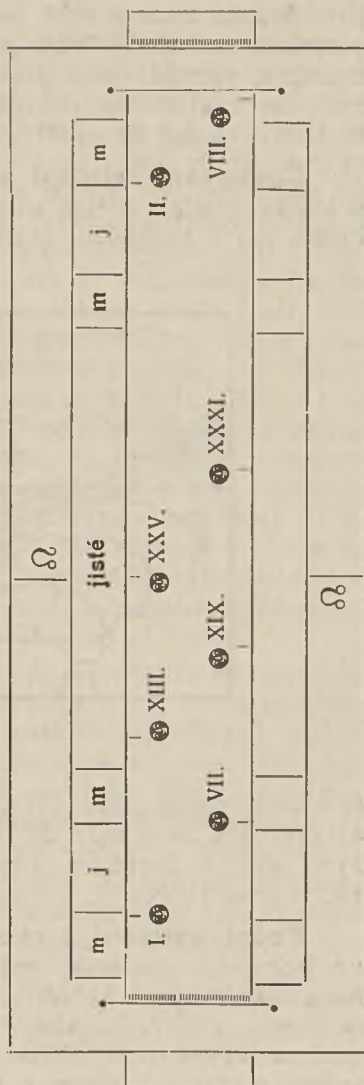
Obr. 30.

síčních uvedená dává 21143.9 dní, což činí 58 let bez 41 (42) dní. Je-li tedy 28. května 1900 zatmění, mělo být také 8. července 1842 (bylo vskutku), a opět 18. března 1958.

**Počet zatmění v roce** záleží na stejných okolnostech jako u zatmění měsíčních. Tangentové hodnoty úhlů  $9^{\circ} 35.5'$ ,  $11^{\circ} 53.5'$ ,  $15^{\circ} 24.4'$  a  $18^{\circ} 21.7'$  dávají míry 33.7, 42.1, 55.1 a  $66.4 \text{ mm}$ ; učiníme tedy z nich měřítko při uzlech a rovněž i posuvné měřítko s novy o těchže vzdálenostech jako při úplných.



☉ značí novy; tučná písmena zatmění úplná, slabší zatmění částečná. Ježto slunce činí v synodickém měsíci vzhledem k pohybu uzlů  $30^{\circ} 40' 4''$ , meze zatmění po obou stranách uzlu  $36^{\circ} 43' 4''$ , nelze, aby někdy v roce zatmění slunce nebylo, ba jako zřejmo z obrázku, musí býti nejmeně dvě. Neboť táhne-li proužkem na pravo, přichází I. a VII. nov až k uzlům, takže dávají dvě zatmění úplná. Posouváme-li na levo, přijde nov I. do mezí částečných, prve než II. dotkne se mezí vůbec; i mohou býti tedy také zatmění dvě, z nichž jedno je částečné, druhé úplné. Dalším pohybem vejde II. do zatmění částečných, takže jsou pak 3 zatmění, jež všechna mohou býti částečná, ba dalším pohybem na levo přesvědčíme se, že možná jsou i čtyři. I obdržíme pro zatmění sluneční schemata následující (v nichž tučné číslice značí úplné, slabé částečné):



2 zatmění: I. VII., VII. I., II. VIII., II. VIII.

3 zatmění: VII. I. II., II. I. VII., II. VII. VIII., II. VII. VIII.

4 zatmění: I. II. VII. VIII.

Roky počítati můžeme vždy od uzlu k uzlu, takže nemusíme se vázati na roky kalendářní. Nejhojnější jsou zatmění dvě v roce; tři byla řidčeji, čtyři částečná v posledních letech vůbec se neobjevila.

**Zatmění po 12 měsících.** Měsíc učiní za 12 měsíců  $12 \times (30^{\circ} 40' 15'') = 368^{\circ} 1' 8''$ ; byl-li nov v uzlu, jest po 354 dnech  $8^{\circ}$  za uzlem.

Tak bylo-li zatmění měsíce v r. 1877 27. února úplné a 23. srpna úplné, bylo v r. 1878 17. „ částečné a 12. srpna částečné.

Změnu úplného v částečné vysvětlíme si, když úplněk XIII. a XIX. přikreslíme do měřítka zatmění měsíčních tak, aby vzdálenost I—XIII. byla dvojnásobek vzdálenosti I—VII. ( $28 \cdot 2 \text{ mm}$ ) a aby I. se XIII., VII. s XIX. v řadě stál. Padnou-li úplňky mimo uzel, jsou možná tři zatmění úplná, jedno částečné na př.: v r. 1880 a 1881, úplná 22. června, 16. prosince a 11. června, částečné 5. prosince.

Bylo-li zatmění slunce mimo uzel, mohou i v následujících dvou letech býti zatmění úplná, ježto XIII., XIX., XXV. a XXXI. nov jsou v mezích totality. Tak byla zatmění úplná 16. března a 8. září 1885, 5. března a 28. srpna 1886, 7. února a 3. srpna 1887.

### **Vzájemnost zatmění slunečních s měsíčními.**

Učiníme posuvné měřítko, na něm pak dvě značky I. a II. novu, uprostřed mezi nimi, však u protějšího uzlu, při \* úplněk I., na to pak přidejme dle měř v obrazcích předešlých VII., VIII. nov, pak XIII. nov a VII. i XIII. úplněk. Na to pohněme měřítkem tak, aby novy I. a VII. byly souměrně kolem uzlů; tu uvidíme, že úplňky zcela vyšly z mezí zatmění, proto v těch letech, kdy jsou dvě úplná zatmění slunce v uzlu, není vůbec zatmění měsíčních. To bylo v r. 1875, 1882, 1886 a 1893.



Sluší však připomenouti, že pořad číslic I., VII., XIII. může býti též obrácený, neboť tytéž poměry, jak vyvíjejí se před uzlem, mohou platiti i po uzlu, při pohybu měřítka na pravo i na levo.

Rok nejhojněji zatměními obdařený byl 1880; byloť v něm

zatmění slunce úplné	11. ledna,
" " "	6. července,
" " částečné	1. prosince,
" " "	31. prosince,
" měsíce úplné	22. června,
" " "	16. prosince.

Velký počet tento vysvětlíme si, upravíme-li měřítko, aby úplňky byly při uzlech. Tu pak možná jsou 2 úplná zatmění měsíce, 2 úplná zatmění slunce (XIII. a XIX.) a 2 částečná (I., VII.)

Z příkladů uvedených jde na jevo, že

- 1) na 14—15 dní před zatměním měsíce nebo po něm nastati musí zatmění slunce a
- 2) že druhdy bývá zatmění slunce před zatměním měsíce i po něm;
- 3) při 2 úplných zatměních měsíce mohou býti čtyři zatmění slunce,
- 4) při 2 částečných zatměních měsíce vždy 2 úplná zatmění slunce a
- 5) při jediném nebo žádném zatmění měsíce vždy 2 úplná zatmění slunce.

**Zatmění na stejné datum.** V r. 1862, 1881 a 1900 připadá na 11. (12.) června zatmění měsíce; na 7. srpen 1850 a 1888 připadlo zatmění slunce. Jsou tedy zatmění připadající na stejné datum. S pohybem měsíce, uzlu a slunce nemá to nic společného; to lze vysvětliti takto:

Saros má 18 let a 10 dní (6585 dní),  
rok měsíční 1 rok bez 10 dní (354 dní), — součet  
činí 19 let (6939 dní, což 19 letem jul. = 1939·75  
skoro se rovná). Těchto 19 let sluje cyklus Metonův



## Zatmění slunce. (Cas střední Greenwichský.)

	16. května 1882	30. října 1883	16. března 1885	5. března 1886	28. 29. srpna 1886	18. srpna 1887
Čas spojení v AR	19h 41m 2.8s	11h 38m 46.1s	6h 14m 23.7s	10h 8m 57.2s	0h 58m 34.8s	17h 15m 30.6s
Místo " "	3 35 46.7	14 19 29.8	23 46 35.4	23 5 50.3	10 31 23.6	9 52 21.1
Deklinace ☉	+ 19° 38' 49.6"	- 13° 28' 3.7"	- 0° 39' 10.9"	- 5° 42' 29.3"	+ 9° 10' 38.2"	+ 13° 33' 11.7"
" ☉	+ 19 19 39.8	- 13 55 51.6	- 1 27 11.8	- 5 47 58.7	- 9 17 23.3	+ 12 54 5.2
Změna AR ☉	36 13.7	29 32.4	31 30.9	28 57.3	37 5.6	36 38.1
" ☉	2 28.8	2 26.3	2 17.0	2 19.1	2 16.7	2 19.5
Změna δ ☉	+ 4 57.8	- 7 2.6	+ 10 21.1	+ 9 4.0	- 10 43.8	- 9 12.9
" ☉	+ 33.8	- 49.0	+ 59.3	+ 58.1	- 53.5	- 48.8
Parallaxa ☉	58 15.7	53 56.0	57 7.6	54 29.8	61 21.7	60 13.5
" ☉	8.9	8.9	8.9	8.9	8.8	8.7
Poloměr ☉	15 54.1	14 43.3	15 35.6	14 52.5	16 44.9	16 26.3
" ☉	15 50.6	16 9.2	16 6.1	16 9.0	15 52.9	15 50.6
Začíná částečné	16h 52.1m	8h 53.4m	3h 17.5	7h 1.2m	22h 18.5m	15h 5.5m
" úplné	17 53.6	10 8.2	4 39.6	8 8.6	23 13.5	16 11.1
Končí "	21 18.7	13 33.7	6 51.9	12 2.4	2 37.5	17 15.5
" částečné	22 20.2	14 48.5	8 14.1	13 9.8	3 32.4	18 53.2
Úplné počíná na {	3° 7' z. d.	126° 47' v. d.	156° 43' z. d.	149° 35' v. d.	79° 46' z. d.	11° 25' v. d.
" " {	10° 39' s. š.	42° 9' s. š.	35° 54' s. š.	11° 26' j. š.	9° 48' s. š.	51° 38' s. š.
Úplné končí na {	138° 56' v. d.	121° 41' z. d.	15° 7' z. d.	90° 7' z. d.	47° 4' v. d.	173° 32' v. d.
" " {	25° 30' s. š.	16° 32' s. š.	71° 20' s. š.	22° 33' s. š.	21° 54' j. š.	24° 34' s. š.

	6. června 1891	20. října 1892	15. 16. dubna 1893	9. října 1893	11. ledna 1890	21. ledna 1898
Čas spojení v AR	4h 38m 0·2s	5h 34m 47·7s	2h 27m 1·7s	8h 12m 52·6s	10h 48m 13·4s	19h 37m 25·7s
Místo " "	4 57 37·5	13 43 15·2	1 39 28·3	13 1 45·1	19 31 31·4	20 18 32·9
Deklinace ☉	+23°37'58·0"	— 9°39'55·5"	+10° 8'28·4"	— 6°17'10·7"	—21°15'32·1"	—19° 6'26·9"
" ☉	+22 40 47·6	—10 41 55·7	+10 20 25·9	— 6 35 18·2	—21 47 20·1	—19 38 39·8
Změna AR ☉	35 59·4	27 1·2	33 56·6	28 17·3	38 5·6	36 55·9
" " ☉	234·7	222·1	219·1	218·0	242·8	237·8
Změna δ ☉	6 36·3	— 13 6·3	+ 16 37·6	— 14 50·9	+ 8 57·7	+ 11 34·0
" ☉	15·4	— 53·6	+ 52·9	— 57·0	+ 23·7	+ 34·5
Parallaxa ☉	57 32·0	54 1·8	60 40·0	55 55·3	60 3·9	60 11·7
" ☉	8·7	8·9	8·8	8·9	9·1	9·0
Poloměr ☉	15 42·2	14 44·8	16 33·5	15 15·8	16 23·7	16 24·4
" ☉	15 47·5	16 6·7	15 57·7	16 3·7	16 18·0	16 14·8
Začíná částečné	2h 3·4m	4h 15·0m	23h 57·5m	5h 35·5m	8h 0·5m	16h 45·9m
" úplné	3 52·3	6 36·2 střed	0 54·0	6 41·3	9 3·8	17 48·3
Končí " "	4 39·1	8 57·4	4 18·6	10 19·6	12 4·5	20 50·1
" částečné	6 28·0	8 57·4	5 15·1	11 25·4	13 7·8	21 52·7
Úplné počíná na {	170°37' v. d.	Zatmění část,	95°54' z. d.	172°58' v. d.	142°20' v. d.	9°38' v. d.
" " {	57°37' s. š.		36°29' j. š.	44°45' s. š.	15°18' s. š.	11°11' s. š.
Úplné končí na {	108°21' v. d.		28°21' v. d.	66°47' z. d.	109°47' z. d.	119°22' v. d.
" " {	67°22' s. š.		16°30' s. š.	11°38' j. š.	41°41' s. š.	45°49' s. š.

(zlatého čísla), obsahující 235 synodických měsíců čili 6939·69 dní.

**Příklady jiných zatmění.** Za cvičivo připojeny v tabulce nejprve elementy z r. 1882 jako ukázka podobnosti zatmění po 18 letech, pak souhlasná zatmění z r. 1880 a 1898, konečně devět dalších příkladů vybraných z posledních 20 let. Příklady pro minulý rok 1899 uvedeny jsou v citovaném již článku mém, jež uveřejnil „Posel z Budče“ v r. 1899 v čísle 22.—33.

## Zákryty.

Měsíc na své pouti zvěrokruhem ubírá se druhdy místy, kde dlí oběžnice nebo patrnější stálice, takže je zastře na nějakou dobu, způsobuje tak zákryt čili okkultaci.

**Podmínky zákrytu.** Značí-li v obr. 31. na str. 171. *S* stálici, *M* měsíc a *Z* zemi, nastane (nebo skončí) pro místo *A* na povrchu zemském zákryt, jestliže  $\angle MZS$  hová podmínce

$$\angle a + \pi * = r \odot + \pi \odot.$$

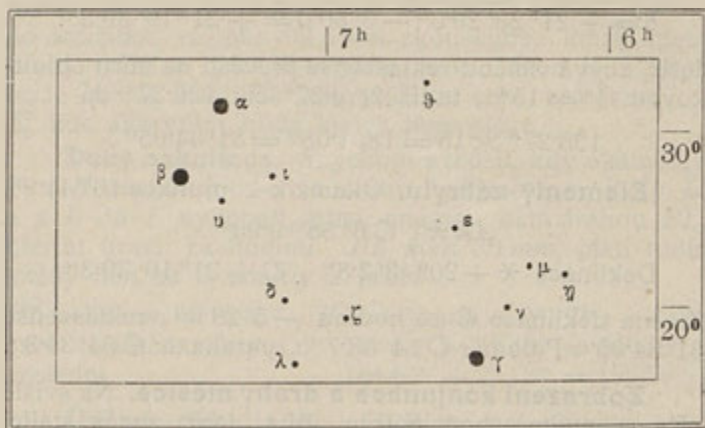
Hodnota  $\pi *$  pro nesmírnou vzdálenost stálice rovná se nulle, a proto vyloučíme-li ji, jest

$$\angle a = r \odot + \pi \odot.$$

Z toho zřejmo, že pro místo některé na zemi nastává zákryt, jeví-li se oku ve středu zemském umístěnému stálice od středu měsíce vzdálena na míru poloměru a parallaxy jeho, neboť kdyby pozorovatel, jenž z *A* vidí, že stálice kraje měsíce se dotýká, náhle do středu země se spustil, zřel by, že měsíc pojednou o svou parallaxu nad stálici se vyšvihl, že tedy vzdálenost středu jeho a stálice rovná se součtu poloměru a parallaxy měsíce.

Za ukázku vyvoleny tu zákryty hvězdy  $\zeta$  v souhvězdí Blíženců, jež pro svou vysokou polohu nad

rovníkem i viditelnost v měsících zimních dobře k tomu se hodí.



**Zákryt 30. srpna 1899.** Stálice ζ Blíženců má  $AR\ 6^h\ 58^m\ 9.93^s$ , deklinaci  $+20^\circ 43' 2.8''$ .

Měsíc 30. srpna musí mít touž rektascensi, aby byl v konjunkci a aby zákryt nastati mohl.

Rektascensi tu měl mezi 16. a 17. hodinou dle střed. času Pařížského, neboť měl

o 16 <sup>h</sup> ...	$AR\ \odot\ 6^h\ 56^m\ 41.76^s$ , $\delta\ +21^\circ 23' 29.3''$
o 17 <sup>h</sup> ...	$6\ 58\ 48.03$ , $+21\ 18\ 0.7$ , takže
pohyb v hodině činí	$+2^m\ 6.27^s$ — $5' 28.6''$ ,
za minutu	$+2.1045^s$ — $5.48''$ .

Okamžik konjunkce vypočteme, když vzdálenost měsíce od stálice změříme pohybem měsíce za minutu.

ζ má  $AR\ 6^h\ 58^m\ 9.93^s$

☾ o 16<sup>h</sup>  $6\ 56\ 41.76$

rozdíl  $88.17^s : 2.1045 = 41.9^m$ ,

což značí, že konjunkce nastala v  $16^h\ 41.9^m$  č. pař.



Měsíc změnil za tu dobu také svou deklinaci, a to o  $-5^{\circ}48' \times 41.9 = -3^{\circ}50'0''$ , takže bude míti v okamžik konjunkce

$$\delta = +21^{\circ}23'29.3'' - 3^{\circ}50'0'' = +21^{\circ}19'39.3''.$$

Ještě zbývá změnu rektascense převést na míru obloukovou.  $1^s = 15''$ , tudíž  $2^m 6.27^s$  čili  $126.27^s$  dá

$$126.27'' \times 15 = 1894.05'' = 31'34.05''.$$

**Elementy zákrytu.** Okamžik konjunkce  $16^h 41.9^m$

$$AR \star i \odot 6^h 58^m 9.93^s$$

Deklinace  $\star +20^{\circ}43'2.8''$ ,  $\odot +21^{\circ}19'39.3''$ .

Změna deklinace  $\odot$  za hodinu  $-5'28.6''$ , rektascense  $31'34.05''$ . Poloměr  $\odot 14'53.7''$ , parallaxa  $\odot 54'34.3''$ .

**Zobrazení konjunkce a dráhy měsíce.** Na svislé přímce mějme bod  $S$  (obr. 31.), jenž značí stálici  $\zeta$  Blíženců, ale zároveň též značí směr  $ZS$ , zkrácený v pouhý bod. Rozdíl deklinací  $\odot$  a  $\star$ , jenž činí tu  $36'36.5''$ , naměříme od  $S$  na sever, neboť měsíc, máje větší kladnou deklinaci, stojí nad stálicí v bodě  $L$ ;  $SL$  měří  $36.6\text{ mm}$ . Měsíc klesne za hodinu v deklinaci o  $5'28.6''$ ; naznačme tedy, oč klesne, v bodě  $A$  měrou  $5.5\text{ mm}$ ; že pak změní svou rektascensi na východ, učiníme v  $A$  kolmici na levo a naměříme na ni změnu rektascense, avšak v míře  $21^{\circ}$  rovnoběžky, kde  $1^{\circ}$  měří toliko  $0.9315^{\circ}$  rovníkového, takže

$31'34.1''$  čili  $1894.1'' \times 0.9315$  dá v míře rovníkové  $1764.4'' = 29'24.4''$ . Naměříme proto  $AB = 29.4\text{ mm}$ .

Spojíce  $L$  s  $B$  a prodloužíce obdržíme relativní dráhu měsíce.

Vidíme, že přímka  $LB$  nikde bodu  $S$  se nedotýká, že tedy ze středu země měsíc nad stálicí je viděti, ale nezapomínejme na účinek parallaxy měsíční, kteráž způsobuje, že měsíc zdánlivě polohu svou ke stálicí mění, měníme-li stanoviště na zemi.

Na počátku bylo již řečeno, že pro některé místo na zemi nastane možnost zákrytu, octne-li se měsíc od stálice na míru součtu své parallaxy a svého poloměru. Součet tento činí zde  $69' 28' 0''$ ; proto vzavše do kružítka rozměr  $69.5\text{ mm}$  zkoušejme, která místa dráhy měsíce podmínce této hová. Jsou to  $P$ , kde bude první okamžik zákrytu na celé zeměkouli, a  $K$ , kde zákrytům bude konec nejpozději.

**Doby okkultace.** Abychom zvěděli, kdy okamžiky  $P$  a  $K$  nastanou, měřme dráhu, již měsíc z  $P$  do  $L$ , a z  $L$  do  $K$  vykonati musí, známou nám dráhou  $BL$ , kterou urazí za hodinu.  $BL$  měří  $30\text{ mm}$ , platí tudíž každý  $\text{mm}$  za 2 minuty a proto

$PL = 53\text{ mm} = 1^{\text{h}} 46^{\text{m}}$ ,  $KL = 66\text{ mm} = 2^{\text{h}} 12^{\text{m}}$ ; i bude první okamžik zákrytu o  $16^{\text{h}} 42^{\text{m}} - 1^{\text{h}} 46^{\text{m}} = 14^{\text{h}} 56^{\text{m}}$ , poslední  $16^{\text{h}} 42^{\text{m}} + 2^{\text{h}} 12^{\text{m}} = 18^{\text{h}} 54^{\text{m}}$ .

**Území okkultační.** Hledíce na obrazec nahore (obr. 31.) pomysleme sobě, že bychom dívali se se stálice na zemi právě v okamžik, kdy zákryt nastává; i zdálo by se nám, že kraj měsíce kraje země se dotýká. Učiňme tedy kol  $P$  kružnici o poloměru  $r_{\odot} = 14.9\text{ mm}$  a veďme, ježto  $S$  i střed země  $Z$  značí, kolem  $S$  kružnici, aby měsíce se dotýkala — ta bude obrysem země, měřící v průměru  $2\pi\odot$ . Veďme dále tečné ke kružnicím  $P$  a  $K$  rovnoběžně s relativní dráhou měsíce, i obdržíme tak pás zšíří průměru měsíce, jehož meze jsou na severu  $G'H'$ , na jihu  $G''H''$ . Meze tyto ohraničují území okkultační, jež spadá na severní půli zemskou, severněji na straně západní, jižněji na východní. Země je točnou  $T$  ke stálici přikloněna; že pak leží v páse okkultačním, jest nejsevernějším hraničním bodem  $90^{\circ}$ ; nejj jižnějším jest  $H$ , ležící na  $12''$  sev. šířky. Bylo by možno i ostatních bodů polohy najíti, jako hledají se u zatmění slunce, ale neděje se tak; uvádějí se jen meze nejzazší. Tu je na místě upozorniti, že někdy nákres zdánlivě s výpočtem se neshoduje. To je tehdy, kdy

pásma okultační skoro vodorovně se bere a při velké deklinaci stálice přetíná poledník konjunkční na místě severnějším nebo jižnějším, než jsou meze na obvodě. Tak na př. Saturnus pro 27. leden 1900\*) na nákrese ukazuje místa krajová  $+21^0$  a  $-20^0$ , kdežto dle letopisů má míti  $+21^0$  a  $-37^0$ . Ale jižní mez přetíná poledník konjunkční v místě, jež na obvod přeneseno dává  $15^0$ , t. j. má o  $14^0 30'$  jižnější deklinaci než S (Saturnus); že ten má onoho dne deklinaci  $-22^0 27'$ , má onen bod zeměpisnou šířku

$$-22^0 27' - 14^0 30' = -36^0 57'.$$

**Vrcholení poledníku konjunkčního.** Je-li vyšetřiti, kde měsíc v době zákrytu vrcholí, jest třeba znáti rektascensi slunce. Ta jest

30. srpna  $10^h 34.3^m$

31. „  $10^h 37.8^m$ , o  $16^h 41.9^m$  asi  $10^h 36.7^m$ .

Rektascense měsíce a stálice je  $6^h 58.2^m$ , jest tedy měsíc o  $3^h 38.5^m$  západněji než slunce. Vrcholí-li slunce o polednách v Paříži, vrcholí o  $16^h 41.9^m$  času Pař. na východ o  $7^h 18.1^m$  čili o  $109^0 32'$ , za to měsíc o  $3^h 38.5^m$  čili  $54^0 37'$  západněji stojící vrcholí nad poledníkem  $109^0 32' - 54^0 37' = 54^0 55'$  vých. délky. V místním poledníku objevila se stálice  $\zeta$  Blíženců toho dne vždy o  $3^h 38.5^m$  dříve, tedy o  $20^h 21.5^m$ .

**Viditelnost zákrytu v Praze.** Spadá-li Praha v území okultační, bude zákryt v Praze viděti; v jaké

\*) Elementy tohoto zákrytu lze vypočísti z tohoto:

Saturnus 27. ledna AR  $18^h 2^m 47.99$ ,

„ 28. „ 18 3 14 52

$$\delta - 22^0 27' 16.4'' \left. \begin{array}{l} \\ - 22 \ 27 \ 15.1 \end{array} \right\} r \ 7.1'', \pi \ 0.8'',$$

měsíc 27. ledna v  $19^h$  AR  $18^h 0^m 31.88s$ ,

„ „ „ 20 18 3 4.76

$$\delta - 22^0 29' 1.2'' \left. \begin{array}{l} \\ 22 \ 25 \ 47.7 \end{array} \right\} r \ 16' 10.6'', \pi \ 59' 18.5''.$$

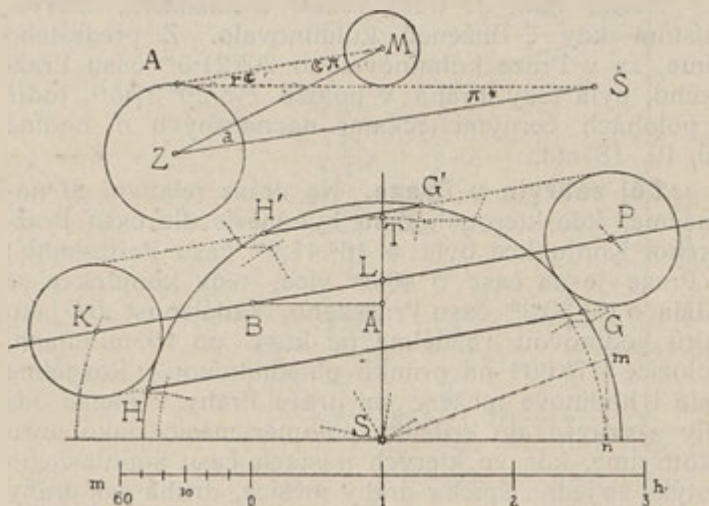
z čehož následuje pohyb  $\odot$  v AR  $38' 13.2''$ , v  $\delta + 3' 13.5''$

$$\frac{1}{2} \quad \text{„} \quad 16.5 \quad \text{„} \quad + \quad 0.05''..$$

míře a ve které době, lze dopátrati se dosti jednoduchou konstrukcí.

Mějme za to (obr. 32.), že se stálice patříme na zemi a na měsíc. Kdykoli které místo octne se za měsícem, nevidíme ho, až zase jinde se vynoří. Za to kdykoli které místo na zeměkouli octne se za měsícem, skryje se mu stálice, až by zase vyšlo.

Můžeme-li tedy vyšetřiti, kdy Praha za měsíc se skryje a kdy vyjde, můžeme též udati, kdy Pražané uvidí hvězdu skrývati a objeviti se.



Obr. 31.

**Zobrazení dráhy Prahy.** Nejprve jest nám zobraziti dráhu Prahy, jak jeví se na polokouli stálicí osvětčované. Stálice má deklinaci  $+20^{\circ}40'$ .

Učiňme tudíž poloměrem rovným parallaxe polokruh značící severní polokouli, ke hvězdě obrácenou, a vedle průmět jiný, pohled se strany, aby viděti bylo, že země severní točnou ke hvězdě přikloněna je o  $20^{\circ}40' = \delta \times$ .

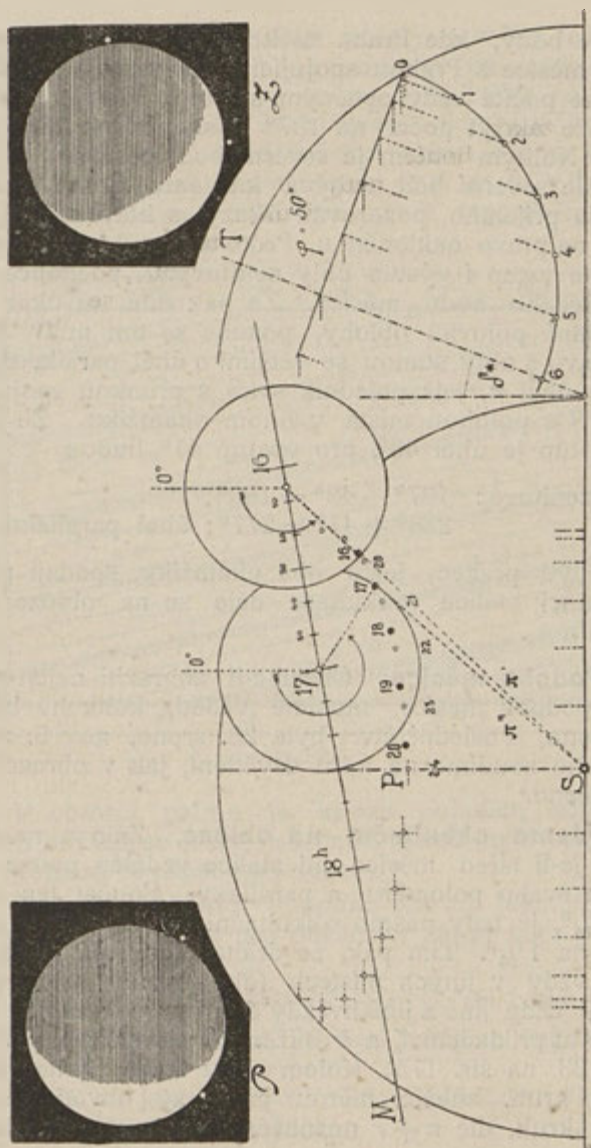


Od točny  $T$  odměřme  $40^0$ , a kolmicí na osu zemskou naznačme 50. rovnoběžku severní, na níž Praha leží. Majíce ji na hodiny rozdělití, mysleme si rovnoběžný kruh sklopen, obvod na  $4 \times 6$  dílů rozdělen a průměty dílů opět na rovnoběžku nanesený. Přeneseme-li oddíly ty na přímku  $S \times$  a vedeme-li kolmice, obdržíme přetětím spojnic místa, udávající nám polohy Prahy v pořadě ellipsovitém, jež označeny jsou prázdnými kroužky, ze kterých některé číslovány jsou, což značí, že v oněch místech byla Praha ve  $24^h$ ,  $23^h$ ,  $22^h$  atd. času středního Pražského.

Avšak nám je třeba vědět i naznačiti, kterým místům kdy  $\zeta$  Blíženců kulminovalo. Z předešlého víme, že v Praze kulminovalo o  $20^h 21.5^m$  času Pražského, byla tedy Praha v poloze  $P$  o  $20^h 21.5^m$ , tudíž v polohách černými tečkami naznačených o hodině 20, 19, 18 atd.

**Děj zákrytu v Praze.** Na dráze relativní  $M$  naznačme, kde kterou hodinu byl měsíc dle času Pražského. Konjunkce byla o  $16^h 41.9^m$  času Pařížského; v Praze je na čase o  $48.3^m$  více, tedy konjunkce se udála o  $17^h 30.2^m$  času Pražského. Vzdálenost  $BL$  jako míru hodinovou rozdělme na kusy po 10 minutách, položíce  $17^h 30^m$  na přímku poledníkovou. Rozdělme dále i hodinové mezery na dráze Prahy v menší oddíly a vzavše do kružítko poloměr měsíce jako míru zkoušejme, kde ve kterých místech času souhlasného dotýká se jedna špička dráhy měsíce, druhá pak dráhy Pražské. I vidíme, že okamžiky ty jsou mezi  $16^h$  a  $16^h 10^m$  poprvé, pak u  $17^h$  naposled. Z toho soudíme, že stálce skryla se za měsíc asi v  $16^h 6^m$  a že se vynořila o  $17^h$  času Pražského.

**Místa na obvodě měsíčním.** Z obrazců (na obr. 32.) připojených vidíme, že stálce vynoří se z kraje neosvětleného, i bývá dobře určitě vědět, kde se vynoří. Též to z obrazce může patrně býti. Učiňme jako v obrazci 32. poloměrem měsíce kružnice, vedme nejprve nahoru svislé přímky a pak spojme se středem



Obr. 32.

měsíce body, kde Praha na kraji se ocituje. Přímkou střed měsíce s Prahou spojující svírá se svislou úhel, jenž se počítá vždy opačným směrem hodinek a ukazuje, že zákryt počal na  $137^\circ$  a skončil na  $236^\circ$  obvodu. Nulltým bodem je severní bod měsíce.

Ale severní bod nebývá každému určitě znám, aniž je příjemno pozorovati úkazy s hlavou na levo nebo na pravo nakloněnou. Proto místo úhly polovými měříme vstup i výstup úhly zenitovými, počítajíce od nejhořejšího bodu měsíce. Že pak udá se úkaz na východní polovici oblohy, posune se tím nulltý bod na pravo a úhly stanou se většími o úhel parallaktický t. j. o úhel  $\pi$ , jejž poledník svírá s přímkou spojující střed  $S$  s polohou místa v onom okamžiku. Že pak pro vstup je úhel  $43^\circ$ , pro výstup  $41^\circ$ , budou

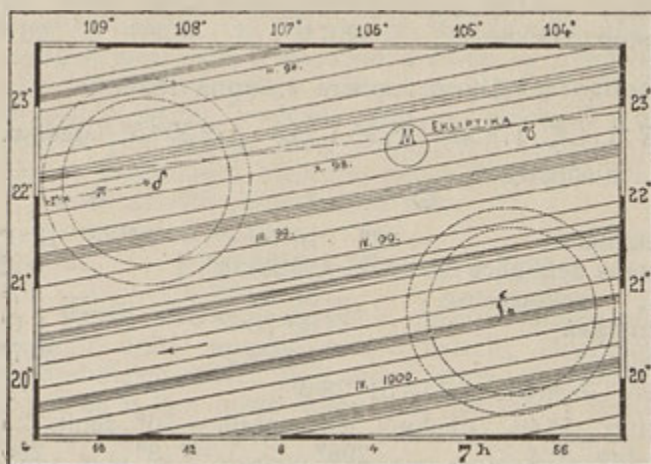
$$\begin{aligned} \text{úhly zenitové: } 137^\circ + 43^\circ &= 180^\circ, \\ 236^\circ + 41^\circ &= 277^\circ; \text{ úhel parallaktický} \end{aligned}$$

musí býti přičten, ježto oba okamžiky spadají před kulminaci stálice (okkultace děje se na obloze východní).

**Podoba měsíce.** Chceme-li zobraziti nejen děj, ale i podobu měsíce, musíme věděti, kolik ho bude osvětleno. Poslední čtvrt byla 28. srpna, nov 5. září, a z toho soudíme na míru osvětlení, jak v obrazci je naznačeno.

**Pásmo okkultační na obloze.** Zákryt nastati musí, je-li střed měsíce od stálice vzdálen pouze na součet svého poloměru a parallaxy. Součet ten činí asi  $1\frac{1}{4}^\circ$ , je tedy pásmo okkultační obapol dráhy měsíčné na  $1\frac{1}{4}^\circ$ . Tím pak, že dráha měsíčná seče ekliptiku vždy v jiných místech (dle postupu uzlů), přicházejí vždy jiné a jiné hvězdy do pásma okkultačního. Budiž tu příkladem  $\zeta$  a  $\delta$  Blíženců v letech 1898-1900. (Obr. 33. na str. 175). Kolem obou stálic naznačen je vnitřní kruh, značící měrou parallaxy obvod země, vnější kruh, dle  $\pi + r$  naznačený, je mezi okkultac.

Okkultace těchto hvězd počaly u  $\star \delta$  v lednu a v únoru 1898, byly viditelné nejprve na severní polokouli, pak na obou, v únoru 1899 toliko na jižní. V březnu 1899 udála se poslední okkultace hvězdy  $\delta$ , při čemž ještě střed měsíce oboru  $\star \zeta$  se nedotekl; v dubnu však opuštěn obor  $\star \delta$ , za to  $\star \zeta$  octla se v pásmu okkultačním, jež opustí teprve koncem září 1900.



Obr. 33.

V obrazi patrné je, kterak pořadem hustěji a řidčeji střídají se dráhy měsíční i kterak uzel sestupný od východu k západu postupuje.

**Zákryty oběžnic.** Podobné zákony jako pro zákryty stálic platí též pro oběžnice, jen že jako při zatmění částečném jest

$$\angle a = \pi \odot - \pi \ominus + r \odot + r \ominus, \text{ při čemž}$$

sluší podotknouti, že při rýsování můžeme nepatrných hodnot  $r \ominus$  a  $\pi \ominus$  opominouti.

Stůjte tu jako cvičivo některé příklady okkultací z dob minulých i budoucích.



1. Zákryt  $\alpha$  Panny 22. března 1894.\*  $AR$   $13^h 19^m 38.06$ ,  $\delta - 10^\circ 36' 42.3''$  $\odot \pi$   $57' 13''$   $r = 15' 36''$ Měsíc  $\circ$   $15^h AR$   $13^h 17^m 57.29$ ,  $\delta - 9^\circ 21' 3.0''$   
 $16^h$   $13 19 56.83$ ,  $- 9^\circ 36' 11.0$ (Pro Paříž,  $\varphi + 48^\circ 50' 2''$  :Vstup  $16^h 19^m$ , úhel pol.  $123^\circ$ , parall.  $- 30^\circ$ , zenit.  $93^\circ$ výstup  $17^h 28^m$ , „ „  $297^\circ$ , „  $- 36^\circ$  „  $261^\circ$ )

## 2. Zákryt Jupitera 7. srpna 1889.

 $AR$   $\Upsilon$  i  $\odot$   $17^h 55^m 13.79^s$ ; čas  $\odot$   $7^h 50^m 5^s$  Greenw.

Elementy:

	$\odot$	$\Upsilon$
Deklinace	$- 22^\circ 16' 59.4''$	$- 23^\circ 23' 13.0''$
Změna deklinace	$- 3' 36.9''$	$- 0.28''$
„ rektascense	$+ 39' 32.7''$	$- 8.7''$
Parallaxa	$60' 26.7''$	$2.0''$
Poloměr	$16' 29.9''$	$20.7''$

(Pro Greenwich,  $\varphi + 51^\circ 28' 6''$  :Vstup  $7^h 4^m$ , úhel pol.  $41^\circ$ , parall.  $- 16^\circ$ , zenit.  $25^\circ$ výstup  $8 1$ , „ „  $298^\circ$ , „  $- 8^\circ$ , „  $290^\circ$ )

## 3. Zákryt Saturna 3. září 1900.

 $AR$   $\tau$  i  $\odot$   $17^h 53^m 13.3^s$ , čas  $\odot$   $7^h 34.7^m$  času Greenw.

Elementy:

	$\odot$	$\tau$
Deklinace	$- 21^\circ 30' 56.1''$	$- 22^\circ 36' 20.3''$
Změna deklinace	$+ 2 16.7$	$- 0.4$
„ rektascense	$+ 35 19.2$	$+ 0.03$
Parallaxa	$57 13.6$	$0.9$
Poloměr	$15 37.2$	$7.9$

(Pro Greenwich :

Vstup  $7^h 16^m$ , úhel pol.  $128$ , parall.  $- 2^\circ$ , zenit.  $126$ výstup  $8^h 11^m$ , „ „  $217$  „  $- 11^\circ$ , „  $206$

Pro Prahu,  $\varphi + 50^{\circ}$ , čas o  $+ 57.6$  než v Greenw.:  
 Vstup  $8^h 45^m$ , úhel. pol.  $144^{\circ}$  parall. —  $16^{\circ}$  zenit.  $128^{\circ}$   
 výstup  $9\ 18.5$ , „ „  $196^{\circ}$  „ —  $21^{\circ}$  „  $175^{\circ}$ ).

## Přechody Merkura a Venuše.

Jako přechází při zatmění slunce měsíc přes lesklý kotouč sluneční, tak též ob čas Merkur a Venuše objevují se mezi zemí a sluncem a šinou se zdánlivě po něm jako černá tečka. Úkaz ten sluje **přechodem** (transit, passage). Poněvadž podmínky přechodů u obou oběžnic jsou stejné, budiž promluveno nejprve o hojnějších přechodech Merkura, načež přičiněno bude, co o Venuši zvláště pamětihodno jest.

### Přechody Merkura.\*)

**Vznik.** Merkur na svém oběhu dvakrát projde rovinou dráhy zemské, a to v uzlech; abychom jej před sluncem viděli, je k tomu nutno, aby země nalézala se v tom místě dráhy své, jež leží v prodloužené přímce spojující slunce s Merkurem. Přechod nastane tedy, je-li Merkur v dolním sousluní a zároveň v uzlu. Ač uzly Merkurovy se pohybují, přece pohyb jich činí za 100 let toliko  $1^{\circ} 11' 4.30''$  takže můžeme směle tvrditi, že spadají v touž končinu prostoru světového, a to tam, kde slunce v ekliptice kolem 7. května a 9. listopadu dlí, i lze přechody Merkura jen v těch dobách čekat.

**Podmínky přechodu.** Značí-li v obr. 34. na str. 178. S slunce, M Merkura, Z zemi, E a F pak místa povrchu zemského, vidí pozorovatel v E vnější styk Merkura se sluncem tenkrát, když úhel SEM je roven součtu poloměrů slunce a Merkura, tedy když

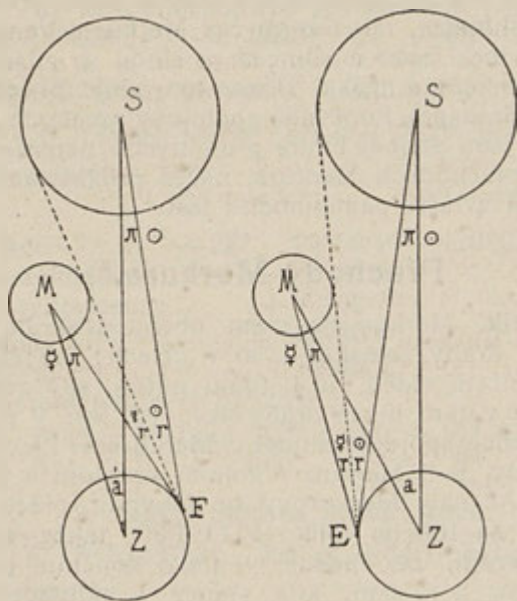
$$\angle SEM = r_{\odot} + r_{\text{☿}}.$$

\*) Viz „Besedy Učitelské“ ročník 1898. č. 45. 46.

Ale i pozorovatel v  $F$  vidí vnější styk, když

$$\angle SFM = r_{\odot} + r_{\text{☿}}.$$

Za to pozorovatel ve středu země  $Z$  vidí v každém případě úhel  $SZM$  jinak. Poprvé jeví se mu jako úhel  $a$ , podruhé jako úhel  $a'$ .



Obr. 34.

**Míra elementů.** Úhel  $a$  a  $a'$  lze vyjádřiti hodnotami ostatních úhlů, jež tam vidíme. Jsou to předně zdánlivý poloměr slunce  $r_{\odot}$  a Merkura  $r_{\text{☿}}$ , pak ještě zdánlivé poloměry zemské měřené se slunce a s Merkur, parallaxy  $\pi_{\odot}$  a  $\pi_{\text{☿}}$ . Z měřictví víme, že součet temenících úhlů v  $M$  a  $Z$  rovná se součtu úhlů v  $S$  a  $F$ , pak že  $M + E = S + Z$ .

I jest

$$\begin{aligned} \star M + E &= S + Z \text{ čili } \pi \odot + r \varphi + r \odot = \pi \odot + a, \\ \star M + Z &= S + F \text{ „ } \pi \varphi + a' = \pi \odot + r \odot + r \varphi. \end{aligned}$$

Z toho jde pak po náležitém seřadění

$$\begin{aligned} \star a_e &= r \odot + r \varphi - \pi \odot + \pi \varphi, \\ \star a'_e &= r \odot + r \varphi + \pi \odot - \pi \varphi. \end{aligned}$$

To jsou hodnoty pro vnější (externí) styk (kontakt); hodnoty pro styk vnitřní (interní)  $a_i$  a  $a'_i$  byly by jiné. Myslíme-li si úhel  $r \varphi$  do vnitř na  $r \odot$  překlopen, vzniká pak v  $E$  a v  $F$  úhel  $r \odot - r \varphi$ , takže pro

$$\begin{aligned} \star a_i &= r \odot - r \varphi - \pi \odot + \pi \varphi, \\ \star a'_i &= r \odot - r \varphi + \pi \odot - \pi \varphi. \end{aligned}$$

Poněvadž ani jedna z těch čtyř hodnot  $a$  i  $a'$  s druhou nesouhlasí, je zřejmo, že úkazy pro  $E$  nestanou se v touž chvíli také v  $F$ .

**Míra úhlu  $\alpha$ .** Vezměme elementy z listopadového přechodu r. 1894, posledního v tomto století.

Tehdáž byl

$$\begin{array}{ll} r \odot & 971.8'' \\ r \varphi & 4.9'' \end{array} \qquad \begin{array}{ll} \pi \odot & 8.95'' \\ \pi \varphi & 13.09'' \end{array}.$$

Parallaxa Merkura je větší, poněvadž s Merkura zemi bližšího je zemi také větší viděti nežli se slunce.

I jest pro místo  $E$

$$\begin{array}{rcl} r \odot & 971.8'' & \\ \pi \varphi & 13.09 & \\ \pi \odot & - 8.95 & \\ \hline & 975.94' & \\ \pm r \varphi & 4.9 & \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{rcl} \text{hodnota pro } a_e & 980.84'' & \\ a_i & 971.04 & \end{array}$$

pro místo  $F$

$$\begin{array}{rcl} & 971.8'' & \\ - & 13.09 & \\ + & 8.95 & \\ \hline & 967.66'' & \\ & 4.9 & \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{rcl} & 972.56'' & \\ & 962.76 & \end{array}$$





Okamžik sousluní v rektascensi  $6^h 54^m 47.1^s$  stř. č. Green.

Deklinace  $\odot$  —  $17^\circ 14' 6.5''$ ,  $\ominus$  —  $17^\circ 18' 58.9''$

změna deklinace  $+$  1 45.1 — 41.7

„ rektascense — 3 6.9  $+$  2 31.8

Elementy praví:

Střed slunce a Merkura octly se nad sebou v témž poledníku v  $6^h 54.8^m$  na večer; slunce i Merkur byly na 17. jižní rovnoběžce světové, při čemž Merkur blížil se rovníku, slunce klesalo pod rovník. Merkur pohyboval se mezi stálicemi od východu k západu (měl běh zpáteční), kdežto slunce — jako vždy — přímý.

V čas sousluní byl Merkur na —  $17^\circ 14' 6.5''$ ,

slunce na —  $17^\circ 18' 58.9''$

byl tedy Merkur nad sluncem o  $4' 52.4'' = 292.4''$ .

Proto na svislé přímce, na níž bod  $S$  jako střed slunce libovolně si zvolíme, učiníme nad  $S$   $29\frac{1}{4} mm$  výše  $M$  jako polohu Merkura v sousluní.

Ohtějíce další pohyb naznačiti, rozčleňme šikmou dráhu opět ve vodorovnou a svislou, jako při zatměních.

Merkur mění deklinaci tak, že mu záporné ubude každou hodinu  $1' 45.1''$  t. j. bude o to výše, kdežto slunce v téže době sníží se o  $41.7''$ , takže po hodině bude svislá vzdálenost obou středů

$$1' 45.1'' + 41.7'' = 2' 26.8'' = 146.8''.$$

Protože o to Merkur bude výše nad sluncem, naznačíme bod  $A$  nad  $M$  o  $14.7 mm$ .

Merkur zaběhne na západ v hodině o  $3' 6.9''$ , slunce na východ o  $2' 31.8''$ , tedy středy obou těles budou po hodině od sebe  $5' 38.7'' = 338.7'$  vzdáleny. Ale  $338.7''$  v míře obloukové, jak na  $17^\circ 12'$  se jeví; tam je  $1^\circ$  roven jen  $0.95528^\circ$  poledníkového, tedy bude

$$AB \ 338.7'' \times 0.95528 = 323.55''.$$

Naznačme na kolmici v  $A$  postavené na západ u vzdálenosti  $32.4 mm$  bod  $B$ , i bude  $MB$  drahou, již Merkur v následující hodině urazí. Prodloužíme-li úsečku tu na obě strany, obdržíme t. zv. relativní dráhu Merkura.



$CS$  vypočteme z úměry  $CS:MS=AB:MB$

$$CS = \frac{292.4 \times 323.55}{355.29} = 266.28'';$$

$CM$  z úměry  $CS:MS=AM:MB$

$$CM = \frac{292.4 \times 146.8}{355.29} = 120.81''.$$

Z toho, že  $MB=60$  minutám, vypočteme

$$\text{dle } \frac{MC \times 60}{MB}, \text{ že } MC = \frac{120.81 \times 60}{355.29} = 20.4^m, \text{ t. j.}$$

že střed přechodu jest  $20.4^m$  před spojením v  $AR$ , tedy  
v  $6^h 54.8^m - 20.4^m = 6^h 34.4^m$ .

Úsečky  $CK=CZ$ , jež jsou přeponami pravoúhlých trojúhelníků, vypočteme ze

$SZ^2 - CS^2 = CZ^2$ , kde  $CZ = \sqrt{944395.24 - 70905.04} = 934.6''$   
což na čas přepočteno dá

$$\frac{934.6 \times 60}{355.29} = 157.83^m = 2^h 37.8^m.$$

Jest tedy počátek v  $6^h 34.4^m - 2^h 37.8^m = 3^h 56.6^m$ ,  
konec v  $6^h 34.4^m + 2^h 37.8^m = 9^h 12.2^m$ .

Tím vypočetli jsme vše, co souvisí s přechodem Merkura, hledíme-li naň ze středu země; zbývá jen buď počtem trigonometrickým nebo úhloměrem určit, na kterém místě obvodu slunečního Merkur do slunce vstoupí a kde je opustí. Úhloměr udává, počítáme-li úhly od  $AS$  na obě strany, že vstup bude na  $99^\circ$ , výstup na  $50^\circ$  obvodu, počítaje od severního bodu slunečního.

**Přesné výsledky pro různá místa.** Výsledky vypočítané platí pro hodnotu  $a_0 = 971.8'' = SZ = SK$ . Avšak míra úhlu  $SZ$  je čtvera, a to:

$$\text{pro vnější styk } \left\{ \begin{array}{ll} \text{na počátku v } E \\ \text{na konci v } H \end{array} \right\} 980.84'' = a'_e$$

$$\left\{ \begin{array}{ll} \text{na počátku v } F \\ \text{na konci v } G \end{array} \right\} 972.56'' = a_e$$



$$\text{pro vnitřní styk} \left\{ \begin{array}{l} \text{na počátku v } E \\ \text{na konci v } H \end{array} \right\} 971.04'' = a_i$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{na počátku v } F \\ \text{na konci v } G \end{array} \right\} 962.76'' = a_i$$

Tu potom i míry pro SZ budou čtvery; ze známé odvěsny  $CS = 266.28''$  a ze známých přepon

980.84'', 972.56'', 971.04'', 962.76'' obdržíme odvěsny 943.7 '' 935.0 '' 933.2 '' 924.4 '' jež v časečíní 159.4<sup>m</sup> 157.9<sup>m</sup> 157.6<sup>m</sup> 156.1<sup>m</sup>.

Připočítáním a odčítáním těchto hodnot k době středu průchodu obdržíme body vnějších i vnitřních dotyků v mezních místech. I byl

#### vnější styk

pro  $E$  a  $H$

pro  $F$  a  $G$

$$\begin{array}{r} 6^h 34.4^m \\ + 2 \quad 39.4 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 6^h 34.4^m \\ + 2 \quad 37.9^m \end{array}$$

$$\begin{array}{r} v E 3^h 55.0^m \\ v H 9^h 13.8^m \end{array}$$

$$\begin{array}{r} v F 3^h 56.5^m \\ v G 9^h 12.3^m \end{array}$$

#### vnitřní styk

pro  $E$  a  $H$

pro  $F$  a  $G$

$$\begin{array}{r} 6^h 34.4^m \\ + 2 \quad 37.6 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 6^h 34.4^m \\ + 2 \quad 36.1 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} v E 3^h 56.8^m \\ v H 9^h 12.0^m \end{array}$$

$$\begin{array}{r} v F 3^h 58.3^m \\ v H 9^h 10.5^m \end{array}$$

Čísla ta praví:

1. v  $E$  je viděti, že Merkur dotekl se vně slunce o 3<sup>h</sup> 55.0<sup>m</sup> a o 3<sup>h</sup> 56.8<sup>m</sup> úplně ponořil se do slunce;
2. v  $F$  viděli Merkura dotknouti se vně o 3<sup>h</sup> 56.5<sup>m</sup>, vnitř o 3<sup>h</sup> 58.3<sup>m</sup>;
3. v  $G$  viděli Merkura po přechodu při vnitřním kraji slunce o 9<sup>h</sup> 10.5<sup>m</sup> a při vnějším o 9<sup>h</sup> 12.3<sup>m</sup>;
4. v  $H$  viděli po přechodu Merkura vnitř o 9<sup>h</sup> 12.0<sup>m</sup> a vně o 9<sup>h</sup> 13.8<sup>m</sup>.

Z toho soudíme, že

1. *E* bylo první místo na zemi, jež styk Merkura vidělo, *H* pak vidělo styk po přechodu nejposléze;
2. v *F* viděli první styk jen o  $1.5^m$  později než v *E*, ač místa ona leží na opačné straně zeměkoule; v *G* viděli poslední styk jen o  $1.5^m$  dříve než v *H*, ač jsou také skoro na celý průměr zemský vzdálena. Z toho je patrné, že přechod Merkura a souhlasné při něm zjevy je viděti skoro najednou na celé polokouli sluncem ozářené, že tedy úkaz ten je tak objektivním jako zatmění měsíce.

**Poloha míst *E*, *F*, *G*, *H*.** Místa *Z* a *K* jsou místa na obvodu slunečním, ale jeví souhlas s některými místy na zeměkouli, jež jsme *E*, *F*, *G*, *H* pojmenovali; jen sluší nespustiti se zřetele, že místa ona neocitují se na obvodě zemském najednou, nýbrž dle času *E* nejdříve, pak *F*, pak za pět hodin *G*, potom *H* na zcela jiném obvodě ozářené polokoule.

Pro toho, kdo ze středu země by se díval a jemuž by splýval kraj sluneční s krajem země, splýnulo by *Z* s *E*. Poloha *Z* úhloměrem měřená jest  $99^\circ$ , tedy  $9^\circ$  pod rovníkem, ale nařídíme-li globus, aby bodem deklinačním byl nejvýše ( $\delta \odot$  toho dne —  $17^\circ 20'$ ), přesvědčíme se, že  $9^\circ$  obzorníka probíhá as  $8^\circ 30'$  j. šířky. \*) Že pak *F* leží na protější straně zeměkoule, má  $8^\circ 30'$  šířky severní. Bod *K* splývá s bodem *H*; *K* je odchýleno od kolmice  $50^\circ$ , byla by šířka jeho  $+40^\circ$ , ale z příčin uvedených měří toliko as  $38^\circ 30'$ , takže bod *H* má  $+38^\circ 5'$  zem šířky, bod *G* —  $38^\circ 5'$  š.



Obr. 36.

\*) Jak při zatměních uvedeno, počítá se úhel nejprve úhel ZSC, pak CSM, jež zde činí  $98^\circ 36'$ ; z úhlu  $8^\circ 36'$  vypočte se pak  $\varphi'$ , z toho  $\varphi$ . To činí pro *E* —  $5^\circ 22'$  a —  $8^\circ 13'$ , *F*  $+8^\circ 15'$  a  $+5^\circ 5'$ , *G* —  $38^\circ 29'$  a —  $38^\circ 20'$ , *H*  $+38^\circ 22'$  a  $+38^\circ 13'$ .

Zeměpisné délky odhadujeme jako u zatmění. Vědouce, že 10. listopadu je rovnice časověná —  $16^m$ , přičteme k dobám hlavních přechodových dějův  $16^m$ , i bude: pro  $E$   $4^h 11^m$ , pro  $F$   $4^h 12.5^m$ , pro  $G$   $9^h 28.3^m$ , pro  $H$   $9^h 29.8^n$ . Známe-li pravý čas, můžeme určit, na kterém stupni délkovém slunce vrcholí. Jsou to pořadem poledníky  $62^\circ 45'$ ,  $63^\circ 7'$ ,  $142^\circ 5'$  a  $142^\circ 27'$  západně Greenwiche.

Jsou-li dále známy denní polooblouky, jež toho dne činí

na  $85^\circ$  šířky severní  $87^\circ$ , jižní  $93^\circ$ ,  
na  $38.5^\circ$  „ „  $76^\circ$  „  $104^\circ$ , určíme zeměpisnou délku míst takto:

$E$ , kde slunce zapadá, leží o  $93^\circ$  od poledníka

—  $62^\circ 45'$  na východ, má tedy délku  
 $93^\circ - 62^\circ 45' = 30^\circ 15'$  východně Greenwiche;

$F$ , kde slunce vychází, leží od poledníka —  $63^\circ 7'$  na západ, a má délku —  $63^\circ 7' - 87^\circ = -150^\circ 7'$  t. j.  $150^\circ 7'$  západní délky Green.,

$G$  má délku —  $142^\circ 5' + 104^\circ = -38^\circ 5'$ ,

$H$  „ „ —  $142^\circ 27' - 76^\circ = -218^\circ 27'$ .

Výsledky tyto málo liší se od přesných, kde

$E$  má délku  $+30^\circ 15'$  a šířku  $-8^\circ 22'$ ,

$F$  „ „ —  $150^\circ 9'$  „ „  $+8^\circ 15'$ ,

$G$  „ „ —  $38^\circ 4'$  „ „ —  $38^\circ 20'$  a

$H$  „ „ —  $218^\circ 29'$  „ „  $+38^\circ 13'$ .

Délky míst  $E$  a  $F$ , pak  $G$  a  $H$  liší se skoro o  $180^\circ$ .

**Mapa přechodu.** Mapu přechodu Merkurova lze nejlépe zhotoviti dle globu, na němž učiníme křídou mezní kruhy při deklinaci —  $17^\circ$ , poprvé při vrcholení —  $63^\circ$ , podruhé při —  $142^\circ$  poledníka. Lze tedy mapu přechodu jako zatmění měsíčního znázorniti na polokoulích, při čemž je patrné, že v polích krajních leží místa, jež vidí část přechodu; v poli prostředním vidí

přechod celý, v zadním přechod děje se po slunce západu. Je-li mapa hotovena v projekci Merkatorově, pak kruhy obzorové mění se ve vlnovky.

**Míra přechodu** udává se nejmenší vzdáleností středů obou těles; zde  $CS = 266 \cdot 28'' = 4' 26 \cdot 3''$ .

**Kdy přechody se opakují?** Oběh Merkurův trvá 87·969258 dní, oběh země 365·256374 dní; když tedy jistý cyklus oběhů Merkurových rovná se jinému cyklu oběhů země, nastává nový přechod.

**Lhůty přechodů Merkurových.** Přechod může udáti se jen tehdy, když Merkur jsa v uzlu octne se zároveň v dolním sousluní. Znajíce polohu uzlů jeho,  $47^\circ$  a  $227^\circ$ , pátrejme, kdy země v těch končinách bývá; je to počátkem listopadu a května.

**Meze možnosti přechodu.** Nejjistší je zajisté přechod, stojí-li země v sousluní přímo proti uzlům; ale že dráha Merkurova má malý sklon, je možným přechod i na blízku uzlu. Nejkrainější mezi jest, když Merkur od slunce vzdálen jest na největší míru svrchu uvedené vzdálenosti  $SZM^*$ ), ač pak plocha kruhu slunečního poskytuje přechodu místa nejvíce.

Při poměrně málo proměnlivém průměru slunce naskytají se v listopadu příznivější podmínky přechodům, neboť tu je Merkur slunci blíže.

**Meze přechodů v listopadu.** V tu dobu je poloměr slunce  $16' 20 \cdot 8''$ ; z toho jakož i ze známého úhlu sklonu dráhy Merkurovy  $7''$  lze dle

$$\sin S\Omega = \frac{\sin 16' 20 \cdot 8''}{\sin 7''} \text{ vypočísti, že vzdálenost}$$

slunce od uzlu  $\Omega$  může býti i  $2^\circ 14'$ , aby nastal dotyk Merkura se sluncem. Chceme-li však tuto lhůtu dny vyjádřiti, musíme odchylku měřiti se slunce. V tu dobu je Merkur od slunce vzdálen jen na  $0 \cdot 3145$  vzdálenosti slunce od země, i jest míru  $2^\circ 14'$  zvětšiti v po-

---

\*)  $SZM = r_\odot + r_\oplus - \pi_\odot + \pi_\oplus = 980 \cdot 84''$ .



měru  $(1 - 0.3145) : 0.3145$  čili  $0.6855 : 0.3145$ , což dává  $4^{\circ}52'2''$ . Je-li tedy země v listopadu při dolním sousluní Merkurově dále od uzlu  $\Omega$  nežli na  $4^{\circ}52'2''$ , nelze přechodu čekat; protože pak země při denním pohybu  $60.25'$  na míru tuto  $4.85$  dní potřebuje, jsou 4 dni 20 hodin obapol uzlu  $\Omega$  nejkrajnější mezi přechodů listopadových.

**Meze přechodů květnových.** Při  $r_{\odot} = 15.52''$ ,  $\rho \approx 6.0''$ ,  $\pi \approx 8.8''$  je míra úhlu  $SZM$  jen

$$965.2'' = 16'5.2''.$$

Tu dle  $\sin S\mathcal{U} = \frac{\sin 16'5.2''}{\sin 7^{\circ}}$  je  $S\mathcal{U} = 2^{\circ}12'$ ; že pak tehdaž Merkur od slunce  $0.45224$  vzdálen jest, sluší míru tuto zvětšiti v poměru

$$(1 - 0.45224) : 0.45224 = 0.54776 : 0.45224,$$

z čehož plyne pro vzdálenost země od uzlu  $\mathcal{U}$   $2.2^{\circ} \times 1.2112 = 2.6646^{\circ} = 2^{\circ}39.9'$ , což při denním pohybu země  $58'$  dává  $2.76$  dne  $= 2$  dni 18 hodin, takže hranice májová obapol uzlů je o 2 dni menší než mez listopadová.

Protože v listopadu je možnost přechodů větší, jest také listopadových více než květnových; v tomto století byly 4 květnové a 10 listopadových (obr. 37.), ve století budoucím toliko 3 květnové při 10 listopadových.

**Trvání přechodu.** V uzlu výstupném je Merkur slunci blíže a pohybuje se rychleji konaje denně  $6^{\circ}3'$ , v uzlu sestupném je od slunce dále a běží volněji, asi  $2^{\circ}55'$  denně. Ježto májové přechody spadají do uzlu sestupného, trvají déle než listopadové; májový přechod centralní trvá 8 hodin, listopadový jen  $5^h 30^m$ . K obrazci připojenému přidána jsou měřítká k odhadu trvání přechodů.

**Opakování přechodů.** Vykoná-li Merkur celý oběh  $360^{\circ}$  (v  $87.969258$  dnech), urazí země toliko

$86^{\circ}70348''$ ; z toho lze určit, ve kterých obdobích Merkurovy přechody se opakují. Řetězcem lze vypočísti, že

oběhů země	6	7	13	33 ...	rovná se skoro
oběhům Merkura	25	29	54	137 ...	

Pomíejíce zatím prvních dvou hodnot určíme, jak třetí hodnoty se shodují. Za třináct let urazí země  $4680''$ , Merkur za 54 oběhů  $4681^{\circ}988''$ ; je tedy Merkur za uzlem o  $+1^{\circ}988''$ . Ve 20 letech urazí země  $7200''$ , Merkur za 83 oběhy  $7196^{\circ}389''$ , takže Merkur jest ještě o  $-3^{\circ}611''$  před uzlem. Z těchto 2 lhůt plyne i třetí, sedmiletá, o dálce  $-5^{\circ}599''$  od uzlu. Když přechod udá se v uzlu, nelze, aby ani 7 let před tím, ani 7 let potom bylo přechodu, ale udá-li se jeden daleko po uzlu, jest po 7 letech jiný před uzlem. A tak opakují se stále přechody listopadové v pořadí: po 7, 13, 13 a 13 letech, a to proto, že vzdálenost před uzlem  $-5^{\circ}599''$  nahrazována jest třikrát  $+1^{\circ}988''$  po uzlu, kdež pak rozdíl  $+0^{\circ}365''$  činí, že Merkur po 46 letech vždy o něco později přechod má.

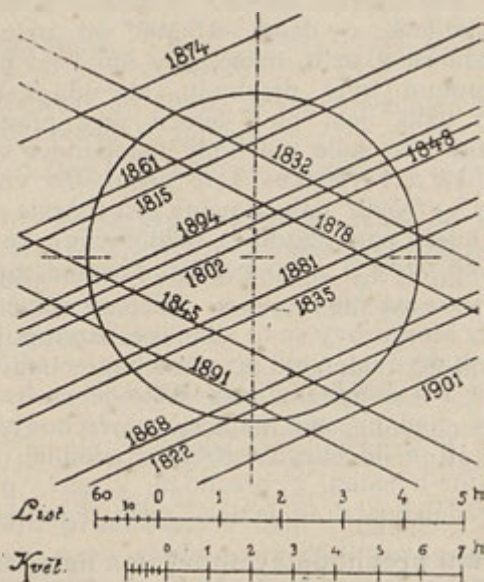
Podobně má se to i s přechody květnovými, jenže dráhy Merkurovy se tu zdánlivě rozstupují v témž poměru, jak prve udán byl při mezích přechodů těchto. Tu odpadá 7 letá lhůta vůbec, ježto jejich vzdálenost se zvětšuje nad průměr slunce, a přechody opakují se jen po 13 a 33 letech; rovněž odpadají i 13leté lhůty, padne-li jeden z přechodů v uzel, poněvadž zdánlivá vzdálenost drah je delší nežli poloměr slunce.

### **Střídání přechodů květnových a listopadových.**

Země za  $9\frac{1}{2}$  leta učiní  $3420''$ , Merkur  $3424^{\circ}79''$ , země ve  $3\frac{1}{2}$  letech urazí  $1260''$ , Merkur  $1257^{\circ}20''$ ; tu rozdíly jsou  $+4^{\circ}79''$  a  $-2^{\circ}80''$ , z čehož následuje, že na př. padl-li jeden květnový přechod mimo uzel  $\varnothing$ , případně druhý listopadový hned po  $3\frac{1}{2}$  letech opět mimo uzel  $\varnothing$  a třetí květnový po  $9\frac{1}{2}$  letech v  $\varnothing$  následuje. Tu se uzly výstupný a sestupný vystřídávají, a tak přechody listopadové a květnové se střídají.

Jako příklad stůjte zde přechody v uplynulém právě století a v budoucích 50 letech.

	9. (10.) list.	1802	1848	1894
po 13 letech	12. "	1815	1861	1907
po 7 "	5. "	1822	1868	1914
po $9\frac{1}{2}$ "	7. (6.) květ.	1832	1878	1924
po $3\frac{1}{2}$ "	7. (8.) list.	1835	1881	1927
po $9\frac{1}{2}$ "	8. (10.) květ.	1845	1891	1937
po $3\frac{1}{2}$ "	9. (10.) list.	1848	1894	1940



Obr. 37.

Dle obrazce 37. lze i budoucí přechody přibližně si naznačiti.

**Směr drah Merkurových.** Dráhy listopadové mají týž směr, ale dráhy 5. listopadu leží nejjižněji, 12. nejseverněji; u drah květnových tomu naopak.

Připomenouti sluší, že pro úsporu obrazců zakresleny květnové dráhy přes listopadové, ač měly vlastně býti na rubu obrazce, aby viděti bylo, že jsou s drahami listopadovými rovnoběžné.

**Elementy jiných přechodů** (v čase středoevropském.)

6. května 1878	7. list. 1881	9. květ. 1891
Doba sousluní 7 <sup>h</sup> 23·5 <sup>m</sup>	13 <sup>h</sup> 38·4 <sup>m</sup>	16 <sup>h</sup> 55·7 <sup>m</sup>
δ ☿ +16° 44' 39 8"	−16° 38' 40·1"	+17° 18' 1·3'
☿ +16 39 17·5	−16 34 24·1	+17 32 2·2
změna ☿ — 1 19·2	— 3 3·7	— 1 18·5
AR ☿ + 2 25·0	+ 2 30·6	+ 2 26·3
změna ☿ — 1 8·2	+ 1 47·2	— 1 6·7
δ ☿ + 41·7	— 43·6	+ 39·5
π ☿ 16·0	13·1	16·0
☉ 8·8	8·9	8·8
r' ☿ 6·0	4·9	6·0
☉ 15 52·7	16 11·4	15 52·1
začátek 4 <sup>h</sup> 12·4 <sup>m</sup>	11 <sup>h</sup> 16·2 <sup>m</sup>	12 <sup>h</sup> 53·7 <sup>m</sup>
konec 11 47·7	16 37·7	17 50·4
vstup výstup 46°—100°	129°—79°	114°—168°

## Přechody Venuše.

**Doba přechodů.** Uzly Venušiny dráhy jsou na 75·8° a 255·8°, směřují tedy v končiny, kde země dli kol 7. prosince a 7. června, i lze přechody Venuše jen v ty doby čekat.

**Podmínky přechodu.** Siderický oběh Venuše trvá 224·700787 dní, zemský 365·256374 dní, lze tudíž čekat nový přechod,

$$\text{kdy } x \cdot 224 \cdot 700787 = y \cdot 365 \cdot 256374.$$

Řetězec dává hodnoty

$$\begin{array}{ll} x = 13 & y = 8 \\ = 382 & = 235, \text{ součtem též a rozdílem} \\ = 395 & = 243 \dots; \text{ protože pak druhá} \\ = 369 & = 227 \end{array}$$



hodnota  $x$  je sudá, lze čekatí přechod i za polovici času v uzlu protějším. Dosud udalé přechody potvrzují to; bylyť

4. prosince 1639	} rozdíl $121\frac{1}{2}$ t. j. $\frac{243}{2}$
5. června 1761	
3. „ 1769	
8. prosince 1874	
6. „ 1882	} t. j. $\frac{227}{2}$

Budoucí přechod udá se až 7. června 2004.

**Meze přechodu** jsou užší nežli u Merkura, jestliť

$$\sin S\Omega = \frac{\sin 17'8\cdot9''}{\sin 3^{\circ}23\cdot6''} \dots (7\cdot69785 - 8\cdot77225) = 8\cdot92560,$$

což dává  $4^{\circ}50\cdot0'$ ; avšak Venuše dělí vzdálenost země od slunce v části mající se k sobě jako  $0\cdot27667 : 0\cdot72333$ , takže úhel nalezený násoben tímto poměrem dává  $1^{\circ}50\cdot9'$ , na nějž země potřebuje asi 1 den  $20\cdot5$  hodin, a tím mez obapol uzlu činí necelé 4 dny.

**Přechod Venuše dne 6. prosince 1882.** Přechod Venuše zobrazuje se jako přechod Merkura, jenže pro značný její poloměr sluší narýsovatí všechny hodnoty úhlu  $a$  i  $a'$ , rovněž i její poloměr. Uvedeme zde ke cvičení všechny elementy, jakož i výsledky pro kontrolu.

Čas sousluní  $4^h 20^m 2\cdot8^s$  střed. času Greenw.

Rovnice časojevná —  $9^m$  (sluší tedy přičísti)

deklinace $\odot$	— $22^{\circ}44'12\cdot5''$ ,	$\odot$	— $22^{\circ}33'4\cdot1''$
změna $AR$	— 1 33·2	+	2 44·0
„ $\delta$	+ 49·3	—	17·5
parallaxa	33·5		9·0
poloměr	31·4		16 13·0

		slunce v zenitu na
Vnější dotyk v $1^h 55^m 57^s$ ,	$31^0 10'$ z. d. ,	$22^0 41'$ j. š.
vnitřní styk ve 2 16 18	36 15 „	22 41 „
střed 5 4 2		
vnitřní styk 7 51 46	$120^0 6'$ z. d. ,	$22^0 43'$ j. š.
vnější „ 8 12 9	$125^0 11'$ „	$22^0 43'$ „

## Přídavek.

### Vlasatice a leťavice.

**Jméno a podoba vlasatic.** Vlasatice mají jméno po bledším obalu (coma), jenž jsa kolem skvělejšího jádra rozložen jeví se někdy jako vlasy na hlavě, někdy jak ohon; název kometa (z řec. kométés) má význam týž.

Některé vlasatice vyhlížejí jako kulovaté mlhoviny, jiné vlekou s sebou ohon jediný, jiné opět vysílají několik ohonů paprskovitě. Všecky jsou ze hmoty řídké, světlému oblaku podobné, a září tím více, čím hustší jsou, ač ani nejhustší tolik hutnosti nejeví, aby paprsky světelné v ní se odchylovaly. Čím blíže slunci jsou, tím více světla jim přibývá, takže nejsvětlejší jsou, když byly perihelium minuly. Ohon jejich obrací se od slunce.

**Dráha a pohyb vlasatic.** Běh svůj konají vlasatice buď ve drahách uzavřených, elliptických, velice výstředných, nebo běží parabolou neb hyperbolou, aby přiblíživše se jednou slunci na věky u všemmíru zanikly. Při tom přitažlivě na ně působí oběžnice větší hmotnosti, s nimiž cestou se setkají, takže jsou případy, že vlasatice s parabolické dráhy svedena byla na elliptickou.

Sklon drah jejich je různý, nejmenší  $1^0 34' 5''$ , největší  $178^0 7' 8''$ , rovněž i perihelia a uzly různou ekliptikou jsou rozloženy.

Některé obíhají v dobách krátkých, u jiných doba oběhu na statisíce let je odhadnuta.

Směr oběhu je dvojitý: přímý a zpátečný, takže dobrá polovice vlasatic obíhá nebo pohybuje se od východu na západ.

**Jména vlasatic.** Vlasatice slují po svém objeviteli a za značku mají letopočet objevu, po případě, bylo-li jich toho roku více, ještě číslo řadné, takže na př. 1858. VI. Donati značí šestou vlasatici v r. 1858 odkrytou, jejímž objevitelem (2. června) byl Donati ve Florencii.

**Vlasatice periodické.** Některé vlasatice objevily se již několikrát, že bylo možno doby oběhu jich přesněji stanovit. Jsou uvedeny v následujícím seznamu, kde nejprve jest jméno objevitele, pak v letech udána doba oběhu.

Encke	3·033	Biela 1.	6·692
Tempel	5·218	„ 2.	6·693
Brorsen	5·456	Wolf	6·845
Tempel - L. Swift	5·547	Brooks	7·097
Winnecke	5·831	Faye	7·566
De Vico - E. Swift	5·863	Tuttle	13·791
Tempel	6·538	Pons-Brooks	71·56
Finlay	6·622	Olbers	72·65
D' Arrest	6·675	Halley	76·08

Halleyova vlasatice objevena byla r. 1682, a z jejího pohybu již tenkrát soudili, že to táž, o níž kroniky z r. 1607 a 1531 vypravují. Beckovský k r. 1532 píše: „Kometa ukazovala se od 22. dne září až do 22. dne měs. listopadu, vždycky ráno asi 2 hodiny přede dnem vycházejíc“; k r. 1607 pak poznamenává: „Měsíce září velká kometa v Čechách viděna byla, kteráž velmi dlouhý ocas od sebe pauštěla a mnoho zlého . . . po sobě táhla.“ Z těchto tří objevení soudili, že bude viděna i v r. 1759 a 1835, ve kterýchžto letech vskutku se objevila, posledně jen o den dříve, než bylo vypočteno.

V pamětech českých zaznamenány jsou zvláště následující vlasatice:

1527. „Strašlivá kometa dlahý čas ráno po čtvrtý hodině se ukazovala, která na způsob vohnuté ruky jakoby nějaký meč z pošvy vyťahovala. vidina byla všeckna ohnivá a jako krvavá; na konci meče byly tři velký hvězdy, po stranách mnoho ohnivých a jako krvavých mečů i kopí mnoho, také ohnivá světlá záře a v ní mnoho fausatých hlav se spatřovalo. (Beckovský.)
1538. Kometa neb ocasatá hvězda ukazovala se na znamení bejka dne 18. ledna a ocas svůj k východu slunce obracela, téměř tři neděle trvající. (B.)
1539. Dne 6. máje měsíce kometa se ukázala a mnoho dní vidina byla (B), pauštěje od sebe papršlek dlahý ku poledni (Dačický).
1572. Dne 22. února kometa, hvězda ocasatá, se ukázala a ocas ač neměla, však tak jasně svítila, že i ve dne spatřena býti mohla. Trvala skoro přes celý rok při znamení Cassiopeiae (B).
1577. V auterý po sv. Martině, dne 12. listopadu, po 1 hodině na noc kometa veliká a strašlivá ukázala se na nebi k západu slunce na znamení kozorožce, majíce dlahý ocas v způsobu metly aneb palcátu, kterýž pustila k východu slunce; její dlahost 2441 míli německau měla \*) (B).
1580. V pondělí dne 11. října spatřina byla v Čechách i jinde kometa, hvězda ocasatá; ocas její táhl se na východ slunce, trvala až do sv. Lucie a svým hnutím zpátkem od východu na západ čtvero znamení nebeské, totiž ryby, vodnaře, kozorožce a střelce přešla. (B.)
1582. V pondělí po neděli 4. velikonoční, dne 14. máje, po druhý hodině na noc kometa, ukázala se na znamení blíženců na 21<sup>o</sup>, mezi dvaumi hvězdami na levém a pravém rameni Frichtona, jemuž „formánek“ říkají, při Bílý cestě, neda-

---

\*) Rozuměj 1<sup>o</sup> po 15 mílich, jako na zem. rovníku.



leko od hlavy Meduzy, a svůj strašlivý ocas vysoko, téměř až k hvězdám Velké Nedvědice, jimž lid sprostý „Vůz“ říká, při znamení blíženčů, raka, i lva, přímo za 30 téměř stupňů zdvihla... Nejlépe ona vidína byla po 3. hodině na noc až do hodiny šesté. Byla ona bělosti husté, něco světlá, něco počernalá; v způsobu sice dosti skrovném ta hvězda se spatřovala, však svůj ocas měla široký, tlustý, dlouhý a vysoký, k západu slunce se chýlící, nikdá pod zem nezapadala, ale vůkol k straně půlnoční nad vrchem hlav našich okolo hvězdy kteráž Voj (*ax*) sluje, také kauły všeho světa ukazuje, se točila. (*B*)

1596. Cometa, hvězda ocasatá, vycházela na obloze nebeské, pouštěje od sebe papršlek kolmo vzhůru. (*D.*)

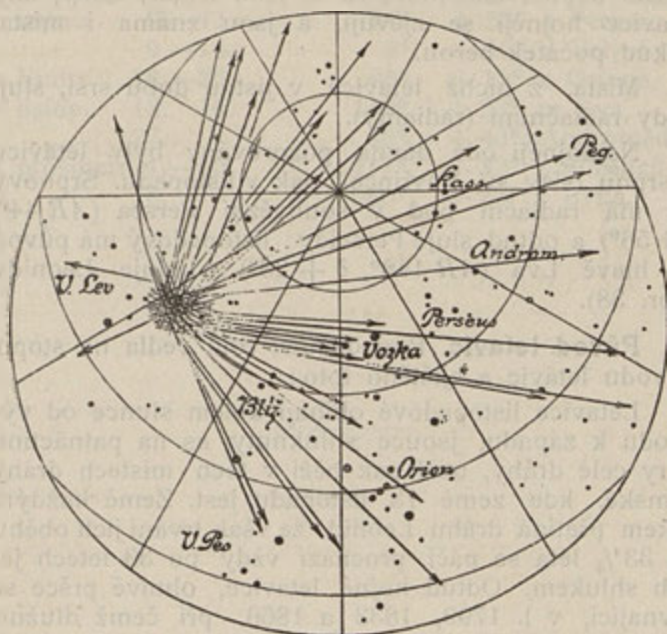
1618. In novembri na úsvitě před vejchodem slunečným kometa, hvězda ocasatá, ukazovala se na obloze nebeské. Ipse vidi (*D*).

1652. Ode dne 9. prasince až do dne 3. ledna měsíce roku následujícího na obloze nebeské velká ocasatá hvězda vidína byla.

1680. Dne 25. prasince ponejprv v Praze vidína jest kometa zajisté strašlivá, vystoupila nahoru od západu přes Bílou Horu, s ocasem svým přes celá téměř města pražská a hrozně roztaženým, takže na oko třetí skoro částku našeho viditelného nebe přikrývati se zdála. Nebo ponejprv ocas svůj dál než na  $80^{\circ}$  dlouze a šir než na 4 za sebou táhla. Tohoto roku 1681 od 6. do 10. ledna... toliko na  $60^{\circ}$  dlouhosti im tropico cancri u samého raka se vytahovala.“ (*B*)

**Letavice** (jasice) jsou kosmická tělíska, jež oku našemu jen na několik okamžiků se zjevujíce pohybem pádu podobným se vyznačují a proto padající hvězdy služí. Vždy zdá se, jakoby na počátku dráhy své se vznítily, na konci zase pohasly; některé jsou světa

bledého, jiné leskem ozařují celou krajinu, při čemž někdy ohlušující třeskot nebo dunění ranám z děl se rovnající je slyšati. Těmto skvělým letavicím říkáme obyčejně **povětroň (meteor)**. Druhdy po ohlušující ráně padají na zem trosky meteoru, **meteority**, hmoty



Obr. 38.

**železité (siderity)** nebo **kamenité (asiderity)**, vrchem přičernalé, důlkovité, valounovité.

Vzněcování letavic a jiné úkazy s tím spojené vykládáme si tak, že kosmické tělísko letící prudce všímírem vnikne do vzdušného obalu zemského a třením se vznítí, při čemž náhlé, nestejné oteplení způsobuje, že se rozskočí. Že pak světlo dále vniká

nežli zvuk, zvuk opět dál než roztrštěná hmota, je na jev, že týž skvělý meteor může v jednom místě způsobiti pád meteoritů a v dalekém okolí hlučnou ránu, kdežto jinde jeví se jako klidná letavice.

**Roje letavic.** Úkaz skvělých meteorů je věcí na prosto nepředvídatelnou, za to jsou známy doby, kdy letavice hojněji se zjevují, a jsou známa i místa, odkud počátek berou.

Místa, z nichž letavice v jistou dobu srší, slují body radiačními (radianty).

Nejhojněji ode dávna pozorovány byly letavice v srpnu (slzy sv. Vavřince), pak v listopadu. Srpnový roj má radiační bod v souhvězdí Persea ( $AR\ 44^0$ ,  $\delta + 56^0$ ) a odtud sluje Perseidy; listopadový má původ ve hlavě Lva ( $AR\ 149^0$ ,  $\delta + 23^0$ ) a sluje Leonidy (obr. 38).

**Původ letavic.** Periodičnost rojů vedla na stopu původu letavic a zjištěno toto:

Letavice listopadové obíhají kolem slunce od východu k západu, jsouce shluknuty as na patnáctinu míry celé dráhy, uzel pak běží v těch místech dráhy zemské, kde země 13. listopadu jest. Země každým rokem přetíná dráhu Leonid, že však trvání jich oběhu na  $33\frac{1}{4}$  léta se páčí, prochází vždy po 33 letech jejich shlukem. Odtud hojné letavice, ohnivé přšce se rovnající, v l. 1799, 1833 a 1866, při čemž dlužno zmíniti se, že již dvě, tři léta před tím a potom hojnější letavice v dobách listopadových se jevily.

Touž drahou, co Leonidy, ubírá se vlasatice, poprvé Templem v r. 1866 pozorovaná, a Leonidy následují ji u vzdálenosti asi 10 měsíců.

Podobně Perseidy, mnohem rovnoměrněji roztroušené a tudíž každoročně stejně hojné, putují drahou Tuttleovy vlasatice z r. 1862. III., a hojné letavice v listop. 1872. a 1885. sledovaly rozdvojenou Bielovu vlasatici z r. 1846. Jsou tudíž letavice sledy vlasatic.

### Důležitější body radiační.

Důležitější místa, odkud roje letavic vycházejí, jsou :

v lednu	2.—3.	na $AR$	$232^{\circ}$ , $\delta + 49^{\circ}$	z Boota,
v dubnu	9.		$255^{\circ}$ , $+ 36^{\circ}$	z Hercula,
v "	19.—30.		$271^{\circ}$ , $+ 33^{\circ}$	"
v červenci	30.		$310^{\circ}$ , $+ 44^{\circ}$	z Labutě,
v srpnu	9.—11.		$44^{\circ}$ , $+ 56^{\circ}$	z Persea,
"	9.—14.		$9^{\circ}$ , $- 19^{\circ}$	z Velryby,
v říjnu	18.—20.		$90^{\circ}$ , $+ 15^{\circ}$	z Oriona,
v listop.	13. 14.		$149^{\circ}$ , $+ 23^{\circ}$	ze Lva,
"	27.		$25^{\circ}$ , $+ 43^{\circ}$	z Andromedy,
v prosinci	1.—10.		$117^{\circ}$ , $+ 32^{\circ}$	z Blíženců a
"	6.		$80^{\circ}$ , $+ 23^{\circ}$	z Býka.

---





## Abecední ukazatel.

<b>Æ</b> equinoctium . . . . .	46	deklinace měsíce . . . . .	84
<b>a</b> phelium . . . . .	89	— slunce . . . . .	44
<b>a</b> pogaeum měsíce . . . . .	75	— stálic . . . . .	24
— slunce . . . . .	89	— oběžnic . . . . .	104
<b>a</b> psidní přímka . . . . .	89, 94	<b>d</b> élka dne hvězdného . . . . .	15
<b>a</b> steroidy . . . . .	88	— — slunečního . . . . .	15
<b>a</b> zimut . . . . .	32	— — vůbec . . . . .	48
<b>B</b> ěh přímý, zpětný . . . . .	104	— drah stálic nad obzorem 30, 48	
<b>b</b> loudivý oběh . . . . .	102	— geocentrická . . . . .	101
<b>b</b> od jarní . . . . .	45, 65, 71	— heliocentrická . . . . .	100
<b>C</b> ircumpolární stálice . . . . .	40	— měsíce . . . . .	76
<b>c</b> ouvání bodu jarního . . . . .	65, 71	— slunce . . . . .	66
<b>c</b> yklos Metonův . . . . .	163	— stupňů zemských . . . . .	11
<b>Č</b> ára změny data . . . . .	19	— stínu měsíce . . . . .	142
<b>Č</b> as . . . . .	14	— zeměpisná . . . . .	6
— dopravní . . . . .	18	<b>d</b> en delší 24 hodin . . . . .	47
— hvězdný . . . . .	14, 29, 56	— hvězdný . . . . .	14, 57
— pravý . . . . .	13	— nejdelší, nejkratší . . . . .	46
— různý na zemi . . . . .	17	<b>d</b> enní oblouk slunce . . . . .	48
— sluneční . . . . .	14	— — stálic . . . . .	30
— střední . . . . .	15	<b>d</b> epresse . . . . .	10
— středoevropský . . . . .	18	<b>d</b> oba měsíce . . . . .	78
<b>č</b> asojevná rovnice . . . . .	54, 56	— vrcholení stálic . . . . .	35
<b>č</b> asy roční . . . . .	69	— východu, západu stálic . . . . .	35
<b>č</b> tvrti měsíčné . . . . .	77	<b>d</b> oby zatmění měsíce . . . . .	125
— oběžnic (Venuše) . . . . .	98	— slunce . . . . .	140
<b>D</b> atum hvězdářské . . . . .	15	<b>d</b> opravní čas . . . . .	8
— občanské . . . . .	15, 19	<b>d</b> ráha měsíce . . . . .	76, 82
<b>d</b> ěj přechodu oběžnice . . . . .	180	— — relativní . . . . .	124
— zákrytu — . . . . .	172	— země (denní) . . . . .	96
— zatmění měsíce . . . . .	122	<b>d</b> ráhy oběžnic . . . . .	88
— — slunce . . . . .	138	<b>d</b> ruhy zatmění měsíce . . . . .	118
		— — slunce . . . . .	134
		<b>E</b> kliptika . . . . .	65
		<b>e</b> longace . . . . .	97, 100

excentricita dráhy měsíce . . . . .	76	měsíc siderický . . . . .	79
— — oběžnic . . . . .	88	— synodický . . . . .	78
Geocentrická šířka oběžnic . 107		— tropický . . . . .	79
geografická délka, šířka . 6, 10		měsíce oběžnic . . . . .	113
Heliocentrická délka, šířka . 101		meze možnosti přechodů 187, 192	
hlavní poledník světový . . . . .	25	— — zatmění měs. 120	
— — zemský . . . . .	7	— — — slun. 136	
hodinový úhel . . . . .	110	— stínu zemského . . . . .	120
hodiny sluneční . . . . .	50	mimohled . . . . .	19
hvězdná mapa . . . . .	38	míra časová . . . . .	14, 16
hvězdný čas . . . . .	14, 29, 56	— oblouková . . . . .	16
— den . . . . .	14, 57	— přechodu oběžnic . . . . .	187
hvězda obtočnová . . . . .	40	— zatmění měsíce . . . . .	131
— polární . . . . .	72	— — slunce 147, 151, 156	
Inklinace drah oběžnic . . . . .	91	místní poledník . . . . .	49
Jarní bod . . . . .	45, 57, 65	Nadhlavník . . . . .	30
Jupiter . . . . .	88—91, 95, 108, 113	naklonění drah oběžnic . . . . .	91
Keplerovy zákony . . . . .	88	následky sklonu ekliptiky . . . . .	69
klička oběžnic . . . . .	104	nejdelší den . . . . .	46
konjunkce . . . . .	77, 99	Neptun . . . . .	88—91, 95, 108
— oběžnic se sluncem . . . . .	97	nesouhlas znamení se sou-	
— — s měsícem 115, 117		hvězdami . . . . .	65
— — spolu . . . . .	115, 116	nov, novoluní . . . . .	77
kulminace měsíce . . . . .	86	Občanský soumrak . . . . .	62
— oběžnic . . . . .	110	oběh bloudivý . . . . .	96
— slunce . . . . .	49	— měsíce . . . . .	77
— stálic . . . . .	35	— oběžnic . . . . .	93
kvadratury měsíce . . . . .	77	— — siderický . . . . .	94
— oběžnic . . . . .	98	— — synodický . . . . .	99
Letavice . . . . .	196	— — zdánlivý . . . . .	96
librace měsíce . . . . .	81	oběžnice dolní, vnější . . . . .	98
Mapa hvězdná . . . . .	38	— — horní, vnitřní . . . . .	98
— přechodu oběžnic . . . . .	180	obrat měsíce . . . . .	80
— zatmění měsíce . . . . .	126	obratníky . . . . .	58
— — slunce 144, 147, 151		obtočnové stálice . . . . .	40
Mars . . . . .	88—91, 95, 107	obzor . . . . .	9, 29
Merkur . . . . .	88—91, 93, 106	odlehlost . . . . .	32
měsíc anomalistický . . . . .	80	odsluní . . . . .	89
— dračí . . . . .	79	okkultace . . . . .	166
— hvězdný . . . . .	79	opakování přechodů . . . . .	188, 192
— schodný . . . . .	78	— zatmění měsíce 129, 161	
		— — slunce 159, 161	
		opposice měsíce . . . . .	77
		— oběžnic . . . . .	98
		osa zemská . . . . .	5
		osvětlení oběžnic . . . . .	108

Parallaktický úhel . . . . .	22	poloměr zdánl. oběžnic . . . . .	108
parallaxa . . . . .	19— 24	— země . . . . .	6, 11
— horizontální . . . . .	20	— — při zatměních . . . . .	143
— měsíce . . . . .	21, 75	postup měsíce se sluncem . . . . .	81
— místní . . . . .	21	— — v souhvězdích . . . . .	81
— roční . . . . .	21	— slunce — . . . . .	65
— výšková . . . . .	19	praeesse . . . . .	71
pás okultační . . . . .	169	pravé poledne . . . . .	49
perigaeum měsíce . . . . .	75	pravý čas . . . . .	53
— slunce . . . . .	89	protisluní . . . . .	77, 98
perihelium . . . . .	89	průvodič . . . . .	90
počátek čtvrti měsíčních . . . . .	78	přechody oběžnic . . . . .	177
— dne hvězdného . . . . .	57	přeměna času sluneč. na	
počet zatmění měsíce v roce . . . . .	127	hvězd. . . . .	14, 36
— — slunce — . . . . .	159	přeměna času hvězd. na	
podmínky přechodů . . . . .	177	sluneční . . . . .	14, 36
— zákrytů . . . . .	166	přeměna míry oblouk. na čas . . . . .	16
— zatmění měsíce . . . . .	120	přímka apsidní . . . . .	89, 94
— — slunce . . . . .	134	— uzlová . . . . .	76, 94
pohyb měsíce v AR a $\delta$ . . . . .	84	přímý výstup viz: rektascense	
— oběžnic — — . . . . .	104	přísluní . . . . .	89
— slunce — — . . . . .	35	původ letavic . . . . .	198
— stálic — — . . . . .	73		
pohyb zdánlivý oběžnic . . . . .	96	Radiační body letavic . . . . .	199
— — slunce . . . . .	58	Refrakce . . . . .	33
— — stálic . . . . .	29	rektascense měsíce . . . . .	84
pol . . . . .	5, 72	— slunce . . . . .	56
polární hvězda . . . . .	72	— stálic . . . . .	24
poledne pravé . . . . .	49	relativní dráha měsíce . . . . .	124
— střední . . . . .	15, 54	roční časy . . . . .	69
polední směr . . . . .	49	roje letavic . . . . .	198
poledník hlavní světový . . . . .	25	rok . . . . .	95
— — zemský . . . . .	7	— juliánský . . . . .	96
— místní . . . . .	49	— siderický . . . . .	95
polohy ekliptiky . . . . .	68	— tropický . . . . .	95
— dráhy měsíce k ekliptice . . . . .	83	rovina ekliptiky . . . . .	70
— — — k rovníku . . . . .	84	— rovníková . . . . .	30, 70
— — oběžnic . . . . .	91	— obzorníková . . . . .	30, 70
— geocentrické, heliocent-		rovnice časojevná . . . . .	54
rické . . . . .	100	rovník . . . . .	5, 30
— míst . . . . .	6— 9	rovnodennost . . . . .	46
— slunce . . . . .	59	rozměry měsíce . . . . .	75
— stálic . . . . .	27	— slunce . . . . .	41
— viz: tabulky		— země . . . . .	6
poloměr měsíce . . . . .	75	rychlost oběžnic . . . . .	90
— slunce . . . . .	41, 42		
— stínu měsíce . . . . .	143	Saros . . . . .	130
— — země . . . . .	119	Satellitě . . . . .	112



Saturn . . . . .	88—91, 95, 108	Tabulka parallax . . . . .	21
shoda míry časové s oblou-		— perihelií oběžnic . . .	90
kovou . . . . .	16	— poloh slunce . . . . .	50
siderický oběh . . . . .	95	— — stálic . . . . .	27
sklon dráhy měsíce . . . . .	80	— — zeměpisných . . .	8
— — oběžnic . . . . .	91	— přeměny času v o-	
— ekliptiky . . . . .	66	blouky . . . . .	17
— osy měsíce . . . . .	80	— přeměny času hvězd-	
— — zemské . . . . .	42	ného . . . . .	37
— rovníku měsíce . . . . .	80	— refrakce . . . . .	34
sluneční čas . . . . .	14	— rychlosti oběžnic . . .	90
— hodiny . . . . .	50	— soumraku . . . . .	63
slunostání, slunovrat . . . . .	45	— uzlů oběžnic . . . . .	91
směr polední . . . . .	49	— vzdálen. oběžnic 42, 88	
solstitium . . . . .	45	— výstřed. — . . . . .	88
souhvězdí . . . . .	25	— zatmění měsíčních . . .	132
— zvěrokruhu . . . . .	65	— — slunečních . . . . .	164
souluní . . . . .	115	— zdánl. poloměrů oběž. 108	
soumrak hvězdářský . . . . .	62, 64	točna . . . . .	5, 72
— občanský . . . . .	62, 63	Úhel hodinový . . . . .	110
souputnice . . . . .	112	— parallaktický . . . . .	22
souluní oběžnic . . . . .	97	úplněk . . . . .	77
sploštění země . . . . .	6	úprava času hvězdného 36, 57	
spojení oběžnic . . . . .	113	— deklinace . . . . .	46
stálice . . . . .	24—40, 71—74	— rovnice časojevné . . .	55
stín měsíce . . . . .	142	Uran . . . . .	83—91, 95, 108
— zemský . . . . .	119	určení času z výšky . . .	60
středoevropský čas . . . . .	18	území zatmění a zákrytu . .	126
svítání . . . . .	62		145, 169
synodický oběh . . . . .	99	uzlová přímka . . . . .	94
Šířka geocentrická na zemi . . .	10	uzly měsíčné . . . . .	76
— — oběžnic . . . . .	102	— oběžnic . . . . .	91
— heliocentr. — . . . . .	102	Velikost zatmění 131, 147. 151	
— měsíce . . . . .	76	— — v místě . . . . .	156
— největší . . . . .	91	Venuše . . . . .	88—91, 95, 108
— slunce . . . . .	66	viditelnost zatmění měs. . .	126
— zeměpisná . . . . .	6, 10	— oběžnic . . . . .	109
Tabulka času hvězdného . . . . .	39	vlasatice . . . . .	193
— časojevné rovnice . . . . .	54	vlastní pohyb stálic . . . .	74
— délky slunce . . . . .	66	vrcholení oběžnic . . . . .	110, 170
— — stupňů země-		— slunce . . . . .	49
pisných . . . . .	12	— stálic . . . . .	35, 170
— doby oběhu oběžnic 95		výběh . . . . .	97
— konjunkcí oběžnic . . . . .	116	východ slunce . . . . .	48
— naklon. drah oběž-		— měsíce . . . . .	86
nic . . . . .	91	— oběžnic . . . . .	111

východ stálic . . . . .	37	zastávky oběžnic . . . . .	104
výpočet zatmění měsíce . .	126	zatmění měsíce . . . . .	118—131
— — slunce . . . . .	141	— slunce . . . . .	131—166
výška slunce o polednách .	46	— — v místě . . . . .	152
— — jindy . . . . .	60	zdánlivý pohyb oběžnic	96—112
výstřednost drah oběžnic .	88	— — slunce . . . . .	48, 58
vzájemnost zatmění . . . .	161	— — stálic . . . . .	29
vzdálenost těles nebeských	21	země . . . . .	5—24, 87
— země od slunce . . . . .	42	zeměpisná poloha . . . . .	6
— — — měs. . . . .	22	— — — míst za-	
— oběž. od slunce . . . . .	88	tměných . . . . .	144
<b>Zákony Keplerovy . . . . .</b>	<b>88</b>	zenit . . . . .	30
zákryty oběžnic . . . . .	166	zlaté číslo . . . . .	163
— — v místě . . . . .	170	změna data . . . . .	19
západ měsíce . . . . .	86	— parallax . . . . .	21
— oběžnic . . . . .	111	— poloh měsíce . . . . .	84
— slunce . . . . .	48	— — slunce . . . . .	45
— stálic . . . . .	37	— — stálic . . . . .	73
		znamení nebeská . . . . .	65
		zvěrokruh . . . . .	64

## Literatura.

Z věci samé jde, že nebylo lze, aby spisovatel v tomto spisku podal knihu ve všech kusech původní. Úkoly tu provedené uvádějí se v učebních knihách početních nebo měřických pro školy střední, data k nim čerpána býti musila z ephemerid, a původním může býti zván toliko způsob výkladu neb užití, jímž spisovatel, objasňuje úkazy složitější, chtěl čtenáři knih pro lid usnadniti přechod ke spisům vědeckým.

O věcech, kteréž čtenář v tomto spise pohřeší, neb o nichž důkladněji bude chtíti se poučiti, podávají výklad tyto spisy hodné doporučení:

Z říše hvězd od Dra G. Grussa,  
Zeměpis hvězdářský od Dra Fr. J. Studničky,  
Globus zemský od Jar. Zdeňka a téhož spis  
O zdánlivém oběhu těles nebeských,  
Ottův „Slovník Naučný“ a časové zprávy měsíčníku  
„Živý“; z cizojazyčných zvláště  
Lehrbuch der Astronomie od Ira V. Lásky a  
Geonomie od Dra O. Epsteina.

---

## OBSAH.

---

Země . . . . .	5— 24
Parallaxy . . . . .	19— 24
Stálice . . . . .	24— 40
Slunce . . . . .	41— 70
Měsíc . . . . .	75— 87
Oběžnice . . . . .	87—117
Zatmění slunce . . . . .	131—166
Zatmění měsíce . . . . .	118—131
Zákryty . . . . .	166—177
Přechody . . . . .	177—192
Vlasatice a letavice . . . . .	193—199
Abecední ukazatel . . . . .	201—205

---