Adolf Mach

Základní úlohy mathematického zeměpisu a sférické astronomie řešené konstrukcí. [I.]

Časopis pro pěstování mathematiky a fysiky, Vol. 28 (1899), No. 1, 49--75

Persistent URL: `http://dml.cz/dmlcz/122505`

Příloha k Časopisu pro pěstování mathematiky a fysiky.

Základní úlohy mathematického zeměpisu a sférické astronomie řešené konstrukcí.

Podává

Adolf Mach,

professor c. k. vyšší reálky v Jičíně.

I. Denní a noční oblouk zemských rovnoběžek.

Každá koule ozářená jsouc sluncem, jest z polovice osvětlena, z polovice ve vlastním stínu. Bod povrchu kulového, na který sluneční paprsek dopadá kolmo, jenž jest tudíž nejintensivněji osvětlován a oteplován, nazývá se *světelný pól.*

Mez vlastního stínu, to jest linie, která dělí osvětlenou část kulové plochy od zastíněné, jest od světelného pólu všude 90^0 vzdálena, půlí kulovou plochu, jest její hlavní kružnicí; nazývejme ji krátce *„světelnou mezí“*.

To vše platí též o zemské kouli.

Polovina povrchu zemského jest stále osvětlena, polovina jest ve stínu. Ale poněvadž se země otáčí kolem své osy, vstoupí místa povrchu zemského, kromě některých vyjímek, jen na několik hodin do stínu zemského, místa ta mají *noc,* načež vystoupivše ze stínu, jsou opět sluncem ozařována i oteplována, mají *den.*

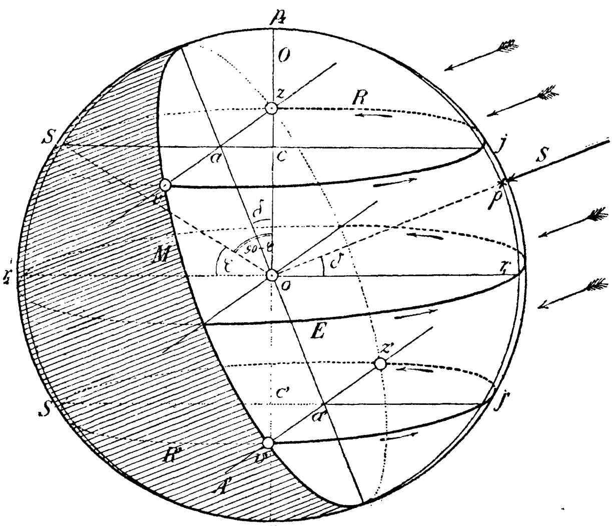
Jak dlouho každé místo dlí ve stínu a jak dlouho se pohybuje v osvětlené části, to budiž předmětem následujících úvah.

Obr. 1. jest šikmý průmět zeměkoule; o střed její, p_1p_2 zemská osa, E rovník, R a R' rovnoběžky zeměpisné šířky φ a $-\varphi$, S směr slunečních paprsků, p *světelný pól*, jemuž přísluší hlavní kružnice M jako světelná mez, která dělí zemský povrch na dvě stejné části, osvětlenou a zastíněnou.

Dokud body rovnoběžky *R*, otáčejíce se kolem zemské osy od západu přes jih k východu, prodlévají v oblouku *vjz*, dotud vidí slunce, mají *den*; jakmile vstoupí do oblouku *zsv*, zmizí jim slunce s obzoru, mají *noc*.

V bodu *v* vychází místo ze stínu zemského, v bodu *z* do něho zapadá, ač pravíme, že v prvém případě *„slunce vychází“*, ve druhém že *„slunce zapadá“*.

Oblouk *vjz* lze nazvati *denním obloukem rovnoběžky R*, oblouk *zsv* jejím *nočním obloukem*.



Obr. 1.

Kdyby země nekolovala kolem slunce, kdyby se otáčela jen kolem své osy, pak by stále body téže rovnoběžky se stávaly světelnými póly, táž kružnice *M* by po všecek věk byla mezí světelnou, ale pak by též po všecku dobu dni byly stejně dlouhé, poněvadž by se velikost denního a nočního oblouku neměnila.

Totéž by nastalo, kdyby země sice kolovala kolem slunce, ale osa její byla kolmá na rovinu dráhy zemské, na *ekliptiku*.

Pak by slunce svítilo stále kolmo na rovník, světelná mez by procházela oběma póly, sjednocovala by se s poledníky, načež den po všecek věk a na celém povrchu zemském rovnal by se noci; 12^h by trval den, 12^h noc.

Že tomu není tak, toho příčinou jest, že osa zemská jest o $23^1/_2{}^0$ k rovině ekliptiky skloněna, což má za následek, že sluneční paprsky dopadají každý den na místa jiné zeměpisné šířky kolmo, že světelný pól putuje mezi oběma obratníky a že světelná mez polohu svou den jak den mění.

Takto kolem slunce kolujíc, země přichází jen dvakrát ročně — 20. března a 22. září — do polohy, ve které průsečnice roviny zemského rovníka s blankytem nebeským — *rovník nebeský* — prochází středem slunce, kdy slunce svítí kolmo na rovník a světelná mez prochází póly. V tom případě místa téhož poledníka překročí světelnou mez současně, mají současně východ a západ slunce a jako každý jiný den, současně i poledne.

Ale již ve dnech, které 20. březnu následují až do 22 září, přichází slunce do polohy vyvýšené nad rovinu rovníka.

V této poloze padají paprsky sluneční kolmo na místa severně od rovníka a jen malé úvahy jest třeba, bychom seznali, že jsou to právě místa, jichž zeměpisná šířka rovná se vyvýšení slunce nad rovinu rovníka, kteréžto vyvýšení měříme obloukem na nebeské báni, jdoucím od slunce kolmo k rovníku. Velikost tohoto oblouku nazýváme „*sluneční deklinací*“ a znamenáme písmenem δ.

Od 20. března do 22. září jest deklinace *severní (kladná).*

Od 22. září až do 20. března přichází slunce pod rovník, svítí kolmo na místa jižní zeměpisné šířky, deklinace jest *jižní* (*záporná*).

V obr. 1. rovná se deklinace oblouku pr_1, jenž počtem stupňů se rovná úhlu por_1.

Majíce vše to na mysli, můžeme přikročiti k sestrojení pravé velikosti denního a nočního oblouku libovolné rovnoběžky R.

Především otočme současně $\triangle\, coa$ a $\triangle\, cos$ kolem strany cs jako osy do roviny rovnoběžky R, jako kdybychom dvéře ve stěžejích otáčeli.

Body c, a a s jsou stálé, a poněvadž

$$co \perp or_1 \quad \text{a} \quad ao \perp op\,,$$

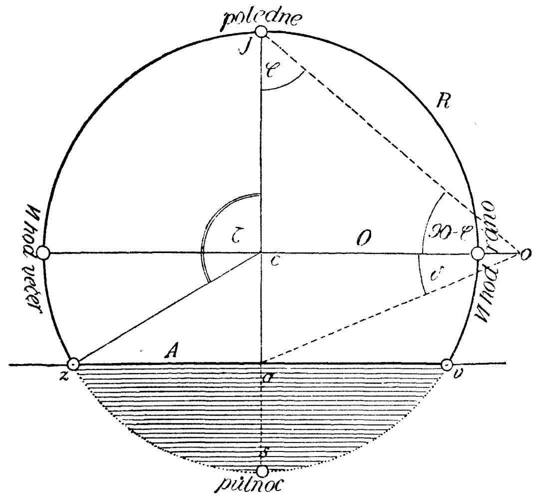
jest

$$\sphericalangle\, coa = \delta \text{ a } \sphericalangle\, cos = 90^0 - \varphi,$$

kteréžto úhly při otáčení se nemění.

Proto lze vše v pravé velikosti zobraziti v rovině papíru, myslíme-li si, že se s ní sjednotí rovina rovnoběžky R.

Zobrazme přímku sj, třeba svisle (obr. 2.); jejím bodem c přímku vodorovnou O jako otočenou zemskou osu, na ni nanesme libovolně dlouhou úsečku co, tím obdržíme otočený střed zemský o; k tomuto bodu a k přímce O nanesme dolů $\sphericalangle\, \delta$



Obr. 2.

a nahoru $\sphericalangle\, 90^0 - \varphi$; ramena těchto úhlů protnou svislou přímku v bodech a a j. Poloměrem cj opišme kružnici, kteráž jest obrazem rovnoběžky R, bodem a veďme přímku $A \,||\, O$, kterou je vyznačena přímka vz, jež dělí kružnici R na dvě části, z nichž ona, která prochází bodem s jest *noční oblouk*, druhá pak *denní oblouk* příslušné rovnoběžky; $\sphericalangle\, \tau$ rovná se počtem stupňů polovině denního oblouku. V bodu v místo vychází ze stínu zemského, v bodu z do něho zapadá; v bodu j, jenž denní oblouk půlí, jest v *poledne,* v bodu s o *půlnoci.*

Abychom se dozvěděli, kolik hodin to trvá, než kterékoliv místo rovnoběžky R vykoná dráhu denního nebo nočního oblouku, tu třeba se jen rozpomenouti, že země otočí se kolem osy jednou za 24 hodiny; každý bod rovnoběžky R vykoná celou dráhu, t. j. 360^0 za 24^h, za hodinu 15^0, za 4 minuty 1^0, za minutu $15'$, za 4 sekundy $1'$ atd.

Změřme $\sphericalangle \tau$! Počet stupňů dělme 15 a zbývající stupně násobme čtyřmi. Podíl značí hodiny, součin minuty; hodiny a minuty dohromady stanoví trvání polovičního dne, t. j. doby od východu slunce do pravého poledne. Násobíme-li tuto dobu dvěma, obdržíme délku celého dne, a odečteme-li ji od 24 hod., dostaneme délku noci.

V obr. 2. jest $\varphi = 50^0$ (zeměpisná šířka středních Čech), $\delta = 23\frac{1}{2}{}^0$, deklinace sluneční v nejdelší den roční (21. června).

$$\sphericalangle \tau = 121^0;$$

tedy

$$121^0 : 15 = 8^h,$$
$$1$$

$$1^0 \times 4 = 4^m.$$

Dne 21. června trvá u nás půl dne $8^h\ 4^m$, celý den $16^h\ 8^m$. Slunce vychází ve $3^h\ 56^m$ pravého času, zapadá v $8^h\ 4^m$ pravého času.

Co platí o slunci, platí též o každé jiné stálici.

Každá hvězda, vysílajíc světelné paprsky, osvětluje zemi, a můžeme míti i za to, že na ni vytvořuje, ovšem ne tak znatelně jako slunce, část osvětlenou a část zastíněnou, jež od sebe jsou odděleny hlavní kružnicí.

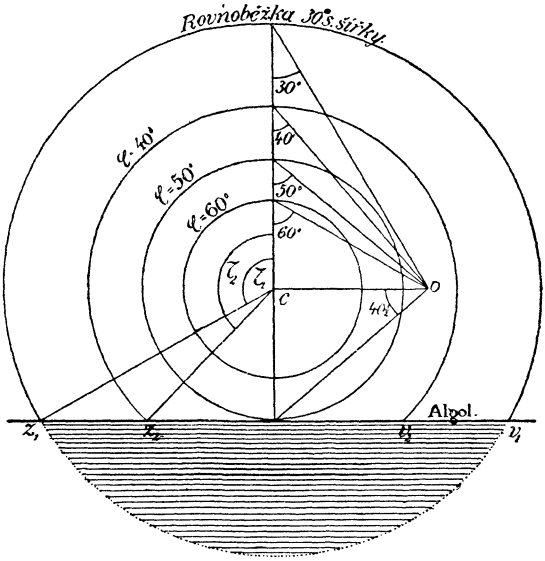
Dokud místo libovolné rovnoběžky jest v části osvětlené, má hvězdu nad obzorem, a je-li právě jasná noc, vidí ji tak dlouho, dokud nevstoupí do části povrchu zemského, hvězdou zastíněné.

Je-li známá deklinace hvězdy a pólová výška místa pozorovacího, lze způsobem v obr. 2. vylíčeným, stanoviti denní a noční oblouk příslušné rovnoběžky pro určitou hvězdu.

V obr. 3. řešena tato úloha pro hvězdu *Algol* ($\delta = 40\frac{1}{2}{}^0$) a pro rovnoběžky 30.°, 40.°, 50.° a 60.° s. š.

Z obr. 3. jde na jevo, že půl denního oblouku rovnoběžky 30.°, t. j. $\sphericalangle \tau_1 = 120^0$ čili 8^h; to znamená, že místa na této rovnoběžce každý den mají hvězdu *Algol* 16^h nad obzorem, 8^h pod obzorem.

Půl denního oblouku na rovnoběžce 40.°, čili $\sphericalangle \tau_2 = 136^0$. *Algol* dlí zde nad obzorem $18^h\ 8^m$.



Obr. 3.

Rovnoběžky 50.° i 60.° s. š. neprotínají mez vlastního stínu místa těchto rovnoběžek otáčejí se stále jen v oné části povrchu zemského, jež je hvězdou osvětlena. *Algol* pro tyto jakož i všechny severnější rovnoběžky jest hvězdou *cirkumpolární.*

Ale i mathematický vzorec pro poloviční denní oblouk lze z obr. 2. vyvoditi:

Je-li úsečka $co = 1$,

jest

$$cj = cz = \operatorname{cotg} \varphi,$$
$$ca = \operatorname{tg} \delta.$$

Z $\triangle\, acz$ plyne:

$$\cos(180-\tau) = \frac{ca}{cz}$$

čili

$$\cos\tau = -\frac{\operatorname{tg}\delta}{\operatorname{cotg}\varphi}$$

nebo

$$\cos\tau = -\operatorname{tg}\delta\operatorname{tg}\varphi.$$

Z tohoto vzorce, jakož i z obr. 2. vyplývá, že délka denního oblouku rovnoběžek závisí na zeměpisné šířce místa pozorovacího a na deklinaci hvězdy.

Stálice nemění své deklinace, nehledíme-li k malé její roční změně; proto denní i noční oblouk rovnoběžek jest pro určitou stálici stále týž.

Každá stálice jest u nás po celý rok a každý den stejně dlouho nad horizontem, stejně dlouho pod ním.

Jinak jest tomu u slunce.

Již dříve byla učiněna zmínka, že slunce deklinaci stále mění.

Od 21. prosince do 21. června deklinace sluneční přibývá, od 21. června do 21. prosince jí ubývá.

Zajímavé jest vyšetřiti z obr. 2., jaký vliv na délku denního a nočního oblouku rovnoběžek má změna deklinace pro místa téže zeměpisné šířky.

Uvažujme!

a) Zvětšuje-li se deklinace, posouvá se přímka A dolů, noční oblouk se zmenšuje, denní zvětšuje.

Od 21. prosince do 21. června dne přibývá, poněvadž přibývá sluneční deklinace.

Kastor ($\delta = 32^0$) *jest delší dobu nad obzorem než* **Pollux** ($\delta = 28^1/_4{}^0$), *poněvadž má větší deklinaci.*

b) Je-li $\delta = 90^0 - \varphi$ čili $\varphi + \delta = 90^0$, stane se přímka A tečnou rovnoběžky R v bodu s; celá rovnoběžka jest denním obloukem. Místa této rovnoběžky dotknou se jenom meze světelné, vidí bez přestání 24 hodiny slunce; jen o půlnoci na okamžik zmizí střed sluneční, aby v příštím okamžiku se opět stal viditelným. Den trvá 24^h.

Příkladem budiž:

Dne 21. června jest $\delta = 23^1/_2{}^0$; *slunce nezapadá toho dne na rovnoběžce, jejíž zeměpisná šířka rovná se* $90^0 - 23^1/_2{}^0 = 66^1/_2{}^0$, *t. j. na severním polárním kruhu, jakožto první rovnoběžce, kde spatřiti lze* **„půlnoční slunce“.**

c) Je-li $\delta > 90^0 - \varphi$ čili $\varphi + \delta > 90^0$, stane se přímka A mimoběžkou rovnoběžky R, slunce po několik dní po případě i měsíců je nepřetržitě viditelné; příslušná místa mají dlouhý **„polární den“.**

Má-li hvězda deklinaci větší než $90^0 - \varphi$, jest stále nad obzorem, jest hvězdou *cirkumpolární.*

Severní Mys, moderní cíl turistický, má zeměpisnou šířku rovnou 71⁰, a proto: dokud slunce má deklinaci větší než 19⁰, dotud svítí na *Severním Mysu* nepřetržitě — od 15. května do 27. července.

Wega má deklinaci $38^3/_4{}^0$, proto začíná býti cirkumpolární na $51^1/_4{}^0$ s. š., t. j. na rovnoběžce, která prochází *Antverpy.*

d) Zmenšuje-li se δ, posouvá se přímka A nahoru, denní oblouk se zmenšuje, noční oblouk se zvětšuje.

Od 21. června do 21. prosince dne ubývá, poněvadž deklinace sluneční stává se ode dne ke dni menší.

e) Je-li $\delta = 0$, pak stotožní se přímka A s O, stane se průměrem rovnoběžky R, nechť si tato má jakoukoliv zeměpisnou šířku. Denní oblouk rovná se nočnímu na všech místech povrchu zemského.

Dne 20. března a 22. září rovná se sluneční deklinace nulle, a proto jsou tyto dni všude 12^h *dlouhé.*

f) Až dosud uvažovali jsme jen o kladné deklinaci, kterou jsem nanášeli od přímky O dolů.

Z obrazce je na první pohled patrno, že dokud jest deklinace kladná, dotud jest denní oblouk větší než noční.

Důsledek:

Od 20. března do 22. září, ve které době slunce jest nad rovníkem, jest den delší než noc.

Jakmile se stane deklinace zápornou, pak nutno nanésti úhel δ nad přímku O, přímka A posune se též nad ní, načež denní oblouk jest menší než noční.

Důsledek:

Od 22. září do 20. března jest den kratší než noc.

Povšimnutí zasluhuje, že denní oblouk onoho dne, kdy deklinace jest $+\delta$, rovná se nočnímu oblouku v den, kdy deklinace jest $-\delta$.

Deklinace sluneční dne 9. června rovná se 23^0, dne 1. ledna -23^0; délka $\frac{dne}{noci}$ 9. června rovná se délce $\frac{noci}{dne}$ 1. ledna.

g) Je-li $\delta = -(90^0 - \varphi)$, pak stane se přímka A tečnou v bodu j, celá kružnice R jest nočním obloukem.

Dne 21. prosince jest $\delta = -23\frac{1}{2}^0$; na severním polárním kruhu vychází dne 21. prosince v poledne jen malý úsek sluneční, který v krátké době opět zapadne.

h) Je-li konečně $\delta < -(90^0 - \varphi)$, pak jest přímka A mimoběžkou nad bodem j, a slunce stane se neviditelným potud, pokud deklinace jeho nestane se větší než $-(90^0 - \varphi)$. Na těchto místech nastává dlouhá „**polární noc**“.

V nejsevernějším městě — *Hammerfestu* — ($\varphi = 70^0 40'$) mají polární noc od 18. listop. do 24. ledna ($\delta = -19^0 20'$).

Řešení úloh.

Je-li řešiti několik úloh o délce dne a noci, pak jest výhodné, řeší-li se jedním obrazcem, jenž opatřen jest hodinovým rozdělením; pak doba východu i západu míst z obrazce vyplývá bez převádění dráhy obloukové na čas.

To provedeno jest v obr. 4., kde zobrazena jsou některá větší města, jichž zeměpisná šířka přesahuje 40^0.

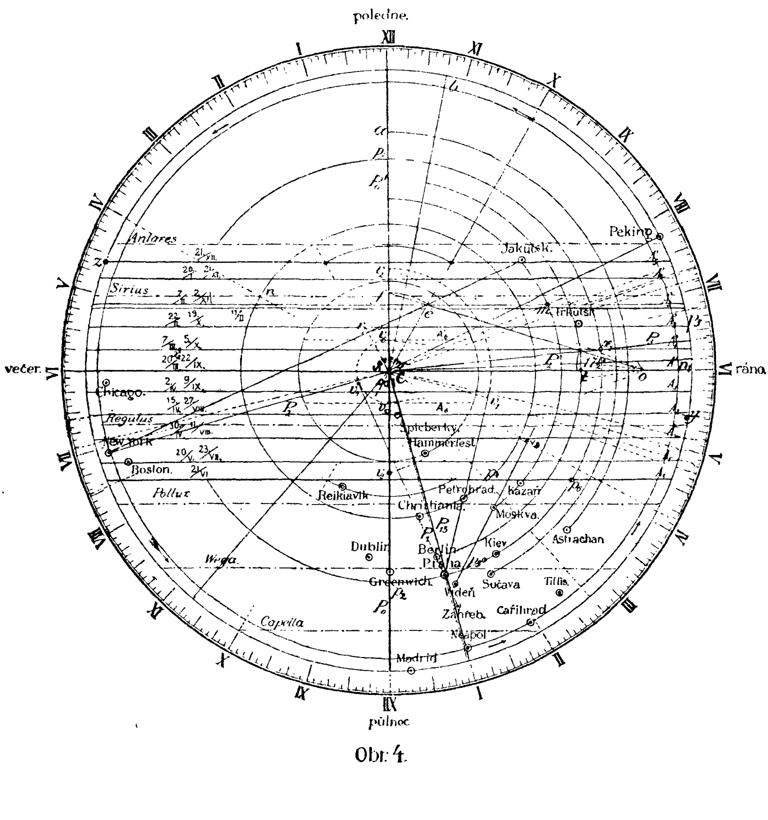
Rovnoběžky, na nichž tato města leží, stanoví se způsobem v obr. 2. vylíčeným.

Máme-li na této rovnoběžce určiti bod, jenž jest obrazem toho neb onoho města, musíme znáti jeho zeměpisnou délku.

Uváží-li se, že rovina každého poledníka protíná rovinu každé rovnoběžky v jejím průměru a že tyto roviny stojí na sobě kolmo, pak pozná se snadno, že úhel dvou průměrů stanoví zároveň odchylku obou příslušných poledníků.

Zvolme si jeden poledník, třebas *greenwichský*, za základní — *nulltý*. Je-li společný obraz všech průsečnic rovnoběžek s greenwichským meridiánem v přímce P_0, pak musí místo, jehož zeměpisná délka rovná se příkladem 15°, jako *Jindřichův Hradec*, býti na průměru P_{15}, jenž svírá s P_0 úhel 15°.

Poloha *Prahy*, jejíž zeměpisná šířka $\varphi = 50°$, délka $d = 14^1/_2{}°$, jest určena průsečíkem rovnoběžky 50.° s poloměrem P_1, jenž svírá s poloměrem P_0 úhel $14^1/_2{}°$ čili 58^m.



Obr. 4.

Mimo to jest v obr. 4. určeno několik přímek A pro různé dny v roce, jichž datum jest u každé připsáno; tolikéž i pro některé důležitější hvězdy jako jsou: *Capella, Wega, Regulus, Sirius* atd. jest na základě jejich deklinac sestrojena přímka A.

Poněvadž každý bod povrchu zemského, otáčeje se kolem osy, vykoná dráhu své rovnoběžky za 24^h, rozdělena byla jedna kružnice o středu c na 24 rovné díly, z nichž každý značí hodinu, která rozdělena jest mimo to na půlhodiny, čtvrthodiny a díly po 5 minutách.

Po této přípravě možno řešiti mnoho zajímavých úloh; uvádíme jen některé.

A. Úlohy o východu a západu míst.

1. *V kolik hodin vychází a zapadá dne 30. dubna nebo 11. srpna* a) **Madrid**; b) **Praha**; c) **Petrohrad**; d) **Hammerfest?**

Proložme jmenovanými městy příslušné rovnoběžky, které protínají přímku A_3 (při níž připsáno jest 30./IV. a 11./VIII.) v bodech, jichž spojnice se středem c určuje na hodinovém rozdělení dobu, kdy města ze stínu vystupují a kdy do něho vstupují, t. j. kdy slunce vychází a zapadá.

Seznáme, že

a) *Madrid*	vychází v	$5^h\ 9^m$,	zapadá v	$6^h\ 51^m$;
b) *Praha*	„ ve	$4^h\ 45^m$,	„ v	$7^h\ 15^m$;
c) *Petrohrad*	„ ve	$4^h\ 9^m$,	„ v	$7^h\ 51^m$;
d) *Hammerfest*	„ ve	$2^h\ 45^m$,	„ v	$9^h\ 15^m$.

2. *V kolik hodin* **středního** *času vychází u nás (Praha) slunce dne 11. února a 2. listopadu?*

V kalendářích stanoví se východ a západ slunce časem středním; z té příčiny jest výsledky, plynoucí z obr. 4. ve spojení uvésti s *„časovou rovnicí“*, t. j. s rozdílem času středního a slunečního.

Nahoře zvolené dni, jichž datum 11./2. a 2./11., lze si snadno zapamatovati, jsou v té příčině důležité, protože časová rovnice jest 11./2. největší, 14^m, 2./11. nejmenší, — 16^m.

Když 11./2. ukazují kyvadelní hodiny poledne, ukazují hodiny sluneční $11^h\ 46^m$; slunce vstoupí do poledníka teprv za 14^m.

Když 2./11. ukazují hodiny kyvadelní poledne, ukazují sluneční hodiny $12^h\ 16^m$; slunce bylo v poledníku již před 16^m.

Abychom obdrželi dne 11./2. z času slunečního čas střední, musíme k němu příčísti 14^m, dne 2./11. jest 16^m odečísti.

Dne 11. února vychází slunce v $7^h\ 6^m$, zapadá ve $4^h\ 54^m$ slunečního času; v $7^h\ 20^m$ a $5^h\ 8^m$ středního času. Dopoledne jest o 28^m kratší než odpoledne.

Dne 2. listopadu vychází slunce v 7^h 14^m, zapadá ve 4^h 46^m slun. času; v 6^h 58^m a 4^h 30^m času středního. Dopoledne jest o 32^m delší než odpoledne.

3. *Jak dlouhý jest den 15. dubna nebo 27. srpna* ($\delta = 10^0$), *22. února nebo 19. října* ($\delta = -10^0$) a) **v Cařihradě,** b) **v Berlíně,** c) **v Christianii**?

Jako v předešlém příkladě určí se doba západu a ta násobí se dvěma.

Poněvadž deklinace sluneční obou dvojic dnů liší se jen znaménkem, rovná se den jedné dvojice noci dvojice druhé.

Výsledky:

a) v *Cařihradě* 13^h 8^m a 10^h 52^m;
b) v *Berlíně* 13^h 44^m a 10^h 16^m;
c) v *Christianii* 14^h 16^m a 9^h 44^m.

4. *Kde vychází slunce 7. února nebo 2. listopadu v 10^h ráno?*

Bod, jímž vyznačena jest desátá hodina dopolední, spojme se středem c, průsečíkem e této spojnice s přímkou A'_3 proložme kružnici, jejíž průsečík f s přímkou P'_0 spojme s o, načež $\sphericalangle cof = 17^1/_2{}^0$ jest doplňkem hledané zeměpisné šířky $= 72^1/_2{}^0$. Všem místům rovnoběžky $72^1/_2{}^0$ s. š. vychází slunce dne 7. února a 2. listopadu v 10^h ráno.

5. *Na svých cestách po* **Norvéžsku** *viděl jsem zapadati slunce dne 11. srpna v $9^1/_4{}^h$. Ve kterém městě to bylo?*

Řešení jako v příkladě předešlém.

Rovnoběžka prochází norvéžským městem *Hammerfestem*, jež úloze vyhovuje.

6. *Kterého dne vychází u nás slunce v 7^h 14^m?*

Bod, jímž označena jest tato hodina ranní, spojí se se středem c, průsečíkem spojnice s pražskou rovnoběžkou vede se přímka A, která stanoví deklinaci sluneční δ, na jejímž základě se z deklinačních tabulek určí den.

Zde sjednocuje se přímka A s A'_3, což znamená, že hledanými dny jsou 7. únor a 2. listopad.

7. *Kde trvá nejdelší den 14^h 56^m?*

Nejdelší den jest 21. červen. Má-li býti 14^h 56^m dlouhý, musí slunce zapadati v 7^h 28^m. Tím převedena jest tato úloha na úlohu 5.

Jest to rovnoběžka, na které jsou města: *Nový York, Neapol*, *Cařihrad.*

8. *Jak dlouho trvá nejdelší a nejkratší den v Reikiaviku?* Nejdelší den jest 21. června, nejkratší 21. prosince. Ostatní jako v příkladech předešlých.

V *Reikiaviku* trvá nejdelší den 20^h, nejkratší 4^h.

B. Úlohy, závislé též na zeměpisné délce.

Při těchto úlohách jest míti stále na mysli, že odchylka dvou rovin poledníkových při otáčení země kolem své osy se nemění. Proložíme-li tedy dvěma městy obr. 4. paprsky P, musí úhel těchto paprsků zůstati stále týž, i když města kol bodu c se otáčejí.

1. *Je-li v* **Praze** *poledne, kolik hodin jest v* **Novém Yorku**?

Praha, majíc poledne, dospěje na denní dráze do p_1, *Nový York* do n_1.

Poněvadž rozdíl zeměpisných délek po otočení se nezměnil, musí úhel $P_1P_2 = P'_0P'_2$.

Poloměr procházející bodem n_1 směřuje k 6^h 7^m ráno.

Je-li v *Praze* poledne, jest v *Novém Yorku* 6^h 7^m ráno.

2. *Když bylo v* **Praze** *31. pros. 1897 12^h v noci, které datum a kolik hodin bylo v* **Pekingu**?

Praha je v p_2, *Peking* v p_3 na poloměru směřujícím k $6^3/_4{}^h$ ráno.

V Pekingu bylo 1. ledna 1898 $6^3/_4{}^h$ ráno.

3. *V kolik hodin* **středoevropského** *času vychází slunce v Sučavě, nejvýchodnějším městě rakouském, dne 2. listopadu?* (Časová rovnice $= - 16^m$).

Slunce vychází v 7^h 9^m času slunečního, a — odečteme-li 16^m — v 6^h 53^m času středního.

Hodiny železniční, poštovní a telegrafní řídí se časem středoevropským, jehož základem jest čas meridiánu 15^0 v. délky od Greenwiche, který u nás prochází *Jindřichovým Hradcem*, v Německu *Žhořelcem.*

Jakmile nastane v těchto městech poledne, jest poledne v celé střední Evropě: v Rakousku, Německu, Italii, Švýcarsku, ve Švédsku, Norvežsku, Dánsku, v Srbsku, Bulharsku atd.

V Německu i v Uhrách jest středoevropský čas zákonem ustanoven i pro život občanský, u nás vešel do zvyku z nutné potřeby. Poněvadž Sučava jest o 45^m uchýlena na východ, místní čas měl by tam býti o 45^m pokročilejší než v *Jindřichově Hradci*, ale poněvadž se i v *Sučavě* řídí časem středoevropským, jdou tam tedy hodiny o 45^m pozdě proti času místnímu. Bijí-li hodiny v Sučavě dne 2. listopadu poledne, jest vlastně $12^h\ 45^m$ středního času, pravé poledne bylo již před $45^m + 16^m$, t. j. v $10^h\ 59^m$ času středoevropského.

Z té příčiny nutno, abychom obdrželi dobu východu, od $6^h\ 53^m$ středního času odečísti 45^m, takže tam slunce vychází v $6^h\ 8^m$ středoevr. času.

4. *Jak dlouho je již slunce a) dne 21. června, b) dne 21. prosince v* **Petrohradě** *nad obzorem, když v* **Praze** *vychází?*

Dne 21. června vychází slunce v *Petrohradě* ve $2^h\ 45^m$, u nás ve $3^h\ 56^m$.

Z toho dalo by se souditi, že slunce svítí v *Petrohradě* $1^h\ 11^m$, když v *Praze* vychází. Ale tomu není tak!

Vychází-li slunce dne 21. června v *Petrohradě*, dospělo toto město do bodu p_4, *Praha* do p_5; než bude v *Praze* slunce vycházeti, musí *Praha* učiniti ještě dráhu $p_5\ p_6$, ku kteréž potřebuje $2^h\ 10^m$, jak vyčísti lze z hodinového rozdělení.

b) Soudíme-li podobně i pro 21. prosinec, shledáme, že toho dne *Praha* vychází o 10^m dříve ze stínu zemského než *Petrohrad.*

Týmž způsobem bychom seznali, že dne 21. června v *Petrohradě* svítí slunce jen ještě 10^m, když v *Praze* zapadlo, a že dne 21. prosince mají v *Petrohradě* již $2^h\ 10^m$ noc, když v *Praze* slunce zapadá.

5. *Kterou zeměpisnou délku má místo, jež jest s Prahou na téže rovnoběžce, a jemuž dne 7. března nebo 5. října a) slunce vychází, b) zapadá, když v Praze jest poledne?*

Má-li *Praha* poledne, dospěla, otáčejíc se kolem zemské osy, do polohy p_1.

V tom okamžiku vychází na pražské rovnoběžce místo x_1 ze stínu, slunce mu vychází; místo x_2 do stínu vchází.

Úhel $P'_0\,P_3$ určuje počet stupňů, o které místo x_1 jest na západ, x_2 na východ od *Prahy* uchýleno. Tuto odchylku lze též vyjádřiti časem, který uplyne, než místo x_1 bude míti poledne, t. j. $5^h\ 37^m$.

Poněvadž zeměpisná délka *Prahy* jest 58^m, jest zeměpisná délka místa $x_1 = 5^h\ 37^m - 58^m = 4^h\ 39^m$ čili $69^3/_4{}^0$ na západ.

Nahlédneme-li do atlantu, shledáme, že jest to místo ve státu *Quebek* v *Britické Americe.*

Zeměpisnou délku vyjádřenou časem možno též přímo obdržeti, nanese-li se od pražského meridiánu na západ P'_0P_3.

Místo x_2 jest o týž počet stupňů na východ uchýleno; jeho zeměp. délka $= 58^m + 5^h\,37^m = 6^h\,35^m$ čili $98^3/_4{}^0$.

Jest to místo v *Severní Mongolii.*

6. *Je-li v* **Berlíně** *dne 15. dubna neb 27. srpna $11^1/_4{}^h$ dopoledne, kterému místu na 40.*^{0} *s. š. slunce vychází?*

Každé místo, jež má $11^1/_4{}^h$ dopoledne, dospělo do poloměru bc, jenž k této hodině směřuje.

Rovnoběžka 40.^{0} s. š. jest ona, na které jest *Madrid.*

Místo na této rovnoběžce, jež vychází dne 15./IV. nebo nebo 27./VIII. v okamžiku, kdy v *Berlíně* je $11^1/_4{}^h$, jest y. — Jeho zeměpisnou délku obdržíme, když tetivu by na rovnoběžce madridské přeneseme od berlínského poledníka na západ. Přijdeme k meridiánu, jenž prochází *Novým Yorkem*, a poněvadž zem. šířka *Nového Yorku* jest o něco málo větší než 40^0, jest hledané místo jižně od tohoto města.

7. *Vychází-li slunce 7. února v* **Moskvě**, *ve kterém místě na 50.*^{0} *s. š. jest 6^h ráno?*

Vychází-li *Moskva* dne 7. února z vlastního stínu zemského, jest v bodu m; na 50.^{0} s. š. má bod t 6 hodin ráno.

Hledané místo jest od *Moskvy* o úhel tcm uchýleno na západ; naneseme-li tento úhel na západ od meridiánu moskevského, padneme na poledník procházející *Prahou*, a poněvadž z. š. hledaného místa má býti 50^0, jest to *Praha*, jež vyhovuje dané úloze.

8. *Kterého dne zapadá slunce v* **Pekingu**, *když v* **Astrachanu** *jest poledne?*

Otočí-li se *Astrachan* do bodu a, kdy má poledne, otočí se *Peking* do bodu z, poněvadž se otáčejí stejnou úhlovou rychlostí. V tomto bodu vchází *Peking* do zemského stínu. Vedeme-li bodem z přímku A a určíme příslušné δ, můžeme z deklinačních tabulek stanoviti den, kdy slunce má nalezenou deklinaci δ. V tomto případě stotožňuje se přímka A s A_5', t. j.:

V *Pekingu* zapadá slunce dne *21. prosince,* když v *Astrachanu* jest poledne.

C. Současný východ nebo západ dvou i více míst.

Místa téhož meridiánu mají sice po všecek čas poledne současně, ale současný východ a západ slunce mají jen dvakrát ročně, a to 20. března a 22. září, neboť jen v tyto dny slunce, svítíc kolmo na rovník, vytvoří na zemi světelnou mez, procházející oběma póly, stotožňující se tedy s meridiánem.

Ve všech ostatních dnech mají místa téhož meridiánu sice poledne v téže chvíli, ale doba východu a západu slunce se může značně lišiti, poněvadž světelná mez všechny meridiány zemské protíná.

Z té příčiny mohou místa různé zeměpisné délky současně vystoupiti ze stínu zemského, mohou míti současný východ slunce, ale nikdy současné poledne.

Chceme-li se dozvěděti den, kdy dvě města současně vycházejí neb zapadají, otočme přímku obě města spojující do polohy vodorovné, ve které se sjednotí s některou přímkou A; z deklinace této přímce příslušné určí se z tabulek deklinačních hledaný den.

Ještě rychleji dojdeme cíle, otočíme-li patu v kolmice ze středu c na spojnici obou měst spuštěné do svislé přímky P_0.

Padne-li otočený bod v do pásu rovnoběžného A_5A_5', pak vycházejí dvakrát za rok obě místa současně, dvakrát za rok současně zapadají.

1. *Může-li* **Praha** *a* **Petrohrad** *vyjíti současně ze stínu a kdy?*

Spojme obě města; z c spusťme kolmici cv_1 a bod v otočme do polohy v_2.

Poněvadž bod v_2 jest uvnitř pásu A_5A_5', vycházejí obě města dvakrát ročně současně a to když deklinace sluneční se rovná úhlu $cov_2 = -22^0$.

Dne 2. prosince a 9. ledna vychází *Praha současně s Petrohradem*, to znamená: *První paprsky sluneční, které ve jmeno-*

vaných dnech začínají ozařovati Prahu, jsou zároveň i Petrohradu hlasateli, že mu nastal nový den. A přece leží Petrohrad mnohem východněji než Praha!

Dospěje-li bod v_1 při otáčení do polohy v_3, spojnice obou měst podruhé jest v poloze vodorovné, ale obě města jsou na levo od svislé přímky, tudíž zapadají, a to když deklinace sluneční se rovná $\sphericalangle\, cov_3$, jenž jest kladný, ale absolutní hodnotou se rovná $\sphericalangle\, cov_2 = 22^0$.

Dne 31. května a 12. července zapadá Praha současně s Petrohradem; oběma začíná noc v témž okamžiku.

2. *Kdy vycházejí a zapadají současně* **Praha, Berlín** *a* **Záhřeb**?

Tato tři města jsou na obrazci v téže přímce. Otočme patu v_4 kolmice z c na přímku tu spuštěné do přímky P_0. Kružnice, kterou tento bod opisuje, dotýká se přímky A_6, jíž přísluší deklinace $\delta = 7^0$. Kdybychom otočili i spojnici měst, přišla by města v pravo od přímky P_0, t. j. řečená města vycházejí současně dne 7. dubna a 4. září ($\delta = 7^0$); ale i přímka A'_6 dotýká se kružnice poloměrem cv_4 opsané; otočená města by přišla v levo od přímky P'_0 a proto dne 2. března a 11. října ($\delta = -7^0$) současně zapadají.

3. *Může Vídeň a Moskva vycházeti současně?*

Nemůže. Pata v_8 otočená do paprsku P_0 a P_0' padne mimo rovnoběžný pás A_5A_5', deklinace by byla větší než $23^1/_2{}^0$, a poněvadž není dne v roce, ve kterém by deklinace byla větší než $23^1/_2{}^0$, nemůže *Moskva* a *Vídeň* vycházeti současně.

4. Padne-li pata kolmice mezi obě města a otočená spojnice měst do rovnoběžného pásu A_5A_5', pak jedno město vychází, když druhé zapadá a naopak.

Tak příkladem pata v_7 kolmice spuštěné z c na spojnici *Nového Yorku s Jakutskem* padne mezi obě města.

Otočíme-li tuto spojnici do polohy vodorovné nad bod c, sjednotí se s přímkou A'_2, při čemž *Jakutsk* je v pravo, *Nový York* v levo; z toho plyne, že dne 22. února a 19. října *Nový York* zapadá, když *Jakutsk* vychází.

Otáčíme-li dále, shledáme, že spojnice se též sjednotí s přímkou A_2, ale v této poloze jest *Jakutsk* v levo, *Nový York* v pravo.

Dne 15. dubna a 27. srpna *Nový York* vychází, když *Jakutsk* zapadá.

D. Úlohy o hvězdách.

1. *Jak dlouho dlí Regulus nad obzorem a)* **v Cařihradě,** *b) u nás, c)* **na Špicberkách**?

Průsečíky těmto místům příslušných rovnoběžek zemských s přímkou, při níž napsáno jest „*Regulus*", spojí se se středem *c*, načež počet hodin mezi oběma poloměry, v pravo a v levo od dvanácté hodiny polední, určuje dobu, po kterou *Regulus* dlí nad obzorem.

Seznáme, že

a) *v Cařihradě* dlí *Regulus* nad obzorem $13^1/_2{}^h$;

b) *u nás* „ „ „ „ 14^h;

c) *na Špicberkách* jest *Regulus* hvězdou circumpolární, poněvadž rovnoběžka procházející Špicberky neprotíná *Regulovu* přímku *A*.

2. *Na které rovnoběžce zemské jest* **Sirius** 8^h *nad obzorem?*

Má-li býti *Sirius* 8^h nad obzorem, musí poloviční denní oblouk příslušné rovnoběžky rovnati se 4^h. Spojíme bod, jímž vyznačena tato hodina odpoledne, se středem. Průsečíkem *n* spojnice se Siriovou přímkou proložená kružnice jest hledaná rovnoběžka, jejíž zeměp. šířka stanoví se známým způsobem. Zde zeměpisnou šířku netřeba stanoviti, poněvadž prochází *Petrohradem*, jehož z. š. $= 60^0$.

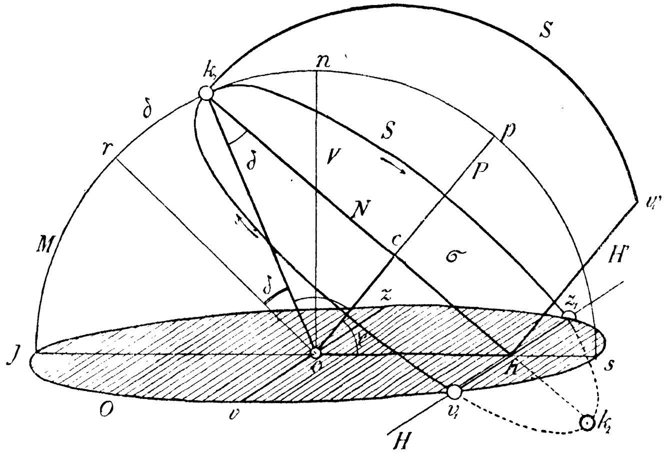
II. Denní a noční oblouk slunce a hvězd.

Hodinu, kdy slunce vychází a zapadá, a dobu, kterou hvězdy dlí nad obzorem, lze druhým způsobem stanoviti na základě zdánlivého otáčení slunce a hvězd kolem země.

Budiž v obr. 5. bod *o* místo pozorovací, kružnice *O* jeho obzorník (horizont), body *j*, *v*, *s* a *z* jižní, východní, severní a západní bod, *n* nadhlavník (zenith), *V* vertikál, *M* meridián místa pozorovacího, *P* světová osa, *p* severní pól nebeský, jehož pólová výška φ, *or* poloměr rovníka nebeského, oblouk rk_1 nebo úhel rok_1 sluneční deklinace δ.

Předpokládáme-li, že slunce v době dne nemění deklinace, pak opíše na nebeské báni kružnici S, jejíž rovina σ jest kolmá k světové ose P.

V bodu v_1 slunce vychází nad obzor, vystupuje pak stále výš a výše, v k_1 dostoupí vrcholu, *vrcholí* — *kulminuje* zde v pravé poledne, pak začíná klesati, až konečně v z_1 zapadá; do k_2 dospěje o půlnoci.



Obr. 5.

Dokud jest slunce v oblouku $v_1k_1z_1$, jest místo, jehož horizont jest O, osvětleno, má *den*; jakmile slunce překročí bod z_1, zmizí, nastává *noc*.

Z té příčiny nazýváme oblouk $v_1k_1z_1$ *denním obloukem*, $z_1k_2v_1$ *nočním obloukem* slunečním, kteréžto názvy přeneseny byly i na hvězdy, ač probíhají denní svůj oblouk i v noci.

Abychom obdrželi polovinu denního oblouku, t. j. dráhu v_1k_1 v pravé velikosti, otočme rovinu σ kolem průměru k_1k_2 jako osy, až se ztotožní s rovinou meridiánu M, jež se zde sjednocuje s rovinou papíru.

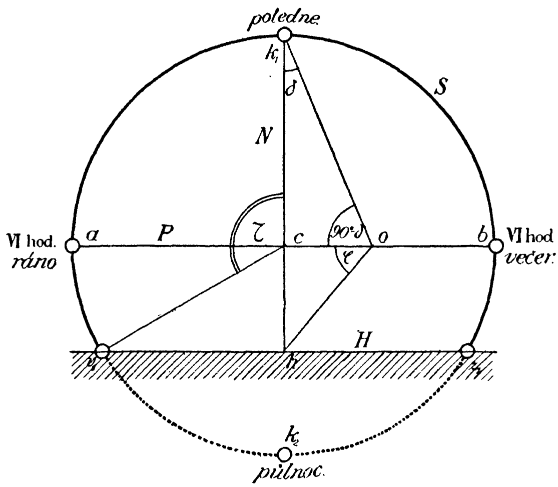
Po tomto otočení padne přímka H do polohy $H' \perp k_1k_2$. Oblouk v_1k_1 sjednotí se s kruhovým obloukem o středu c a poloměru ck_1, sahajícím od bodu k_1 až k průsečíku v_1' s H'.

Kolik stupňů obloukových má oblouk k_1v_1', tolika stupňům se rovná půl denního oblouku.

Jest patrno, že k sestrojení pravé délky denního oblouku jest třeba sestrojiti jen $\triangle\, hok_1$ s výškou oc, v němž $\sphericalangle\, hoc = \varphi$ jest *výška pólu* místa pozorovacího, $\sphericalangle\, k_1oc = 90^0 - \delta$ jest *pólová vzdálenost* slunce nebo stálice.

Toho bylo užito v obr. 6.

Na svislou přímku N vztyčena v bodu c kolmice P, na té zvolen kdekoliv bod o, jenž jest vrcholem úhlů φ a $90^0 - \delta$, jichž jedno rameno sjednotí se s přímkou P. Druhá ramena protínají přímku N v bodech k_1 a h.



Obr. 6.

Bodem h veďme přímku $H \parallel P$ a poloměrem ck_1 opišme z c kružnici S, jež jest obrazem dráhy sluneční na zeměpisné šířce φ v den, kdy sluneční deklinace jest δ.

Část kružnice S nad přímkou H jest *denní oblouk*, pod přímkou H *noční oblouk* sluneční.

V bodu v_1 slunce vychází, v bodu a jest v 6^h ráno, v k_1 v pravé poledne, v b v 6^h večer, v z_1 zapadá a v k_2 jest o půlnoci.

Přímkou H jest zobrazen *horizont* místa pozorovacího.

Slunce vykoná celou dráhu S, t. j. 360^0 za 24 hodiny; 15^0 za hodinu, 1^0 za 4 minuty atd.

V obr. 6. jest $\varphi = 50^0$, $\delta = 23^1/_2{}^0$.

Oblouk $v_1\, a\, k_1$ nebo $\sphericalangle \tau = 121^0$; půl denního oblouku rovná se $8^h\ 4^m$, t. j. *dne 21. června* ($\delta = 23^1/_2{}^0$) *jest den* $16^h\ 8^m$ *dlouhý, slunce vychází ve* $3^h\ 56^m$, *zapadá v* $8^h\ 4^m$.

I lze z obr. 6. vyvoditi mathematický vzorec pro poloviční denní oblouk.

Je-li

$$co = 1,$$

jest

$$ck_1 = cv_1 = \operatorname{cotg} \delta,$$
$$ch = \operatorname{tg} \varphi.$$

Z $\triangle chv_1$ plyne:

$$\cos (180-\tau) = \frac{ch}{cv_1} = \frac{\operatorname{tg} \varphi}{\operatorname{cotg} \delta},$$

tedy

$$\cos \tau = -\operatorname{tg} \varphi \operatorname{tg} \delta.$$

Obr. 6. jest způsobilý, bychom seznali, jak na délku denního a nočního oblouku působí měnící se φ čili, jak jeví se délka téhož dne a noci na různých místech povrchu zemského.

1. Zalétněme především v mysli své na různá místa povrchu zemského v letním pololetí, t. j. od 20. března do 22. září, kdy deklinace sluneční jest kladná a přiberme k úvaze též hvězdy, jež jsou nad rovníkem nebeským, mající tudíž též kladnou deklinaci.

a) Pouhý pohled na obr. 6. poučuje, že dokud při kladné deklinaci též výška pólu jest kladná, přímka H jest pod přímkou P; *denní oblouk jest větší než noční.*

Jakmile však se stane φ záporným, t. j. octneme-li se v mysli na jižní polokouli zemské, pak nanésti jest φ nad přímku P, *načež denní oblouk jest menší než noční.*

To vše znamená, že v letním pololetí jest na severní polokouli zemské den delší než noc a že hvězdy s kladnou deklinací mají denní oblouk delší než noční; na jižní polokouli zemské jest v téže době den kratší než noc, denní oblouk týchž hvězd jest menší než noční.

b) Přechod tvoří místa na rovníku. Poněvadž jejich výška pólu $= 0$, sjednotí se přímka H s P; H stane se průměrem, načež *denní oblouk rovná se nočnímu*, nechť si je deklinace jakákoliv.

Na rovníku jest každý den, každá noc 12^h *dlouhá; každá hvězda dlí 12 hodin nad obzorem, 12 hodin pod ním.*

c) Zvětšuje-li se výška pólu, posouvá se přímka H dolů; denní oblouk se zvětšuje.

Týž letní den čím dále k severu jest tím delší.

Táž hvězda má na severnějších místech delší denní oblouk než na jižnějších.

2. Jestliže všechny tyto úvahy letního pololetí učiníme též o pololetí zimním a taktéž o hvězdách, jež jsou na jižní polokouli nebeské, kde deklinace jejich jest záporná, shledáme, že severní polokoule zemská vyměnila si úlohu s jižní. Co v létě platí o severní polokouli, platí v zimě o jižní a naopak.

O tom netřeba se dále šířiti; jen tolik sluší podotknouti, že zápornou deklinaci jest nanášeti ve smyslu protivném, t. j. dolů, což má za následek, že pak denní oblouk jest pod přímkou H, noční nad ní.

Řešení úloh.

Obr. 6. hodí se k řešení úloh, při nichž není deklinace příliš malá a zeměpisná šířka příliš veliká, aby body k_1, k_2 a h nepřišly mimo nákresnu.

Řešení úloh stane se zajímavým, jsou-li zobrazeny polohy hvězd a slunce, jež se děje podobným způsobem, jako se v obr. 4. stanovila poloha měst.

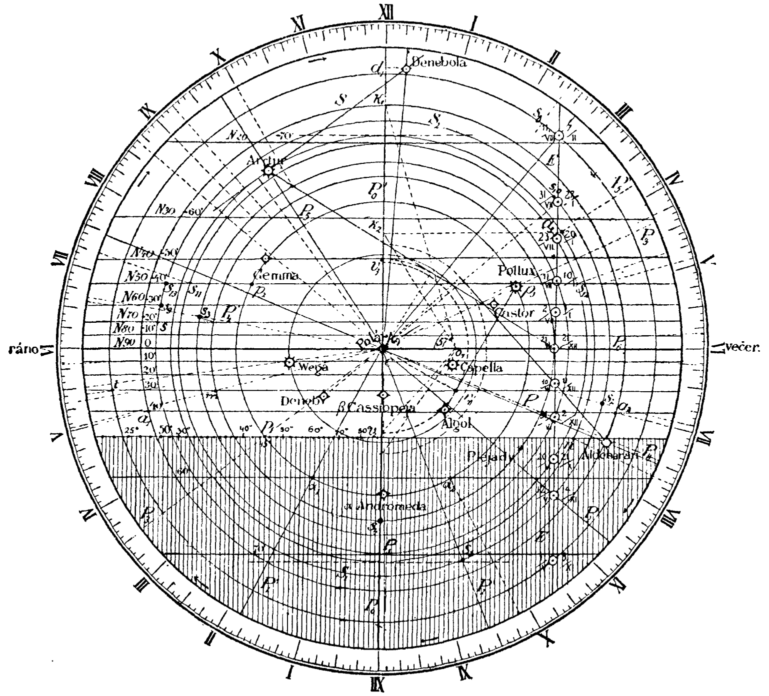
Místo rovníku zemského nastoupí rovník nebeský, místo meridiánu greenwichského nastoupí kruh, procházející nebeskými póly a *bodem jarním*, jenž jak známo, jest průsečíkem ekliptiky s nebeským rovníkem.

Kruh tento prochází téměř hvězdou α v *Andromedě*, β v *Cassiopeji* a γ v *Pegasu*.

(Význačné hvězdy *Andromedy* a *Pegasa*, přibere-li se k nim hvězda β v *Pegasu*, tvoří podobnou, jenže hodně zvětšenou konfiguraci, jako *Veliký Vůz*.)

Rovina toho kruhu jest v obr. 7. znázorněna paprskem P_0, od něhož se počítá rektascence, a to od západu přes jih na východ, tedy v protivném směru denního otáčení nebeské báně.

Abychom příkladem určili polohu *Aldebarana*, jehož deklinace $\delta = 16^1/_4{}^0$, rektascense $\alpha = 67^1/_2{}^0 = 4^h\ 30^m$, veďme z bodu o_1 přímku $o_1 K_1$, tvořící s přímkou P_6 úhel $90^0 - \delta = 73^3/_4{}^0$; průsečíkem K_1 s paprskem P'_0 proložme kružnici, v jejímž jednom bodu musí býti obraz *Aldebarana*. Bod tento



Obr. 7.

bude průsečíkem onoho paprsku P, který s P_0 tvoří úhel $67^1/_2{}^0$. Paprsek P obdržíme nejsnadněji, odpočítáme-li od P_0 v pravo na hodinovém rozdělení $4^h\ 30^m = 67^1/_2{}^0$.

Týmž způsobem stanovena byla poloha ostatních hvězd i poloha slunce v různých dnech ročních, jichž datum jest u každé polohy připsáno.

Povšimnutí zasluhuje, že všechny obrazy slunce jsou na přímce E; dále pak, že v každém bodu přímky E jsou obrazy dvou poloh slunečních, jeden pro kladnou, druhý pro touž, ale zápornou deklinaci.

A. Příklady o slunci.

1. *V kolik hodin vychází a zapadá slunce 1. května a 11. srpna nebo 7. února a 3. listopadu na 10.° severní i jižní šířky?*

Bodem, ve kterém je slunce v daných dnech, prosložme kružnici a průsečíky jejími s horizonty daných zeměpisných šířek veďme poloměry, které na rozdělení hodinovém stanoví dobu, kdy slunce vychází nebo zapadá. Pro dni zimního pololetí, kdy deklinace sluneční jest záporná, denní oblouk sluneční jest pod horizontem, bod východu v pravo, západu v levo.

Obdržíme tyto výsledky:

Zem. šířka:	Datum:	Slunce vychází:	Slunce zapadá:
10° s.,	1./V., 11./VIII.,	v $5^h\ 49^m$,	v $6^h\ 11^m$;
10° j.,	„	v $6^h\ 11^m$,	v $5^h\ 49^m$;
10° s.,	4./II., 3./XI.,	v $6^h\ 11^m$,	v $5^h\ 49^m$;
10° j.,	„	v $5^h\ 49^m$,	v $6^h\ 11^m$.

2. *Kterého dne vychází slunce v* **Kairu** *($\varphi = 30°$) v $5^h\ 25^m$?*

Bod, jímž vyznačena jest tato hodina, spojme se středem a průsečíkem l s horizontem 30.° s. š. proložme kružnici, jež určuje příslušné δ; v deklinačních tabulkách najde se den.

Zde prochází kružnice polohou slunce dne 1. května a 11. srpna, kteréžto dva dni vyhovují úloze.

Dne 1. května a 11. srpna vychází slunce v **Kairu** v $5^h\ 25^m$.

3. *Kde vychází slunce dne 21. června v 5^h ráno?*

Bodem, kterým jest vyznačena poloha slunce dne 21. června, veďme kružnici, jež protíná poloměr směřující k páté hodině ranní v bodu *m*; horizontem, jenž prochází tímto bodem stanovena jest zeměpisná šířka φ, zde 30°.

4. *Kde jest nejdelší den (21. červen) jen $6^1/_2{}^h$ dlouhý?*

Slunce vychází v $9^1/_4{}^h$ ráno. Ostatní jako v příkladě předešlém. *Na 60.° j. š.*

5. *Jak dlouhý jest nejdelší den na 50.° j. š.?*

Nejdelší den na jižní polokouli jest 21. prosince, kdy $\delta = -23^1/_2{}^0$. Je-li deklinace záporná, pak denní oblouk jest pod příslušným horizontem. Slunce vychází ve $3^h\ 56^m$, zapadá v $8^h\ 4^m$, tedy v týž čas, jako u nás 21. června.

Na 50.° stupni j. š. jest 21. prosince den tak dlouhý, jako u nás 21. června; $16^h\ 8^m$.

B. Denní a noční oblouk hvězd.

1. *Jak dlouho jest* **Aldebaran** *nad obzorem na 40.° s. š., jak dlouho na 40.° j. š.?*

Aldebaranem proložme kružnici, jež protíná horizont 40.° s. šířky v bodech a_1 a a_2; poloměry těchto bodů směřují jednak k páté, jednak k sedmé hodině ranní; půl denního oblouku rovná se 7^h, celý 14^h. Na 40.° j. š. rovná se denní oblouk Aldebarana 10^h.

2. *Na které zeměpisné šířce jest* **Pollux** *jen $8^1/_2{}^h$ nad obzorem?*

Má-li býti hvězda jen $8^1/_2{}^h$ nad obzorem, musí půl denního oblouku rovnati se $4^1/_4{}^h$.

Průsečíkem dráhy, kterou opisuje *Pollux*, s poloměrem směřujícím k $4^1/_4$ hodině odpolední, veďme přímku vodorovnou, jež stanoví zeměp. šířku $\varphi = -40^0$.

3. *Která hvězda jest u nás $15^h\ 20^m$ nad obzorem?*

Bodem *n*, v němž horizont 50.° s. š. protíná poloměr směřující k bodu $7^h\ 40^m$ večer, proložme kružnici, jíž jest stanovena příslušná deklinace. Všechny hvězdy, jichž obrazy jsou na této kružnici, jsou u nás $15^h\ 20^m$ nad obzorem; jednou z nich jest *Arctur.*

C. Východ, západ a kulminování hvězd.

V kolik hodin vychází a zapadá hvězda α v **Andromedě** *dne 12. května na 60.° s. š.?*

Úhel, sevřený poloměry procházejícími jmenovanou hvězdou a sluncem, rovná se rozdílu rektascensí obou stálic.

Máme-li za to, že tento rozdíl po celý den se nemění, bude tak veliký i tenkrát, až *α Andromedy* na své denní dráze dospěje do polohy α, ve které na 60.° s. š. vychází; slunce dospěje do s_1, při čemž $\widehat{P_1 P'_1} = \widehat{P_2 P'_2}$.

Ale slunce jest v bodu s_1 v $10^h\ 35^m$, a proto vychází *α Andromedy* dne 12. května na 60.° s. š. v $10^h\ 35^m$.

Zapadá-li hvězda *α* v *Andromedě* na 60.° s. š., jest v bodu α_2, slunce současně v s_2 (rozdíl rektascensí zase týž) v $6^h\ 55^m$.

2. *V kolik hodin vychází u nás* **Pollux** *dne 31. května?*

Vychází-li u nás *Pollux*, jest v bodě p_1, ale slunce téhož okamžiku jest v bodě s_3, kamž dospěje v $6^h\ 40^m$ ráno. I zde obdrželi jsme polohu slunce, učinivše $\widehat{P_3 P_4} = \widehat{P_3' P'_4}$.

3. *Na které zeměpisné šířce zapadá Arctur dne 21. června o půlnoci?*

Dne 21. června jest slunce o půl noci v bodu s_4, *Arctur* v bodu a_3; $(\widehat{P_5 P_6} = \widehat{P'_0 P'_6})$.

Bodem a_3 prochází horizont, jemuž přísluší hledaná zeměpisná šířka, zde 57° j. š.

4. *Kterého dne kulminuje* **Deneb** *a) v poledne, b) o půlnoci?*

a) Kulminuje-li hvězda v poledne, kulminuje současně se sluncem; její rektascense se musí rovnati rektascensi sluneční, právě tak, jako dvě místa na povrchu zemském mají současně poledne, mají-li touž zeměpisnou délku. Najděme v tabulkách, kdy má slunce tak velkou rektascensi jako hvězda; toho dne kulminují současně. Z obrazce jde na jevo, že tomu tak dne 27. ledna.

b) Liší-li se zeměpisná délka dvou míst o 180°, má jedno místo poledne, když ve druhém místě jest půlnoc. Liší-li se rektascense sluneční a hvězdná o 180°, má hvězda poledne (t. j. kulminuje), když slunce má půlnoc.

Rektascense sluneční a *Denebova* liší se, jak z obr. 7. plyne, o 180° dne 31. července; toho dne kulminuje Deneb o půlnoci

5. *V kolik hodin kulminuje Denebola dne 11. srpna?*

Kulminující *Denebola* jest v bodu d_1, slunce v bodu s_8 a to ve $2^h\ 20^m$.

6. *Na které rovnoběžce a) vychází, b) zapadá Arctur a Denebola současně?*

Otočme spojnici S obou hvězd do polohy vodorovné jednou pod bod c (S_1) podruhé nad něj (S_2). Takto otočená spojnice stane se horizontem, jemuž přísluší určitá zeměpisná šířka φ, jež vyhovuje úloze. Zde jest $\varphi = 71^0$.

Je-li otočená přímka v poloze S_1, jsou obě hvězdy v levo od přímky P_0, obě vycházejí; z toho plyne, že na 71.⁰ s. š. obě hvězdy současně vycházejí; (snadno se možno přesvědčiti, že současně tam nezapadají).

Je-li otočená přímka v poloze S_2, jsou obě hvězdy v pravo od přímky P_0 svislé, současně zapadají. Jest to na $71.^0$ j. š.

7. *Na které zeměpisné šířce* **Pollux** *zapadá, když* **Algol** *vychází?*

Otočme přímku, spojující obě hvězdy do polohy vodorovné pod bod c, což se nejsnadněji stane tím, že otočíme patu v_1 kolmice, z bodu c na spojnici spuštěné, do přímky svislé do v_2 a v_3. *Algol* přijde v levo, *Pollux* v pravo od přímky P_0. *Algol* vychází, *Pollux* zapadá.

Jest to na $49.^0$ s. š.

Na $49.^0$ j. š. *Pollux* vychází, když *Algol* zapadá.

8. *Kde vychází* **Aldebaran** *současně se sluncem dne* 10. června?

Řešení jako v př. 7. Na $55.^0$ s. š. současně vycházejí, na $55.^0$ j. š. současně zapadají.

10. *Kde vychází slunce dne 21. června, když Arctur zapadá?*

Spojnice *Arctura* se sluncem (21./VI.) otočena jsouc do polohy vodorovné, sjednocuje se s horizontem 50^0 s. š., kterýž vyhovuje úloze. *Dne 21. června vychází Arktur na 50.⁰ s. š., když slunce zapadá.* Na $50.^0$ j. š. *Arctur* toho dne vychází, když slunce zapadá.

(Pokračování.)