

ASTRONOMIE.

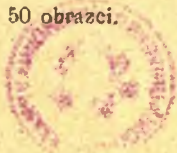
Napsal

Sir J. NORMAN LOCKYER.

České vydání upravil se svolením autorovým

J. AUŠTĚCKÝ.

S 50 obrázky.



PRAHA.

Tiskem a nákladem J. Otty.

Předmluva k českému vydání.

Spisek tento je z téže řady elementárních knížek, kterou s názvem „Science Primers“ vydali někteří angličtí učenci, a ze které uveřejnila „Světová knihovna“ již „Geologii“ od A. Geickia. Nemíní se pak vydáním tohoto spisku, že by snad mohl obecenstvu nahraditi „Zeměpis hvězdářský“ od dra. F. J. Studničky nebo „Z říše hvězd“ od dra. G. Grussa, ale bude dojista dobrou průpravou k nim, zvláště těm čtenářům, kteří se ještě ani prvopočátečnými vědomostmi hvězdářskými nepropracovali.

Dojista pak první polovice tohoto malého díla dobře poslouží na školách, kde se vyučuje počátkům zeměpisu astronomického.

Celkem přidržel jsem se originálu; zkrátil jsem pouze úvod a rozšířil pro lepší objasnění některé kapitoly. Jinak stala se změna jen v nutných případech. Tak vyžadovala některá místa opravy, poněvadž poslední (14.) vydání je pouhým otiskem 12. vydání, pocházejícího již z roku 1890. Rovněž byl jsem nucen odchyliť se od

originálu v částech spisu, zbudovaných na spisovatelově *) theorii o meteoritech, která nedošla uznání.

Na Král. Vinohradech v květnu 1898.

Překladatel.

*) Josef Norman Lockyer, professor na kensingtonském »College of science« a redaktor přírodovědeckého časopisu »Nature«, je vynikající astrofysik anglický; jeho práce v oboru spektrální analýsy jsou vysoce ceněny. O jeho theorii výše dotčené viz článek dra. V. Lásky v Živě II. roč., str. 138 »Meteoritová hypotéza Lockyerova«.

Autorova předmluva k novému vydání.

Spisuje tuto knížečku, snažil jsem se především pomoci čtenáři, aby jednoduchými pokusy dodělal se pravých pojmů o pohybech nebeských těles; a pak abych načrtl obraz o postavení Země ve vesmíru, jakož i jaký užitek čerpati můžeme z těles nebeských pro účely zeměpisné.

Při novějších revisích byl jsem podporován od p. A. Fowlera, demonstratora královské učené společnosti, jemuž jsem za to díky povinen.

J. N. L.

Ú v o d.

1. Uvedme si zde především, kterak se rozšiřuje u člověka obor pojmů zeměpisných. Dokud je malým dítětem, je mu domov celým světem; když častěji vychází z domova, pozná nejbližší okolí, ulici, snad i obec samotnou. Škola a život další seznámí jej pak důkladněji s obcí, s okolím obce, s okresem neb krajem.

2. Ve škole dále pozná, že takových okresů je veliká řada a tvoří dohromady jedinou zemi, jeho vlast Čechy; jeho rodná osada jest nepatrnou částí této země.

3. Brzy shledá, že Čechy nejsou jedinou zemí, že na všech stranách jsou země podobné a mnoho takových zemí že tvoří říši Rakousko-Uherskou. Již jest si vědom pojmů: domov, škola, okres, země, říše.

4. Podobných říší, jako je naše, je celá řada na všech stranách a tvoří celek ještě vyšší — zemědělská — Evropu — jakožto souhrn říší, podobně jako říše je souhrn zemí, země souhrn okresů, okres souhrn obcí.

5. Říše naše jest jen malou částí tohoto zemědílů. Později poznají žáci, že Evropa není jediný zemědíl, že vedle ní jsou ještě čtyři: Amerika, Asie, Afrika, Australie.

6. Tyto zemědíly jsou rozsáhlé souše mezi moři na povrchu Země; jest tedy povrch zemský pokryt z části vodou a z části souší.

7. Posléze vstřípi se žákům, že veškerá ta Země se vším, co se na ní nalézá, je nebeské těleso, které hvězdáři jmenují oběžnice. A tak poznal žák, co je domov, škola, obec, okres, země, říše, zemědíl, oběžnice. Jak veliký tu rozdíl mezi prvním a posledním pojmem!

8. Zde končí pojmy zeměpisné; vyšších již není. A kde přestává zeměpis, tam počíná hvězdářství (astronomie,*) které nás poučí, že i ta Země naše jest jen nepatrným práškem v prostoru světovém.

I. Země a její pohyby.

§ 1. Země je kulatá.

9. Bylo řečeno, že obýváme oběžnici, zvanou Země; kterého tvaru je však tato oběžnice? Je plochá nebo vypuklá? čtyřhranná neb okrouhlá? Kterak to vyšetřiti? Pohléžejíce v krajině hornaté jedním směrem, shledáváme hory a údolí;

*) Astronomie z řec. astér = hvězda, nómos = zákon.

vystoupíme-li na tyto hory, objeví se zraku našemu ještě více vrchů, které rozhled v jisté vzdálenosti omezují. V rovině naopak se nám zdá, jakoby kolem dokola v dálce Země a obloha se stýkaly. Ať cestujeme kamkoli, všude se setkáváme s touto čarou, v níž splývá povrch Země



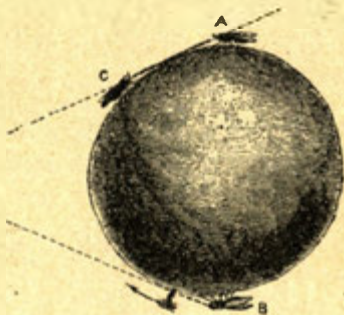
Obr. 1. Kterak se objevují a ztrácejí lodi na moři.

s oblohou. I jeví se nám tedy Země jako rovinná plocha velikých rozměrů, ohraničená okrajem, na němž spočívá obloha v podobě duté polokoule.

10. Konejme však svoje pozorování na místě, kde ani skály ani stromy nepřekážejí, kde povrch Země je zcela hladký: to je hladina mořská. Pozorujeme-li lodi, které z dálky přicházejíce, oku našemu se počínají zjevovati, uzmíme z počátku pouze stěžně; čím více se přibližují, tím větší a větší část trupu se vynořuje a konečně viděti je loď celou. (Obr. 1.)

Patříme-li naopak na loď se vzdalující, zmizí trup lodi nejdříve.

11. Co z toho vyplývá? Učiňme pokus! Představme si hladký stůl a na něm dvě mouchy, sem tam se pohybující. Pokud se budou pohybovat na povrchu stolu, bude jedna druhou viděti celou; toť jasno. Budou si navzájem zdánlivě menšími, čím více se od sebe vzdálí, a



Obr. 2. Vysvětlení předešlého zjevu.

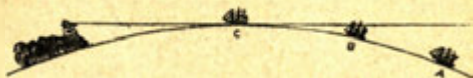
většími, čím blíže si přijdou. Aby však část mouchy zmizela a jen část byla viditelná — jako tomu bylo u lodi — to zde neshledáme. Není tedy povrch moře tak rovný jako povrch stolu.

12. Jiný pokus. Vezměme tentokrát pomeranč (obr. 2) a představme si na něm ony dvě mouchy v klidu, jednu v bodě *A*, druhou v *B*. Je patrné,

že se navzájem viděti nemohou, poněvadž je mezi nimi pomeranč. Moucha B nechť se pohybuje k A . Jakmile přijde do bodu C , může moucha A přes okraj pomeranče právě spatřiti hlavu mouchy B , a podobně moucha B spatří hlavu mouchy A . Více viděti ještě nemohou, neboť ostatní části každé mouchy zakrývá pomeranč, jako je dříve zakrýval zcela. Až se B přiblíží ještě více k A , budou se navzájem viděti úplně.

13. Tak znázornili jsme pomocí kulatého pomeranče a pomocí much na něm se pohybujících totéž, co se děje s lodmi na povrchu Země. Na rovném stole nedalo by se to provésti.

14. Je tedy Země vytvořena jako pomeranč aneb koule a není tudíž tak plochá jako stůl.

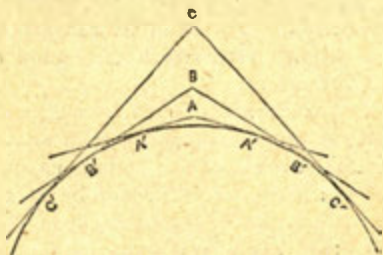


Obr. 3. Kterak se lodi na moři objevují, předpokládáme-li, že je Země kulatá. V bodě A je loď neviditelná, v B počínají se ukazovati vrcholy stožárů, a v C je viditelná celá.

15. Nyní již rozumíme, proč svršek lodi spatříme nejdříve. Z toho dále vyplývá, že čím dále vidíme, čím výše vystoupíme. Hledíce kolem dokola pokaždé patříme až k okraji Země, a čím výše jsme, tím vzdálenější je tento okraj, k němuž můžeme dohlédnouti.



16: Nesmíme se však domnívati, že okraj tento je nějaká skutečná hranice, kterou můžeme překročiti; poněvadž je Země koule, ustupuje tento zdánlivý okraj stále před námi, ať se mu chceme sebe více přiblížiti. Okraj ten zoveme obzorníkem (horizontem) čili také obzorem.*)



Obr. 4. Vysvětlení, že vidíme tím dále, čím výše vystoupíme Pro oko v A je okraj u $A' A'$, pro oko v B je okraj u $B' B'$ atd.

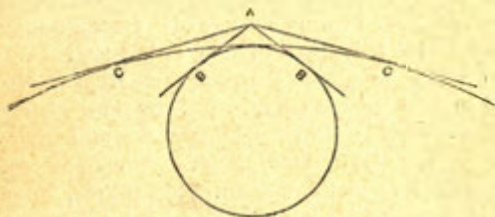
§ 2. Země je velmi veliká.

17. Užili jsme pomeranče, abychom znázornili, že je Země kulatá. Tu snad někdo namítne: „To není dobře volený příklad; neboť je-li Země kulatá jako pomeranč, není přece tak malá jako pomeranč.“ Anebo: „Pomeranč má hladký po-

*) Obzor je vlastně celá plocha, obzorník pak její obvod; podobně jako kruh — kružnice. Výraz horizont z řec. *horiszein* = ohraničiti.

vrch, kdežto na Zemi jsou vysoké hory a veliké nerovnosti. Pohlížím-li na hladinu mořskou, mohu přisvědčiti, že povrch Země je část koule, avšak pohlížím-li na vysoké hory a hluboká údolí, nepochopuji, jak tu možno mluvit o části koule.“ Pokusme se odpovědět na tyto námitky.

18. Předně je patrné, že jsme-li v téže výšce nad dvěma koulemi, velkou a malou, bude obzor na velké kouli vzdálenější a tedy větší než na malé. (Obr. 5.)



Obr. 5. Znázornění, že čím je větší koule, tím dále leží hranice obzoru jistého místa.

19. Představuje-li A na obr. 5. výšku oka mouchy nad pomerančem BB , označuje přímka AB vzdálenost obzorníku, kdy druhá moucha počne býti viditelná; kdyby se obě mouchy nacházely na kouli větší, bude tato vzdálenost stanovena přímkou AC , která je v tom poměru větší, v jakém kruh CC (a tedy také příslušná koule) předčí velikostí kruh BB (a tudíž i menší kouli).

20. Stojíme-li na břehu moře, můžeme mnoho kilometrů do dálky přes hladinu jeho patřiti; je zde tudíž přímka až k obzornsku velmi veliká, z čehož patrné, že i země je velmi veliká. Tím by byla vyvrácena první námitka. Země má ve skutečnosti 12735 kilometrů v průměru; to znamená, že přímka, vedená středem Země od povrchu k povrchu, je dlouhá 12735 *km*.

21. Nyní vyložím, že je Země poměrně hladší než pomeranč, třebaž na ní byly hory. Vzdálenost povrchu Země od středu obnáší okrouhle 6000 *km*, což není daleko pravdy. Hora 6000 *m* vysoká činí tedy tisícinu této vzdálenosti. Aby tato výška na globu *) aspoň vyvýšením 1 *mm* mohla býti znázorněna, musil by míti globus 2 *m* v průměru. Na obyčejném školním globu má již sám papír, kterým bývá globus polepen, nerovnosti v tomto poměru. Tak vidíme, že je Země poměrně hladší než pomeranč, neboť kdybychom zvětšili pomeranč na velikost globu, vypadal by dojista velice drsně a nerovně.

22. Z toho shledáváme: 1. Jen tehdy dovede oko skutečnou podobu Země posuzovati, když povrch je téměř rovný, na příklad na velké rovině neb na moři. 2. Ale i nejdrsnější povrch Země má zakřivení kulové, třeba toho nedovedeme přímo postřehnouti. 3. Toto zakřivení je velice povlovné, neboť můžeme lodi na moři

*) Globus (z lat. globus = koule) je strojená koule jakožto obraz Země.

mnoho kilometrů sledovati, nežli našim zrakům zmizelí úplně. 4. Poněvadž povrch zemský se zakřivuje znenáhla a poněvadž i nejvyšší hory jeví tak malý rozdíl, shledáváme, že koule, které toto zakřivení přislouší, je velmi veliká, tedy že Země je velmi veliká. 5. Země je tak veliká, že i nejvyšší hory vypadají na ní jako malá zrnka na velkém povrchu. Průměr Země, čili vzdálenost jednoho bodu povrchu k jinému jdoucí středem obnáší 12735 km.

§ 3. Země není v klidu.

23. Země s vodou a souší na povrchu je ohromná koule; chtíce ji obejít kolem dokola potřebovali bychom k tomu téměř celého roku, při čemž bychom musili bez zastávky dnem i nocí putovati a za každou hodinu urazit 4 $\frac{1}{2}$ km.

24. Tato koule visí v prostoru, asi jako balon ve vzduchu se vznáší. Je však v klidu? Nebo se pohybuje? Skoro bychom řekli, že se nepohybuje; neboť naše škola stojí, kde stála vždy; domy nebo blízké stromy nejsou ani blíž ani dál, než jak bývaly vždy.

25. Avšak tento důkaz nám nepomůže. Vezměme veliké klubko nebo pomeranč, který nechť představuje Zemi; a zapíšněme do něho špendlík, jenž by značil školu, a jiné špendlíky, jimiž bychom si znázornili postavení domů a stromů kolem.

26. Ať klubkem (nebo pomerančem) otáčíme, nebo je necháme v klidu ležeti, shledáváme ihned, že špendlíky nemění svého vzájemného postavení. Pozorováním věcí na Zemi nedojdeme cíle.

27. Kterak tedy rozluštíme tuto otázku? Pozorujeme-li něco, co není na Zemi. Vyjděme si za jasného večera na volné prostranství a pohlížejme k východu; tu vidíme vystupovati hvězdy výš a výše nad obzor, kdežto na západě hvězdy jedna po druhé mizejí pod obzorem; Měsíc následuje jejich příkladu. Ve dne shledáváme, že Slunce právě tak na východě vychází a na západě zapadá.

28. Zde máme určitý důkaz, že věci, které nejsou na Zemi, jako Slunce, hvězdy a Měsíc, se pohybují aneb se zdá, že mění k Zemi svoje postavení, kdežto domy a stromy na povrchu zemském se vzájemně ani nehnou.

29. Co vyjadřujeme slovy, že hvězda nebo Slunce vychází a zapadá? Tím vyjadřujeme, že s našeho stanoviska jsouce pozorovány nad obzorem se objevují nebo pod ním mizejí. Slunce a hvězdy se chovají nebo zdají se chovati podobně jako lodi, o nichž byla řeč v odst. 10. Klubko (nebo pomeranč) nám to opět objasní. Položme je na stůl a zatkněme do něho po straně špendlík; hlavička špendlíková značí oko pozorovatelovo na Zemi. My sami představujeme Slunce nebo hvězdu; obcházejme zvolna stůl, jak znázorněno na obr. 6., majíce oko stále

v téže výšce se špendlíkem. Na jednom místě objeví se hlavička špendlíková právě nad okrajem klubka, my tu představujeme oku pozorovatelovu na Zemi (znázorněnému špendlíkovou hlavičkou) vycházející Slunce nebo hvězdu. Pak zjeví se větší a větší část špendlíku a konečně špendlík celý. Potom přijdeme na své okružní cestě kolem stolu na místo, kde špendlíková

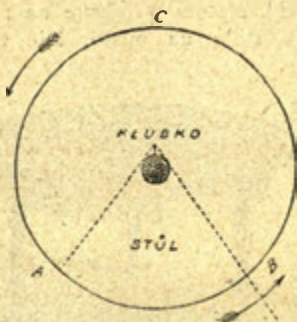


Obr. 6. Vysvětlení, kterak Slunce a hvězdy vycházejí a zapadají.

hlavička právě mizí, a konečně ji okraj klubka zakryje zcela. Tu znázornili jsme oku pozorovatelovu na Zemi zapadající Slunce nebo hvězdu. Při tom jsme předpokládali, že se Země nepohybuje.

30. Nyní se posadíme a někdo jiný nechť nám klubko otáčí v obráceném směru, drže při tom špendlíkovou hlavičku stále v téže výši nad stolem. Oku pozorovatelovu na Zemi v jistém

okamžiku se objevíme (východ Slunce) a po chvíli opět zmizíme (západ Slunce). Z toho tedy patrno: Otáčeli-li se klubko a my jsme v klidu, vznikají tytéž zjevy, jako když klubko bylo nehybné a my jsme se pohybovali.



Obr. 7. Výkres, kterým se vysvětluje obr. 6.; těleso, pohybující se naznačeným směrem, v *A* zachází, v *B* vychází a v *C* je nejvýše.

31. Z toho dále vyplývá, že zjevy, spojené s východem a západem Slunce i hvězd, mohou vzniknouti dvojím způsobem, buď že Země stojí a Slunce i hvězdy se kolem ní pohybují, aneb naopak, že Země se otáčí, kdežto Slunce i hvězdy jsou v klidu. Staří představovali si Zemi v klidu a Slunce i hvězdy v pohybu kolem ní; my však víme nyní, že je to Země, která se pohybuje.

§ 4. Země otáčí se jako vln.

32. Budiž považováno za dokázané, že se Země pohybuje, a že pohyby Slunce, Měsíce a hvězd, jak putují od východu k západu, nejsou pohyby skutečné, nýbrž pouze zdánlivé, způsobené skutečným pohybem Země.

33. Avšak jak se pohybuje skutečná Země? Přemýšlejme trochul! Neznáme nějakého příkladu zdánlivého pohybu předmětů v klidu se nalézajících, který by způsoben byl pohybem nás samých? Skutečně známe! Vzpomeňme si, když jedeme po železnici. Tu zdá se nám, jakoby všechny předměty: stromy, domy a vše, co možno spatřiti, tedy věci, které jsou opravdu v klidu, kolem nás se míhaly, a my jako bychom stáli. Dále se nám zdá, že všechny spěchají směrem právě opačným tomu, kterým se pohybujeme my.

34. To vše by bylo správné. Je však možno užití toho příkladu k výkladu zdánlivého pohybu Slunce a hvězd? Dovedeme si z něho představit, že celá Země skutečně od západu k východu rychle se pohybuje a kolem Slunce, Měsíce a hvězd letí? a to že je příčinou, proč se Slunce, Měsíc a hvězdy zdánlivě pohybují od západu k východu?

35. Přihlédneme-li blíže, shledáváme, že se tento příklad dobře nehodí, neboť tím způsobem bychom nikdy nespatovali totéž Slunce,

tentýž Měsíc a tytéž hvězdy, nýbrž stále jiná a jiná tělesa nebeská.

36. Kterak si vyložíme tedy ty úkazy? Tím, že si představíme, že se Země točí jako vlk. Tak každodenně všichni lidé, ať jsou v Čechách, v Americe nebo v Australii, spatřují totéž Slunce vycházeti a každý večer totéž Slunce zapadati.



Obr. 8. Kroužící vlk.

37. Jitro a večer máme jen proto, že Země se pohybuje tímto způsobem; den a noc jsou nejlepším důkazem toho, že se Země otáčí kolem sebe.

38. A poněvadž Slunce zdánlivě vychází na východě a zapadá na západě, Země skutečně otáčí se ve směru opačném, tedy od západu k východu.

39. Vezměme obyčejný školní globus. Uveďme jej v takový točivý pohyb, jako je pohyb vlka, při čemž budiž osa u globu jako u vlka kolma

k rovině stolu. Kterým směrem musíme otáčet? Pravou rukou odstrkujeme pravou stranu globu od sebe. Globus ukazuje takto směr, kterým se skutečná Země otáčí. (Obr. 9.)

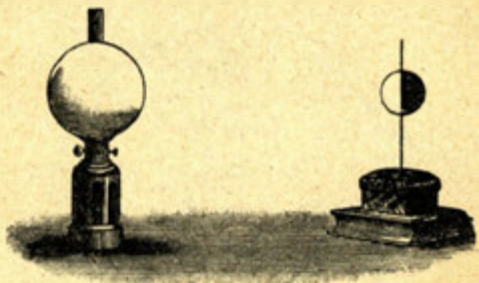


Obr. 9. Směr otáčení zemského.

§ 5. Země otáčí se jednou za den.

40. Ve tmavé místnosti nechť nám značí pomeranč Zemi a rozsvícená lampa Slunce; středem pomeranče prostrčme drát a zapíchněme jej svisle do podušky na jehly; dále zapíchněme do pomeranče až po hlavičku malý špendlík, kterážto hlavička představovati bude pozorovatele na Zemi. Točíce drátem přivádíme po-

meranč ve volný, točivý pohyb; pohyb ten konejme v opačném směru, než ve kterém se pohybují ručičky u hodinek (jak znázorněno na obr. 9).



Obr. 10. Pokus znázorňující otáčení Země, jakožto příčinu dne i noci.

41. Co pozorujeme při pokuse? Nejprve, že jsou na pomeranči dvě místa — kudy prochází drát — která se nepohybují; nazveme je točny čili poly;*) horní nazveme severní, dolní jižní pol, přímku oba poly spojující pojme-nujeme osou; zde nám ji znázorňuje drát; vedme středem kůry kružnici, tak aby byla od obou polů na všech stranách rovně vzdálena: čára ta sluje rovník. Špendlíková hlavíčka budiž umístěna blízko této čáry a přímo proti

*) Z řeckého polos = konec nápravy u kola.

lampě (Slunci). Lampou osvětlená polovice pomeranče značí den, druhá tmavá — noc.

42. Otáčíme zvolna drátem a pozorujeme špendlíkovou hlavičku. Sotva pomeranč opsal čtvrtkruh, nenachází se již špendlík právě uprostřed polovice, která byla dříve osvětlena, nýbrž právě na kraji osvětlené části; ještě malé otočení, a špendlík zmizel ve tmě — lampa zašla. Otočme pomeranč o další čtvrtkruh a špendlík se nachází uprostřed tmavé polovice, jsa od lampy nejvíce odvrácen. Opět čtvrtkruh, dále a hlavička špendlíková přichází právě do světla lampy — lampa vychází, ještě o další čtvrtkruh, a pomeranč se jednou otočil, lampa svítí zase právě nad ním, jako na počátku.

43. Lampa tudíž putovala zdánlivě přes hlavičku špendlíkovou, zapadla a vyšla a vrátila se na totéž místo, a to vše pouhým otáčením pomeranče.

44. Tak je tomu také se Zemí; otáčí se týmhž způsobem jako pomeranč, avšak nikoli drát, nýbrž myšlená osa prochází jejími poly.

45. Tímto způsobem povstává den a noc; a poněvadž Slunce potřebuje 24 hodin, aby dosáhlo téhož místa, kde bylo den před tím: shledáváme, že Země skutečně potřebuje 24 hodin, aby se jednou o svou osu otočila. (Odst. 41.)

46. Užijme ještě jednou obyčejného globu školního! Postavme lampu několik kroků od něho a to tak, aby byla v téže výši jako střed globu, jehož osa budiž kolmo ke stolu. Pak

jím otáčejm! Ať jím otáčíme sebe rychleji, nebo ať je v klidu, polovice obrácená k lampě je osvětlena a druhá polovice od lampy odvrácená je ve tmě. Pokud globus stojí, trvají místa na jedné straně stále ve světle, na druhé stále ve tmě. Otáčíme-li jím, každé místo postupně vstupuje do světla a opět do stínu. Otáčením globu vzniká na něm střídavě světlo a tma, při čemž se lampa ani nepohnula.

47. Mysleme si místo malého globu Zemi a místo malé lampy velké Slunce, i shledáme, že otáčení Země kol osy je příčinou, že každá krajina má střídavě den a noc.

48. Nedomnívejme se však, že místo našeho drátu v pomeranči neb ocelové osy našeho globu nějaká skutečná tyč prochází Zemí a tvoří její osu, o níž se Země točí. Osa jest jenom myšlená přímka, a' ony dva protilehlé body, v nichž osa dotýká se povrchu, a kde by oba konce tyče vyčnívaly, kdyby osa byla něco skutečného, nazývají se severní a jižní pol, jak na globu tak na Zemi samé. (Odst. 41.)

49. Země otočí se tedy kolem své osy jednou za 24 hodin. Po celou tu dobu svítí Slunce stále a nepohnutě na nebi. Avšak světlo jeho může jenom na ty části Země dopadat, které se v jistém čase nacházejí na straně ke Slunci obrácené. Vždycky musí býti jedna strana světlá a jedna tmavá, jak jsme shledali na pomeranči a na globu, když jsme je postavili před lampu. Jest tudíž zřejmo, kdyby se Země

nepohybovala, že by jedna polovice její nikdy nebyla osvětlena, kdežto druhá by nikdy nebyla tmavá. Poněvadž se však Země otáčí, přichází každý její díl střídavě do světla a do tmy. Dopadá-li k nám světlo sluneční, máme den; jsme-li na straně tmavé, jest noc.

50. Slunce se zdánlivě pohybuje od východu k západu. Skutečný pohyb Země je právě opačný (jak bylo již řečeno v odst. 38.). Ráno ocitneme se otáčením Země ve světle slunečním, které se nám zjeví na východě. Slunce zdánlivě vystupuje zvolna na obloze, až v poledne stojí nejvýše; pak se sklání zase, aby zapadlo na západě, když nás Země otáčeje se opět ze světla odvede. Za noci poznáváme pohyb Země dle toho, jak hvězda jedna po druhé vychází a zapadá, podobně jako Slunce vychází a zapadá za dne.

§ 6. Otáčení není jediný pohyb Země.

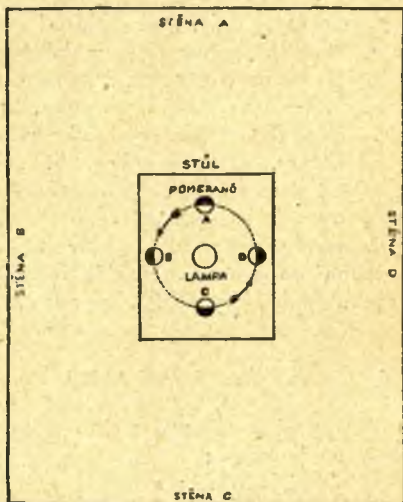
51. Přesvědčili jsme se o těchto faktech:

1. že Země je koule;
2. že se otáčí jako vlk; a
3. že bychom bez tohoto otáčení neměli ani dne ani noci, takže toto pravidelné střídání dne a noci tímto pohybem je podmíněno.

52. Tak by bylo s dostatek dokázáno, že Země má jediný pohyb. Nyní přichází otázka: Má ještě jiný pohyb? Jak jej možno vystihnouti? Zkoušejme především, zdali všechny zjevy na

nebo lze vysvětliti na základě tohoto jediného pohybu.

53. K tomu cíli jest nám třeba užiti opět naší lampy a pomeranče a představit si vše v pokoji s mnoha obrazy na stěnách. Divíte se



Obr. 11. Vysvětlení pohybu Země kolem Slunce.

asi, co tu mají obrazy činiti. Nuže, obrazy mají nám představovati hvězdy na obloze. Prostor, v němž je Slunce a Země, koldokola naplňují hvězdy, kterých nemůžeme za dne viděti

pro jasnost slunečného světla. Obrazy umístěné kolem lampy a pomeranče nechť nám tedy znázorňují hvězdy. Na stropě a na podlaze měly by ovšem býti také obrazy, stačí však, když si je tam pouze přimyslíme.

54. Je-li lampa i pomeranč v klidu, tu bude míti polovice pomeranče (Země) k lampě (Slunci) obrácená stále den; tato polovice uvidí tutéž lampu (Slunce) stále na téže místě; kdežto s druhé strany pomeranče od lampy odvrácené budou viditelný stále tytéž obrazy (hvězdy) na téže místě. Oněm krajinám pomeranče (Země), které se nacházejí na rozhraní světla a stínu, budou se jevití táž lampa (Slunce) a tytéž obrazy (hvězdy) stále na obzoru na téže místě.

55. Chtějíce si zjednatí pozorovatele na Zemi, zapíchněme nyní špendlík až po hlavičku do rovníka pomeranče (obr. 11.); pak otáčeíme pomerančem, abychom znázornili otáčení čili rotaci*) Země. Kdykoli přijde pozorovatel (špendl. hlavička) do středu osvětlené polovice, je protilehlý bod uprostřed polovice tmavé; otočíme-li pomeranč o půl kruhu, přejde pozorovatel ze středu osvětlené do středu tmavé polovice. Poloha těchto dvou bodů — totiž středu osvětlené a středu tmavé polovice — ukazuje jasně pro naše účely postavení, které zaujímá

*) Rotace z lat. rotare = otáčeti se jako kolo u vozu (rota).

ke Slunci pozorovatel v poledne a v půlnoci za rotace zemské.

56. I vidíme okamžitě, kdyby se ani Slunce ani Země se svého místa nehnuly, že bychom viděli stále určité skupiny hvězd o půlnoci, jiné určité skupiny při východu a jiné při západu Slunce.

57. Dobře si tuto větu rozmysleme a pomocí obrazův objasníme, neboť je velmi důležitá pro nás, chceme-li tu nabýti úplného porozumění.

58. Vidíme skutečně stále tytéž hvězdy o půlnoci? Nikoli. Kterak je tomu ve skutečnosti?

1. Pozorujeme-li v létě hvězdy o půlnoci a opět v tutéž dobu v zimě, vidíme hvězdy zcela jiné. Zde stala se veliká změna za šest měsíců.
2. Pozorujeme-li několik nocí za sebou o půlnoci, neshledáváme na první ráz rozdílů, podobně jako když delší chvíli na hvězdy pohlížíme. Na první pohled zdá se, jakoby veškeré ty hvězdy trvaly v neporušeném velebném klidu. Přirovnáme-li však polohu jakési jasné hvězdy k nějakému pevnému bodu na povrchu Země — ku př. k makovici na věži — shledáme za hodinu za dvě snadně, že hvězdy vykonávají podobný pohyb jako Slunce od východu k západu. Avšak srovnáme-li polohu jakési jasné hvězdy k nějakému bodu v tutéž chvíli několik nocí za sebou, neshledáme jí na

tomtéž místě, jak by tomu bylo u Slunce, nýbrž postoupila již o něco málo k západu.

3. Po roce jsou o půlnoci na obloze opět tytéž hvězdy, které tam byly před rokem.

59. Pohybujeme nyní pomerančem kolem lampy v téže směru, ve kterém se otáčí Země; tu shledáme ihned, že se tím všechny úkazy dají vyložiti.

60. Na obraze 11. je vykreslena lampa, pomeranč, stůl a pokoj v pohledu shora. Pozorujeme pomeranč nejprve v poloze *A*. Pozorovatel na tmavé straně vidí v tomto případě o půlnoci obrazy na stěně *A*, tedy hvězdy Slunci protilehlé. V poloze *B* uvidí hvězdy Slunci protilehlé, které znázorněny jsou pomocí obrazů na stěně *B*, nebudou to již tytéž hvězdy, které viděl v *A*. Podobně v poloze *C* a *D*.

61. Dlužno ovšem ještě podotknouti, že by tytéž zjevy nastaly, představíme-li si, že by se Slunce pohybovalo kol Země ve směru opačném. Víme však bezpečně, že se Země skutečně pohybuje kolem Slunce a nikoli Slunce kolem Země.

§ 7. Země obíhá kolem Slunce jednou za rok.

62. Země neotáčí se tedy pouze o svou osu jednou za den, nýbrž obíhá také kolem Slunce. Tím jsme vyložili, proč vidíme o půlnoci aneb v tutéž hodinu každé noci s ně-

kterého místa Země (ať je to v Čechách, v Americe nebo Australii) hvězdy stále jiné a jiné. Shledali jsme dále, že tato změna je velmi malá za několik nocí, velmi veliká za šest měsíců a že po dvanácti měsících tytéž hvězdy objeví se zase na témže místě.

63. Vraťme se opět k lampě a pomeranči. Jako nám příklad ten dobře znázornil, že se Země otočí o svou osu jednou za den, tak nás poučuje, že Země obíhá kolem Slunce jednou za rok

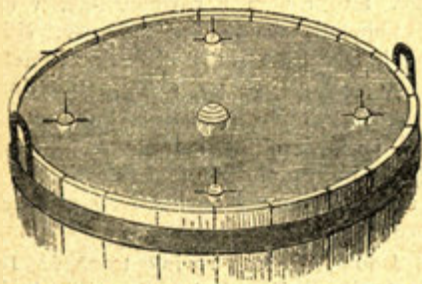
64. Neboť kdyby k tomuto oběhu potřebovala Země pouze šesti měsíců, jest jasno, že po šesti měsících musili bychom o půlnoci spatřiti opět tytéž hvězdy a podobně po kterékoli jiné době. Zde je tedy původ a význam roku: je to doba, které potřebuje Země obíhající kol Slunce, než se vrátí zase na totéž místo.

§ 8. *Tyto dva pohyby nekonají se v téže rovině.*

65. „Jak pohybuje se Země kolem Slunce? Pohybuje se zastávkami, či nahoru a dolů, nebo rovnoměrně a stále v téže rovině?“ tak se možno ptáti. Tu odpovídám: Země pohybuje se rovnoměrně, stále v téže rovině, asi jako koně, kteří na velmi rovném závodišti uhánějí kolem. Zobrazíme si to ještě určitěji, představíme-li si velmi veliký ocean beze všeho kulového zakřivení, v němž plovou Slunce a Země, do polou jsouce ponořeny; pak si před-

stavme ještě, že Země jednou za rok oběhne kolem Slunce v dráze, která se téměř úplně podobá kružnici, t. j. Země je od Slunce na své dráze stále skoro v téže vzdálenosti.

66. Vezměme pět kulí, z nichž jedna budiž větší a představuj Slunce; ostatní čtyři propíšněme drátem, který značí osu zemskou. Koule ať váží tolik, aby se ponořily do polou; pak je vložíme do kádě, vodou naplněné, jak na obr. 12. je naznačeno.



Obr. 12. Rovina ekliptiky.

67. Tím máme jakousi představu o Slunci a Zemi na čtyřech místech její roční pouti. Rád bych tím zvláště objasnil, že jest oběh Země nejen rovnoměrný, ale že pohyb ten se děje stále v téže rovině, tedy v rovné ploše, kterou si můžeme znázorniti širokým karto-

novým papírem aneb povrchem vody v kádi; a dále, že tato rovina, ve které se pohybuje Země, protíná středy Slunce a Země právě tak, jako středy koulí v kádi stojí v rovné výši s hladinou vodní, jestliže ovšem mají správnou váhu. Tuto plochu, znázorněnou povrchem vody, budeme od nynějška nazývati rovinou ekliptiky*) čili rovinou dráhy zemské.

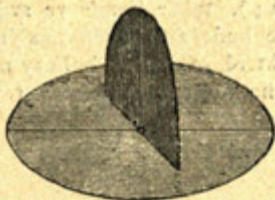
68. Tím je pevně stanovena rovina, v níž Země jednou do roka kol Slunce proběhne. Tato rovina ekliptiky, toť závoň Země. Kterak má se však tato rovina k rovině Země, v níž se Země pohybuje denně kol své osy, čili jak říkáme k rovině rovníkové? Pohledme!

69. Je zřejmo, že by tyto roviny splývaly v jedinou, Země by se otáčela kol osy v téže rovině, ve které obíhá kol Slunce, kdyby osa zemská stála kolmo na rovině ekliptiky, tedy s ní uzavírala „pravý úhel“. Toto postavení je znázorněno na obr. 12.

70. Jsou však tyto roviny totožné? Dejme tomu, že jsou. Zapíchněme špendlík do jedné z menších kuliček a otáčíme ji kolem svislé osy; při tom nechť se pohybuje ku předu — zkrátka nechť jeví oba pohyby, točivý i postupný, jako roztočený vlk, tak aby znázorňovala

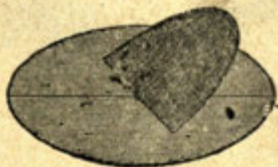
*) Ekliptika od řec. *ékleipsis* = zmizení, zatmění; poněvadž zatmění může nastati jen poblíž míst neb v místech, kde se dráha Měsíce protíná s touto drahou, jak později seznáme.

Zemi v pohybu kol Slunce. Tu shledáme (když je osa svislá), že jsou dni a noci na celé Zemi stále rovně dlouhé, neboť rozhraní svěkla a stínu protíná poly, takže každý bod povrchu jejího —



Obr. 13. Dvě roviny, které se protínají v pravém úhlu.

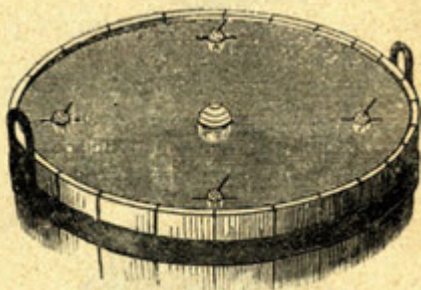
předpokládajíc, že se rotace Země děje rovnoměrně — je právě tak dlouho osvětlen jako neosvětlen. Avšak ve skutečnosti nejsou dni téže délky, v zimě jsou u nás krátké, noci dlouhé,



Obr. 14. Dvě roviny, které se protínají v ostrém úhlu.

kdežto v létě naopak; mimo to když je v Čechách, v Anglii, v severní Americe zima, je v Australii léto,

71. Nemohou tedy obě roviny splývati v jedinou, čili osa zemská nemůže státi kolmo na rovině ekliptiky; ale všecko dá se vysvětliti, připustíme-li, že jsou obě roviny k sobě nakloněny (obr. 14.), takže Země ve svém pohybu kolem Slunce bude znázorněna malými koulemi v obr. 15., které se otáčejí kol osy nikoli svisle stojící, jako na obr. 12., nýbrž k rovině ekliptiky nakloněné.



Obr. 15: Země s nakloněnou osou rotační.

§ 9. *Proč jsou dni a noci nerovně dlouhé.*

72. Opustíme nyní kád a vraťme se opět k lampě a pomeranči; nezapomeňme však, že drát nesmí státi kolmo, jak tomu bylo na obr. 10., a že rovina ekliptiky musí býti vodo-

rovně naznačena, tedy tak, aby v ní ležela vodorovně přímka spojující střed lampy se středem pomeranče.

73. Již dříve jsme vyložili, proč vzniká den a noc; nyní hledme objasniti, proč se různí v délce za různých ročních počasí. Postavme jako před tím lampu a pomeranč na stůl, aby střed světla a střed pomeranče byly v téže rovině, při čemž zastrčme drát do podušky šikmo, tak aby horní konec jeho byl od lampy trochu odkloněn (jak znázorněno na obr. 23.). Horní pol jmenujme severní.

74. Otáčejíce pomerančem pozorujeme, že světlo nikdy nedopadá na krajiny kolem severního polu, kdežto část kolem polu jižního je stále osvětlena; části blíže k rovníku přicházejí jako před tím střídavě do světla a do stínu. Zapíchněme do pomeranče špendlík jako pozorovatele u severního polu; i shledáváme, když otáčíme, že nikdy nevstoupí do světla; zabodneme-li jej u jižního polu, bude stále patřiti do lampy. Je-li tedy Země v tomto postavení ke Slunci, má osoba u severního polu stále noc, u druhého stále den.

75. Zapíchněme nyní špendlík do pomeranče asi uprostřed mezi rovníkem a severním polem; otáčejíce shledáváme, že špendlík na své denní cestě mnohem déle prodlí na tmavé straně pomeranče než na světlé. Je tedy na tomto místě noc mnohem delší dne, a čím blíže k severnímu polu špendlík umístíme, tím kratší bude

doba jeho osvětlení, až konečně dostane se tak severně, že ho světlo ani nezasáhne.

76. A naopak, čím blíže postoupí špendlík k rovníku na severní polovici pomeranče, tím déle je osvětlován, čili tím jsou dni delší a noci kratší, až konečně na rovníku dráha světlem je právě tak dlouhá jako dráha stínem — den a noc jsou si rovny.

77. Právě naopak má se to vše na polokouli jižní; čím blíže k jižnímu polu umístíme špendlík, tím delší jest jeho dráha světlem, až konečně poblíž točny nikdy nepříjde do tmy.

78. Skloňme drát ještě více! Ať umístíme nyní špendlík kamkoli, všude shledáváme, že rozdíl dne a noci jest ještě větší vyjímajíc na rovníku, kde jsou si den a noc opět rovny. Čím menší je naopak odklon od lampy, tím menší je tento rozdíl, takže jsou-li oba body od lampy rovně daleko (na příklad stojí-li drát kolmo), jsou na celém pomeranči den a noc téže délky. Čechy jsou na severní straně rovníka, asi uprostřed mezi rovníkem a palem, avšak o něco blíže k polu než k rovníku; víme pak všichni, že v zimě jsou u nás dni mnohem kratší než noci, což možno jen tehdy, když osa zemská je tak nakloněna a v takovém směru, jak jsme shledali v pokuse vypsáném v odstavci 73., 74., 75., 76. a 77. Je patrné, že tento pokus představuje Zemi v zimě.

79. Leč u nás není stále zima, po ní přijde jaro 21. března, kdy dni a noci jsou rovně

dlouhé; pak přijde po třech měsících léto, kdy dni jsou delší než noci. Na počátku podzimu dne 23. září jsou dni a noci opět rovny. Kterak si to vyložit? Přemýšlejme, a vraťme se k pomeranči; mohli bychom to vyložit tak, že bychom osu stále méně od lampy odkláněli, až by konečně stála kolmo, znázorňujíc postavení Země na jaře; sklánějíce dále severní pol k lampě, obdrželi bychom léto; neboť z toho, co doposud řečeno, víme, že noci jsou delší dnů, je-li severní pol od lampy odvrácen; stojí-li kolmo, jsou si rovny; a je-li severní pol k lampě nakloněn, jsou dni delší nocí. Avšak osa zemská nemění směru svého postavení, neboť vždycky shledáváme, že po celý rok směřuje k téže hvězdě, která sluje Polárce.

80. Zkusme to vyložit jiným způsobem. Pohybujeme pomerančem kolem lampy opět ve směru, který je opačný pohybu ručiček u hodin, při čemž nechť osa zachovává stále též směr, nebo určitěji, při čemž polohy osy, znázorněné tady drátem, nechť jsou mezi sebou stále rovnoběžny. Když pomeranč uběhl čtvrtinu dráhy kolem lampy, otáčíme jím a pozorujeme délku dne a noci jako dříve. Shledáváme, že jsou poly právě na rozhraní, které odděluje světlou polovici od tmavé, a že dráha, kterou každý bod pomeranče vykoná světlem a tmou, je rovně veliká. Postavení toto odpovídá počátku jara dne 21. března.

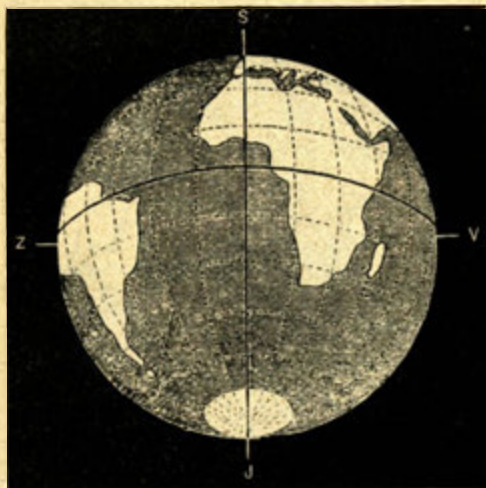
81. Pošiňme pomeranč o další čtvrtkuh kolem lampy; i shledáváme, že se severní pol o trochu sklání k lampě a že každé místo se-



Obr. 16. Země v myšleném pohledu se Slunce v době slunovratu letního (21. června).

verně od rovníka, čili na severní polokouli má delší den než noc, na jižní kratší den než noc, což odpovídá postavení letnímu; je tomu právě obráceně jako před polovicí oběhu kolem lampy v postavení zimním.

82. Opět další čtvrtkruh, a den i noc jsou si opět rovny, jak tomu na počátku podzimu dne 23. září; pohybuje-li pomerančem ještě

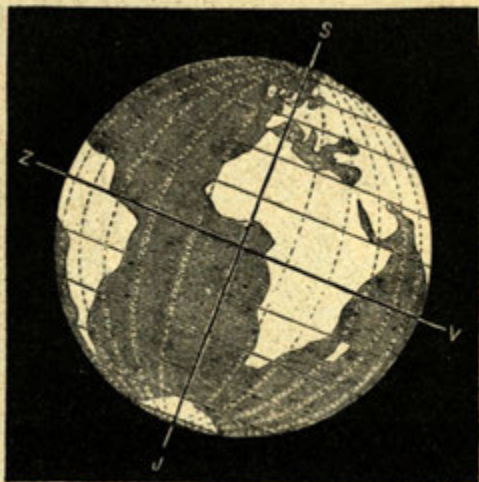


Obr. 17. Země v myšleném pohledu se Slunce v době slunovratu zimního (21. prosince).

o čtvrt kruhu dále, přijdeme do původního postavení.

83. Právě takovým způsobem pohybuje se Země za rok kolem Slunce, a tak povstává zima, jaro, léto a podzim. Postavení Země na

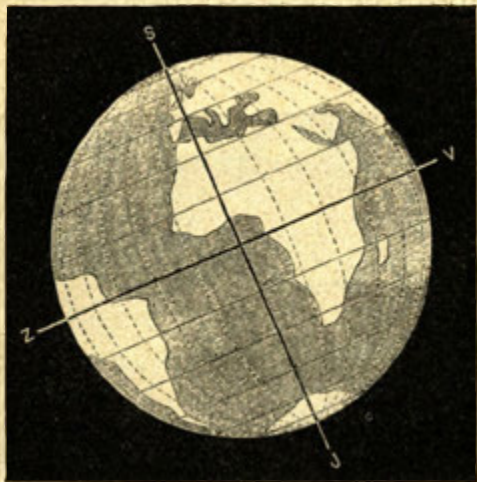
počátku jara a podzimu, kdy jsou si dni a noci rovny, nazývá se rovnodennost a je buď jarní nebo podzimní.



Obr. 18. Země v myšleném pohledu se Slunce v době rovnodennosti jarní (21. března).

84. Dále možno pozorovati, že po celé léto na severní polokouli je Slunce stále viditelné nad obzorem v krajinách kolem severního pólu; neboť ono nezajde na západě pod obzor, nýbrž přechází po obloze kolem severu k východu a

pak opět vystupuje výše nad obzor; v zimě je tu stále pod obzorem, nevyjde nikdy. Na jižní polokouli děje se totéž, jenže v opačný čas;

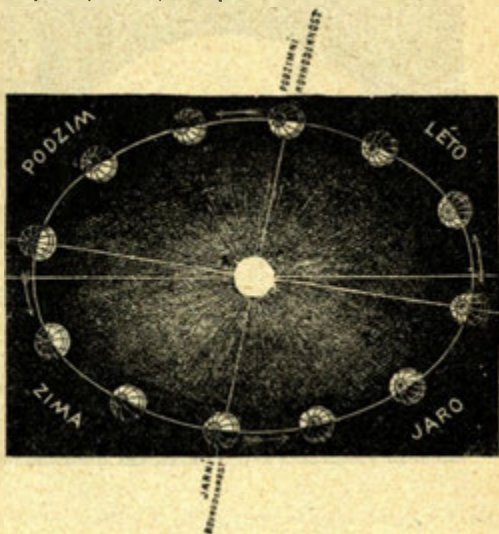


Obr. 19. Země v myšleném pohledu se Slunce v době rovnodennosti podzimní (23. září).

na polech samých je pak šest měsíců den a tedy i šest měsíců noc.

85. Na čtyřech vyobrazeních (obr. 16., 17., 18., 19.) znázorněna je Země, jak vypadá v myšleném pohledu se Slunce z jara, v létě, na

podzim a v zimě; střed každého diagramu značí bod, kam Slunce dopadá toho času kolmo. Představme si ještě globus, který v každém tom postavení kol své osy se otočí, a pak nám bude ještě jasnější vše, co před tím řečeno.



Obr. 20. Objasnění ročních počasí.

§ 10. *Roční počasí závisí na rozdílné délce dne a noci.*

86. Rozumíme-li, proč jsou den a noc nerovně dlouhé, srozuměli jsme tím také, kterak se stává,

že je v Austrálii zima, když je v Čechách léto, dále že roční počasí na zeměkouli se střídají a to postupně jaro, léto, podzim a zima jak na severní, tak na jižní polokouli v různých dobách ročních.

87. Jsou-li dni dlouhé a noci krátké, ať je to na severní nebo na jižní polokouli, tu je Slunce na té polokouli během 24 hodin delší dobu nad obzorem než pod ním, proto horka přibývá. Kdežto naopak, jsou-li na kterékoli polokouli dni krátké a noci dlouhé, je Slunce delší čas pod obzorem než nad ním a proto pocítujeme nedostatek tepla.

88. Na počátku jara, ačkoli jsou dni a noci rovně dlouhé jako na počátku podzimu, slý přírodní se odpočinkem zimním obnovily, a tak jest jaro dobou poupat, kdežto podzim dobou úpadku.

§ 11. *Proč pohyby Slunce a hvězd zdají se na rozdílných místech Země rozdílné.*

89. Chci se pokusiti vyložití, kterak se stává, že se s různých částí Země pohyby těles nebeských zdají tak velmi různými.

90. Nejen že na polech trvá den a noc po šesti měsících, nejen že na rovníku jsou dni a noci stále rovně dlouhé, nýbrž na polech se hvězdy zdánlivě pohybují kolem jednoho bodu kolmo nad hlavou — takový bod zove se zenit — kdežto na rovníku hvězdy, které procházejí ze-

nitem, zdají se vycházeti a zapadati téměř kolmo a nikoli ve směru šikmém, jak jest tomu u nás nebo v Australii.

91. Objasnili jsme si již východy a západy těles nebeských pozorované u nás ve směru východním a západním, nyní pozorujme oblohu v jiných končinách, jak tam se hvězdy pohybují. Hvězdy vycházející u nás blízko jihu, vyjdou v hodě malinko od jihu na východ vzdáleném, dosáhnou jistého nejvyššího bodu nad obzorem právě nad jihem a zapadají v místě položeném od bodu jižního tak daleko na západ, jak daleko na východ od něho vyšly. Hvězdy, které vyšly právě na východě, přejdou nad jihem daleko výše nad obzorem a zapadnou opět právě na západě. Hvězdy poblíž severu ani nevycházejí ani nezapadají; nikdy neklesají pod obzor, nýbrž pohybují se v kružnicích kolem jistého bodu na obloze, značeného hvězdou, která se téměř nehne. Je to tak zvaná Polárka; najdeme ji snadně, jestliže prodloužíme zadní kola Velkého Vozu, jak vyznačeno na obr 21.

92. Abychom to vyložili, vezměme globus, postavme jeho osu kolmo, vyřízneme z tuhého papíru kruh, velikosti naší koruny, který by nám znázorňoval obzor kteréhokoli místa, a připevníme jeho střed na globu pokud možno blízko horního konce osy čili severního polu, nebo jestli možná, nejlépe na polu samém.

Stojí-li osoba ve středu tohoto kruhu, tedy na polu aneb poblíž něho, vidí všecko, co je

nad tímto papírovým kruhem, avšak nic, co je pod ním — neboť okraj papíru značí obzor. Otáčíme nyní globem, abychom znázornili pohyb Země, a pozorujeme, jak se budou osobě stojící



Obr. 21. Polárka a souhvězdí Velkého Vozu (Vel Medvěda) ve čtyřech rozličných postaveních, vždy po 6 hodinách, znázorňujících, kterak Velký Vůz zdánlivě krouží kolem Polárky.

na polu jevíti hvězdy, představované zde pomocí obrazů na stěnách (odst. 53.). Vidíme ihned, že se onen papírový kruh prostě otáčí jako kolo ve vodorovné poloze (jestliže se nám

podatilo přilepiti papír přímo na pol), a že obrazy nad tímto obzorem se nacházející zůstávají stále v rovné výši nad ním. A tak hvězdy ani nevycházejí ani nezapadají osobě na polu stojící, zůstávajíce stále v rovné výši nad obzorem a kroužíce zdánlivě kolem středu oblohy, nacházejícího se přímo v zenitu; ve středu tom stojí Polárka, a ostatní hvězdy krouží kolem ní. Připevněme na stěně něco málo pod rovinou našeho obzoru obraz značící Slunce, které je tedy pro osobu našeho obzoru úplně neviditelné; i shledáváme, že při otáčení globem docílíme východu a západu slunečního jen tehdy, když globus trochu skloníme, jak jsme učinili, chtějíce vyložití roční počasí. Vzpomeňme si, že v jedné polovici roku severní pol Země je obrácen ke Slunci a během druhé polovice je odvrácen od Slunce, takže jeho den je dlouhý po celou letní polovici roku a noc po celou zimu; prohlédněme si obr. 20. shledáváme, že malý kruh kolem polu je osvětlen po celé léto, zde není nikdy noc při rotaci zemské a z téže příčiny v zimě nikdy den. Ale na jaře a na podzim je pouze polovice toho kruhu osvětlena, kdežto druhá je ve stínu, pročez během 24 hodin otáčením zemským každá část toho kruhu vstoupí do světla a pak opět do noci.

93. Tolik o pozorování oblohy na polu.

Zkoumejme dále, co se děje na rovníku. Přilepme tudíž onu kartonovou destičku na rovník a otáčejme globem. Vidíme, že se nepohybuje

jako kolo, nýbrž spíše jako peníz, jenž byl roztočen kolem svého průměru. Otáčíme-li globem o půlkruh, zjeví se zcela jiné skupiny hvězd nad obzorem, znázorněným okrajem papírové desky; ať však otáčíme globem jakkoli, body na obloze, ku kterým směřují poly globu, jsou vždycky právě na obzoru, severní polární hvězda právě v severním bodě obzoru a jižní pol právě v jižním bodě obzoru; hvězdy, které vycházejí zrovna v bodě východním, jdou přímo nad papírovou deskou a zapadají zrovna v bodě západním.

94. Pozorujme nyní obraz, představující nám Slunce; shledáváme, že globem můžeme jen o půlkruh otočiti, aby Slunce (obrazem znázorněné) setrvalo nad obzorem desky, a opět jen o půlkruh, aby bylo pod ním. Poněvadž se Země otočí o svou osu jednou za 24 hodin, je tedy Slunce dvanáct hodin nad horizontem a dvanáct hodin pod ním, takže den a noc na rovníku jsou vždy rovné délky; a třeba jsme naklonili globus, abychom naznačili střídání ročních počasí, shledáme přece, že délka dne a noci na rovníku se nemění.

95. Je dobře, připevníme-li onen papírový kroužek i na jiná místa globu, počínajíc od rovníku až k severnímu polu, a pozorujeme-li postupnou změnu zdánlivého oběhu hvězd při jejich východu a západu.

96. Co doposud řečeno, týká se zdánlivých oběhů hvězd pozorovaných s rovníka aneb severně od něho. Chtějíce zkoumati zdánlivé oběhy

hvězd viditelných na jižní polokouli, musíme připevniti papírový kroužek na různých místech jižně od rovníka. Točme pak globem a pozorujme, co se děje. Umístíme jej nejprve mezi rovníkem a jižním polem, abychom znázornili pozorovatele v Australii; jemu leží rovník na straně severní místo na jižní, jeho pol je na jihu místo na severu a hledí-li k severu, uvidí zcela týž východ a západ hvězd jako se severní polokoule, avšak jeho pravá ruka směřovati bude k východu a levá k západu, takže mu hvězdy vycházejí na pravé straně a zapadají na levé straně putující takto přes oblohu směrem obráceným tomu, jež na severní polokouli pozorujeme. Dále spatří na severu hvězdy, které u nás vidíme na jihu, a hvězdy nejsevernější budou pro něho neviditelné.

97. Abychom lépe objasnili zdánlivý oběh hvězd, pozorovaných s jižní polokoule, pojmenujme horní pol globu jihem a spodní severem, a točme globem ve směru předešlému opačném. Hvězdy a Slunce vycházejí na pravo a zapadají na levo. I zdá se, že Země pohybuje se různým směrem dle toho, odkud se na ni díváme, jako ručičky u průhledných hodin jinak by se zdály pohybovati, kdybychom je pozorovali od zadu nebo v zrcadle. A tak pozorovateli na jižní polokouli, obrácenému k rovníku, točí se také Země ve směru, který je opačný směru pozorovatele severní polokoule, taktéž k rovníku obráceného; z toho následuje, že umístíme-li jižní

pol nahoře, musíme zaměnití pojmy „v pravo“ a „v levo“ pro všechny zdánlivé i skutečné pohyby na Zemi.

98. Obraťme skutečný jižní pol globu nahoru a čiňme opět pokusy pomocí papírového obzoru.

99. Na našem globu bude nejspíše „dřevěný obzor“, zvaný „obecný obzor“, který značil obzor středu zemského, podobně jako nám značil papírový kroužek skutečný obzor některého místa. Tento dřevěný „obzor obecný“ je místo skutečného obzoru toho místa, které se v tu chvíli nachází na globu v nejvyšším bodě nad dřevěným obzorem. Jsou tedy obecný a skutečný obzor rovnoběžny.

II. Měsíc a jeho pohyby.

§ 1. *Měsíc pohybuje se mezi hvězdami.*

100. Poznali jsme nyní tvar Země a její pohyby; a to nejprve její otáčení se (rotaci) kol vlastní osy za 24 hodin a pak její oběh (revoluci) kolem Slunce, jež vykoná za rok.

101. Viděli jsme dále, že tyto dva skutečné pohyby Země jsou příčinou dvou zdánlivých pohybů Slunce a hvězd, a to denního pohybu, způsobujícího východ a západ, a ročního pohybu, který je příčinou, že měsíc po měsíci na jižním nebi spatřujeme v též čas z večera stále jiné hvězdy, až po uplynutí jednoho roku tento

veliký oběh počíná znova. „Fysikální zeměpis“ nás pak blíže poučí, že Země je vychladlé těleso, obklopené vzduchem, jenž teplem slunečným bývá uváděn v proud.

102. Snad někdo ze čtenářů se bude diviti, že jsem se doposud ani nezmínil o Měsíci, který se nám přece jeví skoro v téže velikosti jako Slunce a který občas vrhá tak silné světlo na Zemi.

103. Nuže, nyní je řada na něm. Pozorujme jej jednoho krásného večera a všimněme si jeho postavení mezi sousedními hvězdami. A poněvadž je nesnadno spatřiti malé hvězdy poblíž něho, bude nejlépe užiti příležitosti, když je v blízkosti hvězdy velké. Pozorujme jej po několika hodinách, aneb je-li třeba, až příštího večera, tu na ráz shledáme, že nezaujímá téhož postavení vůči ostatním hvězdám, nýbrž že se mezi nimi značně posunul k východu. A budeme-li jej každodenně pozorovati, shledáme, že každodenně vychází později a později, takže za $27\frac{1}{3}$ dne má tutéž polohu mezi hvězdami jako dříve; podobně jako rafiji hodinovou dohání a předchází rafije minutová.

104. Pokusme se tato pozorování vyložit. Za tím účelem opět se vrátíme k pomeranči a lampě; k tomu musíme však ještě přibrati malou kuličku na niti zavěšenou, aby nám znázornila Měsíc. Pomeranč představující Zemi nechť je v klidu a kulička — Měsíc — ať se

pohybuje v kruhu kolem Země, podobně jako se pohybuje Země kolem Slunce.

105. Pozorujme, zdali tímto pohybem lze vysvětliti naše pozorování. Měsíc nechť stojí nejprve v bodě E (obr. 22) v jedné přímce se Sluncem; v takovém postavení objeví se Měsíc



Obr. 22. Pohyb Měsíce kol Země.

na obloze ovšem v blízkosti Slunce, bude s ním tedy vycházeti i zapadati, což si také můžeme znázorniti, otáčíme-li Zemi kol drátu. Nechť pohybuje se Měsíc dále do T , je to poloha, kam by se dostal za několik dní (asi za 3). Je vidno, otáčíme-li opět Zemi, že Slunce zapadá o něco dříve než Měsíc, neboť osobě v A Slunce právě zapadlo, avšak Měsíc stojí nad obzorem. Pak pohybuje Měsícem do F i spatřujeme, že pro pozorovatele v A stojí Měsíc po západu Slunce právě v jihu, takže se již za Sluncem opozdil o 6 hodin a tím o čtvrtkruh

od něho se vzdálil. Nyní jej pošli dále do G ; zde právě vychází, když Slunce zapadá a v půlnoci je v jihu. Opozdil se tedy za Sluncem již o 12 hodin, jak možno viděti, myslíme-li si pozorovatele v bodě D . Pošleme-li Měsíc dále do H , tu pozorovateli v A , jemuž Slunce právě zašlo, Měsíc ještě nevyšel; opozdil se za Sluncem o 18 hodin, a pozorovateli v D vyjde o půlnoci. Pozorovatel v C vidí jej v jihu, při čemž Slunce zároveň vychází. Posuňme jej dále do K ; zde ztratil Měsíc u porovnání se Sluncem již skoro celý oběh (počítajíc od té doby, kdy se Sluncem zároveň vycházel); tu vychází skoro 21 hodin za Sluncem, čili počítáno nazpět tři hodiny před ním a za tři dni budou vycházeti zase společně. Tím, co jsme spatřili a pozorovali, objasnili jsme si správnost, že Měsíc obíhá kolem Země jednou za $27\frac{1}{3}$ dne. A my víme že tomu ve skutečnosti také tak jest.

§ 2. *Měsíc mění svou podobu.*

106. Takto vyložili jsme vlastní pohyb Měsíce mezi hvězdami; avšak ještě něco jiného se s ním děje: za oběhu kol naší Země mění svou podobu ze tvaru srpovitého na plný kruh. Této přeměně jsme tak uvykli a tak se nám zdá obyčejnou a samozřejmou, že nám ani nenapadá pátrati po příčině její. Ptejme se však: „Mění se Měsíc skutečně?“ Nikoli, je stále týž, ale

z osvětlené polovice jeho vidíme mnohdy jen část, někdy téměř nic, takže strana k nám obrácená je někdy z části nebo zcela neosvětlena a pro nás tudíž neviditelná. Řekněme si předem již zde, že je k nám Měsíc obrácen stále touž stranou.

107. Pozorujme Měsíc z večera v době tak zvaného „úplňku“, když se jeví okrouhlý jako Slunce. Všimneme-li si jeho postavení na obloze, shledáme, že je právě na opačné straně Země, než na které je Slunce, takže zapadá-li Slunce, Měsíc vychází, a vychází-li Slunce, Měsíc zapadá, což naznačeno v poloze G (obr. 22.). V této poloze je kulička G , znázorňující Měsíc, na té straně pomeranče, která je od Slunce odvrácena a která má tedy noc, při čemž polovice kuličky (na obraze bílá) je Sluncem osvětlena a protilehlá je ve stínu. Díváme-li se na kuličku z bezprostřední blízkosti pomeranče, spatříme pouze plnou osvětlenou polovici kuličky a strany tmavé ani část: jest úplňk, a tento zjev je naznačen bílým kruhem M . A tak je zřejmo, že za úplňku stojí Slunce na jedné straně Země a Měsíc právě na druhé a to na neosvětlené, kdy je tedy noc, a že proto vidíme jeho plnou stranu osvětlenou.

108. Po úplňku, jak jsme již poznali, vychází Měsíc stále později. Dejme tomu, že jej pozorujeme opět za týden po úplňku. Shledáme, že vychází o půlnoci. To je ovšem pro nás příliš pozdě; nezapomínejme však, že hvězdáři mají den, kdy my máme noc. Měsíc již není plný,

okrouhlý, je ho pouze polovice viditelná. Vraťme se k obrazu 22. Ve které poloze je Měsíc, když vychází o půlnoci? Pro pozorovatele na Zemi je půlnoc, když se nachází v bodě D , a tu vycházející Měsíc musí býti v poloze H . Umístíme tedy kuličku do bodu H a oko do bodu D ; část na obraze blá je Sluncem osvětlená polovice. Z bodu D nemůže však světlá část býti viditelná celá, nýbrž spatříme odtud jen polovici části osvětlené a polovici části tmavé, jak tomu také ve skutečnosti jest.

109. Pokračujme v pozorováních! Je-li pro nás pozdě zůstatí vzhůru do půlnoci, zkusme vstáti před východem Slunce, a tu shledáme, že Měsíc nabývá více a více podoby srpů, čím dříve vychází za Sluncem; v bodě K jeví se tedy, jak naznačeno v O , až se konečně v paprscích slunečných ztrácí, když dostihne postavení v bodě L . Jak se nám má nyní jevíti? Umístíme-li kuličku mezi okem na Zemi a lampou, bude strana kuličky k nám obrácená celá tmavá. Ze světlé nespatriíme ničeho. Jest „nov“. Pozorujme jej za několik dní potom, když je viditelný právě po západu Slunce. Objeví se nám opět jako úzký srpovitý proužek; postavení jeho znázorněno v T . Umístíme sem opět kuličku; i spatříme z bezprostřední blízkosti pomeranče jen úzký srpek z osvětlené části a širokou část z polovice tmavé.

110. Čím více se Měsíc za Sluncem opozduje a tak od něho se vzdaluje, čím později a později

zapadá: tím větší část osvětlené plochy se nám objevuje, až v postavení *I'* opět spatříme půlměsíc. Tehdy je Měsíc právě v jihu, když Slunce zapadá. Pomocí koule si toto postavení zase můžeme znázorniti. — Ještě týden dále, a Měsíc je opět úplný a Slunci protilehlý (v *G*).

111. Všechny tyto zjevy můžeme si též úplně představit, jestliže se postavíme v jisté vzdálenosti od lampy nebo plynového světla, které je ovšem samojediné v pokoji, a pohybujeme pomerančem nebo koulí (Měsícem) kolem své hlavy (jako Země): tím znázorníme si každou proměnu Měsíce. — Měsíc obíhá tedy kolem Země tímtež způsobem jako Země kolem Slunce; oběh ten od jednoho úplňku ke druhému trvá okrouhle $29\frac{1}{2}$ dne, ačkoli Měsíc oběhne Zemi skutečně asi za $27\frac{1}{3}$ dne, jak jsme již seznali v odst. 103. Výklad rozdílu těchto dvou dob viz v odst. 200 a.

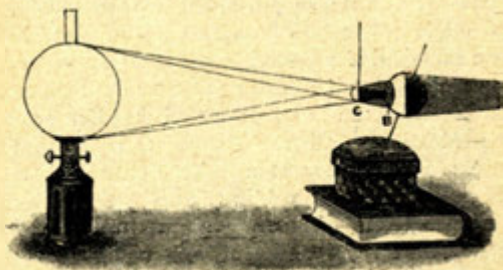
§ 3. *Kterak je Měsíc příčinou zatmění.*

112. Dle toho, co řečeno, zdálo by se, že Měsíc každého měsíce mezi námi a Sluncem prochází a tím způsobuje tak zvané úplné zatmění Slunce. Avšak z příčin, o nichž se hned zmíníme, jde Měsíc zhusta nad Sluncem nebo pod ním, a tu zatmění býti nemůže; anebo přechází Měsíc přes Slunce jen částečně a zakrývá

našemu oku kotouč slunečný jen částečně, čímž vzniká tak zvané částečné zatmění.

113. Pokusme se znázorniti to opět tím, že použijeme pomeranče a malé koule.

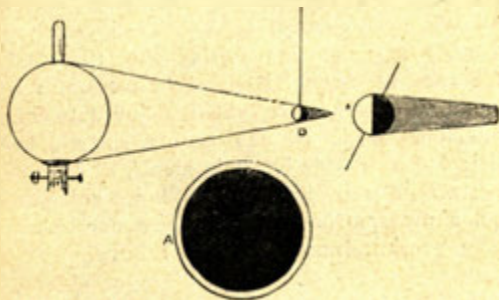
114. Postavme lampu na stůl a drát, nesoucí pomeranč (Země) zatkněme v jisté vzdálenosti od lampy do velké podušky na jehly; pak



Obr. 23. Úplné zatmění Slunce.

vezměme malou kouli (Měsíc), připevněme ji na nit, tak abychom ji mohli pohybovati volně kolem Země, aniž by prsty vrhaly na zemi stín (obr. 23.). Potom uveďme Měsíc mezi Slunce a Zemi, držíce jej blíže u Země (na obr. 23. v bodě C), takže stín Měsíce padá na Zemi. Kamkoli stín na zeměkouli dopadá, tam všude je Slunce neviditelné a vzniká tam úplné zatmění. V některých místech (na př. v B), která nejsou úplným stínem zasažena, nezakrývá Měsíc

celé Slunce a proto tu vzniká jen zatmění částečné; čím dále se od této krajiny vzdalujeme, tím větší a větší část Slunce je viditelná. I sledáváme, že kolem úplného stínu vzniká polostín [penumbra]*), ve kterém, jak jsme viděli, vzniká na všech místech zatmění jen částečné.



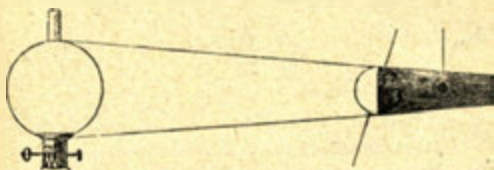
Obr. 24. Kruhové zatmění Slunce, jak by se jevilo s místa *A*.

115. Umístíme nyní Měsíc dále od Země, dejme tomu v bodě *D* (obr. 24); i sledáváme, že stín Měsíce není tak dlouhý, aby zasáhl Zemi; nemůže tudíž v tomto případě nikdy nastati úplné zatmění, neboť tím, že se Měsíc od Země tak vzdálil, není jeho kotouč dosti veliký, aby pokryl Slunce úplně, takže vnější okraj

*) Penumbra z lat. pene = skoro, umbra = stín.

Slunce zůstává viditelný; tento vzácný druh zatmění nazývá se zatmění kruhové.

116. Všechno to si ještě spíše objasníme, odstraníme-li pomeranč a tam umístíme svoje oko. Nejprve se dívejme okem s toho místa, kam padal stín úplný; shledáváme zatmění úplné. Pak pohneme okem trochu dolů nebo nahoru, při čemž ať Měsíc zůstane na témže místě, i spatříme úzký pruh Slunce, ve skutečnosti částečné zatmění, a čím dále umisťujeme oko, tím větší část Slunce se zjevuje. Nyní nechť ustoupí oko do bodu *A*, odkudž lze viděti úplné zatmění, a vzdalujeme Měsíc od oka zvolna směrem ke Slunci; Měsíc je zdánlivě stále menší, až v bodě *D* nestačí již jeho velikost, aby Slunce zakrýval úplně, a my spatříme jasný pruh Slunce kolem Měsíce; ve skutečnosti zatmění kruhové.



Obr. 25. Zatmění Měsíce.

117. Mimo zatmění Slunce jsou také zatmění Měsíce, způsobená průchodem Měsíce skrze stín Země. Co se tím myslí, pochopíme ihned, když opět postavíme lampu a pomeranč jako dříve

a Měsíc (znázorněný kouli) zavěsíme na stranu Země, od Slunce odlehlou, tak aby přišel do stínu Země. V tomto případě je Měsíc tudíž na té straně Země, kdy je úplněk, dříve byl na straně novu. Nevznikne tedy toto zatmění jako slunečné, kdy mezi nás a Slunce přijde neprůhledné těleso, nýbrž tím, že naše Země jej zastíňuje vlastním tělem. Tím liší se obojí zatmění. (Obr. 25.)

118. Při úplném zatmění Slunce viděl by pozorovatel s Měsíce na Zemi černou skvrnu, rychle přes povrch zemský se pohybující; a kolem této skvrny v mezikruží vytvořený polostín, v němž se Země spatřiti lze částečné zatmění; avšak při úplném zatmění měsíčním stín Země zakrývá Měsíc docela.

119. Uvedeme-li si na paměť postavení Měsíce na obr. 22., 23., 24. a 25., pochopíme nyní, že zatmění Slunce může nastati, jen když je nov, a zatmění Měsíce, jen když je úplněk. Neboť když Měsíc stojí mezi námi a Sluncem, když je tedy zatmění Slunce, musí býti patrně k nám obrácena jeho tmavá strana (nov); a když je Měsíc na druhé straně Země, na straně od Slunce odvrácené — když tedy může nastati zatmění Měsíce — je k nám obrácena jeho světlá strana (úplněk).

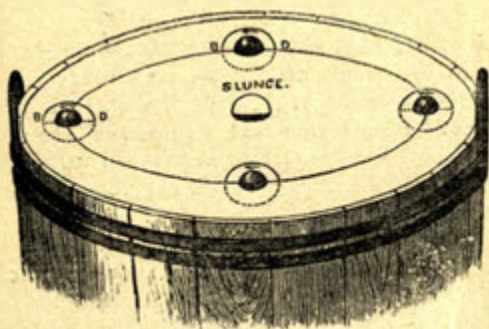
120. Pravili jsme (v odst. 112.), že Měsíc jde zhusta nad nebo pod čarou, spojující Zemi a Slunce, a proto že nevzniká při každém novu zatmění Slunce a při každém úplňku zatmění

Měsíce. Na našem pomeranči, kuličce a lampě vznikalo by každý měsíc zatmění slunečné a měsíčné.

121. Pokusme se tedy jinak tento úkaz znázorniti. Nejprve objasněme, že Měsíc často přechází na obloze nad Sluncem a často pod Sluncem, čímž zabráněno každoměsíčním zatměním. Shledali jsme, že Měsíc se pohybuje kol Země v kružnici (se Zemí ve středu), která jest jeho drahou. Znázorněme si tuto dráhu kouskem drátu ohnutým kol pomeranče do kružnice a Měsíc velkou skleněnou perlou neb malou kuličkou navlečenou na drát. Kružnici z drátu držíme tak, aby Země (pomeranč) stála v jejím středu a pohybuje Měsícem na drátu kolem ní; je-li dráha Měsíce vodorovně, přijde Měsíc po každé mezi Zemí a Slunce. Leč ve skutečnosti tomu tak není, jak jsme shledali, proto musíme drátěnou kružnici nakloniti tak, aby mezi lampou a pomerančem šla pod lampou nebo nad ní, má-li Měsíc (kulička) přecházeti pod Sluncem (lampou) nebo nad ním.

122. Chceme-li to zřetelněji ukázati, vezmeme džber s vodou jako dříve a vložíme na vodu kouli (Slunce) a to tak, aby plovouc vyčnívala polovicí nad vodu. Jinou kouli malou (Zemí) vložíme podobně na vodu při kraji džberu; pak může Země kolem Slunce obíhati, znázorňujíc takto svou roční dráhu. Poněvadž pak její dráha leží na povrchu vody, představuje povrch vody rovinu ekliptiky (odst. 67.).

123. Již dříve jsme vyložili domnění, že je dráha Měsíce k dráze zemské nakloněna, poněvadž nevznikají v jistých místech zatmění, kde by vznikatí mohla. To vystihneme zde tak, že položíme opět onu kružnici z drátu kolem Země, při čemž jednu polovici drátu ponoříme, druhou šikmo nad povrchem držíce, jak vyznačeno na



Obr. 26. Znázornění sklonu dráhy měsíční k rovině ekliptiky.

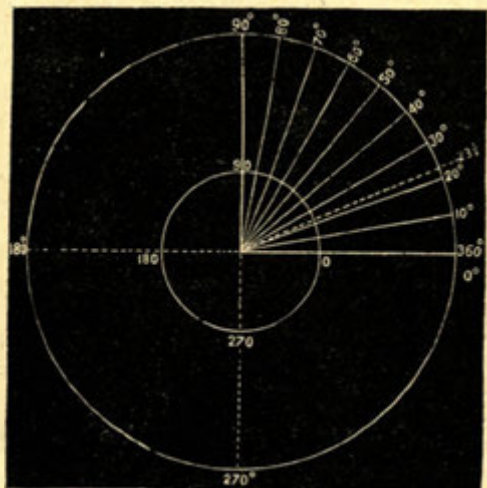
obr. 26., kde plná čára znamená část drátu nad vodou, čerchaná čára část pod vodou. Tím znázorněno naklonění dráhy měsíční k rovině ekliptiky; čára, spojující oba body, kde dráha tuto rovinu protíná, sluje uzlová přímka a oba body *B* a *D* jsou uzly.

124. Předpokládáme-li tedy naklonění dráhy měsíční k rovině ekliptiky, ukazuje nám tento pokus zřetelně, že zatmění mohou jen tehda nastati, když se Měsíc nachází v blízkosti některého z obou uzlů, když tedy přijde do téže přímky se Zemí a Sluncem; neboť jen v tomto případě prochází při svém oběhu mezi Sluncem a Zemí anebo v jedné přímce se Sluncem, právě za Zemí. V jiných částech jeho dráhy nemůže se udáti zatmění, poněvadž skleněná kulička na drátě, byť byla sebe blíže zatmění, bude se nalézati nad vodou nebo pod ní, ale nikdy na její hladině v jediné přímce se Sluncem a se Zemí. Poněvadž pak víme, že nepovstávají zatmění každého měsíce, musí ve skutečnosti dráha Měsíce býti nakloněna k rovině ekliptiky, jak jsme správně předpokládali.

125. Seznali jsme již dříve, že rovina rotace zemské (kol osy) neděje se v rovině ekliptiky, nýbrž je k ní nakloněna; nyní shledáváme, že i rovina, v níž děje se pohyb Měsíce kol Země, je nakloněna k rovině ekliptiky. Pokusme se vystihnouti, kterak se stanoví velikost tohoto sklonu v každém případě.

126. Za tím účelem hvězdáři rozdělují všechny kruhy, velké nebo malé, na 360 stupňů (píše se 360^0) (viz obr. 27.); vedeme-li dvě přímky od středu kruhu k jeho obvodu, udává počet stupňů mezi oběma body, v nichž přímky protnou obvod, velikost úhlu oběma přímkami sevřeného. Leč 360 je čtyřikrát 90, takže obě

přímky, které svírají čtvrtkruh, tvoří úhel 90° , ať je kruh kterékoli velikosti. Každých 90° pak zove se „úhel pravý“, a o dvou přímkách, svírajících úhel 90° , říkáme, že stojí na sobě kolmo. Celý kruh obnáší tedy 360 úhlů po 1° , čtyři úhly po 90° atd.



Obr. 27. Rozdělení kruhu ve stupně.

127. Takový kruh se středem uprostřed Země představují si také astronomové, kteří pak dovedou tímto způsobem při svých pozorováních

stanoviti úhly, svírané rovinami, o nichž byla řeč v odst. 121 — 125. A tak shledáno, že úhel, který svírá rovina ekliptiky s rovinou zemské rotace, je $23\frac{1}{2}^{\circ}$, a že úhel, jejíž rovina ekliptiky uzavírá s rovinou oběhu Měsíce kol Země, je přes 5° .

§ 4. *Kterak Měsíc vypadá.*

128. Pokud se týče tvárnosti povrchu zemského, odkázal jsem na učebnici fysikálního zeměpisu. Měsíc je nám poměrně blízko, je skoro 400.000 km vzdálen; možno tedy mnoho na jeho povrchu seznati.

129. Pozorujeme-li Měsíc pouhým okem, jeví se nám jeho povrch skvrnitý, některé části jsou tmavší jiných. Dříve se domnívali, že ona tmavá místa jsou moře. Ačkoli se shledalo později, že to je suchá země, podržela tato místa přece název moří, a tak máme „Moře klidu“, „Moře bouří“ a podobně, jak se můžeme dočísti na mapě Měsíce; neboť máme právě tak mapu Měsíce, jako mapu Země. Užijeme-li dalekohledu, abychom oku pomohli — i malý dalekohled k tomu účelu stačí, — tu zjeví se nám jeho povrch skoro úplně pokrytý horami, vrchy a údolními; nejsou to však hory a údolí jako u nás, pokryté zelení: jsou všechny holé a vypráhlé. Žádných jezer ani řek neznamení, a pokud víme, není tam vody vůbec, tudíž také žádných oblak, která by zastiňovala povrch před

prahnoucím Sluncem; ba ještě více: ani zna-
telné atmosféry tam není. Zdá se tudíž, že není
žádného života na Měsíci. Skoro celý povrch



Obr. 28. Část povrchu Měsíce.

jeho je pokryt vyhaslými vulkány obrovských rozměrů, které jsou nepodobny našim na Zemi.

130. Z toho seznáváme, že nemůžeme beze všeho si mysliti poměry naší planety, na níž žijeme, přenesené na kterékoli jiné těleso nebeské. Představme si svět bez vody a tím i bez ledu, bez oblak, deště a sněhu, bez řek, tedy také bez vegetace, která by život zvířat udržovala; představme si svět, v němž není žádného svítání ani soumraku, nýbrž náhlý přechod z nejjasnějšího světla slunečního do nejčirější tmy; svět beze vzduchu a tudíž také bez zvuku, který se může šířiti jen vzduchem, kde tedy největší hora mohutným otřesem může se roztráskati aniž to slyšeti: a tak je tomu na Měsíci.

131. Přece však se Měsíc Zemi v něčem podobá: nezáří vlastním světlem. Jasná strana Měsíce je ta, na kterou dopadá slunečné světlo; kam světlo nedopadne, je Měsíc neviditelný. Měsíční světlo je vlastně slunečné světlo odražené (vypůjčené), a Měsíc nám tudíž nesvítí světlem vlastním.

132. Průměr Měsíce je skoro 3500 km. Látky, z nichž Měsíc je složen, jsou celkem lehčí než látky, které tvoří stavbu Země, což vyjadřujeme říkajíce, že hutnost Měsíce obnáší $\frac{2}{3}$ hutnosti zemské, brané za jednotku.

133. Leč to vyžaduje malého vysvětlení. Víme, že mnohé věci jsou velmi hutné a těžké, jiné jsou opět lehké; olovo na příklad je velmi hutné a těžké, korek je velmi lehký. Známo

dále všem, co je centimetr, čtverečný centimetr a krychlový centimetr. Zvážíme-li tedy krychlový centimetr olova a krychlový centimetr korku, můžeme přesně určit, kolikrát je olovo tak těžké jako korek. Předpokládáme-li, že měrná váha čili hutnost korku jest 1, pak by byla měrná váha čili hutnost olova tolik a tolik; a kdybychom dále vzali místo krychlového centimetru krychlový metr, tu by olovo bylo zase tolikrát tak těžké jako korek.

134. Hvězdáři stanovili měrnou váhu Země a Měsíce, dále vědí, kolik obsahují obě tělesa krychlových kilometrů (neb krychl. metrů). Proto mohou vypočítati, zdali krychlový centimetr látky, z které se skládá Měsíc, váží více nebo méně než krychlový centimetr látky, z níž utvořena Země; jinak řečeno, zdali je Země více nebo méně hutnější nežli Měsíc. I shledali, že krychlový centimetr látky zemské váží $1\frac{1}{2}$ krát tolik jako totéž množství látky Měsíce, odtud praví, že Měsíc má jen $\frac{2}{3}$ hutnosti zemské.

135. Obyčejně stanoví se hutnost krychlového centimetru vody za jedničku, dle toho pravíme, že hutnost Země je $5\frac{1}{2}$ krát, Měsíce $3\frac{1}{2}$ krát tak veliká jako hutnost vody. A tak u každého nebeského tělesa dlužno rozeznávati:

- a) Jeho obsah krychlový, stanovený v krychl. kilometrech (neb metrech);
- b) jeho váhu hmoty, t. j. kolik kilogramů váží, což se stanoví jeho působením na jiná tělesa nebeská;

- c) jeho hutnost, t. j. kolik váží krychlový metr (decimetr anebo centimetr); vypočítá se, dělíme-li váhu hmoty číslem krychlového obsahu.

136. Táž strana Měsíce je neustále obrácena k nám, poněvadž se Měsíc během svého oběhu kol Země zvolna otáčí kolem své vlastní osy. Toto otočení kol vlastní osy trvá právě takovou dobu, jako jeho pohyb kolem nás; zcela podobně jako bychom my činili, kdybychom, držíce se rukama kůlu do země zaraženého, kolem něho se stále otáčeli a na něj hleděli. Pozorujíce zároveň blízké předměty shledali bychom, že jsme se jednou otočili kolem sebe, když jsme se otočili jednou kolem kůlu; kromě toho by se nám při tom hlava točila závratí, což je nezvratným dokladem naší rotace. Podobně kulička na niti k prstu připevněná a kolem něho roztočením kroužící také by k prstu obracela stále tutéž stranu.

137. Těmito pozorováními objasněno, že se Měsíc během svého oběhu kol Země zároveň také otočí kol své osy a že tedy den na Měsíci je skoro 29 našich dnů. My jsme světlem slunečním osvětlováni asi 12 hodin čili polovici dne zemského: každá část Měsíce je osvětlována skoro 15 dnů čili polovici z 29 dnů. A tu lze si představit, jak vysokého stupně asi dosáhne teplota na povrchu měsíčním za tohoto měsíčního bílého dne a jak na protilehlé straně

opět vychladne za této 15denní noci, zvláště připojíme-li k tomu, že tam není ničeho, co by sluneční žár a krutý mráz mírnilo (viz odst. 130. a 131.).

III. Sluneční soustava.

§ 1. *Jak by se nám jevila tělesa, podobná naší Zemi, avšak bližší Slunci.*

138. Dosud zabývali jsme se hlavně Zemí, Měsícem a Sluncem. Také zmínku učinili jsme již o drobných hvězdách, vlastním světlem zářících.

139. Pohledme, co bychom pozorovali na obloze, kdyby byla ještě v prostoru světovém jiná tělesa, vlastním světlem nesvítící, tedy jiné země, podobné naší, které by se kolem Slunce pohybovaly jako my. Jak by se nám jevila? Pripusťme především, že se kolem Slunce pohybuje takové těleso v menší vzdálenosti než my,



Obr. 29. Znázornění, kterak se pohybuje a jeví nebeské těleso mezi námi a Sluncem.

tedy uvnitř dráhy naší Země. Užijme opět lampy místo Slunce, pomeranče místo Země naší a koule, která nám dříve znázorňovala Měsíc, místo oné země předpokládané; nyní třeba jen kouli (předpokládanou zemí) pohybovati kolem lampy a pozorovati s pomeranče rozličná její postavení; tím porozumíme všem zjevům tohoto nového tělesa v jeho dráze kolem Slunce. Nejprve umístíme kouli do *A* (obr. 29.) mezi lampou a pomerančem — koule bude se zde jeviti v jediné přímce se Sluncem, to znamená, že ji bude Slunce na její dráze po obloze zdánlivě provázeti, bude tedy v témže čase neviditelná pro velikou jasnost slunečnou; obě budou zároveň vycházeti a zapadati. Nyní pošlme kouli do polohy *B* — bude se jeviti na pravé straně od Slunce, tudíž bude přede dnem vycházeti a odpoledne zapadati, takže pro nás je viditelná jen před východem Slunce; tu můžeme pozorovati, kterak mění svoje postavení, „putuje“ mezi hvězdami den ode dne, až zmizí jako hvězdy ve světle denním. Pošlme-li ji do polohy *C*, bude vycházeti a zapadati zároveň se Sluncem a tudíž jako v *A* ztráceti se v paprscích slunečních. Konečně ji umístíme v bodě *D*; zde je na levé straně od Slunce, bude choditi za Sluncem, tedy po východu Slunce vycházeti, po západu Slunce zapadati; bude pro nás viditelná jen večer. Přemýšlejíce trochu o těchto postaveních shledáváme dále, že toto těleso mění svou podobu právě tak jako Měsíc, dále

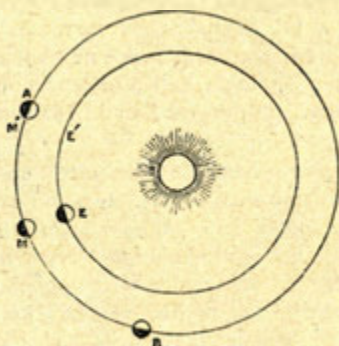
že je nikdy nemůžeme spatřiti o půlnoci. Avšak jeden podstatný rozdíl je tu přece. Naše Země pohybuje se kolem Slunce, zůstává celkem stále v téže vzdálenosti od něho, proto se nám Slunce jeví stále téže velikosti; také Měsíc, poněvadž nemění podstatně svou vzdálenost od Země, je stále téže velikosti. Leč nepravím, že také téže podoby. Avšak nová, námi předpokládaná Země, o níž nyní přemýšlíme, pohybuje se kolem Slunce; a tak přijde někdy mezi nás a Slunce (do postavení *A*), někdy právě na stranu opačnou (do post. *C*), takže její vzdálenost od nás se velice mění; odtud také bude rozličná i zdánlivá velikost.

140. Pozorujeme-li pak tuto novou zemi dalekohledem, shledáváme, že mění svou zdánlivou velikost a jako Měsíc i svou podobu; a kdyby její atmosféra byla jasná, spatřili bychom na ní moře a pevniny, dle jejichž pohybu bychom pak stanovili, jak rychle se otáčí kol své osy a zdali její den je tedy delší nebo kratší dne našeho.

§ 2. *Jak by se nám jevila tělesa, podobná naší Zemi, avšak od Slunce vzdálenější.*

141. Chceme-li znázorniti zjevy na nějaké zemi mimo dráhu naší Země se pohybuje, jest třeba pouze kouli dokola kolem Slunce pohybovati na vnější straně zemské dráhy (obr. 30.).

Počněme tím, že umístíme kouli na straně Slunce, Zemi protilehlé — bude se ztráceti v záři paprsků slunečních; pohybujeme ji dále směrem, opačným směru hodinových ručiček, i spatříme ji na levé straně Slunce. To znamená, že bude za Sluncem vycházeti a zapadati, jak tomu bylo u země, myšlené uvnitř dráhy zemské. Avšak pohybujeme-li



Obr. 80. Znárodnění, kterak se pohybuje nebeské těleso kolem Slunce mimo dráhu zemskou.

koulí o čtvrtkruh dále, nastane rozdíl ve zjevech obou myšlených zemí, neboť tato země neblíží se opět zdánlivě k Slunci, neprochází tedy mezi Zemí a Sluncem, nýbrž se od něho stále vzdaluje a přijde na stranu Země od Slunce odvrácenou (do *M* v obr. 30.). Vychází, když Slunce zapadá, a o půlnoci svítí v jihu, což by nebylo

možno u země, uvnitř dráhy zemské se pohybující.

142. Rovněž dlužno podotknouti, že skoro celá osvětlená strana této země je od nás viditelná, ačkoli na př. v obou postaveních *A* i *B* (obr. 31) také malou část své tmavé strany k nám obrací, takže vnější země nikdy by nejevila tytéž proměny, které by jevila země vnitřní. Kdežto tedy vnitřní země by se zdánlivě pohybovala s jedné strany Slunce na druhou, tvořila by vnější země mimo naši Zemi a tedy i kolem ní úplný oběh. Takové těleso bude rovněž měniti svou zdánlivou velikost, ovšem ne v tak velkém rozsahu.

§ 3. Jsou tam taková tělesa? Oběžnice

143. Taková tělesa, o nichž jsme nyní mluvili, skutečně jsou, a to vnitřní i vnější; nazývají se oběžnice čili planety; Země jest rovněž oběžnicí, poněvadž kol Slunce obíhá.*) Napočteno osm hlavních oběžnic, naši Zemi v to počítajíc. Pojmenovány byly dle starých božstev; dvě vnitřní slují Merkur a Venuše, vnější Mars, Jupiter, Saturn, Uran a Neptun; první tři jsou menší než naše Země, ostatní však mnohem větší.

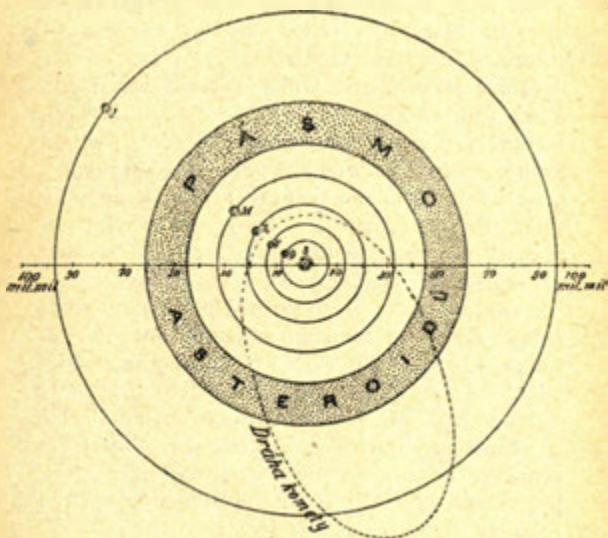
*) Slovo planeta z řec. *planáein* = blouditi, těkati, poněvadž tato nebeská tělesa svoje místo mezi ostatními hvězdami sem tam mění; odtud i starší český název bludice. (Viz odst. 139.)

144. Merkur a Venuše jsou vnitřní oběžnice, to znamená, že jsou mezi námi a Sluncem a tudíž že se zdánlivě, jak jsme v § 1. této kapitoly vyšetřili, pohybují s jedné strany Slunce na druhou. Merkur vzdaluje se zřídka tak daleko od Slunce, aby před východem nebo po západu Slunce mohl býti spatřen, kdežto Venuše vzdaluje se tak daleko, že ji možno pozorovati dlouho po západu nebo před východem Slunce; odtud se nazývá večernicí nebo jitřenkou.

145. Vnější oběžnice vykonávají na nebi úplný oběh, jak dle § 2. této kapitoly musí býti. Leč všecky tyto pohyby jsou mnohem spleťtější, než se nám jevily na pomeranči a kouli; neboť Země není v klidu, jak jsme předpokládali u těchto pokusů, nýbrž pohybuje se kol Slunce a to rychleji než vnější a volněji než vnitřní oběžnice; kdybychom si tedy chtěli znázorniti tuto různost v rychlosti oběhu, a tím i zvláštnosti těchto oběhů, musili bychom Zemí pohybovati kol Slunce rychleji než vnější oběžnicí a to poměrně o tolik rychleji, oč rychleji se pohybuje Země kol Slunce než vnější oběžnice ve skutečnosti.

146. Slunce a oběžnice, kol něho obíhající, slují dohromady sluneční soustavou; vlastně náleží do této soustavy každé těleso nebeské, na které Slunce trvale působí; jest jich více, než doposud jsme jmenovali, jak ihned seznáme.

147. Náleží k nim mimo hlavní oběžnice ještě množství drobných oběžnic (hvězdic), dále vlasatice a letavice; o všech těchto tělesích postupně promluvíme. Tvoří jakoby jedinou rodinu, jejíž hlavou je Slunce. Na obraze 31. je znázorněna část soustavy sluneční, jak by se jevila při pohledu shora; je však nemožno, podati



Obr. 31. Část sluneční soustavy.

Na tomto obrázku byl by Saturn umístěn od středu asi 7 cm, Uran 15 cm, Neptun 23 cm.

tímto obrazem správný pojem o skutečných rozměrech soustavy sluneční. Chtějíce si aspoň poněkud o tom učiniti pojem, představme si globus 1 *m* v průměru, který by nám značil Slunce: Merkur byl by pak u porovnání se Sluncem jako velké zrno hořčičné, které by kroužilo kolem Slunce ve vzdálenosti 40 *m*, Venuše jako hrách (9 *mm*) ve vzdálenosti 77 *m*, Země rovněž jako hrách (9 *mm*) ve vzdálenosti 107 *m*, Mars jako velká hlavička špendlíková (skoro 5 *mm*) ve vzdálenosti 164 *m*, drobné oběžnice jako jemná zrnka písková ve vzdálenosti 220 až 440 *m*; Jupiter jako veliký pomeranč (10 *cm*) ve vzdálenosti přes $\frac{1}{2}$ *km* od Slunce, Saturn jako malý pomeranč (87 *mm*), kroužící ve vzdálenosti přes 1 *km*, Uran jako velká třešně (skoro 40 *mm*) přes 2 *km* od Slunce daleko; Neptun jako švestka (36 *mm*) ve vzdálenosti značně přes 3 *km* cesty.

148. Abychom si znázornili poměrnou vzdálenost Země od Slunce, umístili jsme dle odstavce 147. kuličku zvící hrachu 107 *m* daleko od globu; ve skutečnosti obnáší tato vzdálenost 148,000.000 *km*. O této ohromné distanci nelze si učiniti představu. Železniční vlak, který by urazil za hodinu 50 *km* a 1. ledna roku 1898 by opustil Zemi, dojel by na Slunce uprostřed roku 2236, tedy za 338 let.

149 Po tomto povšechném přehledu přikročme nyní k oběžnicím vnitřním — totiž k těm, které jsou Slunci blíže než Země.

§ 4. Vnitřní oběžnice.

M e r k u r (Dobropán).

150. Merkur, oběžnice Slunci nejbližší, pohybuje se kolem něho ve vzdálenosti 57,000.000 *km*; průměr jeho dráhy kol Slunce je roven třetině průměru dráhy zemské. Možno jej spatřiti na obloze v jistých dobách právě po západu Slunce a pak opět před východem, poněvadž stále zůstává poblíž Slunce. Oběh svůj kol Slunce vykoná za 88 dní, takže jeho rok je kratší než čtvrtina našeho. Dráha jeho podobně jako dráha měsíce je mírně nakloněna k rovině ekliptiky, což si můžeme takto představit: Jestliže dráha zemská plove na hladině vodní (odst. 67.), půjde část dráhy Merkura pod vodou a část nad ní. Z obrazu 31. poznáváme, že se nám Merkur může jeviti stále jen v blízkosti Slunce. Když je na levo od Slunce (od nás pozorováno), tu jde zdánlivě za Sluncem, tedy vychází i zapadá po něm; v té době lze jej spatřiti jen brzy po západu. Je-li na pravo, předchází zdánlivě před Sluncem, takže vychází i zapadá před ním; tu je viditelný jen krátce před východem.

151. Jestliže Merkura pozorujeme dalekohledem, shledáme, že podlehá týmž proměnám jako náš Měsíc, a z téže příčiny. Pochopíme to z obrazce 29., kde koule necht znázorňuje různé postavení Merkura během jeho dráhy kol

Slunce. Je-li mezi námi a Sluncem (tomu říkáme dolní konjunkce),*) nevidíme ho, poněvadž je k nám obrácen tmavou stranou; pohybuje-li se dále, spatřujeme stále více a více z jeho osvětlené strany, až konečně je-li od nás na protilehlé straně Slunce, čili je-li v horní konjunkci, spatříme celou osvětlenou plochu.

152. Jinak je o Merkuru známo málo; nevíme, je-li na něm jako na naší Zemi souše a voda, aneb je-li bez vody jako Měsíc; je-li zahalen v hustou, oblačnou atmosféru, která by před mohutným žářem slunečním chránila jeho obyvatele, jsou-li tam jací. Víme jen, že jeho hutnost (odst. 133.) je o málo větší než hutnost naší Země. Příčinou této nepatrné znalosti jeho povrchu je hlavně ta okolnost, že je stále poblíž Slunce, v jehož světle se podrobnosti jeho povrchu v dalekohledu velmi ztrácejí. Přece však podařilo se hvězdářům v nejnovější době stanovití na jeho povrchu skvrny. Pozorováním těchto skvrn seznalo se, že se Merkur otočí jednou kol své osy v téže době, ve které jednou oběhne kolem Slunce, jako je tomu u Měsíce. A tudíž podobně jako Měsíc k Zemi, obrací Merkur ke Slunci stále tutéž stranu. Kdežto tedy jedna polovice je neustále v žáru slunečním, je druhá polovice na věky pohroužena v hlubokou noc.

*) *Conjunctio* (*conjungere*) = spojení; po česku sousluní.

Venuše (Krasopanf).

153. Další oběžnicí je Venuše, vzdálená 107,000.000 *km* od Slunce; průměr její je téměř tak veliký jako průměr zemský. Obyčejně



Obr. 32. Venuše se skvrnami na povrchu.

je možno spatřiti ji buďto po západu Slunce nebo před východem dle toho, kde se nalézá na své dráze kol Slunce — zcela jako u Mer-

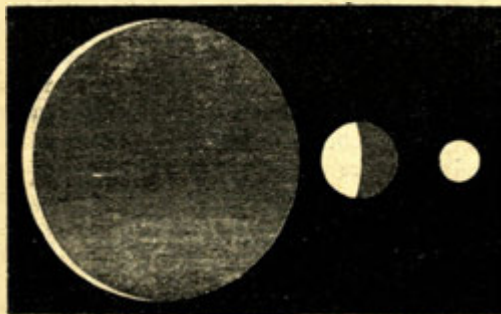
kura (večernice, jitřenka). Poněvadž pak její dráha je na vnější straně dráhy Merkura, tedy o větším průměru, může se více vzdáliti od toho místa, které Slunce na obloze zdánlivě zaujímá mezi hvězdami, můžeme ji tudíž lépe a déle pozorovati. Září ze všech oběžnic na obloze nejjasněji. Oběh její kolem Slunce vyžaduje necelých 225 dní. O době rotace nelze nyní nic určitého říci, neboť starý náhled, že doba rotace ($23\frac{1}{4}$ hod.) je o málo menší než doba rotace zemské, dochází doposud velkého zastání. Dle nejnovějších badání některých hvězdářů rovná se doba rotace u Venuše době ročního oběhu jejího kol Slunce — tedy opět zcela jako u Merkura.

154. Rovněž jako Merkur jeví také Venuše různé podoby (fáse),*) ovšem i z týchž příčin. Velmi málo znám jest povrch Venuše: jisté tmavé skvrny byly nejlepšími dalekohledy pozorovány na jejím povrchu; jsou to snad ohromné trhlíny v oblacích, jimiž prokukuje samotný povrch oběžnice. Hutnost Venuše je skoro táž, jako hutnost Země.

155. Přemýšlejíce trochu shledáme, že se nám zdánlivá velikost Venuše musí velmi měniti; čím je k nám blíže, tím větší se nám jeví; největší je tedy v dolní konjunkci (odst. 151.), avšak v době té je k nám obrácena neosvětlenou stranou a je tudíž neviditelná. Má fáse jako

*) Z řec. phásis = zjev.

Měsíc, mění však rozdílně od něho podstatně svou zdánlivou velikost. Promluvme si o tom trochu podrobněji. Když je Venuše blízko dolní konjunkce — když tedy vidíme pouze úzký srpek — je od nás vzdálena pouze $41,000.000\text{ km}$ (poněvadž my jsme vzdáleni od Slunce $148,000.000\text{ km}$ a Venuše $107,000.000\text{ km}$); když se však nachází za Sluncem (v horní kon-



Obr. 33. Zdánlivá velikost Venuše, když je od Země vzdálena nejméně, prostředně a nejvíce.

junkci) je od nás $255,000.000\text{ km}$ daleko (t. j. $148,000.000\text{ km}$ od nás k Slunci a $107,000.000\text{ km}$ od Slunce k Venuši na druhé straně), takže její velikost na obloze se mění v poměru $255 : 41$, čili skoro $6 : 1$. Srp Venuše poblíž dolní konjunkce (novu) je částí kruhu šestkrát tak velikého, jako

je kotouč Venuše v úplňku. Tyto podoby jsou znázorněny na obr. 33.

156. Když je nov Venuše nebo Merkura — nacházejí-li se tedy oběžnice tyto mezi Zemí a Sluncem — objeví se nám někdy na kotouči slunečním jako černé okrouhlé skvrny. Tento zjev nazýváme přechodem Merkura nebo Venuše před Sluncem.

157. Přechod ten je možný jen tehdy, jako u zatmění Slunce Měsícem, když oběžnice přecházejí kol Slunce nachází se zároveň poblíž jednoho z obou uzlů (odst. 123.), to jest, když přechází s jedné strany roviny ekliptiky na druhou. Jinými slovy přechod může nastati jen tehdy, když Země, oběžnice a Slunce nacházejí se v jediné přímce poblíž jednoho nebo druhého uzlu. Poslední přechod Venuše udál se r. 1882, nejbližší nastane teprve r. 2004; poslední přechod Merkura byl r. 1894, příští bude r. 1901.

158. Po Venuši je na řadě Země, oběžnice, na které my obýváme, a o níž bylo již s dostatek napsáno. Přejdeme tudíž k oběžnicím vnějším.

§ 5. *Vnější oběžnice.*

Mars (Smrtonoš).

159. Další nejbližší člen naší soustavy je Mars. Mars pohybuje se v dráze, mající průměrnou vzdálenost od Slunce 227,000.000 km.

Třeba vyložit, proč užíváme slova „průměrnou“. Oběžnice nepohybují se totiž v dráze kruhové, nýbrž v ellipse, v jejímž jednom ohnisku stojí Slunce; výstřednost těchto ellips není ovšem velká, takže se u některých oběžnic ani dobře znázorniti nedá, nejznačnější je u Merkura a pak Marse. U Marse obnáší vzdálenost od Slunce v přísluní (když Slunci nejbliž) 206,000.000 *km*, v odsluní (když Slunci nejdále) 248,000.000 *km*. Kol své osy otočí se jednou za 24 hodin 37 minut, takže jeho den je pouze as o půl hodiny delší než náš. Jeho průměr je polovice průměru zemského.

160. Mars oběhne jednou kolem Slunce za 687 dní, takže jeho rok je skoro dvakrát tak dlouhý jako náš. Poněvadž jeho dráha leží mimo dráhu zemskou, nemůže nikdy přijíti mezi nás a Slunce; nejeví tedy takové fáse jako Venuše a Merkur. Na dvou místech své dráhy ukazuje jen část osvětlené plochy, jak seznati možno na obr. 30.; je-li země v bodě *E*, jsou řečená dvě místa v bodě *A* a *B*. V těchto dvou místech obrací se k nám malý pruh tmavé strany, čímž nabývá Mars podoby Měsíce dva neb tři dni před nebo po úplňku.

161. Je-li Mars od nás na straně Slunci protilehlé (na obr. 30. v bodě *M*), pravíme, že je v opozici;*) tu je nám nejbližší (jeho vzdá-

*) Oppositio (opponere) = protiva, protiklad; po česku protisluní.

lenost obnáší $227,000.000 \text{ km} - 148,000.000 \text{ km} = 79,000.000 \text{ km}$) a je úplně osvětlen; je to tudíž nejprůzračnější doba jej pozorovati. Avšak jeho dráha, jak jsme již pravili (odst. 159.), je velmi výstřední, takže se přiblíží na mnohých



Obr. 34. Obráz Marse se zaledněným polem a se zeměmi a moři.

místech ku dráze zemské o mnoho více než na jiných. Nastane-li pak opposice Marse na takovém místě, kde jsou si jejich dráhy nejblíže, tu nastává nejprůzračnější opposice, poněvadž v tu dobu je Mars od nás vzdálen jen asi polovici

té vzdálenosti, která nastane v oposici nejnepříznivější. Sklon osy k rovině jeho dráhy je skoro týž, jako u naší Země, obnáší 63^0 , takže na Marsu vznikají roční počasí podobná našim.



Obr. 35. Obraz jiné části této oběžnice.

162. Pouhému oku jeví se Mars jako hvězda rudé barvy, dle čehož jej lze snadno poznati; avšak v dalekohledu ztrácí z části barvu rudou a jeví jasný povrch, na němž rozeznati lze tmavá místa — je to souše a voda. Zvláště pak tím je

Mars ze všech oběžnic nejvíce pamětihodným, že se nám jeví tak, jak by se jevila Země obyvatelům Marse: Kolem polů zdá se býti povrch bílý; pozorujeme-li tyto bílé skvrny čas od času, tu shledáváme, že se zmenšuje ona skvrna na polokouli, na níž počíná léto, naproti tomu se zvětšuje na polokouli, kde nastává zima, z čehož soudíme, že je to sníh a led kolem polů podobně jako u nás. Obr. 34. a 35. poskytuje představu o tom, jak asi vypadá Mars ve velkém dalekohledu. Dlužno dodati ještě, že Mars má čtyřikrát tolik souše jako vody, kdežto Země naopak čtyřikrát tolik vody jako souše.

162 *a.* Do nedávna se myslo, že Mars nemá měsíců; avšak r. 1877 byly v blízkosti planety objeveny dva měsíce (trabanty), jeden ve vzdálenosti 9000 *km*, druhý 23.000 *km*. Vnější krouží kol Marsa jednou za 30 hodin 18 minut, vnitřní jednou za 7 hodin 39 minut. Tyto dva měsíce náležejí k nejmenším tělesům nebeským, jaká vůbec známe; neboť oba mají průměr asi 10 *km*, takže by je chodec pohodlně obešel za den.

Asteroidy (Hvězdice).

163. Za Marsem přicházíme k Asteroidám, čili menším oběžnicím. Je to velký počet drobných těles, ve vzdálenostech od Slunce ne příliš se lišících, která se pohybují v drahách mimo dráhu Marsovu. Ceres, Pallas, Juno a Vesta

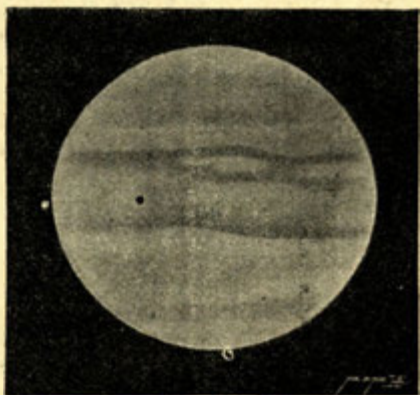
byly z nich nejdříve objeveny; avšak i tyto mají jen několik set kilometrů v průměru, takže jsou sotva viditelný pouhému oku. Jejich dráhy jsou celkem více nakloněny k rovině ekliptiky než dráhy velkých oběžnic; ničeho však nevíme o naklonění polů těchto malých oběžnic k jejich drahám. Počet jich je veliký, nyní již téměř 500; každoročně jich bývá celá řada odkryta, skoro všechna jména bohů jsou již pro ně vyčerpána. Většina z nich dá se co do jasnosti přirovnati pouze ku hvězdě jedenácté velikosti, jsou tedy oku lidskému neviditelný. Největší z nich Ceres má asi čtyřnásobný povrch Rakousko-uherské říše.

Jupiter (Kralomoc).

164. Za drahami čtených Hvězdic jest Jupiter, největší oběžnice naší soustavy, kterou snad každý z nás již někdy spatřil. Stojí-li nad obzorem, lze jej ihned poznati po neobyčejné jasnosti, kterou nad něj předčí pouze Venuše; od Venuše pak rozeznává se obyčejně svým postavením na obloze, neboť Venuše je vždy poblíž Slunce. Jupiter pohybuje se v dráze, vzdálené 771,000.000 km od Slunce, jeho rok trvá 4333 dní (t. j. 11 roků, 315 dní).

165. V dalekohledu prostřední ostrosti jeví se Jupiter jako plocha oválného tvaru, na polích velice sploštělá, s různými tmavými pruhy, jak je znázorněno na obr. 36. Na povrchu shle-

dáváme velké černé skvrny; z pohybu těchto skvrn byla stanovena doba otáčení Jupitera kol osy na 10 hodin, tedy sotva polovici našeho dne; ježto pak průměr jeho jest jedenáctkrát tak velký jako průměr naší Země, musí nezbytně býti sploštění jeho mnohem větší než je u Země;

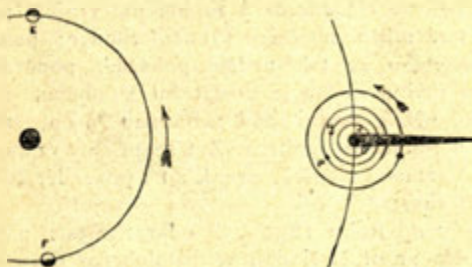


Obr. 36. Obraz Jupitera s oblačnými pruhy.

neboť rychlost, jakou se pohybuje bod na rovníku Jupiterově, je 26krát tak velká jako rychlost naší oběžnice na rovníku a činí za hodinu skoro 45.000 *km*.*)

*) Každý bod na rovníku Země otáčí se rychlostí 465 *m* za vteřinu, u Jupitera 12 1/2 *km* za vteřinu!

166. Zmínili jsme se, že na povrchu Jupiterově se vyskytují pruhy a skvrny; je pravdě podobno, že jest Jupiter pokryt mraky, čímž vzniká jeho veliká jasnost, a že tmavé pruhy jsou otvory v mračnech, jimiž vidíme tmavší povrch oběžnice, anebo ještě pravdě podobněji nižší vrstvy oblak. Počet a velikost pruhů se



Obr. 37. Znázornění zatmění, zakrytí a přechodů Jupiterových měsíců.

mění neustále, a nad tmavými místy klenou se ustavičně vrstvy oblačné, z čehož patrné, že nevidíme povrch oběžnice, nýbrž pouze atmosféru,*) velikým množstvím oblak naplněnou.

167. Jupiter má pět měsíců. Čtyři z nich jsou již dlouho známy a neliší se valně od sebe velikostí, majíce v průměru přes 3000 až

*) Atmosféra z řec. atmis = pára, sphaira = koule.

skoro 6000 km; avšak vzdálenosti jejich od Slunce jsou velmi rozdílny, a následkem toho velmi rozdílna jest i doba jejich oběhů kolem Jupitera; první ze starších nepotřebuje ani 2 dní, druhý $3\frac{1}{2}$ dne, třetí 7 dní 3 hodiny, čtvrtý $16\frac{3}{4}$ dne. Všecky čtyři pohybují se v drahách, velice málo nakloněných k rovině dráhy Jupiterovy. Následkem toho kdykoli přecházejí na straně mezi Sluncem a Jupiterem, vzniká pro některé místo oběžnice zatmění Slunce; pouze u čtvrtého se tak neděje pokaždé, poněvadž jeho rovina oběhu je dostatečně skloněna, aby mohl někdy projít pod nebo nad čarou, spojující Slunce a Jupitera. Z téže příčiny vznikají také zatmění měsíců, prvních tří pokaždé, čtvrtého zhusta.

167 a Roku 1892 byl odkryt měsíc pátý. Kdežto první čtyři dají se již dobrým operním kukátkem postřehnouti, jest pátý hvězdička 13. velikosti. Ve skutečnosti nemá asi průměr větší než 100 až 200 km, takže jen v obrovských dalekohledech naší doby lze jej užítí. Je ze všech Jupiteru nejbližší, doba jeho oběhu trvá pouze půl dne.

168. V dalekohledě pozorovány přecházejí tyto měsíce stále s jedné strany na druhou (právě jako se nám jeví zdánlivý oběh vnitřních oběžnic s jedné strany Slunce na druhou přecházejících). Přecházejí tudíž také před kotoučem oběžnice, což nazýváme „přechod“ měsíce. Také stín měsíce lze v dalekohledě spatřiti, kterak přes desku

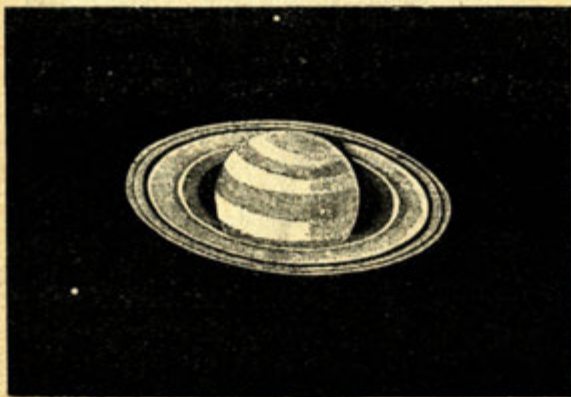
přechází, jsme-li jen dosti vzdáleni přímky, spojující Slunce a Jupitera, aby nám měsíc vlastního stínu nezakrýval. Přijdou-li měsíce na druhou stranu oběžnice do jejího stínu, ztrácejí se na čas úplně, mají zatmění. Avšak my se můžeme nacházeti v takovém postavení, že Jupiter vrhá stín zcela na opačnou stranu, než na které nám měsíc zmizel; tu není „zatmění“, neboť neprochází stínem, nýbrž pro naše postavení je „zakryt“ Jupiterem samotným. Obraz 37. to objasní. Je-li Země na své dráze v bodě E , tu přechází měsíc N před kotoučem Jupitera, kdežto měsíc M je zakryt a O zatemněn; s takového hlediska musí každý měsíc býti dříve zakryt než bude zatemněn. Je-li však Země v bodě F , tu měsíc M není zakryt, nýbrž přijde hned do stínu a bude zatemněn bez předcházejícího zakrytí; s tohoto bodu má měsíc F „přechod“ a O „zatmění“; jakmile však opustí stín, bude oběžnicí zakryt, než se opět objeví.

169. Rotační osa Jupiterova je k rovině jeho dráhy nakloněna v úhlu skoro 87^0 , takže na něm nemůže nastati žádné patrné střídání ročních počasí. Ačkoli je velikost nebo, lépe řečeno, tělesný obsah Jupitera 1270krát takový jako obsah Země, což znamená, že 1270 takových koulí, jako je naše Země, spojených v jedinou dalo by teprve kouli velikosti Jupiterovy: jest jeho váha pouze 310krát tak velká jako váha naší Země, takže látky, z nichž Jupiter složen, jsou mnohem lehčí, než látky, z nichž

sestává Země. Je-li hutnost Země vyznačena 1, obnáší hutnost Jupitera $\frac{1}{4}$, tedy asi hutnost kamenného uhlí

Saturn (Hladolet).

170. Dále přicházíme k Saturnu, poskytujícímu v silném dalekohledu velkolepé divadlo, neboť je obklopen osmi měsíci a objat mohut-



Obr. 33. Saturn a jeho prstence.

ným, jasným pasem. Tato oběžnice obíhá v dráze asi 1418,000.000 *km* od Slunce a to jednou za 10.759 dní čili $29\frac{1}{2}$ roku našeho. Dle velikosti a váhy je druhou oběžnicí, a ačkoli není

ani třetina Jupitera, přece váží dvakrát tolik, jako všech šest menších oběžnic dohromady. Jeho průměr je devětkrát tak velký jako zemský. Pozorováním skvrn a pruhů na jeho povrchu (podobných jako u Jupitera) stanovena doba rotace na $10\frac{1}{4}$ hodiny, takže den na Saturnu je o málo delší než na Jupiteru. Zdá se, že má totéž složení jako Jupiter, neboť je také asi obklopen rozsáhlou oblačnou atmosférou, způsobující ony pruhy jako u Jupitera. Také Saturn sestává z látek daleko lehčích než naše Země; hutnost jeho je polovice hutnosti Jupiterovy. Rotační osa Saturnova je k rovině jeho dráhy nakloněna v úhlu 63^0 , mohou tam tudíž vznikat taková roční počasí jako na naší Zemi.

171. Co jsou však tyto prstence? Jsou to tři kruhové pásy soustředné, jeden mimo obvod druhého ležící, jak viděti lze na obr. 38.; průměr vnějšího prstence obnáší 270.000 *km*. Oba vnější jsou mnohem jasnější než třetí, který je šedý a průhledný; lze viděti skrze něj obrysy oběžnice. Ačkoli je tento pás prstenců neobyčejně široký (as 50.000 *km*), je tlustý pouze asi 200 *km*, takže jsou tyto prstence i v nejlepších dalekohledech sotva viditelné, když jsou k nám obráceny touto hranou, jak se na mnohých místech jeho dráhy stává. Dle všeho jsou tyto prstence husté shluky drobných těles, která krouží kolem Saturna v samostatných drahách.

172. Měsíce Saturnovy, osm na počet, nevzbuzují takové pozornosti jako Jupiterovy. Je-

jich veliká vzdálenost od nás vylučuje všeobecné pozorování jejich zatmění a zakrytí Saturnem. Jsou pak tam zatmění vzácná, poněvadž dráhy jejich jsou dosti nakloněny ku dráze Saturna.

Uran (Nebešťanka).

173. Po Saturnovi přijde dále Uran, o němž víme málo, neboť jeho vzdálenost (2850 mill. *km*) od Slunce je příliš veliká; za 30.688 našich dní (t. j. za 84 roků) dokoná oběh kol Slunce. Jeho průměr je čtyřikrát tak velký jako průměr zemský, a jeho hutnost je asi $\frac{1}{5}$ hutnosti Země. Kolem Urana obíhají čtyři měsíce.

Neptun (Vodan).

174. Pak přijde Neptun, nejzazší oběžnice naší soustavy doposud známá; vzdálenost jeho od Slunce obnáší 4470 mill. *km*, oběh svůj kol Slunce dokoná za 60.181 dní (t. j. skoro za 165 let). Jeho průměr je pětkrát tak velký jako zemský, a jeho hutnost je o málo menší než hutnost Urana.

175. Jeho odkrytí je velmi zajímavé; je to jeden z nejvelkolepějších úspěchů vědeckého bádání našeho věku. Neboť daleko za hranicemi tehdejší známé soustavy sluneční nalezena byla oběžnice, na tom místě, které bylo prve s největší jistotou vypočítáno, nalezena byla oběž-

nice, jejíž velikost, vzdálenost a oběh byly stanoveny dříve, než ji oko lidské spatřilo. Bylo totiž po dlouhou dobu pozorováno, že se Uran na své dráze pohybuje nepravidelně, někde rychleji jinde pomaleji, než jak má býti. Tyto poruchy oběhu přičteny na účet jakési neznámé oběžnice, která z nepravidelností těchto byla vypočtena a pak i na určeném místě skutečně nalezena. Neptun má doposud pouze jeden známý měsíc.

§ 6. *Vlasatice, letavice a povětroně.*

176. Mimo oběžnice jsou ještě v naší soustavě jiná tělesa rozličného druhu. Můžeme říci, že oběžnice jsou stálí obyvatelé této sluneční budovy, kdežto tato nebeská tělesa, o kterých nyní hodláme promlouvat, jsou pouzí její návštěvníci.

177. Kdo již jednou vlasatici (kometu) spatřil, tomu navždy utkví v paměti podivuhodné vzezření tohoto nebeského tělesa, a kdo ještě žádné neviděl, tomu vštíplí jakýsi pojem o nich obraz 39. a 40. Vlasatice jsou tak rozdílné mezi sebou co do tvaru, velikosti a jasnosti, že ani dvě nejsou zcela stejné, někdy se podobají malé oběžnici, jindy hvězdě s jasným bodem zvaným jádro, za nímž táhne se ohromný ohon, miliony kilometrů dlouhý; jindy opět jeví se jako jádro, obklopené zářící mlhou; její podoby jsou opravdu tak rozdílné, jako podoby našich mraků.

Největší počet vlasatic je neviditelný pouhému zraku.

178. Zdá se, že většina vlasatic přichází z venčí do naší soustavy sluneční; zde jsou přitahovány Sluncem přejdou kol něho ve vzdá-



Obr. 39. Povšechný obraz vlasatice.

lenosti někdy větší, jindy menší, a pak pokračující ve své dráze, opouští opět naši soustavu. Avšak jsou jiné, které do naší soustavy náležejí a jako oběžnice kolem Slunce obíhají;

jenže nejsou jejich dráhy téměř kruhové, nýbrž velmi výstřední, tedy sploštěle eliptické, takže tyto vlasatice přicházejí velice blízko Slunci v jisté době, a pak se opět od něho velmi vzdalují. Takových vlasatic je několik, jejichž dráhy jsou známy (pojmenovány jsou často podle svého objevitele); taková je vlasatice Enckeova, která obíhá kol Slunce za $3\frac{1}{2}$ roku, a Halleyova vlasatice, jejíž oběh trvá 67 let.

179. Dráhy vlasatic mají sklon velmi rozdílný a často veliký; nerovnájí se sklonem drahám oběžnic, které všecy leží skoro v téže rovině, v rovině ekliptiky; mnoho jich mimo to pohybuje se kolem Slunce směrem právě opačným než oběžnice; mají pohyb zpětný.

180. Jejich váha je neobyčejně malá, kdežto tělesný obsah nebo objem je nesmírný. Tak vlasatice Donatiho — na obr. 39. znázorněná — měla ohon dlouhý mnoho millionů kilometrů, a přece byly skrze něj viditelný i tak slabé hvězdy, které by zakryl i řídký oblak neb vystupující kouř. Blíží-li se vlasatice Slunci, vznikají na ní obaly a světelné pruhy.

181. Nežli povím více o těchto neobyčejných tělesech, vzpomeňme si, že jsme na jasném nebi snad někdy spatřili náhle světlý bod, jako hvězdu, který se pohyboval rychle přes oblohu a za sebou jednu nebo dvě sekundy zanechával světlou stopu. Obvyčně můžeme za každé krásné noci několik jich spatřiti, dáme-li jen trochu pozor. Jmenují se letavice (padání hvězd), dopadnou-li

skutečně na Zemi, jak se někdy stává, slují povětroně (meteority). Zdánlivá velikost a jasnost těchto drobných tělísek je přerozmanitá: větší, zvané meteory,^{*)} jsou vzácnější, dosahují



Obr. 40. Fotografický obraz vlasatice, znázorňující jádro a ohon.

zdánlivě někdy takové velikosti a skoro i takové jasnosti jako Jupiter nebo Měsíc, přelétnou v několika sekundách oblohu, zanechávajíce za sebou svítící ohon.

^{*)} meteor z řec. *metéoros* = ve vzduchu se vznášející; česky též jasice.

182. Poněvadž některá z těchto těles padnou na Zemi, může je chemik zkoumati a vyšetřiti, z čeho sestávají, zcela podobně, jako vyšetřil, z čeho složena je Země. Mnohá dle složení jsou hlavně z kovů, podstatou jiných je kámen. Přijdou-li do naší atmosféry, tu se tak zahřejí, že se zaněcují a hoří; malá tělesa shoří dříve, než dopadnou Země; větší se však neztráví docela, ačkoli se na povrchu roztavila a ačkoli jim na velikosti ubylo. Celou řadu takových, která ušla úplnému zničení, lze spatřiti v museích, kdež některá váží i 3000 *kg*.

183. Stálým pozorováním se shledalo, že za různých nocí většina letavic zdá se přicházeti z jistých končin nebes, a že v jistých nocích v roce padá více letavic než jindy. Tak ku příkladu je velmi známé „padání hvězd“ 13. listopadu a 10. srpna; onoho dne přicházejí zdánlivě ze souhvězdí Lva (lat. leo), odtud Leonidy; tohoto dne rojí se směrem ze souhvězdí Persea, odkudž jsou zvány Perseidy.

184. Z toho vyplývá, že tyto meteory krouží kolem Slunce v určitých drahách a že jsou to uvolněné části vlasatic. Někteří hvězdáři mají za to, že vlasatice nejsou vlastně nic jiného než shluky meteorů. Že jsou meteory téhož původu jako vlasatice, jest nade vší pochybnost; tomu nasvědčuje totožnost látek, které byly shledány v meteoritech i ve světle komet (odst. 182.), jak to ukázala spektrální analýsa (viz o ní odst. 204.).

185. Tyto roje meteorů obsahují v drahách, ve kterých dříve obíhaly vlasatice, a mohou se považovati za zbytky jejich. Již dříve bylo řečeno (v odst. 178), že přicházejí vlasatice následkem své velice výstřední dráhy blízko k Slunci; a tak se stává, že tyto uvolněné části vlasatice působením přitažlivosti Slunce jsou roztroušeny po celé délce své elliptické dráhy. A když pak v určitých dnech (183.) protíná se dráha zemská s některou drahou letavic, objevují se ona mohutná „padání hvězd“.

IV. Slunce — nejbližší hvězda.

§ 1. *Působení Slunce ve sluneční soustavě.*

186. Snažil jsem se v předešlých odstavcích ukázati, co Země jest — (nemyslím, z čeho je utvořena: tomu učí nás chemie; anebo jaký jest její povrch, jak je pokryt vodou anebo jak je obklopena atmosférou: tomu učí nás fyzikální zeměpis), — i shledali jsme, že je studené těleso obsahující kolem Slunce, a poněvadž je studené, že nemá vlastního světla, její světlo že je, prosaicky řečeno, vypůjčeno od Slunce.

187. Dále jsme shledali, že takových těles je více, která krouží kol Slunce, a tato mezi sebou podobná tělesa že služí oběžnice, že jsou studená jako Země a tudíž že nevydávají vlastního světla.

188. Pak jsme poznali, že délka zemského roku a roků na jiných oběžnicích závisí na čase, jehož potřebuje každá oběžnice k jednomu oběhu kolem Slunce, a potom že délka zemského dne a dní na ostatních oběžnicích je podmíněna stupněm rychlosti, jakou se otáčí kolem osy a jakou přivádí každý díl svého povrchu do slunečního světla.

189. Konečně jsme seznali, kterak sklon osy zemské a osy každé oběžnice určuje roční počasí, jejichž střídání je hlavně střídání doby, kdy v jistém období ročním vystavena je každá část oběžnice paprskům slunečním nejvíce, a doby, kdy každá je opět tomuto působení slunečnímu vyrvána.

190. Tak vidíme, že všude se shledáváme s působením slunečním. A co je toto Slunce, které zaujímá střed všeho, kolem něhož krouží všechny oběžnice, a které je tak nezbytné pro ně, že jejich život závisí jen na jeho paprscích?

§ 2. *Teplota, světlo, velikost a vzdálenost Slunce.*

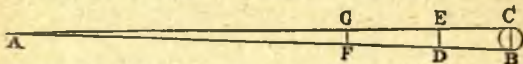
191. Především dlužno podotknouti, že je Slunce koule, sestávající z nejpálčivějšího ohně: žár Slunce je tak ohromný, že marný je všechen pokus, učiniti si o tom nějakou představu. Vzpomeňme si, že ostatní oběžnice, podobně jako Země, jsou studená tělesa; to znamená, že jsou to tělesa, na jejichž povrchu mohou trvati roz-

ličné látky ve stavu pevném: odtud mluvíme o „pevné Zemi“. Avšak na Slunci není nic pevného, všechno je ve stavu žhavých par.

192. Dále si pamatujme, že následkem tohoto nesmírného žáru září Slunce vlastním světlem. U oběžnic, jak již bylo řečeno, a jejich měsíců (naš Měsíc v to počítajíc) se tak neděje.

193. A konečně dlužno podotknouti, že Slunce je koule tak ohromných rozměrů, že je 500krát tak veliké jako všechny oběžnice dohromady. Teprve $1\frac{1}{4}$ milionu našich Zemí sbalených v jedinou kouli dalo by velikost Slunce. Dle váhy pak jsou všechny oběžnice úhrnem $\frac{1}{700}$ hmoty Slunce.

194. Již jsem pravil, že je Slunce od nás vzdáleno 148,000.000 *km*. Daleko by nás vedlo, kdybychom si chtěli blíže všimnouti způsobu, jakým se tato vzdálenost stanoví; avšak možno uvéstí aspoň to, kterak se určí průměr Slunce,



Obr. 41. Kterak se určuje velikost Slunce.

když známe jeho vzdálenost a jeho zdánlivou velikost na obloze. Mysleme si přímky, vedené do oka s obou stran Slunce (*AB* a *AC* na obr. 41.), *BC* nechť značí průměr Slunce; tu dá se měřením shledati, že vzájemný sklon obou těch přímek je takový, že všechny přímky, vedené od

přímky AC k přímce AB (na př. DE a FG) jsou vždy $\frac{1}{107}$ vzdálenosti od bodu A ; tak je $BC \frac{1}{107}$ vzdálenosti AB , která, jak víme, obnáší 148,000,000 *km*. Dělsce skutečně 107mi, obdržíme pro velikost přímky BC 1,380.000, což je průměr Slunce v kilometrech.

§ 3. *Jaké je Slunce.*

195. Není mnoho pozorování, která se dají konati na Slunci bez dalekohledu a bez tmavých skel, neboť pro ohromný žár a světlo je nebezpečno dívatí se do něho bez zvláštních opatření.*) Díváme-li se na Slunce kouskem skla nad nějakým světlem začazeného, jeví se nám jako zářící kulatý předmět; poněvadž každá jeho část svítí světlem vlastním: vidíme je vždy jako plný terč (nikoli jako Měsíc, podobu měsíce). Tato zářící část Slunce po celém jeho povrchu rozprostřená sluje fotosféra.***) V dalekohledech lze zhusta zřítí na tomto povrchu černé skvrny, které nabývají někdy takové velikosti, že je možno spatřiti i bez dalekohledu.

196. Poblíž skvrn je zřítí jasnější místa než ostatní povrch: jsou to tak zvané pochodně

*) Mladý čtenář ať nikdy nezkouší, podívati se na Slunce dalekohledem; mohl by okamžitě oslepnouti.

**) fotosféra z řec. phós = světlou, sphaíra = koule.

(fakule, jasné), nesmírné to, mnoho tisíc kilometrů dlouhé nepravidelné pruhy světelné. Jestliže skvrny a pochodně občas pozorujeme, shledáme, že neustále mění svou podobu.

§ 4. *Skvrny sluneční.*

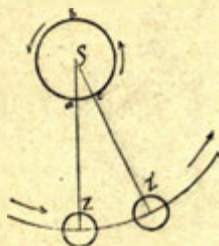
197. Ačkoli je Slunce od nás tak vzdáleno, přece následkem jeho nesmírné velikosti a mohutnosti všech zjevů na něm se odehrávajících tyto skvrny jsou krásným předmětem pro pozorování dalekohledem. Připojuji vyobrazení (obr. 43.) takové skvrny, jejíž rozměry jsou tak ohromné, že by do ní mohlo býti vrženo mnoho Zemí.

198. Jestliže bedlivěji tyto skvrny se pozorují a jejich postavení se přesně zaznamenává, tu shledává se již za jeden nebo dva dni, že mění své postavení, pohybujíce se zvolna od východu k západu, kdež se pomalu ztrácejí.

199. Poněvadž pak všechny skvrny mají tento pohyb v témže směru, tedy se dojistá pohybuje celý povrch Slunce, nesa takto skvrny s sebou. Jestliže dobře znatelnou skvrnu pozorujeme, kdy zmizí právě na západě, tu za 13 neb 14 dní se objeví opět na straně východní a přijde skoro za 27 dní do postavení, na němž byla pozorována dříve, vykonavši v této době přímo přes desku a vzadu kolem úplný oběh.

200. Povrch Slunce se tedy pohyboval ve směru od východu k západu a to za 25 dní jednou; ve skutečnosti celé Slunce samo otáčí se v této době kol své osy se všemi skvrnami i pochodněmi.

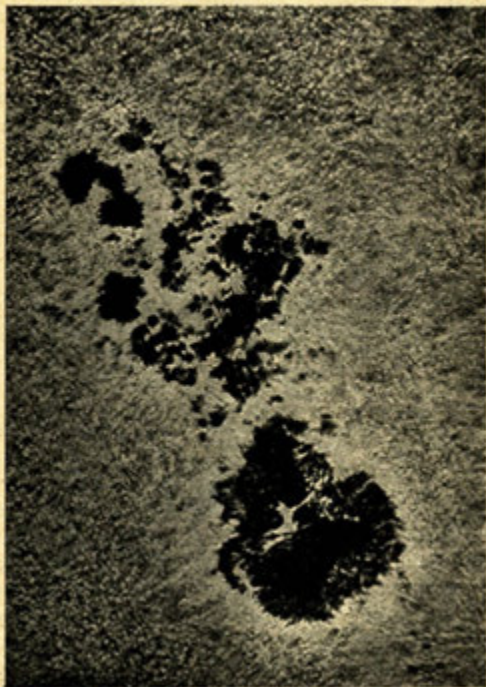
200 a. Kterak si máme vysvětliti, že skutečný oběh Slunce trvá pouze 25 dní, se Země však že teprve za 27 dní spatříme skvrnu sluneční na témže místě? Něco podobného shledali jsme



Obr. 42. Vysvětlení zdánlivé neshody v době rotace sluneční.

již u Měsíce (odst. 111.). Obráz 42. nám to vysvětlí. Se Země *Z* viděti je skvrna *a* přímo ve středu kotouče slunečního; Slunce otáčeje se o svou osu (*S*) směrem *acb* přivede za 25 dní skvrnu *a* opět do téže polohy, avšak Země zatím ocitla se na své dráze kol Slunce z polohy *Z* v poloze *Z'*, a tu se musí Slunce ještě do polohy *c* otočiti, aby skvrna byla viděna se Země zase ve středu kotouče slunečního; k to-

muto dohánění potřebuje Slunce ještě dva dny.
Odtud onen rozdíl.



Obr. 43. Fotografie skvrny sluneční.

201. Nyní se podívejme, co vlastně skvrna je. Pozorujeme-li dosti pravidelnou skvrnu poblíž středu terče, tu zdá se býti okrouhlá; pozorujeme-li ji opět po několika dnech poblíž okraje, nemá již téže okrouhlé podoby; tmavý střed pošinul se zdánlivě na levo a šedý okraj skvrny (polostín) před ním zmizel. Pohledme, čemu se z toho můžeme naučiti. Vezměme obyčejnou misku neb talířek a začerněme uvnitř dno. Pohlížíme-li přímo na misku, spatřujeme



Obr. 44. Znázornění zjevů, pozorovaných na skvrnách slunečních.

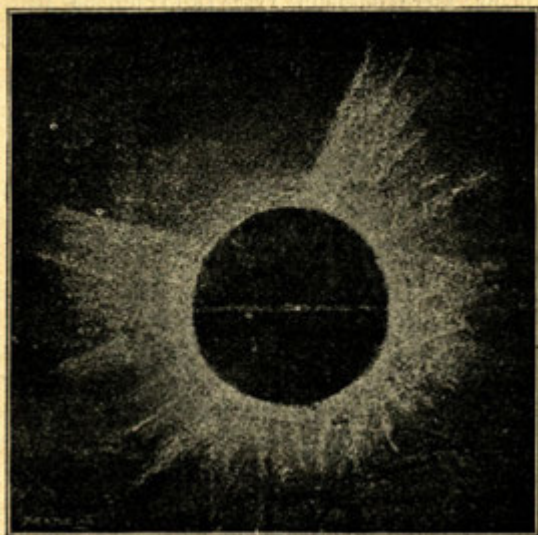
černou skvrnu pravidelně obklopenou šikmým okrajem misky (viz A na obr. 44.). Otáčíme miskou na pravo; tu shledáme, že levý okraj docela zmizí, kdežto pravý okraj jeví se oku v plné ploše, jak seznati možno z postavení C.

202. Kdybychom na velikém globu učinili prohlubně podoby miskovité, tu by se na nich jevily tytéž změny jako na naší misce. Z toho soudíme, že skvrny na Slunci jsou prohlubně do jasné hmoty slunečné; avšak jiným důkazem se shledalo, že tyto hlubiny nejsou prázdné,

nýbrž naplněny plyny, které brání světlu plně vyzařovati. — Tyto skvrny nepokrývají rovnoměrně plochu slunečnou, neboť kolem rovníka jest jich nejvíce, také se jich nevyskytuje stále rovně mnoho, někdy více, jindy méně, ano v některé době docela žádné. Bedlivým pozorováním se shledalo, že se tato změna děje celkem pravidelně. Vždycky po 11 letech je množství skvrn největší. Tak r. 1883 bylo tak zvané maximum skvrn slunečních, odtud jich ubývalo a r. 1889 bylo Slunce téměř beze skvrn, roku 1894 nastalo opět maximum. Nyní blížíme se opět k t. zv. minimu. Zjev tento vyložiti nedovedeme, jako vůbec ve mnoha a mnoha věcech zůstává Slunce doposud pro nás hádankou.

§ 5. *Atmosféra Slunce.*

203. Kulaté Slunce, které spatřujeme, není Slunce celé, nýbrž jen hutnější jeho část; méně hutné a méně svítící plyny prostírají se statisíce kilometrů na všechny strany od Slunce viditelného; avšak obyčejně nemůžeme jich spatřiti pro jasnější světlo Slunce samého, podobně jako hvězdy. Jen při zatměních, když Měsíc, jak jsme viděli, světlo sluneční zadrží, můžeme je viděti, podobně jako vidíme hvězdy (odst. 114.). Svítící plyny jeví skvostné barvy, mezi nimiž převládá červená. Tyto plyny jsou jasnější poblíž Slunce a tvoří obal kolem něho, který se nazývá



Obr. 45. Korona sluneční.

chromosféra*), a který možno pozorovati zvláštním způsobem pomocí přístroje zvaného spektroskop. Kolem chromosféry je široko daleko se prostírající vnější atmosféra, zvaná korona.**)

*) Chromosféra z řeč. chróma = barva, sphaíra = koule.

***) Z lat. corona = věnec.

Do té vyšlehují ze Slunce skutečného jasnější plyny, které dosahují výše často mnoha tisíc kilometrů tvoříce fantastické podoby, zvané protuberance^{*)} (výšlehy). Tyto protuberance se rychle mění.

§ 6. *Z čeho se Slunce skládá.*

204. V předešlém odstavci jmenovaný spektroskop je přístroj pro hvězdářství důležitosti nesmírné. Jako dalekohled, na počátku 17. století sestavený, dal astronomii netušený obrat umožniv nahlížení do stavby všehomíra, tak spektroskop poučuje nás, z kterých látek složena jsou tělesa nebeská a v jakém se nalézají stavu. Spektroskop je v podstatě trojboký hranol skleněný, který každé světlo rozkládá v barvy tomu světlu příslušné, asi podobně jako sklíčka na lustru rozkládají světlo v barvy duhové. Takový pruh rozloženého světla jakéhokoli sluje vidmo (spektrum) a zkoumání spektra nazývá se spektrální analýsa.^{**)} Spektrální analysou se shledalo, že veliké množství našich kovů nachází se také ve Slunci, ovšem že ve stavu plynném, neboť žár je tam tak veliký, že se kovy promění

^{*)} Protuberance z lat. tolik co výčnělek, boule

^{**)} Lat. spectrum = obraz, představa; řec. análysis = vybavení, vyproštění, od slovesa analýo = rozlučují.

v plyny, jako u nás voda v páru. Ze všech prvků, které zde na Zemi známe, nejvíce nachází se tam vodíku; dále je tam magnesium (hořčík), calcium (vápník), sodium (sodík), železo, mangan, nikl, barium, strontium a velmi mnoho jiných kovů; mimo to dva plyny, které doposud nebyly na Zemi nalezeny.

205. Vědouce, že podstatou Slunce jsou plyny, nemůžeme se diviti, že jeho hutnost je menší, než hutnost Země. Skutečně obnáší jen čtvrtinu hutnosti naší oběžnice.

§ 7. Slunce je nejbližší hvězda

206. Setrval jsem trochu déle u toho, co se zve fyzikální podstatou Slunce, nejen proto, že nám poskytuje příklad nebeského tělesa od oběžnic úplně rozdílného, jak jsme seznali, ale i protože nyní víme, že Slunce je hvězda; je větší a jasnější než ostatní hvězdy jednoduše proto, že jest nám poměrně tak blízko.

207. Můžeme tedy konečně říci: Sluneční soustava se skládá v podstatě z jistého množství studených těles nebeských kroužících kol jediného tělesa žhavého. Slunce možno považovati za vzor hvězd na nebi našem zářících; i je dosti oprávněná domněnka, že každá taková hvězda má rodinu oběžnic podobného druhu jako naše Slunce.



V. H v ě z d y.

§ 1. *Hvězdy jsou vzdálená slunce.*

208. Od Slunce — nejbližší hvězdy, která nám poskytuje teplo a světlo — musíme se obrátiti do větších dálek. Bude to náhlý skok od velkého tělesa jako je Slunce, jehož paprsky jsou tak mocné, k oněm malým světlým bodům na obloze nebeské, jejichž zahřívající síly ani nepocítujeme. A přece jsou tato třpytící se tělesa také slunce, vydávající světlo a teplo jako Slunce naše, jenom že jsou od nás neuvěřitelně vzdálena. Vzdálenost nejbližších nám hvězd je více než 250.000 vzdáleností slunečních; ohromnost této vzdálenosti není nám možno pochopiti: máme však právo se domnívati, že mnohé z nich jsou i několik setkrát větší než naše Slunce.

§ 2. *Jasnost hvězd.*

§ 209. Pohlížíme za noci na hvězdy, poznáme obyčejně nejprve, že jejich jasnost je velmi rozličná. Jsou mnohé z nich menší než jiné, nebo ty, které jsou jasnější, jsou k nám blíže? Je těžko odpovědět určité k této otázce, neboť mnohdy jasné hvězdy jsou k nám blíže než jiné, avšak mnohé méně jasné hvězdy jsou také tak blízko, takže zde působí i velikost i vzdálenost zároveň.

210. Hvězdy roztřídíme dle velikosti přibližně k stupni jejich jasnosti; o nejjasnějších pravíme, že jsou první velikosti, pak druhé velikosti a tak dále až hvězdy patnácté a šestnácté velikosti, které spatřiti můžeme jen v největších dalekohledech. Nejmenší hvězda za tmavé noci pro naše oko viditelná je asi šesté velikosti. Dle toho, co bylo řečeno, nesmí se nikdo domnívati, že touto velikostí rozumí se skutečná velikost rozměrů; veliká hvězda může býti velice vzdálena a proto je třeba přiřaděna do téže třídy s jinou hvězdou mnohem menší, ale nám bližší.

211. Hvězd prvních šesti velikostí, to jest takových, které můžeme postřehnouti pouhým okem, jest asi 3000; velkými dalekohledy jest jich viděti mnoho millionů.

212. Za jasné, bezměsíčné noci pozoroval snad každý z nás pruh nebo jemný světlý pás, táhnoucí od jednoho konce obzoru přes oblohu blízko nad našimi hlavami k druhému konci obzoru. Je to mléčná dráha. Skládá se z nekonečného množství drobounkých hvězdiček, které se zdánlivě tak hustě k sobě kupí, že mají podobu svítící plochy. Z oněch mnoha millionů hvězd na celé obloze nebeské převážná většina náleží mléčné dráze. Pohled na ni poskytuje nám jakousi malou představu o nekonečnosti našeho vesmíru, nesmíme se však domnívati, že jsou hvězdy v této dráze skutečně tak těsně nakupeňy, jak se nám zdá; na nebi ovšem se nám

jeví jedna skoro hned za druhou, jsouc takto s druhou v blízkosti téže přímky zorné, avšak vzdálenost jedné od druhé je ve skutečnosti snad tak veliká jako od našeho Slunce k nejbližší hvězdě.

213. Představíme-li si les, ve kterém všechny stromy jsou od sebe v téže vzdálenosti, a nacházíme-li se poblíž jednoho kraje lesa, zdají se nám stromy na druhém krati lesa velmi hustě pohromadě. Tak je tomu také s hvězdami v mléčné dráze; tam je ohromné množství hvězd vždycky v téže zorné přímce.

214. Barvy hvězd jsou rozličné, některé jeví barvu bílou, jiné oranžovou, červenou, zelenou a modrou. Sirius je bílý, Arktur žlutý, Betelgeuze červený. Rozdíl v barvách naznačuje rozdíl v teplotě a složení. Bílé hvězdy jsou nejžhavější, rudé hvězdy jsou mnohem chladnější a tedy blíže vyhasnutí než naše Slunce, které je hvězda barvy žluté (odst. 237.).

§ 3. Souhvězdí.

215. Již od nejstarších historických dob byly hvězdy spojovány v jisté skupiny, zvané souhvězdí; každé z nich obdrželo dosti fantastické jméno, připomínající nějakou bytost neb předmět na Zemi. Slunce na své zdánlivé roční dráze prochází zdánlivě souhvězdími zvířetníku, viditelnými podobně jako Slunce jak na severní

tak na jižní polokouli zemské. Jest to Aries, Taurus, Gemini, Cancer, Leo, Virgo, Libra, Scorpio, Sagittarius, Capricornus, Aquarius a Pisces, po česku: Skopec, Býk, Blíženci, Rak, Lev, Panna, Váhy, Štír, Střelec, Kozorožec, Vodnář a Ryby.

216. Souhvězdí umístěná na severní polokouli nad souhvězdími zvířetníka slují souhvězdí severní; jsou to zvláště:

<i>Ursa major</i>	<i>Velký Medvěd (Velký Vůz)</i>
<i>Ursa minor</i>	<i>Malý Medvěd (Malý Vůz)</i>
Draco	Drak
Cepheus	Cefeus
Boötes	Bootes
Corona Borealis	Koruna
Hercules	Herkules
<i>Lyra</i>	<i>Lyra</i>
Cygnus	Labuť
<i>Cassiopeia</i>	<i>Kassiopea</i>
Perseus	Perseus
Auriga	Vozka
Serpentarius	Hadonoš
Serpens	Had
Sagitta	Šíp
<i>Aquila</i>	<i>Orel</i>
Delphinus	Delfín
Equuleus	Malý Kůň
Pegasus	Pegasus
Andromeda	Andromeda
Triangulum	Troúhelník

Camelopardalis	Žirafa
Canes Venatici	Honící Psi
Vulpecula et Anser	Liška a Husa.

217. Souhvězdí viditelná na jižní polokouli nad zvřetníkem slují jižní souhvězdí; jsou to zvláště:

Cetus	Velryba
<i>Orion</i>	<i>Orion</i>
Eridanus	Eridanus
Lepus	Zajíc
<i>Canis major</i>	<i>Velký Pes</i>
Canis Minor	Malý Pes
Argo Navis	Loď Argo
Hydra	Hydra
Crater	Pohár
Corvus	Havran
Centaurus	Centaur
Lupus	Vlk
Ara	Oltář
Corona Australis	Koruna Jižní
Piscis Australis	Ryba Jižní
Monoceros	Jednorožec
Columba	Holub
Crux	Kříž.

218. Chceme-li se naučiti, kde které souhvězdí a hvězda se nalézají, jest nám potřebí mapy hvězdného nebe a z počátku i spolehlivého přítele, který by nás zaučoval poznávání hlavních souhvězdí a některé význačné hvězdy v nich. Souhvězdí, jimiž při studiu oblohy možno

začítí, vytištěna jsou v předcházejících seznamech silnějším písmem.

219. Hvězdy každého souhvězdí označují se připojováním některého písmene řecké abecedy k latinskému jménu toho kterého souhvězdí, nejjasnější hvězda sluje alfa (α), druhá dle jasnosti beta (β) a když všechna písmena abecedy vyčerpána, užije se čísel 1, 2, 3; a tak se mluví o hvězdě α Lyrae, nejjasnější to hvězdě v souhvězdí Lyry, nebo β Cygni, druhá hvězda dle jasnosti v souhvězdí Labutě, 61 Cygni, na které již před 60 lety nejprve dokázán byl vlastní pohyb stálic (odst. 227.), a tak každá hvězda může býti jmenována. Mimo to mají hlavní hvězdy ještě svá zvláštní jména; tak α Lyrae sluje také Vega; α Canis majoris jmenuje se Sirius, α Boötis Arktur, α Ursae minoris Polárka atd.

§ 4. *Zdánlivé pohyby hvězd.*

220. Rozmlouvajíce o Zemi, shledali jsme, že Země je pohyblivá observatoř,^{*)} a že tudíž musíme skutečný pohyb ostatních těles nebeských rozeznávatí od pohybu tělesa, na němž my bydlíme. Vraťme se k tomuto předmětu! Přirovnajme Zemi ke člunu na moři, a mysleme si, že sedíme v něm; jestiže se člun počne náhle otáčeti, tu se nám bude zdáti, nejsme-li si vlast-

^{*)} observatoř = pozorovadlo ve smyslu jako hvězdárna; z lat. observare = pozorovati.

ního pohybu vědomi, jakoby se kolem nás pohybovaly všechny lodi a to v opačném směru; jest však velmi pochybno, že by se skutečně všechny lodi kolem nás pohybovaly rovnou rychlostí týmž způsobem a při tom zachovaly totéž postavení mezi sebou: I shledáváme ihned, že se pohybuje náš člun a nikoli lodi. Právě tak točí se Země kolem sebe a nikoli hvězdy kolem nás, takže denní pohyb hvězd je pouze zdánlivý.

221. Nyní veslujme kolem některé lodi. Zdánlivé postavení této lodi a lodí ostatních se mění; zdá se, jakoby se ona loď pohybovala kolem nás a projížděla mezi námi a ostatními lodmi kolem se nalézajícími. Týž zjev by nastal, kdyby náš člun stál a vzdálené lodi by se pohybovaly kolem něho; leč my jsme již poznali, že jsme se pohybovali my. Podobně se to má s naším ročním oběhem kolem Slunce; Slunce probíhá zdánlivě souhvězdími zvětrníkku; souhvězdí a hvězdy, které jsou v létě v téže přímce se Sluncem, jsou v zimě na straně opačné a naopak.

222. V nejstarších dobách hvězdářství byly jediné známy tyto dva zdánlivé pohyby hvězd. Staří se domnívali, že jsou hvězdy připevněny na nějaké průhledné křišťálové kouli, která se otáčí denně kol nebeské osy, proto je nazývali „hvězdy připevněné“, „stellae fixae“; u nás nazývány „stálicemi“, poněvadž se vzájemná jejich poloha nemění.

223. Když později nalezen byl dokonalejší způsob, kterým stanoveno bylo přesně postavení

hvězd, tu shledalo se záhy, že tato postavení hvězd vzhledem k zemi nejsou stále tatáž, nýbrž že se zvolna postupně mění. Změnu tu způsobuje změna v poloze zemské osy, která nesměřuje ustavičně k témuž bodu na obloze; nyní směřuje skoro k „Polárce“, asi za 12.000 let bude naší „polární hvězdou“ Vega (α Lyrae), asi za 26.000 let bude postavení osy zemské zase takové jako nyní. Tento zvláštní pohyb Země můžeme si představit na „vlku“, který, než padne, sem tam se potácí. Poněvadž umístění hvězd na obloze závisí od směru osy, je patrné, že se neustále mění. A tak je zde jiná zdánlivá změna v postavení na obloze. Tato zdánlivá změna souvisí se zjevem, který se nazývá „praecesse bodů aequinoctialních“) nebo také „couvání bodu jarního“.

224. Hvězdáři znají tyto a podobné změny v poloze hvězd a dovedou napřed vypočítati, kde se budou nalézati; avšak stává se často, že po mnoha letech nesouhlasí místo hvězdy s místem vypočítaným, ačkoli na všechny zdánlivé pohyby byl vzat zřetel; jest tedy asi ještě nějaký pohyb Země nebo hvězd, který byl při výpočtu opominut. Nežli však pokročíme dále, vraťme se k onomu člunu a lodím.

*) praecesse z lat. praecedere = předcházeti; aequinoctium (aequus = rovný, nox = noc rovnodennost.

225. Pohybuje-li se loď a člun s námi v určitém směru, jaké zdánlivé změny budou se tím jeviti na lodích s obou stran od nás? Bude se zdáti, že se pohybují směrem, našemu právě opačným. Ty lodi, ku kterým se blížíme, budou se zdánlivě rozestupovati, a lodi za námi budou se zdánlivě v hustější řady srážeti; avšak lodi na obou těch stranách mohou se pohybovati tak dobře jako my, některé na tu, jiné na onu stranu. Nebudou se tedy všechny pohybovati jedním směrem, jak jsme předpokládali; avšak při větším počtu lodí můžeme očekávati, že se spíše vyplní naše domněnka, než její opak; neboť jejich zdánlivé pohyby vyrovnávají se v mnohých případech pohyby skutečnými, a v jiných případech sčítají se oba pohyby v jediný, takže dle toho můžeme souditi na vlastní pohyb.

226. Tak jest tomu i na nebi; shledalo se, že v jednom směru se snaží hvězdy vzájemně se sblížití a v opačném směru se rozstoupiti, zcela podobně, jak tomu bylo u lodí. Pozorujeme-li pohyb velkého počtu hvězd, shledáváme, že Slunce a s ním ovšem všechny planety postupují stále k jednomu bodu v souhvězdí Herkula. Odtud onen nesouhlas, o němž byla řeč v odst. 224.

§ 5. Skutečné pohyby hvězd.

227. Jestliže jsme mezi ostatními lodmi spatřili loď, jejíž pohyb se nedal vysvětliti předpokládaným pohybem našeho člunu, ihned jsme

z toho usuzovali, že ona loď má pohyb vlastní. Podobně můžeme říci určitě, že se nějaká hvězda skutečně pohybuje, jestliže mění svoje postavení mezi ostatními hvězdami; a pečlivým pozorováním dlouhé řady let se seznalo, že velmi veliký počet hvězd má tak zvaný vlastní pohyb. Tak Arktur na př. proběhne za 100 let na obloze oblouk, který obnáší asi osminu šířky měsíce v úplňku, čili pohybuje se ve skutečnosti rychlostí 8 *km* za vteřinu. U mnohých shledána rychlost mnohem větší; tak u Vegy 75 *km* za vteřinu.*) Nyní je znám již u 4000 hvězd vlastní pohyb; i jest oprávněná domněnka, že žádné těleso nebeské se nenachází v klidu.

§ 6. Dvojhvězdy.

228. Shledali jsme, že všechny hvězdy mají vlastní pohyb podél jisté dráhy, avšak některé hvězdy obíhají také vzájemně jedna kolem druhé. Jsou to dvojhvězdy (hvězdy podvojně) anebo pomnožné, dle toho, obíhají-li dvě nebo více hvězd kolem sebe.

229. Jsou vzájemně fysicky spojeny, jak říkáme, poněvadž jsou poměrně tak blízko sebe, že vzájemně na sebe působí a jedna kolem druhé

*) Naše Země pohybuje se rychlostí $29\frac{1}{2}$ *km* za vteřinu na své dráze kol Slunce; rychlost to ohromná, povážíme-li, že rychlost rychlovlaku obnáší asi 16 *m* za vteřinu.

krouží. Nejkratší doposud známá doba oběhu čítá asi 11 let. Takovýchto systémů je do nynějška známo skoro tisíc. Nejjasnější hvězda na našem zimním nebi Sirius je také dvojhvězda.

230. Vzdálenost hvězd od nás je tak nesmírná, že by nebylo ani nejsilnějším dalekohledem možná spatřiti, kdyby kolem hvězd kroužily nějaké oběžnice. A není nemožno, že každá hvězda je středem planetární soustavy; tu by při dvojhvězdách se stávalo, že by oběžnice jedné hvězdy tak se přiblížily ke druhé hvězdě, že by od ní přijímaly značné množství světla, a tak by tyto oběžnice měly jaksi dvě slunce, ano v některém případě slunce rozličným světlem zářící.

§ 7. Hvězdokupy a mlhoviny.

231. Mimo roztroušené hvězdy, o nichž jsme posud mluvili, je na obloze hojnost bílých skvrn jako obláčků, které mají vzezření malých kousků mléčné dráhy; některé z nich jsou i pouhým okem viditelné. Skrze dalekohled jeví se však mnohé z nich jako ohromné množství drobných hvězd stěsnaných ve shluky; některé takové obláčky rozkládají se již slabým dalekohledem v jednotlivé hvězdy, kdežto jiné i v nejsilnějším dalekohledu zůstávají pouhými jasnými skvrnami. Takové, ve kterých jsou hvězdy jednotlivě rozeznatelné, nazývají se hvězdokupy, kdežto ony, které ani nejmhutnější dalekohled nerozložil ve

hvězdy, které tedy ani v takovém dalekohledu nepozbyly rázu mlhovitého, slují mlhoviny.

232. Hvězdáři se dříve domnívali, že tyto mlhoviny jsou shluky hvězd, jen že nástroje té doby nestačí, aby je rozložily. Avšak spektrální



Obr. 46. Hvězdokupa.

analýza i tady neocenitelných zásluh si získala. Neboť spektroskop prozrazuje, že by se sice mnohé mlhoviny rozložily ve shluky hvězd, kdyby byl dalekohled dosti silný: avšak je mnoho mlhovin, jejichž vidmo nemá povahu hvězd, nýbrž žhavých plynů.

233. A tak dle toho rozdělujeme tyto zjevy nebeské ve tři třídy: 1. ve hvězdokupy, jejichž hvězdy jsou v dalekohledě dobře rozeznatelný; od nich postupně přecházíme k 2. mlhovinám optickým (rozložitelným), které jsou



Obr. 47. Fotografický obraz velké mlhoviny v Orionu.

mlhovinami pro dalekohled a přece dle spektroskopu shluky hvězd, a 3. v mlhoviny fysické (nerozložitelné, skutečné).

234. Dle tvaru, jak se jeví vzdálenému pozorovateli, jsou hvězdokupy ponejvíce kulovité, při čemž hustoty hvězd ke středu koule přibývá. Naproti tomu mají mlhoviny formu přerozmannitou, nepravidelnou i pravidelnou; tato pravidelná podoba pak může býti kulovitá, oválná, spirálovitá a p. — Obr. 46. podává ukázkou hvězdokupy, a obr. 47. znázorňuje známou nepravidelnou mlhovinu v Orionu i pouhému oku viditelnou.

§ 8. *Příbuznost hvězd a mlhovin.*

235. Tyto dvě třídy nebeských těles velice úzce souvisí. Ani dalekohledem ani spektroskopem nebylo nic ve vesmíru nalezeno, co by se mezi ty dva stupně nebeských útvarů dalo postavit.

236. Ačkoli pak mlhoviny u porovnání s hvězdami jeví se ve tvarech velmi rozmanitých, zdá se býti nepochybnou nejužší příbuznost mezi nimi. Dle domněnky hvězdářů povstaly hvězdy sražením se látek, z nichž jsou složeny mlhoviny, při čemž utvořily se také oběžnice.

237. Tato myšlenka, že mlhoviny jsou příbuzny hvězdám, předpokládá, že se mlhovina stále smršťuje a zakulacuje, a když dostoupilo toto zhuštění jistého stupně, kdy může povstati

slunce, že oddělují se mnohé menší částky, ze kterých později zhoustnutím utvářejí se planety. Čím více se látky v centru smršťují, tím větší žár povstává; když pak vznikne slunce čili hvězda, jest temperatura její tak vysoká, že září světlem bílým (první stupeň vývoje hvězd). Neustálým vyzařováním chladne znenáhla povrch, světlo bílé mění se ve žluté (druhý stupeň). Postupujícím chladnutím vyvinuje se atmosféra stále hustší, hvězda taková svítí světlem rudým (třetí stupeň). Chemickou činností vzniká stále více lehkých a těžkých látek. Těžké klesají ke středu, lehké usazují se na nich. Konečně vychladne povrch hvězdy tolik, že jako pevná, ztuhlá kůra obmyká žhavé jádro. Na dně vzduchového obalu oddělují se vody od souší. Hvězda shasla a může svítiti jen světlem odraženým (čtvrtý stupeň čili země). Všecky stupně tohoto vývoje shledáváme doposud na nebi. A tak každá hmota musí jednou shasnouti, ať je to hmota uhlé v ohni nebo hvězda v prostoru světlovém.

VI. Kterak se stanoví poloha nebeských těles a který užitek z toho vyplývá.

§ 1. Opakování. — *Mapy hvězdného nebe.*

238. Nyní se musím obrátiti k jinému odvětví našeho předmětu. Seznali jsme skutečné pohyby Země, Měsíce, oběžnic a konečně i hvězd, jakož i zdánlivé pohyby, způsobené skutečným pohy-

hem Země. Seznámili jsme se s podstatou mlhovin, sluncí a oběžnic a nabyli jsme takto jakéhos pojmu o postavení naší Země v prostoru světovém; poznali jsme, že je to studené těleso, které se pohybuje kolem chladnoucí hvězdy, a které i se svou hvězdou vzniklo nejspíše zhuštěním a z toho povstalým zahřátím nějaké mlhoviny.

239. Také pokusil jsem se podati jakýs takýs pojem o hvězdnatém nebi; kterak hvězdy — stálice zvané — jsou seskupeny v souhvězdí a označeny písmeny neb číslicemi dle své jasnosti; a kterak Slunce za dne, Měsíc a oběžnice za noci mění neustále své postavení mezi hvězdami s největší pravidelností a pořádkem.

240. Obrátme nyní svou pozornost k nebeské klenbě a považujme hvězdy spíše za předměty, jejichž postavení má býti na mapě vyznačeno; a tu jest mou povinností ukázati, kterak se předně stanoví poloha hvězd a pak, jaký užitek z toho pro nás plyne.

241. Každý z nás při jistém stupni nutné obratnosti dovedl by snad také učiniti náčrtek mapy hvězdnatého nebe, avšak pro účely hvězdářské musí býti polohy hvězd známy s mnohem a mnohem větší přesností, než jaké může poskytnouti takovýto nespolehlivý pokus; avšak i při největší přesnosti takových map bylo by velice obtížné určitě stanovití, zdali nalézá se nějaká hvězda jižně či pod jistou hvězdou známou, a na levo či západně od jiné; proto užívá se jiného způsobu k označení polohy hvězd.

§ 2. *Deklinace (Polární odchylka).*

242. Představme si, že by se rovník a točny naší zeměkoule prodloužily až ku hvězdám na zdánlivé obloze, asi tak jakoby stíny jejich na tuto zdánlivou dutou kouli nebeskou, na níž upevněny jsou zdánlivě hvězdy, vrhalo světlo, umístěné ve středu duté, průhledné Země. Stín rovníka zemského stane se takto rovníkem nebeským a my měříme vzdálenost od něho na sever i na jih k oběma polům po stupních a jmenujeme tuto vzdálenost rovníka od polů polární odchylka aneb naopak polů od rovníka deklinace.*)

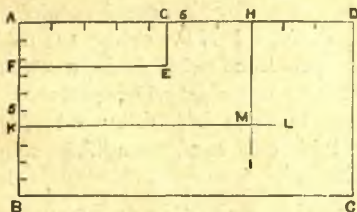
243. Snadně můžeme vyšetřiti, která hvězda na kterém místě oblohy je právě na točně, poněvadž nejeví žádného pohybu; neboť již v odst. 41. jsme ukázali, že točny se neúčastní rotace zemské. Na polech jest odchylka polární (deklinace) 0° . A nyní můžeme jen otočiti dalekohled, který bývá vždy opatřen kruhem, rozděleným na stupně, o 10° k jistému bodu, a určíme tak hvězdy, které mají 10° polární odchylky, nebo 20° , 30° atd. až přijdeme k 90° , jež ovšem značí nebeský rovník — to jest čáru na nebi, jdoucí právě uprostřed mezi severním a jižním polem, podobně jako zemský rovník na Zemi.

*) deklinace od lat. *declinare* = odkloniti se, odchýliti se.

§ 3. Deklinace sama nestačí.

244. Tímto způsobem lze určit deklinaci každé hvězdy; avšak shledáváme ihned, že množství hvězd má vždy tutéž deklinaci, neboť můžeme celou kružnici špendlíků nabodati do pomeranče a všechny jsou od točny rovně vzdáleny.

245. Jest tudíž nutno, aby se všechny hvězdy téže deklinace opět nějak od sebe rozeznávaly; neboť nesmíme zapomenouti, že se nám jedná o určité stanovení polohy nějaké hvězdy. Po-



Obr. 48. Kterak se určuje poloha nějakého místa.

čneme tím, že jest nám stanoviti polohu nějakého bodu na kousku papíru. Vezmeme arch papíru $ABCD$ (obr. 48.) a zapíchneme do něho špendlík nebo naznačme na něm bod E . A nyní hledme, kterak možno stanoviti jeho polohu: Rozdělme stranu AD třeba na 10 rovných dílů a stranu AB rovněž tak; vedme od bodu E kolmici EG na stranu AD a kol-

mici EF na stranu AB ; kolmice ty odříznu jistou část stran AB a AD a dle toho možno říci, že E je vzdáleno od přímky AB $4\frac{1}{2}$ dílku (měřeno podél strany AD) a od přímky AD $2\frac{1}{2}$ dílku (měřeno podél AB). A tak možno ihned stanovití polohu bodu E vzhledem ke krajům papíru. Kdybychom tedy byli vyzváni umístiti nějaký bod 7 dílků od AB a 6 od AD , vedli bychom přímku $H\mathcal{J}$ od sedmého dílku na AD a jinou přímku KL od šestého dílku na AB ; bod M , v němž se obě přímky protínají, je bod hledaný.

246. Nestačilo by k určení polohy říci, že E je $4\frac{1}{2}$ dílku od AB , neboť tu může býti celá řada špendlíků nebo bodů a všechny mají vzdálenost $4\frac{1}{2}$ dílku od AB ; podobně nestačí říci pouze, že E je $2\frac{1}{2}$ dílku od AD ; opět může tu býti celá řada špendlíků nebo bodů téže vzdálenosti.

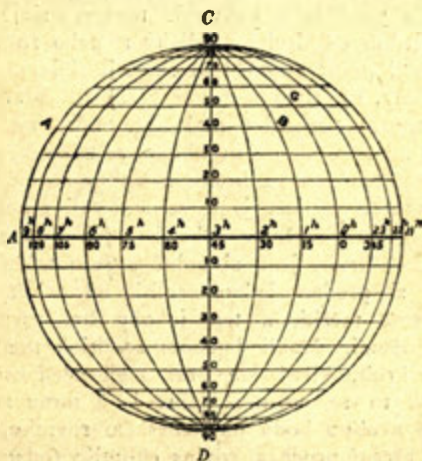
247. Jakmile však užijeme obou stanovení najednou, tedy dvojího odměření v pravém úhlu, tu můžeme stanovití polohu špendlíku nebo bodu na svém papíře s největší přesností.

248. Tak se to má i s hvězdami. Seznámili jsme se již s jedním způsobem měření; jest to ono, které počíná na polech a určuje vzdálenost hvězd od polů, anebo, jak se ho užívá, které počíná na rovníku a určuje vzdálenost hvězd od rovníku, což je totéž, poněvadž známe-li počet stupňů odlehlosti od polu, tedy rozdíl

mezi tímto číslem a 90^0 udává vzdálenost od rovníka. A tak nikoli rovník, nýbrž poly mívají číslo 90^0 , jak vysvětluje i z obr. 49.

§ 4. *Rektascense.*

249. Chceme-li polohu nějaké hvězdy stanovit úplně, je tedy patrné, že jest nám třeba ještě jiné linie s touto pravý úhel svírající. Vezměme opět pomeranč a zabodejme do něho kolem dokola řadu špendlíků, které by nám značily rovník AB (v obr. 49.). Pak zapíšeme



Obr. 49. Jak se stanoví polohy hvězd.

do něho jinou řadu špendlíků CD , v pravém úhlu k první řadě. Tato druhá řada má také podobu kružnice; prochází oběma poly pomeranče a protíná rovník ve dvou bodech protilehlých.

250. Rovník a řada špendlíků, která jej znázorňuje, může se táhnouti jen jediným místem na pomeranči, to jest uprostřed mezi oběma točnami. Avšak druhou kružnici můžeme umístiti, kam chceme; a skutečně lze si představit nekonečné množství takových kružnic, které všechny jsou v pravém úhlu k rovníku, všechny jej protínají ve dvou protilehlých bodech a všechny procházejí točnami; můžeme si je mysliti jednu od druhé vzdáleny 1^0 nebo 10^0 nebo jakýkoli počet stupňů; myslíme-li si je po 15^0 vzdáleny, tu přijde postupně každá z těch kružnic (vlastně polokružnic) nad jisté místo na Zemi vždy po hodině, neboť obloha se zdánlivě otočí kolem Země za 24 hodin a $15^0 \times 24 = 360^0$.

251. Avšak ještě jsme se nedostali z nesnází. Všecky tyto kružnice nebo-li — jak jsme uvykli říkati — kruhy jsou si úplně rovny; takže musíme si předem jeden zvoliti, od něhož vždy počneme měřiti, a ten jakoby byl rovníkem mezi všemi. Mohli bychom zvoliti k tomu takový kruh, který jde přes nejjasnější hvězdu. Avšak to se nečiní; nýbrž je k tomu zvolen jeden z obou bodů na nebeském rovníku, kterými přesně prochází rovina ekliptiky (odst. 67.). Je to bod, v němž Slunce zdánlivě stojí na

počátku našeho jara (21. března), sluje bod jarní rovnodennosti, a od něho začíná se vždy počítati.

252. Především musí mítí hvězdář zařízeny svoje hodiny tak, že vždy přesně udávají 24 hodin, když hvězdy zdánlivě oběhly jednou kolem Země; hodiny jeho ukazují o *h.* o *m.* o *s.* (hodina, minuta, sekunda), když onen kruh — procházející jarním bodem — splývá právě s poledníkem čili meridianem *) toho kterého místa; poledník (meridian) je kruh procházející polem a stojící zároveň kolmo k obzoru (tedy jdoucí zenitem právě od severu k jihu). Čili jinými slovy řečeno: Hodiny hvězdářovy se neshodují s obyčejnými hodinami našimi, které řízeny jsou oběhem slunečním, nýbrž předbíhají je denně skoro o 4 minuty, tak jako zdánlivý oběh hvězd předbíhá denně skoro o 4 minuty zdánlivý oběh Slunce. (Odst. 58.) Toto předbíhání činí za měsíc 2 hodiny, tedy do roka 24 hodin, proto sejdou se opět po roce, a to je 21. března, kdy Slunce je v bodě jarní rovnodennosti, na kterýž bod nařizeny jsou i hodiny hvězdní, ukazující toho dne o *h.* o *m.* o *s.* Hvězdář poznamenává dle svých hodin čas, kdy každá hvězda prochází meridianem (poledníkem) toho místa, a při tom určí i její vzdálenost od rovníka (deklinaci), a tak je hvězda bezpečně umístěna. Řekneme-li na př., že α Tauri (jasná

*) Meridian z lat. merídies = poledne.

hvězda v souhvězdí Býka) prochází meridianem ve 4 h. 30 m. hvězdného času, znamená to, že kruh, tažený skrze α Tauri kolmo k rovníku je vzdálen od počátečního kruhu (v bodě jarním) 4 h. 30 m., aneb převedeno na stupně ($1 \text{ h} = 15^\circ$) $67\frac{1}{2}^\circ$. A tento rozdíl nazývá se rektascense*) hvězdy. Tedy rektascense α Tauri je 4 h. 30 m. čili $67\frac{1}{2}^\circ$ atd.

§ 5. Opakování.

253. Jestliže jsme porozuměli předešlému, tedy seznáváme, že místo nějaké hvězdy může býti stanoveno:

Předně — vzdáleností hvězdy od polu, což se zove polární odchylkou, aneb, což je totéž (odst. 249.), vzdáleností od rovníka, zvanou deklinací. Určuje se ve stupních.

A pak — vzdáleností od kruhu, procházejícího jarním bodem (odst. 251.), která se zove rektascense a určuje se v čase.

254. Polohu všech hvězd můžeme tímto způsobem určití a dále můžeme předem vypočítati, které postavení mezi hvězdami zaujme v jistém čase Slunce, Měsíc nebo některá z oběžnic.

255. To jest jeden z nejužitečnějších výsledků astronomických vědomostí; pomocí něho jsme

*) rektascense z lat. recte = zpřímá, ascensio (ascendere) = vzestup.

s to sestaviti přesné mapy povrchu zemského; také poutník uprostřed pouště aneb námořník na širém moři dovede pomocí nich určitě stanovit, kde je na tomto povrchu.

§ 6. *Zeměpisná šířka míst na Zemi.*

256. Popatřme nyní, kterak se určuje poloha nějakého místa na Zemi. Otáže-li se Vás někdo, kde se nalézá některé sousední město neb vesnice, odpovíte mu přibližně, že asi tolik kilometrů daleko podél jisté cesty anebo v jistém směru, řekněme severozápadně od vašeho domu. Takové udání snad velmi dobře stačí pro krátké vzdálenosti, avšak nelze ho užiti pro všechna místa a udávati o nich, jak jsou vzdálena od našeho domu neb od některého jiného místa. Kdyby byla Země rovina, dalo by se užiti způsobu udaného v odst. 245. a 246.; poněvadž však je Země kulatá, počínáme si tak, že měříme vzdálenost od rovníku postupně k polu na obou polokoulích. Vezmeme-li ku pomoci globus, shledáme na něm mezi poly a rovníkem množství kruhů tažených vždy v rovné vzdálenosti. Tyto kruhy jmenují se rovnoběžky.

257. Vzpomeňme si, že jsme polohy nebeských těles určovali se vztahem na zemský pol a pomocí její rotace. Přemýšlejíce trochu seznáme, že bychom hvězdu, nalézající se právě v nebeském polu, spatřili přímo nad hlavou

(tedy v zenitu), kdybychom se nacházeli na polu zemském; a tedy naopak bychom věděli, že jsme na polu, kdybychom onu hvězdu spatřili v zenitu. Podobně bychom seznali, že jsme na rovníku, kdyby naším zenitem procházely hvězdy, jejichž deklinace je právě 0^0 , tedy které jsou právě v rovníku nebeském.

258. Podobně chtějíce určití některé místo severně neb jižně mimo rovník, stanovíme ve stupních jeho vzdálenost od rovníka, pozorujíce, která hvězda anebo které nebeské těleso, jejichž deklinace je známa, prochází naším zenitem. A to je význam rovníka a rovnoběžek, které spatřujeme na mapách a na globech. Takové pozorování, o jehož podstatě jsem se nyní zmínil, musí býti učiněno pro každé místo, než může býti zaneseno na mapu neb na globus. Na mapě shledáváme, že vzdálenost Prahy od rovníka obnáší zhruba 50^0 k severu, poněvadž na př. η Ursae majoris (konec voje u Velkého Vozu), mající 50^0 severní deklinace, prochází právě nad Prahou.

259. Tuto vzdálenost od rovníka zemského zoveme zeměpisnou šířkou (obdobnou deklinací na nebi) a máme tudíž šířku severní a jižní, podobně jako severní a jižní deklinaci.

260. Zeměpisná šířka nějakého místa může býti také stanovena pomocí zdánlivé výšky polární hvězdy (Polárky) nad obzorem, zcela podobně jak se stanoví vypuklost Země. Pozoro-

vatel na rovníku vidí Polárku právě na obzoru, její výška tedy je 0^0 ; postoupí-li pozorovatel 111 km severně, vystoupí Polárka zdánlivě o 1^0 nad obzor, a tudíž zeměpisná šířka toho místa, kde právě pozorovatel se nachází, je 1^0 atd. postupně až k 90^0 na polu. Změříme-li tedy s některého místa kdykoli výšku polárky nad obzorem, našli jsme tím zeměpisnou šířku toho místa a můžeme ji bezpečně zanést do mapy nebo na globus.

261. Myslili jsme si Polárku k vůli jednoduchosti právě na polu, ve skutečnosti však je od něho vzdálena $1\frac{1}{4}^0$, takže při stanovení výšky musíme k tomu vzít ohled.

262. Shledali jsme, že veliký počet špendlíků na našem pomeranči má tutéž vzdálenost od polu (neb naopak od rovníku), podobně i veliký počet hvězd může mít tutéž deklinaci, a právě tak může mít veliký počet míst na Zemi tutéž šířku. Tak Neapol má skoro tutéž zeměpisnou šířku jako Peking nebo New-York.

§ 7. *Zeměpisná délka míst na Zemi.*

263. Avšak k bezpečnému stanovení polohy nějakého místa na Zemi nestačí samotná šířka zeměpisná, jako nestačí deklinace pro stanovení polohy hvězdy; tu potřebí jest ještě podobného určení, jako je rektascense pro oblohu. A to je zeměpisná délka.

264. Za tím účelem napodobují zeměpisci hvězdáře; také si myslí kruh, objímající Zemi, který protíná zemský rovník ve dvou protilehlých místech v pravém úhlu a který prochází oběma zemskými poly, a počínají měřiti od tohoto kruhu.

265. Ptáte se zajisté, kde je. Ve skutečnosti není jednotného počátečního bodu, neboť každý hlavní národ na světě užívá nyní jiného. Tak v Anglii mají počátečním kruhem čili poledníkem onen, který jde přes hvězdárnu v Greenwichu, v Americe počítají dle hvězdárny ve Washingtonu, ve Francii dle pařížské hvězdárny, v Rusku dle pulkovské a p. Dlouhý čas před tím užívalo se všeobecně jednotného poledníka počátečního, který jde přes ostrov Ferro; v poslední době zhusta se počíná i u jiných národů zaváděti hlavní poledník greenwichský.

266. Nejbližší otázka zní, jak se koná měření zeměpisné délky. Poloha místa na Zemi východně nebo západně od hlavního poledníka určuje se zcela tímž způsobem, jakým se určuje poloha nějaké hvězdy východně nebo západně od meridianu procházejícího jarním bodem (viz odst. 251. a 252.) Jest to tedy úloha stanovení času.

267. Abychom to dokázali, uijme opět pomeranče a drátu. Kruh procházející oběma poly a Greenwichem nechť je znázorněn řadou špendlíků. Každý špendlík ať představuje pozorovatele, jehož hodinky tedy ukazují čas green-

wichský, jeden ze špendlíků budiž pozorovatel v Greenwichu, lampa neb světlo nějaké budiž hvězda; pak otáčíme pomerančem od západu k východu, abychom tím dle obr. 9. znázornili rotaci zemskou. Řada špendlíků octne se na jednu celá mezi světlem a drátem. Tudíž hodiny všech našich vymyšlených pozorovatelů musí ukázati v témže okamžiku zároveň přechod vymyšlené hvězdy (lampy) meridianem toho místa.

268. A tak všechna místa, která jsou právě severně nebo jižně od Greenwichu mají totéž východiště časové jako Greenwich sám; jinými slovy, mají tutéž zeměpisnou délku.

269. Nyní vyndejme špendlík znázorňující Greenwich a zatkněme jej západně od řady špendlíků ostatních. A poněvadž se pomeranč musí pohybovati stále od západu k východu, je zřejmo, že tento špendlík přijde mezi lampu a drát, když již prošla řada ostatních; to znamená, že tu nastává jakýsi rozdíl mezi řadou špendlíků a špendlíkem osamělým, pokud se týče přechodu hvězdy (lampy), ačkoli všechny hodinky jdou ještě dle času greenwichského. Myslíme-li si, že u řady špendlíků je dle Greenwichského času 1 *h*, je zřejmo, až osamělý špendlík znázorňující Greenwich přijde pod lampu, že budou již hodiny v Greenwichu ukazovati více než 1 *h*, na př. 2 *h*. Dle toho je časový rozdíl jedné hodiny mezi oběma místy, a všechna

místa téže zeměpisné délky (znázorněná tady řadou špendlíků) leží východně od Greenwichu.

270. Nechť nám lampa představuje Slunce. Slunce určuje místní čas nějakého místa, neboť je v určitém místě 12 h., stojí-li Slunce právě na jihu čili prochází-li v poledne právě poledníkem toho místa. Mám-li pak místní čas a čas greenwickský, mohu udati předně, jsem-li východně nebo západně od Greenwichu, a pak jak daleko na východ nebo na západ. Je-li na některém místě 10 h. (ráno) a v Greenwichu jest již 12 h. (v poledne), tedy leží ono místo od Greenwichu západně, a nežli přijde přímo pod Slunce, musí se Země ještě dvě hodiny točiti; jestliže jsou na některém místě 2 h. (odpoledne) a v Greenwichu 12 h. (v poledne), tedy leží ono místo východně od Greenwichu, procházejíc o dvě hodiny dříve pod Sluncem. Každý časový rozdíl 12 hodin $= 180^{\circ}$; 6 hodin $= 90^{\circ}$ východně nebo západně; 3 hodin $= 45^{\circ}$ vých. nebo záp. atd.; takže je úplně lhostejno, počítáme-li zeměpisnou délku ve stupních nebo v hodinách, neboť rozděluje-li se rovník na 360 stupňů čili 24 hodin, každá hodina odpovídá 15° . Vyjadřujeme také zeměpisnou délku nějakého místa jeho vzdáleností východně od Greenwichu v hodinách, udávajíc na př. o nějakém místě, že neleží 23 hodin západně, nýbrž jednu hodinu východně.

271. Ve skutečnosti ovšem vzniká potíže do-
dělati se na některém vzdáleném místě správně

ného času greenwichského. Mnoho pokusů bylo činěno, aby se lidé dověděli na některém místě, jehož poloha měla býti stanovena, správný čas jiného místa, jehož poloha byla již známa. Pouštěli rakety, stříleli z děl, zapalovali ohně a dávali všemožná znamení v určitém čase; avšak to stačilo pouze pro nejbližší okolí, pro vzdálenější zasílali pečlivě sestavený chronometr, který putuje s místa na místo přinášel pravý čas. Nyní, kdy na všechny strany a do všech zemědlů vede telegrafické spojení, je snadné dověděti se na jedné stanici, kolik hodin je na druhé. Na lodích námořních užívá se doposud hlavně chronometrů, které velmi dobře vyhovují na kratší čas, které však podléhají variaci a musí býti kontrolovány dle jistých zjevů astronomických.

272. Jsou totiž jisté astronomické úkazy, jejichž objevení možno již předem stanoviti a které se dějí v takové vzdálenosti od Země, že jsou viditelné na veliké části povrchu zemského; uveřejňují se v námořních kalendářích; takové úkazy jsou na př. zatmění Jupiterových měsíců a postavení našeho Měsíce. Dejme tomu, že zatmění některého z měsíců Jupiterových se má státi v 7 h. večer dle času greenwichského a jest pozorováno na jistém místě, když místní čas ukazuje 8 h. večer, totiž 8 h. po průchodu Slunce meridianem, pak je rozdíl obou časů 1 hodina, čili ono místo leží hodinu neholi 15ⁿ

východně od Greenwichu. Kdyby však toto zatmění bylo pozorováno v 6 h. večer, leží ono místo hodinu západně od Greenwichu.

VII. Proč pohyby nebeských těles jsou tak pravidelné.

§ 1. Co je tíže.

273. Seznali jsme právě, že jsou nám hvězdy velmi užitečny, poněvadž můžeme napřed přesně vypočítati, na kterém místě nebes budou kdykoli v čase budoucím. Kdyby jejich pohyb nebo pohyb naší Země nebyl pravidelný, nebylo by to možno. Nežli svoji úlohu skončím, pokusím se ještě vyložit, kterak možno předem určití tyto pohyby.

274. To přivádí nás k té části astronomie, která je zároveň částí fysiky, je to mechanika, jež udává zákony o pohybech těles nebeských. Staří představovali si Zemi jako nehybnou a Slunce i planety kolem ní kroužící. Tento názor, jak víme, ustoupil ovšem správnému a s ním vynořila se též otázka, proč se ona tělesa tak pohybují. Nejprve se domnívali, že jsou hnána dokola na způsob jakéhosi víru; později se seznalo, že se oběžnice kolem Slunce a měsíce kolem svých planet nepohybují v kruzích, nýbrž v elipsách, a že Slunce nestojí v jejich středu. Newton ukázal, že z příčin mechanických se

tak pohybovatí musí, a já se pokusím vyložití, proč tomu tak jest.

275. Dojista jsme všichni již viděli, kterak do vzduchu vržený mšć nebo kámen padá opět k zemi. Otázali jsme se sama sebe, proč se tak děje? Asi sotva; a jsme-li tázáni, odpovíme na nejvýš: „Poněvadž všecky věci, které jsou těžké, padají k zemi.“ A tak z jedné nesnáze hledíce se dostati, ocitneme se v jiné; neboť nejbližší otázka zní: „Proč jsou věci těžké?“ K tomu odpovídám, že všecky látky se vzájemně přitahují jako přitahuje magnet železo; tak kámen přitahuje jiný kámen, jenže silou velice nepatrnou. Avšak Země, jakožto nesmírná hmota z rozličných látek složená, přitahuje všecky věci na ní se nalézající takovou silou, že vzájemná přitažlivost obou kamenů není ani znatelná.

276. Tíže (vzhledem k hmotě váha) nějaké věci znamená tedy sílu, kterou je tato věc od Země přitahována a nucena, aby směřovala vždy k jejímu středu.

277. Přitažlivá síla těles má se k sobě tak, jako látky těch těles, z nichž jsou složeny. Kdyby ku příkladu byla Země dvakrát tak veliká, jsouc při tom složena stále z téže látky, přitahovala by každou věc dvojnásobnou silou, a tudíž by každá věc vážila dvakrát tolik, co nyní. A jestliže zdvojnásobíme množství hmoty, přitahované Zemí, je síla, kterou je tato hmota přitahována, čili je tíže její také dvojnásobná.

Ku příkladu litr vody váží kilogram, dva litry tudíž váží dva kilogramy.

278. Již dříve užil jsem (v odst. 135.) také výrazu množství látky čili hmoty. Litř olava obsahuje větš množství látky čili má větš hmotu než litř vody; slovo hmota je jiným výrazem pro váhu, pokud se týká pozemských poměrů. Avšak litř vody, který by vážil na Zemi kilogram, vážil by přes dva kilogramy na Jupiterovi, ačkoli množství látky čili hmoty je zcela totožné.

279. Kdyby naše Země byla dvakrát tak veliká, tu by závaží 1 *kg* na jedné misce vah bylo udrženo v rovnováze opět kilogramovým závažím na druhé misce, avšak oběma by skutečně na váze přibýlo, neboť by pak každé to závaží vážilo 2 *kg*. Vážením nedá se tedy změřiti přitažlivost zemská, musíme užiti jiného způsobu.

280. Dobře by se k tomu cíli hodilo pružné péro, poněvadž jeho pružnost se nemění touto silou; avšak nejsprávnější způsob je, kdýž stanovíme velikost cesty, kterou nějaké těleso vykoná v určitém čase (obyčejně v 1 vteřině) padajíc k Zemi, neboť dojistá čím větš je přitažlivost, tím rychlejší je pád a tedy tím větš je vykonaná cesta v témže čase. Na povrchu zemském spadne těleso ve vzduchoprázdném prostoru za první vteřinu skoro 5 metrů, při čemž po této první vteřině nabude padající těleso takové rychlosti, že by dále padalo rychlostí 10 metrů za každou následující vteřinu,

kdyby přitažlivost zemská po první vteřině přestala na ně působiti.

281. I pravíme proto, že přitažlivost čili gravitace na povrchu zemském obnáší 10 jako sílu té síly. Na povrchu Jupiterově jest přitažlivost $2\frac{1}{2}$ tak velká jako na naší Zemi; to znamená, že volně padající těleso nabude po první vteřině rychlosti 25 metrů za vteřinu.

§ 2. *Přitažlivosti ubývá, když přibývá vzdálenosti.*

282. Již jsem pravil, že váha nějaké věci na Zemi je síla, kterou Země tu věc přitahuje. Dlužno ještě dodati, že tato síla není stejná pro tělesa v různých vzdálenostech od Země (vlastně od středu zemského).

283. Kdo měl jednou magnet v ruce, pozoroval asi, že přitahuje kousky železa tím prudčeji, čím blíže je magnet; to můžeme pohodlně spatřiti, položíme-li na stůl jehlu a blížíme-li se k ní magnetem; shledáme, že ve vzdálenosti několik centimetrů magnet jehlu nepřitahuje, nemoha přemoci tření, jemuž jest jehla vydána na ploše stolu. I musíme magnet ještě více přiblížiti, aby tuto překážku přemohl; pak jehla rázem přiskočí k magnetu.

284. Zcela tak má se to s gravitací; čím dále je těleso od Země, tím méně je od ní přitahováno; a Newton shledal, že přitažlivost při

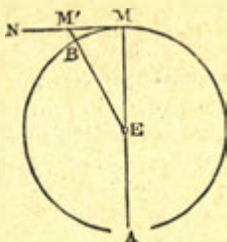
dvojnásobné vzdálenosti nečiní polovinu, nýbrž polovinu poloviny, tedy čtvrtinu; při trojnásobné vzdálenosti není třetina, nýbrž třetina z třetiny, tedy devítina atd.; a tak kdyby vzdálenost vzrostla na př. na osminásobnou, znásobí se osm samo sebou čili jak se říká, povýší se na druhou mocnost, což činí 64, napíšeme nad tím do čítatele 1 a máme číslo, které udává příslušnou velikost gravitace; a tak shledáváme, že přitažlivost ve vzdálenosti osminásobné je pouze čtyřiašedesátina původní síly.

§ 3. *Kterak lze tím vysvětliti dráhu Měsíce kolem Země*

285. Newton zkoušel zákon o přitažlivosti z pohybu Měsíce tímto způsobem. Měsíc, jak jsme již shledali, pohybuje se kolem Země; nepoznali jsme však, jak se to děje. Nyní jsme dostatečně připraveni, abychom seznali, že se pohybuje v dráze téměř kruhovitě následkem přitažlivosti zemské.

286. Zkusme si to znázorniti pomocí náčrtku (obr. 50.). Bod *E* značí Zemi a *MBA* dráhu Měsíce. Mysleme si Měsíc v *M*. Kdyby přitažlivost přestala naň v tomto bodě působiti, pohyboval by se svou setrvačností přímočaře v tom směru, ve kterém se právě nacházel, když přitažlivost přestala, tedy směrem k *N*, a přišel by

za vteřinu na př. do bodu M' . Avšak na místě toho shledáváme, že je následkem působení přitažlivosti skutečně v bodě B . Z toho vysvítá, že gravitace Země měla tu moc přitáhnouti jej z M' do B . Poněvadž pak je známa velikost dráhy měsíční, jest to jen věcí výpočtu dovědět se, jak veliká je odchylka z M' do B , o kterou Země Měsíc z přímé dráhy uchýlila v jedné vteřině, čili o kterou Měsíc „padá“ za vteřinu k Zemi. Obnáší asi $1\frac{1}{3}$ milimetru.



Obr. 50. Kterak »padá« Měsíc k Zemi.

287. Pohledme, zdali tento fakt souhlasí se zákonem Newtonovým. Jakou dráhu urazí padající těleso aneb jak bude přitahováno během jedné vteřiny ve vzdálenosti Měsíce k Zemi? Měsíc je vzdálen od středu zemského 384.000 km; povrch Země je skoro 6400 km vzdálen od jejího středu, ve kterémžto bodě představujeme si veškerou přitažlivost zemskou jakoby soustředěnou; tato vzdálenost 6400 km (zemský poloměr)

je ve 384.000 *km* obsažena 60krát, takže je Měsíc právě šedesátkrát tak daleko od středu Země jako povrch Země. Je tedy přitažlivost zemská ve vzdálenosti Měsíce 60krát 60, čili 3600krát menší než na povrchu Země (odst. 284.); zde spadne těleso v první vteřině (odst. 280.) skoro 5 *m*, ve vzdálenosti Měsíce by mělo vykonati pouze $\frac{1}{600}$ z této dráhy 5 *m*, a $\frac{1}{3600}$ z 5000 *mm* je $1\frac{1}{3}$ *mm*, jak bylo také skutečně u Měsíce shledáno.

§ 4. *Přitažlivost čili gravitace.*

288. Tímto způsobem Newton odkryl, že táž síla (zvaná přitažlivost čili gravitace), která přitahuje kámen k Zemi, udržuje také Měsíc v kruhové dráze kol Země. Leč odkrytí Newtonova zde nekončila; on dokázal, že Země a všechny ostatní oběžnice jsou toutéž silou udržovány ve svých drahách kol Slunce; a že týž zákon gravitace platí i pro nejvzdálenější hvězdy. Všecky zdánlivě nepravidelné pohyby nebeských těles lze uvést na jediný zákon Newtonův, který dokázal, že všechny pohyby jsou skutečně pravidelné a mohou býti tudíž již předem vypočítány. A tak se může nyní lidstvo nejen obdivovati božské kráse a souladu všehomíra, v němž žijeme, ale i čerpati užitek z pohybů nebeských těles pro účely denního života.

Seznam vyobrazení.

Obraz	Strana
1. Kterak se objevují a ztrácejí lodi na moři .	9
2. Vysvětlení předešlého zjevu	10
3. Kterak se lodi na moři objevují, předpokládáme-li, že je Země kulatá	11
4. Vysvětlení, že vidíme tím dále, čím výše vystoupíme	12
5. Znázornění, že čím je větší koule, tím dále leží hranice obzoru jistého místa	13
6. Vysvětlení, kterak Slunce a hvězdy vycházejí a zapadají	17
7. Výkres, kterým se vysvětluje obr. 6.	18
8. Kroužící vlk	20
9. Směr otáčení zemského	21
10. Pokus, znázorňující otáčení Země, jakožto příčinu dne i noci	22
11. Vysvětlení pohybu Země kolem Slunce . .	26
12. Rovina ekliptiky	31
13. Dvě roviny, protínající se v pravém úhlu .	33
14. Dvě roviny, protínající se v ostrém úhlu .	33
15. Země s nakloněnou osou rotační	34
16. Země v myšleném pohledu se Slunce v době slunovratu letního (21. června)	38
17. Země v myšleném pohledu se Slunce v době slunovratu zimního (21. prosince)	39
18. Země v myšleném pohledu se Slunce v době rovnodennosti jarní (21. března)	40
19. Země v myšleném pohledu se Slunce v době rovnodennosti podzimní (23. září)	41
20. Objasnění ročních počasí	42
21. Polárka a souhvězdí Velkého Vozu (Vel. Medvěda) ve čtyřech rozličných postaveních, vždy po 6 hodinách, znázorňujících, kterak Velký Vůz zdánlivě krouží kolem Polárky .	45

Obráz	Strana
22. Pohyb Měsíce kol Země	51
23. Úplné zatmění Slunce	56
24. Kruhové zatmění Slunce	57
25. Zatmění Měsíce	58
26. Znázornění sklonu dráhy měsíčné k rovině ekliptiky	61
27. Rozdělení kruhu ve stupně	63
28. Část povrchu Měsíce	65
29. Znázornění, kterak se pohybuje a jeví nebeské těleso mezi námi a Sluncem	69
30. Znázornění, kterak se pohybuje nebeské těleso kolem Slunce mimo dráhu zemskou	72
31. Část sluneční soustavy	75
32. Venuše se skvrnami na povrchu	79
33. Zdánlivá velikost Venuše, když je od Země vzdálena nejméně, prostředně a nejvíce	81
34. Obraz Marse se zaledněným polem a se zeměmi a moři	84
35. Obraz jiné části této oběžnice	85
36. Obraz Jupitera s oblačnými pruhy	88
37. Znázornění zatmění, zakrytí a přechodů Jupiterových měsíců	89
38. Saturn a jeho prstence	92
39. Povšechný obraz vlasatice	96
40. Fotografický obraz vlasatice, znázorňující jádro a ohon	98
41. Kterak se určuje velikost Slunce	102
42. Vysvětlení zdánlivé neshody v době rotace sluneční	105
43. Fotografie skvrny sluneční	106
44. Znázornění zjevů, pozorovaných na skvrnách slunečních	107
45. Korona sluneční	109
46. Hvězdokupa	123
47. Fotografický obraz velké mlhoviny v Orionu	124
48. Kterak se určuje poloha nějakého místa	129
49. Jak se stanoví polohy hvězd	131
50. Kterak *padá* Měsíc k Zemi	147

Obsah.

	Strana
<i>Úvod</i>	7
<i>I. Země a její pohyby.</i>	
§ 1. Země je kulatá	8
§ 2. Země je velmi veliká	12
§ 3. Země není v klidu	15
§ 4. Země otáčí se jako vlk	19
§ 5. Země otáčí se jednou za den	21
§ 6. Otáčení není jediný pohyb Země	25
§ 7. Země obíhá kolem Slunce jednou za rok	29
§ 8. Tyto dva pohyby nekonají se v téže rovině	30
§ 9. Proč jsou dni a noci nerovně dlouhé	31
§ 10. Roční počasí závisí na rozdílné délce dne a noci	42
§ 11. Proč pohyby Slunce a hvězd zdají se na rozdílných místech Země rozdílné	43
<i>II. Měsíc a jeho pohyby.</i>	
§ 1. Měsíc pohybuje se mezi hvězdami	49
§ 2. Měsíc mění svou podobu	52
§ 3. Kterak je Měsíc příčinou zatmění	55
§ 4. Kterak Měsíc vypadá	64
<i>III. Sluneční soustava.</i>	
§ 1. Jak by se nám jevila tělesa, podobná naší Zemi, avšak bližší Slunci	69
§ 2. Jak by se nám jevila tělesa, podobná naší Zemi, avšak od Slunce vzdálenější	71
§ 3. Jsou tam taková tělesa? Oběžnice	73
§ 4. Vnitřní oběžnice	77
§ 5. Vnější oběžnice	82
§ 6. Vlasatice, létavice a povětrně	95

IV. *Slunce — nejbližší hvězda.*

§ 1.	Působení Slunce ve sluneční soustavě	100
§ 2.	Teplota, světlo, velikost a vzdálenost Slunce	101
§ 3.	Jaké je Slunce	103
§ 4.	Skvrny sluneční	104
§ 5.	Atmosféra Slunce	108
§ 6.	Z čeho se Slunce skládá	110
§ 7.	Slunce je nejbližší hvězda	111

V. *Hvězdy.*

§ 1.	Hvězdy jsou vzdálená slunce	112
§ 2.	Jasnost hvězd	112
§ 3.	Souhvězdí	114
§ 4.	Zdánlivé pohyby hvězd	117
§ 5.	Skutečné pohyby hvězd	120
§ 6.	Dvojhvězdy	121
§ 7.	Hvězdokupy a mlhoviny	122
§ 8.	Přibuznost hvězd a mlhovin	125

VI. *Kterak se stanoví poloha nebeských těles a kterýž užitek z toho vyplývá.*

§ 1.	Opakování — Mapy hvězdného nebe	126
§ 2.	Deklinace. (Polární odchylka)	128
§ 3.	Deklinace sama nestačí	129
§ 4.	Rektascense	131
§ 5.	Opakování	134
§ 6.	Zeměpisná šířka míst na Zemi	135
§ 7.	Zeměpisná délka míst na Zemi	137

VII. *Proč pohyby nebeských těles jsou tak pravidelné.*

§ 1.	Co je tíže	142
§ 2.	Přitažlivosti ubývá, když přibývá vzdá- lenosti	145
§ 3.	Kterak lze tím vysvětliti dráhu Měsíce kolem Země	146
§ 4.	Přitažlivost čili gravitace	148

