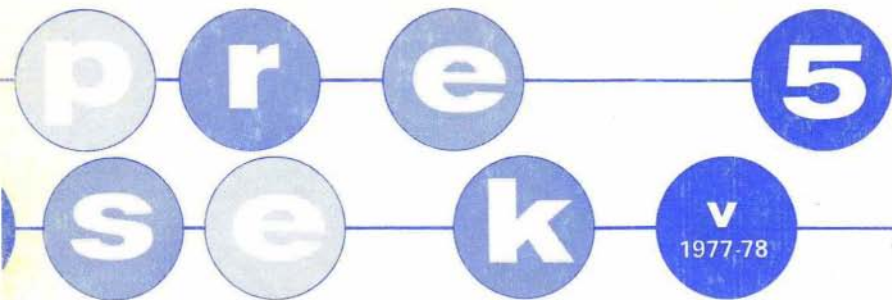




Marijan Prosén

ASTRONOMSKA OPAZOVANJA

*Kako v astronomiji s preprostimi
napravami opazujemo in merimo*

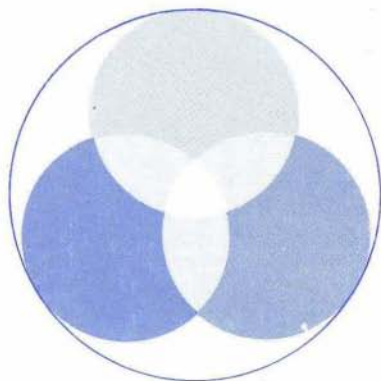
LIST ZA MLADE

 **MATEMATIKE**

   **FIZIKE**

 **ASTRONOME**

IZDAJA DMFA SRS



BESEDA UREDNICE

Pri Preseku smo se odločili, da osnujemo *Presekovo knjižnico*. Želeli smo mlajšo sestro knjižnici *Sigma*. *Sigma* izhaja pri Društvu matematikov, fizikov in astronomov in je namenjena vsem, ki jim je "naravoslovje zlezlo pod kožo", ki obvladajo osnove matematike, fizike in astronomije. *Presekova knjižnica* ima podobne namene kot *Sigma*. Daljši sestavki naj bi vas, dragi znanja željni Presekovi prijatelji, zapeljali v sredo današnje fizike, matematike in astronomije. Vendar bodo te knjižice pisane tako, da ne bodo zahtevale posebnega znanja. Želimo, da bi bile prijetno branje za tiste, ki bi radi bolje spoznali naravo in njene zakone. Radovedni bralci, ki radi dogajanja natančneje opazujejo in jih hočejo razumeti, pa bodo našli v knjižicah vzpodbudo in začetno pomoč.

Tudi ime je knjižnica že dobila - *Presekova knjižnica Pi*. Da se bo vedelo, da je *Sigmina* sestra! Ker za sedaj nimamo več denarja kot za eno knjižico na leto, bodo knjige izhajale kot peta številka *Preseka*. V *Presekovo knjižnico* bomo štel tudi knjižico, ki jo je ob stoletnici rojstva slovenskega matematika Josipa Plemlja napisal Ivan Vidav in lanskoletno Presekovo peto številko Pavla Zajca *Tekmujmo za Vegova priznanja*, če vam bo zbirka všeč, se bomo potrudili, da bomo izdali več knjižic na leto.

Pričujoča knjižica bi vas rada navdušila za astronomijo. Njen avtor posreduje izkušnje, ki si jih je nabiral med dolgoletnim delom na Astronomsko-geofizikalnem observatoriju na Golovcu. Knjižica nas vpelje v svet astronomije, ne da bi zahtevala dosti drugega kot zvrhano mero navdušenja in prizadevnosti. Tiste, ki menijo, da ne moreš biti astronom - ljubitelj, če niš dovolj denarja za drage merilne naprave, bo prepričala o nasprotnem.

Namen knjige je, pritegniti bralca na pot v astronomijo z meritvami in opazovanji, ki jih lahko opravi sam. Zato knjiga ne omenja dragih merilnih naprav, ki zbirajo podatke o našem Osončju in o zvezdah z namenom, da bi globlje spoznali dogajanja v vesolju. Dobri teleskopi so drage naprave. Če želimo, da nam bo uspelo ločiti podrobnosti v Rinski cesti, na primer 1000-krat bolje kot s prostim očesom, potrebujemo teleskope z lečami, ki imajo premer več metrov. Teleskop, ki ga imajo na Mount Palomarju v Združenih državah Amerike, meri 5 metrov v premeru, na Kavkazu v Sovjetski zvezi pa imajo celo takega s šestmetrskim premerom. Take teleskope je težko izdelati s potrebno natančnostjo.

Z očesom lahko opazimo le vidno svetlobo, ki prihaja od zvezd in planetov. Z radijskim teleskopom pa lahko sprejemamo radijske valove, ki jih oko ne opazi. Ker je valovna dolžina radijskih valov od nekaj centimetrov do nekaj metrov, imajo dobri teleskopi razsežnosti več sto metrov. Ločljivost radijskih teleskopov je namreč približno sorazmerna količniku med valovno dolžino in premerom teleskopa. Ker so valovne dolžine radijskih valov nekaj stotisočkrat večje od valovnih dolžin vidne svetlobe, bi morali imeti radijski teleskopi, z enako ločljivostjo kot jo ima nekaj metrski optični, premer nekaj tisoč kilometrov. Tako velik teleskop bi bilo težko izdelati. Treba se je zadovoljiti s slabšo ločljivostjo. Teleskop v Arecibu v Portoriku, na primer, meri v premeru tristo metrov. Vkopali so ga v hrib približno tako, kot smo pri nas vkopali planiško skakalnico, le da ima arecibski teleskop obliko krogelne kapice in da je še dosti večji od naše velikanke. V vesolje pošilja curke radijskih valov. Usmeri jih proti planetom

(Nadaljevanje na 3.strani ovitka)

V S E B I N A

I. NAMESTO UVODA	226
II. OPAZOVALNE NAPRAVE	228
1. Gnomon	228
2. Kotomer	228
2.a. Križna palica	230
2.b. Okvir	230
3. Višinomerni	233
3.a. Deska	233
3.b. Sončni višinomerni	234
4. Pasažni instrument	235
5. Zanka	236
6. Ura	237
7. Daljnogled	237
7.a. Podatki o daljnogledu	238
7.b. Opazovanje Sonca	241
7.c. Fotografiranje	245
8. Šolska zvezdarna	245
III. OPAZOVANJA	246
III.A. Opazovanja brez daljnogleda	246
9. Popravek in hod ure	246
10. Poldnevniška smer	247
11. Čas meridianskega prehoda	247
12. Merjenje kotov	248
13. Dnevno vrtenje neba	249
14. Letno spreminjanje neba	250
15. Opoldanska višina Sonca	250
16. Zemljepisna širina	251
17. Zemljepisna dolžina	254
18. Navidezno gibanje Lune	255
19. Zorni kot Sonca	256
20. Radiant meteorskega roja	257
III.B. Opazovanja z daljnogledom	259
21. Zorno polje daljnogleda	260
22. Ločljivost daljnogleda	261
23. Sonce	263
24. Luna	266
25. Umetni zemeljski sateliti	267
26. Planeti	268
27. Kometi	271
28. Dvojne zvezde in spremenljivke; zvezdne kopice, meglice in galaksije	272
III.C. Druga opazovanja	278
29.a. Brez daljnogleda	278
29.b. Z daljnogledom	278
29.c. Opazovanje nenadnih pojavov	279
IV. DODATEK (Preglednice)	281
Literatura in opombe	286
Stvarno kazalo	288

I. NAMESTO UVODA

Astronomija je znanost o naravi. Obravnava pojave v vesolju. Podatke dobi z opazovanjem in merjenjem. Večino merenj opravi jo astronomi še vedno na zemeljskem površju. Fizik lahko eksperimentira, astronom pa ne more po svoji želji niti spreminjati razmer, v katerih so vesoljska telesa, niti ponoviti kakega pojava ob želenem času. Včasih je pojav enkrat, npr. izbruh nove zvezde, včasih pa čakamo na njegovo ponovitev, npr. Sončev mrk.

Opazovanje neba nam pomaga globlje razumeti nekatere osnovne pojme iz astronomije. Ob astronomskih opazovanjih se spoznavamo s telesi, pojavi in zakoni v vesolju. Tako povezujemo teoretično znanje, ki smo si ga pridobili iz knjig, s praktičnim delom z opazovalno ali merilno napravo. Pri astronomskih opazovanjih moramo biti natančni, potrpežljivi, vztrajni, pozorni, disciplinirani, zbrani, mnogokrat še praktični, iznajdljivi, spretni, hitri itd. To pa so vrline, ki naj bi jih pri mladem človeku čim bolj razvijali. V marsikem se bo ravno pri takih opazovanjih vzbudilo zanimanje za naravoslovje.

Astronomska opazovanja v srednji šoli ne smejo biti zahtevna. Cilj opazovanj mora biti jasen. Nekatera opazovanja izvedemo brez daljnogleda, druga pa z daljnogledom. Večino opazovalnih naprav moremo izdelati sami. Poudarek damo namenu opazovanj. Način je pomembnejši kot natančnost (rezultat). Seveda je treba o rezultatu opazovanja vedno kritično spregovoriti. Opazujemo podnevi in ponoči. Za opazovanje izbiramo sončne dneve in jasne noči brez mesečine. Izogibamo se vetra. Opazujemo sami ali v skupini. Astronomska opazovanja so zelo zahtevna, saj so

v glavnem ponoči, ko je razmeroma hladno, včasih pa nagaja še veter.

Knjižica *Astronomska opazovanja* je namenjena učencem osnovnih in srednjih šol, profesorjem fizike, mentorjem naravoslovnih krožkov, ljubiteljem astronomije in tudi vsem drugim, ki se zanimajo za astronomijo.

To delo je prvo take vrste v Sloveniji!¹⁾ Nekoliko se naslanja na deli: M.G.J. Minnaert, *Practical Work in Elementary Astronomy*, Dordrecht, Reidel 1969 in G.S. Jahno, *Nabljudenija i praktičeskie raboty po astronomii v srednej škole*, Moskva, Prosveščenie 1965. Za izvedbo opazovalnih meritev je treba znati vsaj osnove astronomije, ki je zajeta v knjigi F. Avsec in M. Prosén, *Astronomija*, Ljubljana, DZS 1975. Včasih bo treba poseči po astronomskih efemeridah, zvezdnem atlasu, vrtljivi zvezdni karti, astronomskem priročniku itd?²⁾ Nekatera opazovanja pa je mogoče opraviti brez vnaprejšnjega znanja.

Astronomska in fizikalna terminologija je taka kot v knjigi *Astronomija*, na katere obseg in metodiko obravnavanja snovi se to delo povsem naslanja in jo delno tudi dopolnjuje. Astronomska opazovanja niso mučna nadloga, ampak prijetno opravilo, pri katerem uživamo v lepoti zvezdnega neba in se sproščamo. Skok v naravo, v gozd med drevesa ali na nebo med zvezde, je vedno privlačen.

Knjižica je napisana preprosto in jo lahko razume že učenec sedmega in osmega razreda osemletke. Tudi marsikatero opazovanje se da izvesti v osemletki. Slike so shematične. Posebna pozornost je posvečena risbam ozvezdij z glavnimi vesoljskimi telesi v njih. Risbe pomagajo pri opazovanju z daljnogledom, da lažje izsledimo kako vesoljsko telo. Preglednice v dodatku prinašajo tudi podatke, ki jih potrebujemo pri izvedbi nekaterih opazovanj.

Ljubljana, poletje 1977

Marijan Prosén

II. OPAZOVALNE NAPRAVE

Pri opazovanju uporabljamo palice, deske, vrvce, žice itd. Iz njih napravimo preproste naprave: gnomon, kotomer, višino-mer, pasažni instrument, zanko itd.³⁾ Sami lahko sestavimo tudi daljnogled.⁴⁾

1. Gnomon

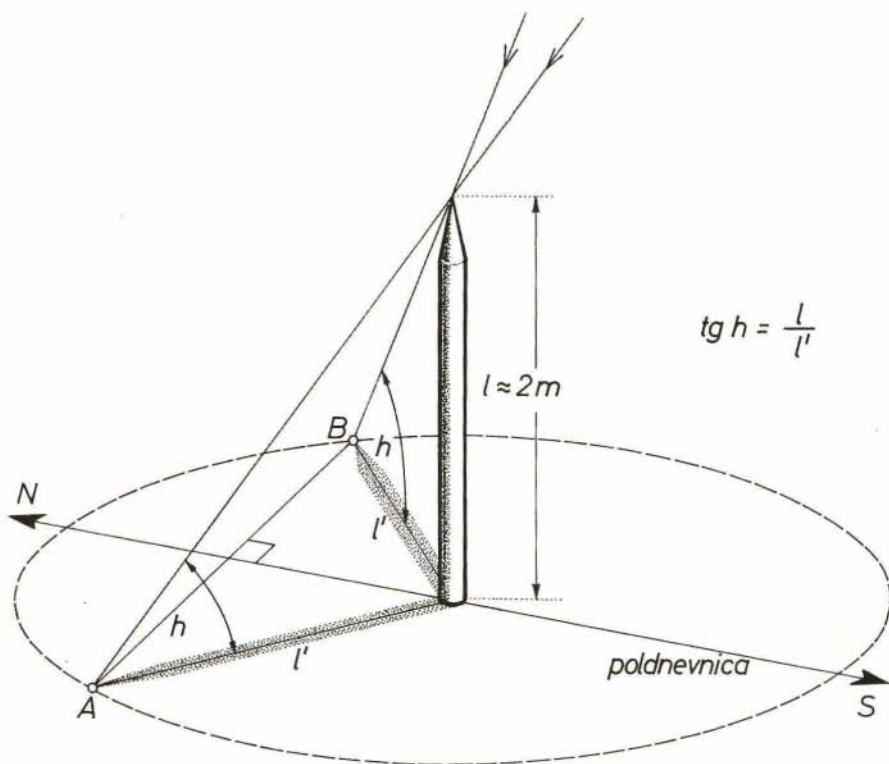
Za merjenje višine Sonca, določitve poldnevniške (sever-jug) smeri, trenutka poldneva, zemljepisne dolžine in širine opazovališča itd. lahko uporabimo gnomon (sončno kazalo). To je zgoraj ošiljena palica (stebriček), ki jo zabodemo navpično v vodoravno podlago npr. na šolskem dvorišču (Sl. 1). Za naša opazovanja naj bo palica visoka od 2 do 2,5 metra. Opazujemo z odprtega prostora v sončnem vremenu. Če nimamo prostora, izvedemo meritve kar na vodoravni deski ali lepenki, ki jo postavimo na okno, balkon ali teraso. Višino gnomona tedaj sorazmerno zmanjšamo. Natančnost meritev je majhna.

Višino h Sonca v poljubnem trenutku določimo iz zveze:
 $\operatorname{tg} h = l/l'$. Pri tem sta l in l' izmerjeni višina in dolžina sence gnomona.

Približno višino Sonca ugotovimo tudi tako, da v zmanjšanem merilu načrtamo pravokotni trikotnik s katetama l in l' , s kotomerom pa izmerimo kot h med hipotenuzo in kateto l' .

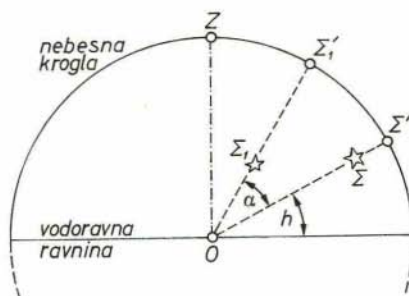
2. Kotomer

Vesoljska telesa (predmete) projiciramo na nebesno kroglo (Sl. 2). *Zorni kot*⁵⁾ α med dvema vesoljskima telesoma Σ in Σ_1 je kot $\angle O\Sigma\Sigma_1$. Zorne kote merimo s kotomeri.



Sl. 1.: Gnomon; h - višina Sonca v času, ko se senca gnomona dotakne krožnice

Sl. 2.: Projiciranje vesoljskih teles Σ in Σ_1 na nebesno kroglo; O - opazovališče, Z - zenit, α - zorni kot med Σ in Σ_1 , h - višina vesoljskega telesa Σ , Σ' in Σ'_1 - projekciji vesoljskih teles Σ in Σ_1 na nebesno kroglo



2.a. Križna palica

To je približno en meter dolga (navadno lesena) palica, po kateri pravokotno drsi kratka prečka (Sl. 3). Ko merimo, držimo palico v rokah (Sl. 4). Zorni kot med vesoljskima telesoma Σ in Σ_1 izmerimo tako, da položimo palico in prečko v ravnino očesa in obeh teles ($0, \Sigma$ in Σ_1). Z očesom viziramo telesi preko krajišč prečke A in B. Zorni kot α določimo iz zveze:

$$\operatorname{tg}(\alpha/2) = \overline{AC}/\overline{CO}.$$

Zorni kot ugotovimo tudi tako, da v zmanjšanem merilu načrtamo pravokotni trikotnik s katetama $\overline{AC}$ in $\overline{CO}$ in s kotomerom izmerimo $\alpha/2$.

Manjše kote merimo z manjšimi prečkami. Pri nočnih meritvah palico osvetljujemo s šibko svetlobo.

Če hočemo večjo natančnost, izvedemo več meritev z različno dolgimi prečkami. Za najbolj zanesljivo vrednost izmerjene količine vzamemo povprečno vrednost meritev. Če dobimo pri merjenju količine x izmerke x_1, x_2, x_3, x_4 in x_5 , vzamemo za pravo vrednost merjene količine povprečno vrednost $\bar{x} = (x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5)/5$ ali

$$\bar{x} = (x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_{n-1} + x_n)/n,$$

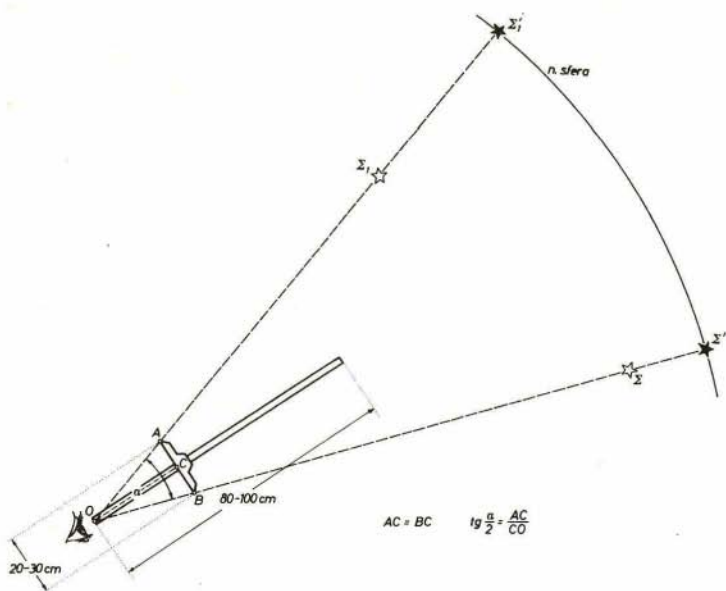
če je n meritev. Napake posameznih izmerkov so: $|x_1 - \bar{x}|, |x_2 - \bar{x}|, |x_3 - \bar{x}|, |x_4 - \bar{x}|, \dots$; povprečna napaka $\Delta \bar{x}$ pa je:

$$\Delta \bar{x} = (|x_1 - \bar{x}| + |x_2 - \bar{x}| + |x_3 - \bar{x}| + \dots + |x_n - \bar{x}|)/n.$$

Rezultat meritev zapišemo takole: $x = \bar{x} \pm \Delta \bar{x}$. Natančnost meritev (v %) podamo z relativno napako: $\Delta \bar{x}/\bar{x}$.

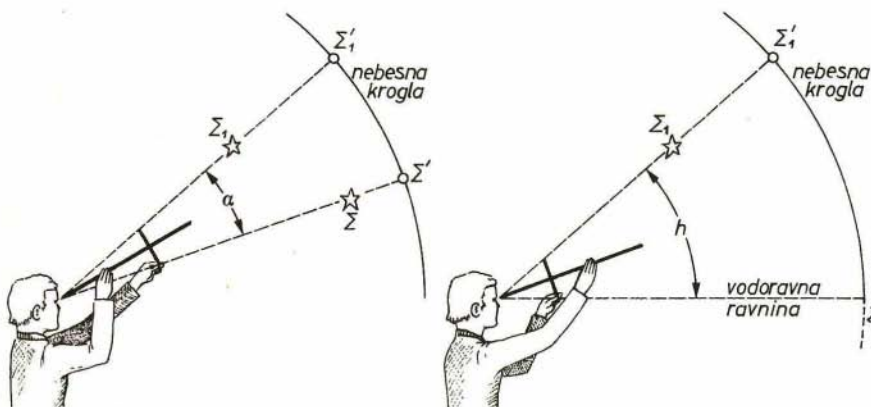
2.b. Okvir

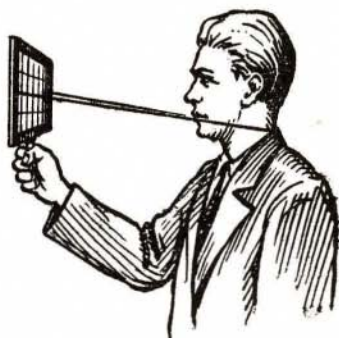
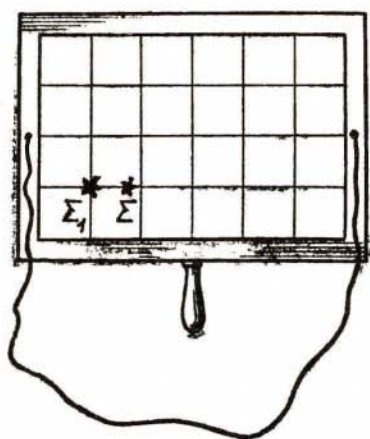
Med vesoljskimi telesi opazujemo tudi planete. Ti se med zvezdami premikajo. To je njihovo navidezno gibanje. Za ugotovitev tega premikanja na nebu je zelo prikladen pravokotni lesen okvir z notranjima merama 21 cm x 14 cm in mrežo nitk v medsebojni razdalji 3,5 cm (Sl. 5). V sredini spodnje letvice je ročaj. V sredini bočnih letvic pritrdimo močno vrvice, ki jo pri meritvah damo za vrat. Dolžina vrvice mora biti tolikšna, da namestimo okvir v razdalji 40 cm od očesa. Pri taki legi okvirja



Sl. 3.: Križna palica

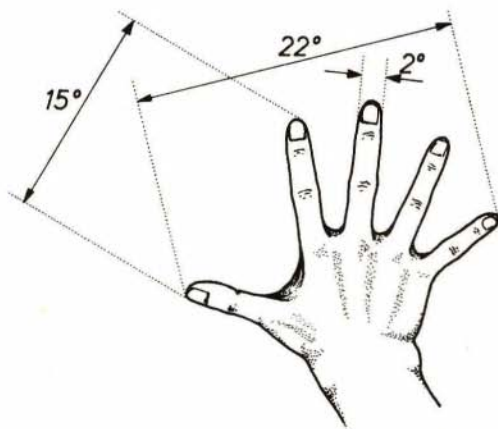
Sl. 4.: Merjenje zornega kota in višine s križno palico; merimo v poljubnih ravninah





Sl. 5.: Okvir; Σ - planet, Σ_1 - zvezda

Sl. 6.: Ocena zornih kotov na nebesni krogli z iztegnjeno roko



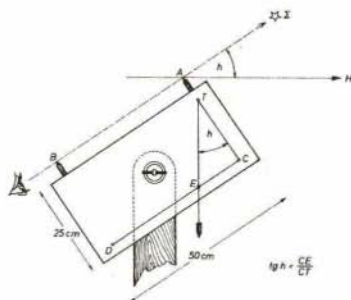
vsak kvadrat mreže zajame na nebu ploskvico $5^0 \times 5^0$. Pri opazovanju držimo okvir za ročaj, kot kaže slika 5. Križišče kate-rihkoli nitk namerimo npr. na isto zvezdo Σ_1 blizu planeta Σ . Planetovo lego, ki se spreminja, določimo po legi planeta v nitni mreži. Ob meritvah mrežo osvetljujemo s šibko svetlobo. Za oceno zornih kotov na nebu često uporabimo kar roko (Sl. 6).

3. Višinomer

Višina vesoljskega telesa je kot med vodoravno ravnino in smerjo proti opazovanemu telesu (Sl. 2). Merimo jo z višinomerom.

3.a. Deska

Pol metra dolgo in četrť metra široko desko pritrdimo na trdno in težko stojalo (Sl. 7). Deska mora biti vrtljiva okoli navpične in vodoravne osi. Daljšo stranico deske usmerimo proti vesoljskemu telesu. Viziramo preko merkov A in B. S krilno matico vpneemo desko v želeno smer. Milimetrsko skalo CD priredimo tako, da gre svinčnica iz T skozi C, ko je deska vodoravna. To dosežemo z libelo. Razdalja $\overline{CT} = 20$ cm. Višina h vesoljskega telesa je kot $\angle \Sigma AH = \angle CTE$. Določimo jo iz zveze: $\operatorname{tg} h = \frac{CE}{CT}$. Merjenja niso zanesljiva. Merimo večkrat in upoštevamo povprečno vrednost.

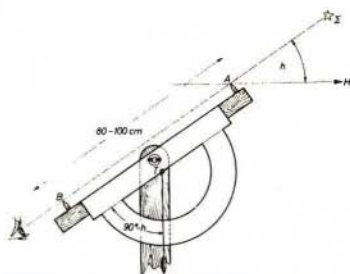


Sl. 7.: Desko lahko usmerimo v poljubno smer

Pripraven višinomerni za šolska opazovanja je šolski kotomer, ki ga pritrdimo na meter dolgo desko (Sl. 8). Zanesljivost meritev je taka kot z desko.

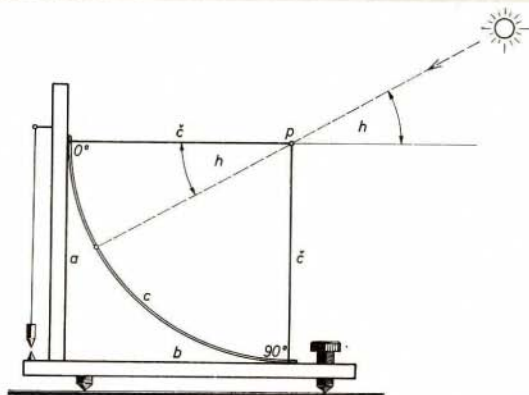
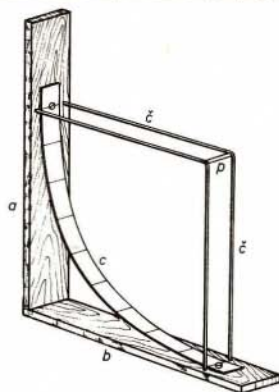
3.b. Sončni višinomerni

Z njim merimo *višino Sonca* v poljubnem trenutku. Dve deski sestavimo kot kaže slika 9. Na obe vpnemo v krožnem loku prožno kovinsko ravnilo. Vodoravno prečko pritrdimo v središču kroga z žičnima opornikoma. Kovinsko ravnilo je dolgo četrtnino obsega kroga. (če je ravnilo npr. dolgo 90 cm, ustreza vsakemu cm ravnila kot 1° . Dolžina žičnih opornikov je tedaj 57,3 cm.) Pred merjenjem postavimo nosilno desko (b) vodoravno. To napravimo s svinčnico ali z libelo.



Sl. 8.: Tudi šolski kotomer na deski lahko usmerimo v poljubno smer

Sl. 9.: Sončni višinomerni; a, b - deski, c - upognjeno prožno kovinsko ravnilo, δ - žični opornik, p - prečka; napravo lahko usmerimo v poljubno smer; h - višina Sonca

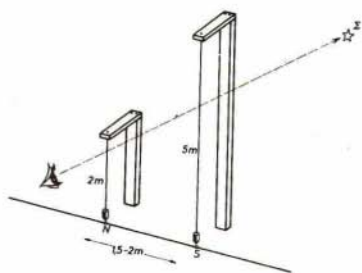


4. Pasažni instrument

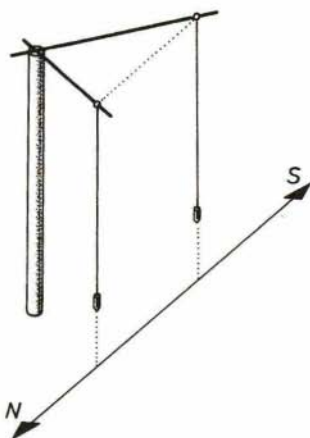
Ravnina skozi zenit, severni nebesni pol in opazovališče preseka nebesno kroglo v glavnem krogu - *krajevnem nebesnem meridianu*, vodoravno ravnino pa preseka v premici - *poldnevnic*, ki poteka v smeri sever - jug. Za merjenje *prehodov* vesoljskih teles čez meridian in za določitev zemljepisne dolžine uporablja mo pasažni instrument.

Preprost pasažni instrument napravimo z dvema navpičnima vrvičama, ki ležita v ravnini krajevnega nebesnega meridiana (Sl. 10). Na dvorišču postavimo ob označeni poldnevnic dva močna stebra. Južni je visok okoli 5 metrov, severni okoli 2 metra; razdalja med njima pa je okoli 1,5 metra. Z vrhov obeh stebrov spustimo svinčnici, ki kažeta v točki S in N na poldnevnic. Ponoči vrviči osvetljujemo s šibko svetlobo. S to napravo lahko opazuje prehod vesoljskega telesa čez meridian večje število opazovalcev

Namesto dveh navpičnih vrvič uporabimo tudi dve navpični paliči, ki ju postavimo v ravnino nebesnega meridiana.



Sl. 10.: Pasažni instrument



Sl. 11.: Drugi tip pasažnega instrumenta

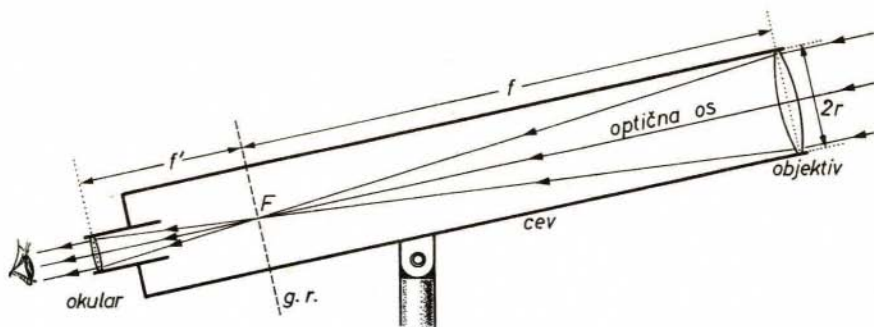
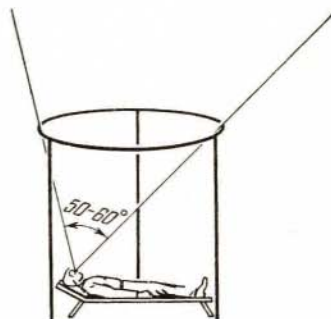
5. Zanka

Zanimivo je tudi opazovati meteorje. Včasih jih je več, včasih manj. Največ jih je, ko gre Zemlja skozi kak meteorski roj. Roji imajo imena ozvezdij, v katerih leži njihov radiant, to je mesto na nebu, od koder izletavajo meteorji.

Meteorje opazujemo z odprtega prostora. Najbolj enostavno opazovanje je štetje meteorjev. Za opazovanje uporabimo žično zanko (kvadratno $1\text{m} \times 1\text{m}$ ali pa okroglo s premerom 1m ; Sl. 12). Postavimo jo na visok podstavek. Zorno polje zanke je okoli 50° . Štejemo le meteorje na delu neba, ki ga vidimo skozi zanko. Središče opazovanega dela neba izberemo blizu radianta meteorskega roja. Čas zaznavanja meteorjev beležimo z natančnostjo ene minute. Število zapaženih meteorjev je odvisno od števila vpadlih meteorjev v zemeljsko ozračje, pa še od lege radianta, ozadja neba, Luninega sija, čistosti ozračja, od ostrine vida in pozornosti opazovalca, itd.

Sl. 12.: Zanka

Sl. 13.: Objektiv in okular v astronomskem daljnogledu; f - goriščna razdalja objektiv, f' - goriščna razdalja okularja, $g.r.$ - goriščna ravnina objektiv, $2r$ - premer objektiv (odprtina)



6. Ura

Pri astronomskih opazovanjih potrebujemo tudi uro. Za naše meritve zadostuje dobra ročna ura s sekundnim kazalcem. Tek ure uravnamo kar po časovnih signalih, ki jih ob poročilih oddaja ljubljanska radijska postaja. Vsak dan npr. ob 15^h ob zadnjem radijskem signalu pogledamo na uro in odčitamo čas. Če kaže naša ura 15h 0min 5s, pomeni, da prehiteva za 5 sekund. Razliki med točnim časom in odčitkom z ure bomo rekli *popravek* ure:

$$\text{popravek} = \text{točen čas} - \text{odčitek}$$

V našem primeru je popravek -5 s. Popravek ure za vsak dan naj bo znan.

Ne da bi uro naravnali, odčitavamo z nje popravek ob istem času nekaj dni. Popravek se spreminja. Razlika med dvema zaporednima dnevnima popravkoma je *hod* ure:

$$\text{hod} = (\text{popravek})_{\text{danes}} - (\text{popravek})_{\text{včeraj}}$$

Čim manjši je hod, tem boljša je ura. Če je hod negativen, ura prehiteva, če je pozitiven, pa zaostaja. Če so razlike le prevelike, uro uravnamo z regulatorjem ali pa jo nesemo k urarju.

7. Daljnogled

Daljnogled je osnovna naprava za opazovanje vesoljskih teles. Daljnogled poveča zorni kot, pod katerim vidimo oddaljeno telo. Vsak daljnogled ima objektiv in okular (Sl. 13). Z daljnogledom vidimo svetlobno šibkejša telesa kot s prostim očesom. Več svetlobnega toka zbere objektiv v svoji goriščni ravnini, šibkejša predmete vidimo. Čim večji je premer $2r$ objektiva, tem več svetlobnega toka z oddaljenega telesa zbere daljnogled v primeri z očesno zenico, ki ima premer 0,5 cm.⁶ Razmerje plosčin objektiva in zenice $\pi r^2 / \pi 2,5^2 \text{ mm}^2 = (r/2,5 \text{ mm})^2$ pove, kolikokrat večji svetlobni tok sprejme daljnogled v primerjavi z zenico, to je, kolikokrat šibkejša telesa vidimo z daljnogledom. Tako zbere daljnogled s premerom objektiva 5 cm stokrat več svetlobnega toka kot očesna zenica. Z njim vidimo stokrat šibkejša zvezde kot s prostim očesom.

7.a. Podatki o daljnogledu

Čim večja je goriščna razdalja f objektiva, tem večja je velikost slike predmeta v goriščni ravnini objektiva. Pri enaki goriščni razdalji da objektiv z velikim premerom v goriščni ravnini svetlejšo sliko kot objektiv z manjšim premerom. Pri istem premeru objektiva pa da objektiv z daljšo goriščno razdaljo šibkejšo sliko kot objektiv s krajšo goriščno razdaljo. Osvetljenost slike v goriščni ravnini objektiva je torej odvisna od razmerja premera objektiva in goriščne razdalje objektiva. To razmerje $2r/f$ imenujemo *relativno odprtino*. Osvetljenost slike je sorazmerna s kvadratom relativne odprtine⁷⁾. Če opazujemo svetlobno šibka, a razsežna vesoljska telesa npr. površje planetov, komet, galaksijo itd., uporabimo daljnogled s čim večjo relativno odprtino. Daljnogledi, ki imajo večjo relativno odprtino od 1/5, so svetlobno zelo močni. Takí daljnogledi so kratki.

Poleg relativne odprtine so pomembni podatki o daljnogledu še njegova *povečava*, *ločljivost*, *zmogljivost* in *zorno polje*.

Povečava daljnogleda je podana z razmerjem goriščne razdalje f objektiva in goriščne razdalje f' okularja⁷⁾:

$$povečava = f/f'$$

Zvezde vidimo celo z najmočnejšimi daljnogledi kot točke. Zato je tu nesmiselno govoriti o povečavi. Drugače pa je pri opazovanju razsežnih vesoljskih teles npr. Lune, Sonca, planetov, kometov, meglic itd. Pri velikih povečavah postane slika blede in nejasna. Zaradi stalnega gibanja zemeljskega ozračja slika pleše, zaradi napak optike pa je popačena. Ne ženimo se za velikimi povečavami. Raje izberimo tako povečavo, pri kateri je slika razmeroma najostrejša in najbolj svetla.

Ločljivost daljnogleda je določena z najmanjšim zornim kotom, pod katerim z daljnogledom še ločimo dve točkasti telesi, npr. dve zvezdi⁸⁾. Odvisna je od valovne dolžine λ svetlobe, v kateri opazujemo, in od premera objektiva. Daljnogled s premerom $2r$ objektiva ima:

$$\text{ločljivost} = 1,2\lambda/2r$$

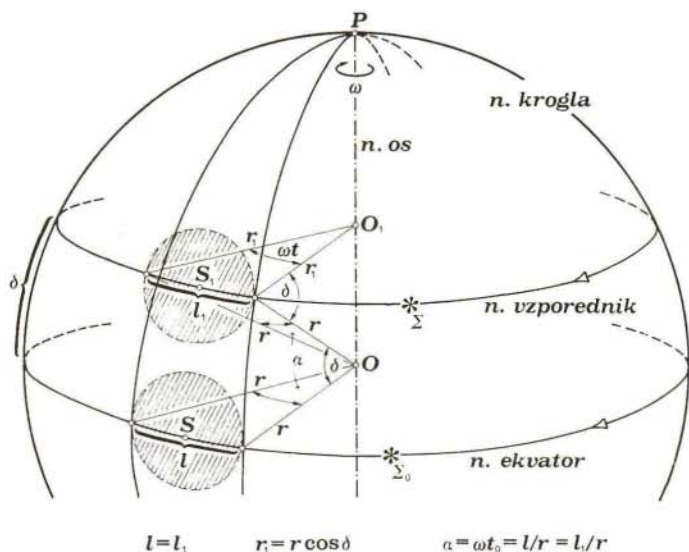
Zmogljivost daljnogleda je podana z mejnim sijem zvezde, ki jo z daljnogledom v jasni noči še zasledimo⁸⁾. Za daljnogled s premerom $2r$ objektivja je:

$$\text{zmogljivost} = 7,1^m + 5^m \cdot \log(2r/\text{cm})$$

Zorno polje daljnogleda podamo z zornim kotom ob vrhu osnega preseka prostorskega kota, ki ga zajame daljnogled⁹⁾. Določimo ga npr. z merjenjem časa prečkanja t zvezde z deklinacijo δ čez sredino zornega polja mirujočega daljnogleda:

$$\text{zorno polje} = \omega t \cos \delta$$

Tu je $\omega = 360^\circ/24 \text{ h} = 15^\circ/\text{h} = 15''/\text{min}$ kotna hitrost navideznega vrtenja nebesne krogle (Sl. 14).



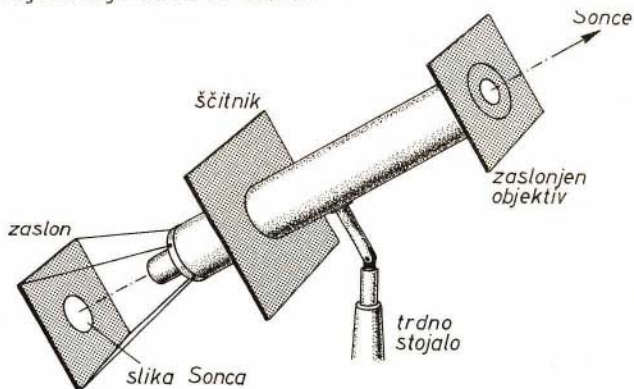
Sl. 14.: K izvajanju izraza za zorno polje daljnogleda; S - središče zornega polja, ki ga označuje črtkankrog, O - opazovališče. Zorno polje je $l_1/r = (l_1/r_1) \cos \delta = \omega t \cos \delta = \omega t_0$, če je t čas prečkanja zvezde z deklinacijo δ , t_0 pa čas prečkanja ekvatorske zvezde z deklinacijo 0 čez sredino zornega polja daljnogleda (gl. še str. 249 in 261!)

Zgled: Astronomski daljnogled, izdelek tovarne Vega iz Ljubljane, ima premer objektivna 4,6 cm, goriščno razdaljo objektivna 70 cm in goriščno razdaljo okularja 1,6 cm. Z njim sem opazoval Spiko, najsvetlejšo zvezdo v ozvezdju Devica. Čas prečkanja te zvezde čez zorno polje je bil 4 min 10 s. Deklinacija Spike je $-10,0^{\circ}$.

Iz teh podatkov izračunamo: Relativna odprtina je $1/(f/2r) = 1/(70 \text{ cm}/4,6 \text{ cm}) = 1/15$. To pomeni, da je goriščna razdalja objektivna 15-krat večja, kot je premer objektivna. Povečava je $70 \text{ cm}/1,6 \text{ cm} = 44$ -kratna. Ločljivost je $(1,25 \cdot 10^{-5} \text{ cm}/4,6 \text{ cm})$ radianov $= 3''$, pri čemer je $5,5 \cdot 10^{-5} \text{ cm}$ valovna dolžina svetlobe, za katero je oko najboljčutljivejše. Izračunali smo ločljivost za idealne opazovalne okoliščine. V resnici je ločljivost manjša. Praktično ločljivost določimo iz opazovanj dvojnih zvezd (Glej str. 261 !). Zmogljivost je $7,1^m + 5^m \cdot \log 4,6 = 10,4^m$. To je zmogljivost za idealne opazovalne razmere. Praktično vidimo manj. Zorno polje je $15' \text{ min}^{-1} \cdot 4,2 \text{ min} \cdot \cos(-10,0^{\circ}) = 62' \sim 1^{\circ}$. Če bi opazovali z okularjem druge goriščne razdalje, bi dobili drugačno zorno polje. Zorno polje je namreč odvisno od povečave. Pri velikih povečavah je majhno.

Pri opazovanju vesoljskih teles daljnogleda ne držimo v rokah.

Sl. 15.: Projiciranje Sonca na zaslon

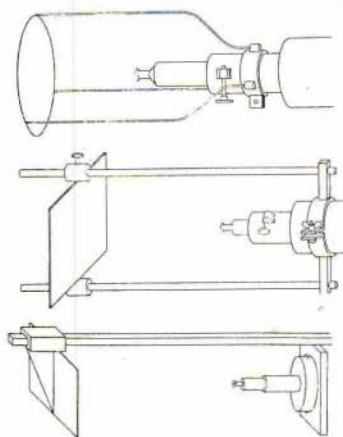


Roka ne miruje in opazovano telo se trese v zornem polju. Da ni teh težav, daljnogled pritrdimo na preprosto in trdno stojalo.

7.b. Opazovanje Sonca

Opazujemo spremembe na površini Sonca. Objektiv daljnogleda za slonimo. Premer zaslonke je okoli $1/3$ premera objektiva. Za opazovanje Sonca premer objektiva ni tako pomemben, saj da Sonce dovolj močno svetlobo. Važna je le goriščna razdalja objektiva. Čim daljša je, tem večja je slika Sonca v goriščni ravnini objektiva.

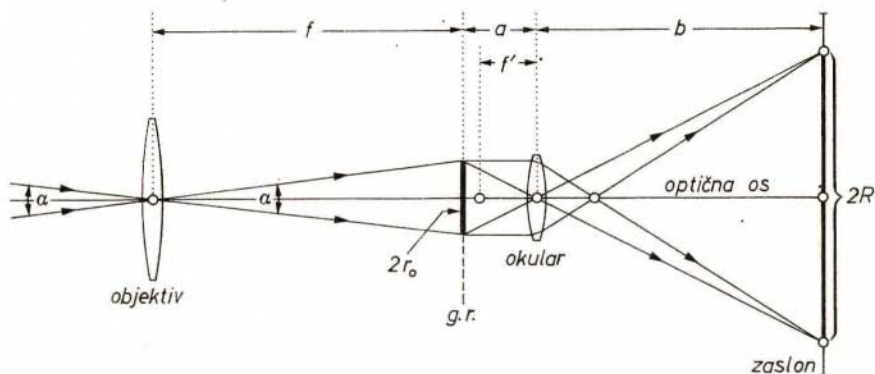
Neposrednemu opazovanju Sonca z daljnogledom se izogibamo, ker si lahko poškodujemo oči. Navadno opazujemo Sonce tako, da projiciramo njegovo sliko na zaslon v določeni razdalji za okularjem (Sl. 15). Tako opazovanje je preprosto in ni nevarno. Sonce lahko istočasno opazuje več opazovalcev. To je pomembno, ko opozarjamo učence na podrobnosti, ki jih neizkušen opazovalec ne bi opazil. Zaslon je trdno spojen z daljnogledom, da se ne trese (Sl. 16). Prekrijemo ga z belim papirjem, na katerega rišemo npr. pege, bakle itd. Ravnina zaslona je pravokotna na optično os daljnogleda. Če uporabljamo daljnogled še za druga opazovanja, moramo zaslon prirediti tako, da ga lahko hitro snamemo in spet nadenemo. Opazujemo v poltemi ali pokriti s črno rjuho, ker tedaj vidimo več podrobnosti. S sl. 17 ugotovimo, da je premer $2r_0$ slike Sonca v goriščni ravnini objektiva



Sl. 16.: Različne pritrditve zaslona k daljnogledu

enak $2f \cdot \operatorname{tg}(\alpha/2)$; $\alpha = 0,5^\circ$ je zorni kot Sonca. Ker je α majhen, je $2r_0 = f\alpha$. Premer $2R$ slike Sonca na zaslonu dobimo iz razmerja $2R/2r_0 = b/a$. Ker velja $1/a + 1/b = 1/f'$, je končno $2R = \alpha(f/f')(b-f')$. Velikost slike na zaslonu je torej tem večja, čim večji so zorni kot, povečava daljnogleda in razdalja b zaslona od okularja. Zaslona pustimo na določeni razdalji od okularja in s premikanjem okularja dosežemo ostrino slike. Sliko izostrimo kar po pegah ali pa po robu Sonca.

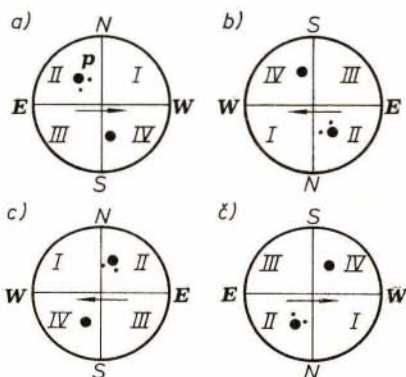
Zgled: Naj bo za Vegin daljnogled razdalja zaslona od okularja 27,6 cm. Premer slike Sonca na zaslonu je $(\pi/360) \cdot 44 \cdot (27,6 \text{ cm} - 1,6 \text{ cm}) = 10 \text{ cm}$. Če opazujemo Sonce na zaslonu z astronomskim daljnogledom, je slika Sonca orientirana-



Sl. 17.: Velikost slike Sonca na zaslonu pri opazovanju z astronomskim daljnogledom

Sl. 18.: Orientacija slike Sonca pri opazovanju:

a) s prostim očesom, dvo-
gledom ali prizemskim dalj-
nogledom, b) z astronomskim
daljnogledom, c) na zaslonu
z astronomskim daljnogledom
in č) na zaslonu s prizem-
skim daljnogledom; p - pega;
puščica kaže smisel vrtenja
Sonca



na takole: sever je zgoraj, jug spodaj, vzhod desno in zahod levo (Sl. 18).

Kaj opazujemo na Soncu? Najpreprostejše je štetje peg in skupin peg. Pravimo, da je Sonce tem bolj dejavno (aktivno), čim več peg ima. Sončevo dejavnost podamo dokaj zanesljivo z *wolfovskim relativnim številom* w . Če v danem trenutku naštejemo na površju Sonca s skupin in p peg (enojnih in tistih v skupinah), je $w = 10s + p$. Ker opazujemo z daljnogledi različnih premerov objektivov, povečav itd., dobimo različna wolfovska števila. Štetje peg bi bilo enakovredno, če bi vse pege in skupine šteli enotno. Temu se približamo tako, da vzamemo sliko Sonca na zaslonu vedno s premerom 10 cm.

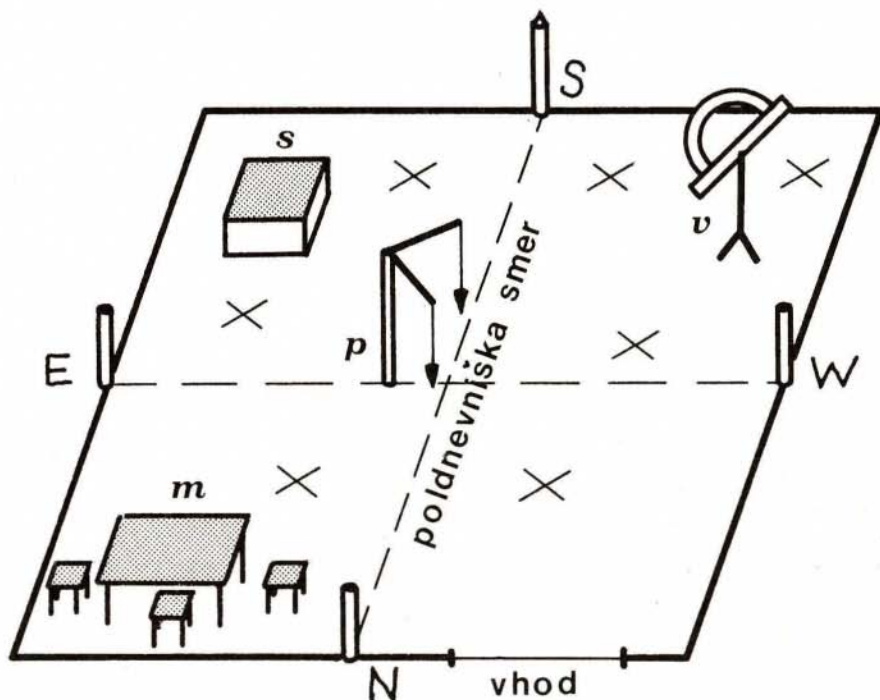
Pege štejemo takole: enojno pego, ki stoji izven skupine, jemljemo za skupino. Za pego štejemo tudi vsako poro. (Pega ima senco in polsenco, pora pa ima samo senco - jedro. Pora je torej pega brez plosence. Ni nujno, da se pora razvije v pego.)

Zgled: Kadar ne najdemo na Soncu nobene pege, je $w = 0$. Če ima Sonce le eno pego, je $s = 1$, $p = 1$ in $w = 11$. Če se ena pega razvije v dve, je $s = 1$, $p = 2$ in $w = 12$ itd. Vzemimo, da nekega dne vidimo na Soncu 3 skupine, od katerih ima ena 9 peg, druga 6 peg, tretja 2 pegi in da nekje zasledimo še eno samo poro. Tedaj je $s = 4$, $p = 18$ in $w = 58$ (Sl. 19).



Sl. 19.: Wolfovsko relativno število je 58

Ko opazujemo pege, zapišemo dan opazovanja, čas z natančnostjo 15 minut, kakovost slike (5 - odlično, 1 - slabo), vremenske razmere (veter, oblaki, meglice, vročina). Povemo tip daljnogleda in njegove podatke, velikost slike Sonca na zaslonu (npr. 10 cm) itd. Opazovanja tudi narišemo. Opazovanja zberemo v preglednici:



Sl. 20.: Šolska astronomska opazovalnica; štiri leseni koli *N*, *S*, *E* in *W*, visoki en meter, označujejo glavne strani neba. Južni kol lahko preuredimo v okoli dva metra visok gnomon; *p* - pasajni instrument, *v* - višinomerni ali sončna ura, *s* - steber za postavitve "glavnega" daljnogleda, *m* - mizica s stoli. *S* križci so označena možna mesta za stojala

Št. opazovanja	Dan Ura	Štetje s p w	Kakovost slike	Opombe
----------------	------------	-----------------------	-------------------	--------

7.c. Fotografiranje

Slikamo lahko brez okularja ali z okularjem. V prvem primeru dobimo sliko predmeta v goriščni ravnini objektiva, v drugem primeru pa izven goriščne ravnine objektiva na zaslonu, kjer je film

Če je telo vidno pod zornim kotom α , je premer slike v goriščni ravnini objektiva $f \operatorname{tg} \alpha$. Pri majhni goriščni razdalji in majhnem zornem kotu je slika majhna. Je pa ostra in svetla.

Zgled: Z Veginim daljnogledom slikamo Luno z zornim kotom $0,5^{\circ}$. Premer slike v goriščni ravnini objektiva je 70 cm. $(\pi/360) = 6 \text{ mm}$.

Velikost slike na zaslonu je odvisna od zornega kota, povečuje daljnogleda in razdalje filma od okularja (gl. zgled na str. 242!). Slika je večja, je pa nekoliko neostra in medla. Čas osvetlitve lahko podaljšamo, vendar se zaradi tresenja daljnogleda in nihanja zraka slika razmaže.

8. Šolska zvezdarna

V šoli opazujemo z enostavnimi napravami. Opazujemo z odprtega prostora, npr. šolskega igrišča, dvorišča, terase, bližnjega hribčka¹⁰). Na opazovalnem prostoru je glavni daljnogled (z odprtino npr. 8 cm in 40 do 80-kratno povečavo), nekaj prenosnih stojač za pritrditev dvogledov (z odprtinami od 3 do 5 cm in 5 do 20-kratno povečavo) oziroma za pritrditev fotografskih aparatov, sončna ura in ura, ki kaže srednjeevropski čas, razne opazovalne naprave, mizica s priborom za skiciranje in astronomsko literaturo, stoli itd. (Sl. 20).

Taka šolska astronomska opazovalnica naj ima znano približno zemljepisno dolžino in širino. Ugotovimo ju kar iz zemljevida, pozneje pa ju tudi izmerimo (gl. str. 251 in 254!)

*Nič ni tako oddaljenega,
česar ne bi mogli doseči,
nič ni tako skrivnostnega,
česar ne bi mogli odkriti.*

Descartes

III. OPAZOVANJA

Razen Sonca in včasih Lune vidimo druga vesoljska telesa le zvečer, ponoči ali zjutraj. Zato večinoma opazujemo v jasnih nočeh. Za uspešno opazovanje moramo imeti razen naprav še druge pripomočke kot npr. učbenik, priročnik, astronomske efemeride, koledar, zvezdni in Lunin atlas, vrtljivo zvezdno karto, razne preglednice in grafe, slike ozvezdij in značilnih vesoljskih predmetov, revije za ljubitelje astronomije¹¹⁾ in druge astronomske knjige, itd.

III. A. Opazovanja brez daljnogleda

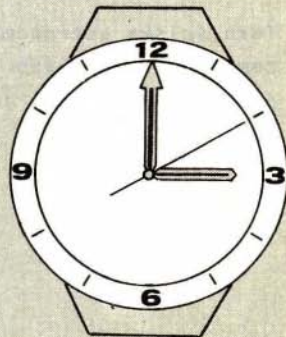
9. Popravek in hod ure

Namen: Iz nekajdnednih primerjanj časa naše ure s točnim časom spoznamo lastnosti naše ure, ali prehiteva ali zaostaja. Uravnamo tudi tek ure.

Potrebščine: ura s sekundnim kazalcem, radijski sprejemnik

Postopek: Tek ure uravnamo kar po časovnih signalih, ki jih ob poročilih oddaja ljubljanska radijska postaja. Kake pol meseca vsak dan ob istem času, npr. ob 15 h ob zadnjem radijskem signalu odčitamo čas naše ure. Ugotovimo popravek ure za te dni in nato še dnevni hod ure. Vse zapišemo v preglednici takole:

Dne 27.6.1977 ob 15^h po ljubljanski radijski postaji je kazala naša ura 15h 0min 10s. Popravek ure je bil - 10 s.



Dan	Odčitek z ure ob 15h po ljubljanski radijski postaji	Popravek	Hod	Opombe
27.6. 1977	15h 0min 10s	- 10s	-12s	Ura prehiteva.
28.6.	22	- 22	-24	Uro uravnamo.
29.6.	46	- 46	- 8	
30.6.	54	- 54	+ 4	
1.7.	50	- 50	+12	
2.7.	38	- 38	+18	Ura zaostaja.
3.7.	20	- 20	+16	
4.7.	4	- 4	+22	
5.7.	14h 59min 42s	+ 18	+30 s	
6.7.	14h 59min 12s	+ 48s		Uro uravnamo.
7.7.	itd.			

Ko poznamo tek ure, pri opazovanjih upoštevamo tudi popravek ure.

10. Poldnevniška smer

Namen: Orientacija na zemljišču. Poldnevniško smer moramo poznati pri mnogih poznejših opazovanjih.

Potrebščine: gnomon, vrstica.

Postopek: Opazujemo z ravnega zemljišča. Okoli gnomona narišemo krožnico, ki ima središče v gnomonu (Sl. 1). Označimo točko, kjer se konec sence gnomona dotakne krožnice dopoldne (A) in popoldne (B). Simetrala tetive $\overline{AB}$ da za naše poznejše meritve dovolj natančno poldnevniško smer. V to smer pade senca gnomona opoldne pravega krajevnega Sončevega časa. Tedaj je senca najkrajša. Naša ura pa kaže srednjeevropski čas. Opoldne po tem času senca v splošnem ne pade v poldnevniško smer.

11. Čas meridianskega prehoda

Namen: Urjenje v natančnosti merjenja časa. Ugotovitev točnega časa prehoda vesoljskega telesa čez meridian. Priprava za uspešno merjenje časa pri poznejših opazovanjih.

Potrebščine: pasajni instrument, ura s sekundnim kazalcem,

vrtljiva zvezdna karta (astronomske efemeride).

Postopek: Z vrtljive zvezdne karte (astronomskih efemerid) izberemo svetlo in dobro znano zvezdo, katere čas prehoda čez meridian bomo opazovali zvečer. Z zvezdne karte ugotovimo (z efemeridami pa izračunamo), kdaj bo šla zvezda čez meridian. Malo pred tem se postavimo za severni steber pasažnega instrumenta tako, da vidimo obe vrvici v isti ravnini. Sledimo gibanju zvezde. Ta se navidezno giblje od vzhoda proti zahodu. Izmerimo čas, ko gre zvezda čez obe vrvici, in ga primerjamo s teoretično določenim. Prehod lahko opazuje istočasno več učenec. Vsak izmeri s svojo ročno uro drugačen čas. Upoštevamo povprečno vrednost. Ne pozabimo na popravek ure. Kako ga upoštevamo, kaže zgled.

Zgled: Vzemimo, da smo merili prehod neke zvezde 5.7.1977 okoli 21 h. Čas prehoda po naši uri je bil 21 h 6 min 16 s. Točen čas prehoda je odčitek z ure + popravek ure za čas ob opazovanju. Ta popravek izračunamo, da vrednosti +18 s dodamo spremembo popravka tega dne v času od 15 h do 21 h (gl. preglednico na str.247!). V 24 h se je spremenil popravek za čas +30 s, v 6 h (od 15 h do 21 h) pa za $(6/24) \cdot 30 \text{ s} = + 8 \text{ s}$. Popravek je $+ 18 \text{ s} + 8 \text{ s} = + 26 \text{ s}$. Točen čas opazovanja je 21 h 6 min 16 s + 26 s = 21 h 6 min 42 s.

Čas prehoda Sonca čez meridian določimo z gnomonom ali s sončnim višinomerm.

12. Merjenje kotov

Namen: Urjenje v natančnosti merjenja kotov.

Potrebščine: kotomer.

Postopek: Podnevi v jasnem vremenu izberemo na zemljišču nekaj značilnih oddaljenih predmetov, npr. cerkveni stolp, električni drog, tovarniški dimnik itd. S križno palico izmerimo kot med posameznima predmetoma. Merimo večkrat, tudi 50-krat. Za izmerjeni kot upoštevamo povprečno vrednost.

Nočne meritve so zahtevnejše. V jasni noči brez vetra izmerimo

nekaj zornih kotov med umetnimi svetili na zemljišču. Nato se lotimo meritev zornih kotov na nebu. Izmerimo kot med posameznima svetlima zvezdama npr. Arkturjem in Spiko, Vego in Denebom, Riglom in Sirijem, α UMa in β UMa itd. Izmerke primerjamo z vrednostmi, ki jih razberemo z zvezdne karte (atlasa, priročnika).

Podobna urjenja v merjenju lahko napravimo s kakršnokoli drugo napravo.

13. Dnevno vrtenje neba

Namen: Iz opazovanj nadobzorniških ozvezdij ugotavljamo središče in smisel navideznega vrtenja nebesne krogle. Iz opazovanj posamezne zvezde ugotovimo kotno hitrost tega vrtenja.

Potrebščine: križna palica, pasažni instrument, ura s sekundnim kazalcem, vrtljiva zvezdna karta (astronomske efemeride).

Postopek: Zvečer opazujemo, kako se v dveh do treh urah spreminja lega Velikega in Malega voza glede na obzorje, npr. glede na bližnji značilni predmet na zemljišču. Ni težko ugotoviti, da se nebo navidezno vrti od vzhoda proti zahodu in da leži središče tega vrtenja blizu Severnice.

Nato izberemo svetlo zvezdo blizu nebesnega ekvatorja. Zvezda naj bo za kot α (približno 15°) levo od meridiana, ki ga označujeta vrvici pasažnega instrumenta. Kot α izmerimo s križno palico. Zabeležimo čas t_1 , ko je zvezda za kot α oddaljena od meridiana. Sledimo gibanju zvezde do prehoda čez obe vrvici. Zabeležimo čas t_2 , ko gre zvezda čez meridian. V času $t_0 = t_2 - t_1$ zvezda prečka kot α . Kotna hitrost α/t_0 navideznega vrtenja nebesne krogle je $15^\circ/\text{h}$. Če je zvezda daleč od nebesnega ekvatorja in ima deklinacijo δ , prečka zorni kot α v času $t = t_0/\cos\delta$. To zvezo si pojasnimo s sl. 14. Ekvatorska zvezda z deklinacijo 0 prečka kot $\alpha = \omega t_0$ v času t_0 , zvezda z deklinacijo δ pa prečka isti kot $\alpha = \omega t \cos\delta$ v času t , ki je večji od t_0 ; ω je kotna hitrost navideznega vrtenja nebesne krogle. Iz enakosti $\omega t \cos\delta = \omega t_0$ sledi $t = t_0/\cos\delta$.

14. Letno spreminjanje neba

Namen: Iz opazovanj znane zvezde (ozvezdja) ob istem času v nekaj zaporednih večerih doženemo, da se spreminja videz zvezdnega neba. Ugotovimo, da se spreminja rektascenzija Sonca. Ugotovimo tudi razliko med zvezdnim in Sončevim dnevom.

Potrebščine: križna palica, pasažni instrument, ura s sekundnim kazalcem, vrtljiva zvezdna karta (astronomske efemeride).

Postopek: Zvečer izmerimo čas t_1 prehoda svetle zvezde čez meridian. Naslednji večer izmerimo čas t_2 prehoda iste zvezde. Ugotovimo čas $t = t_2 - t_1$ med dvema zaporednima prehodoma ene in iste zvezde čez meridian. To je *zvezdni dan*. *Sončev dan* pa meri 24 h. Razlika $24 \text{ h} - t$ med obema dnevnoma je 4 min.

(To razliko moremo ugotoviti tudi s preprosto meritvijo časa zahoda kake zvezde za streho bližnje hiše v dveh zaporednih večerih. Zvezdo opazujemo vedno z istega kraja.)

Nato opazujemo isto zvezdo čez pol meseca ali pa čez en mesec. Lega zvezde se medtem spremeni glede na meridian našega pasažnega instrumenta. S križno palico odmerimo kot α , za koliko stopinj in v katero smer se je zvezda v tem času premaknila od meridiana. Navidezni premik α/t , če je t čas od prvega do drugega opazovanja je $\sim 30^\circ/\text{mesec}$, smer premaknitve pa je proti zahodu.

Vemo, da je navidežno letno gibanje Sonca proti vzhodu. Ker zvezde mirujejo, mora le Sonce spreminjati lego na nebu. Tako ugotovimo, da se spreminja rektascenzija Sonca.

15. Opoldanska višina Sonca

Namen: Ugotovimo, da se spreminja opoldanska višina Sonca med letom. Iz tega sklepamo, da se spreminja deklinacija Sonca.

Potrebščine: sončni višinomer (gnomon), ura, astronomske efemeride.

Postopek: V enem ali dveh mesecih, npr. vsak četrti dan izmerimo s sončnim višinomerom (gnomonom) višino Sonca ob pravem pol dnevu. Meritve zberemo v preglednici:

Načrtamo sliko odvisnosti opoldanske višine od časa (dneva). Na sliki dobimo premalo točk. Za druge dni si pomagamo tako, da opoldansko višino h Sonca izračunamo iz zveze:

$$h = (90^\circ - \varphi) + \delta \quad (I)$$

Tu je φ zemljepisna širina opazovališča, δ pa deklinacija Sonca (Sl. 21). Deklinacijo ocenimo iz sl. 22 ali jo razberemo iz astronomskih efemerid. V isto sliko nato načrtamo še premico $h_0 = 90^\circ - \varphi$, ki je vzporedna z abscisno osjo; h_0 je višina točke na nebu, v kateri se za dano opazovališče presekata krajevni nebesni meridian in nebesni ekvator¹²⁾ (Sl. 21). Z načrtovanjem dobimo krivuljo, ki se vije okoli premice h_0 (Sl. 23). S te krivulje razberemo, kako se med letom v našem kraju spreminja opoldanska višina Sonca. Če pa se spreminja višina Sonca, se spreminja tudi deklinacija Sonca. Iz (I) sledi, da se pri konstantnem φ spreminjata le h in δ .

16. Zemljepisna širina

Namen: Določitev približne vrednosti zemljepisne širine opazovališča.

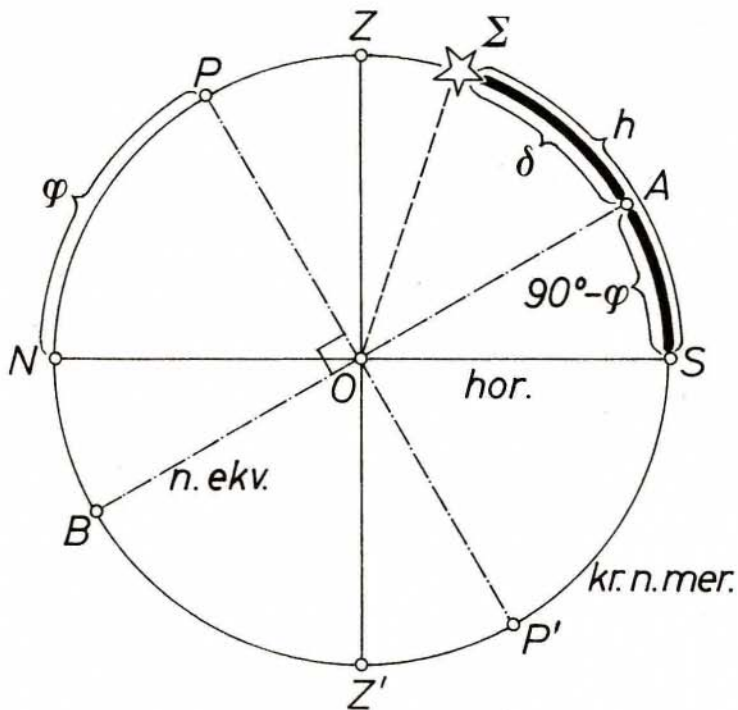
Potrebščine: višinomer (sončni višinomer, gnomon, deska), ura, astronomske efemeride (deklinacija Sonca oziroma zvezde).

Postopek:

a) S sončnim višinomerom (gnomonom) izmerimo opoldansko višino Sonca. Sl. 21 kaže, da velja tedaj (I). Iz izmerjene višine Sonca in znane deklinacije Sonca izračunamo zemljepisno širino iz (I). Napravimo več meritev in upoštevamo povprečno vrednost. Rezultat si zapomnimo in ga primerjamo z vrednostjo iz kakenga priročnika, zemljevida itd. Meritve zberemo v preglednici:

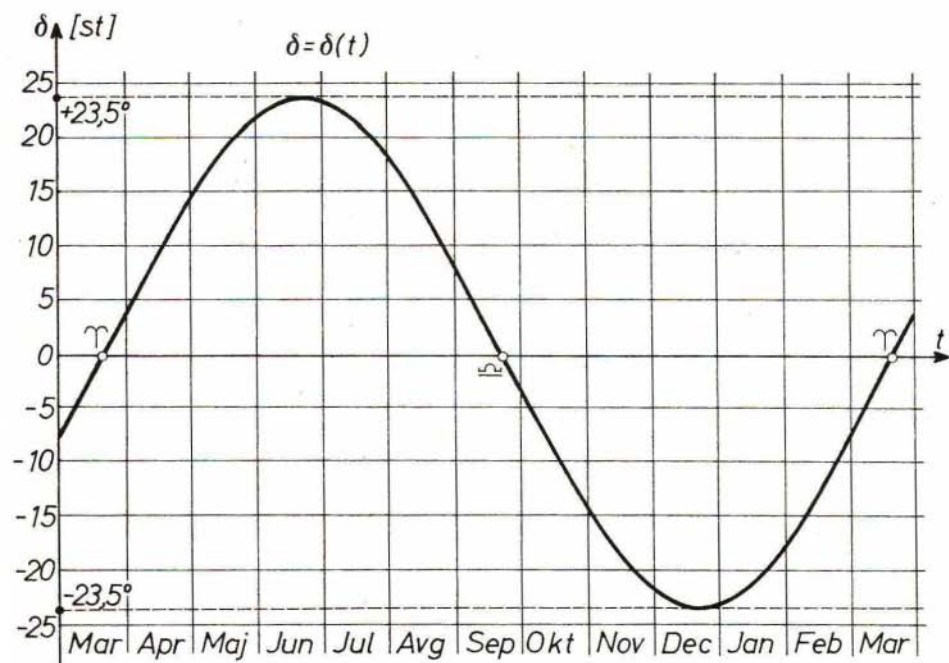
Dan opazovanja	Opoldanska višina Sonca h	Deklinacija Sonca δ	Zemljepisna širina $\varphi = 90^\circ - h + \delta$	Opombe
----------------	--------------------------------	-------------------------------	---	--------

b) Natančneje določimo zemljepisno širino, če izmerimo višino zvezde ob prehodu čez krajevni meridian. Višino zvezde izmeri-



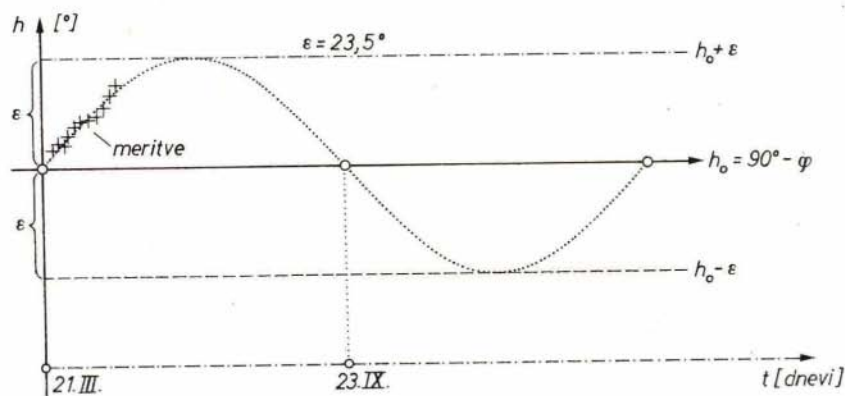
$$\left. \begin{array}{l} \delta > 0 \\ \varphi > 0 \end{array} \right\} h = (90^\circ - \varphi) + \delta$$

Sl. 21.: Višina h vesoljskega telesa z deklinacijo δ ob zgornjem prehodu čez meridian; O - opazovališče z zemljepisno širino φ , P - severni nebesni pol, PP' - nebesna os



Sl. 22.: Spreminjanje deklinacije Sonca med letom

Sl. 23.: Spreminjanje opoldanske višine Sonca med letom



mo z desko, ki jo postavimo v ravnino meridiana. V enem večeru ali nekaj večerih večkrat merimo višino znanih zvezd. Upošteva mo povprečno vrednost. Zemljepisno širino izračunamo iz (I). Pri tem je δ deklinacija zvezde, ki jo razberemo iz astronom- skih efemerid ali iz zvezdnega atlasa (gl. dodatek!)

c) Višina Severnice je približno enaka zemljepisni širini opa- zovališča (Sl. 21). Z desko zvečer nekajkrat izmerimo višino Severnice. Upoštevam povprečno vrednost.

17. Zemljepisna dolžina

Namen: Določitev približne vrednosti zemljepisne dolžine opazo vališča.

Potrebščine: gnomon (pasažni instrument, sončni višinomer), ura s sekundnim kazalcem in z znanim popravkom, astronomske e- femeride (časovna enačba) tranzistor (sprejem čas. signalov).

Postopek: Izmerimo čas t prehoda Sonca čez meridian. V tem tre nutku je krajevni srednji Sončev čas na ničelnem (greenwiškem) meridianu enak $t_0 = t - 1$ h. Nato ugotovimo krajevni srednji Sončev čas t_s ob meridianskem prehodu Sonca. Ta čas je $t_s =$ = pravo poldne - $\eta = 12$ h - η , pri čemer je η časovna enačba za dan opazovanja (Sl. 24). Časovno enačbo ocenimo s sl. 24 ali jo razberemo iz astronomskih efemerid. Razlika krajevnih časov je enaka razliki zemljepisnih dolžin opazovališč, zato velja med krajevnim srednjim Sončevim časom t_s našega opazova- lišča z neznano zemljepisno dolžino λ in krajevnim srednjim Sončevim časom t_0 na ničelnem meridianu z zemljepisno dolžino enako nič taka zveza:

$$\lambda = t_s - t_0 \quad (II)$$

Iz izmerjenih t_s in t_0 izračunamo zemljepisno dolžino iz (II). Napravimo več meritev in upoštevam povprečno vrednost. Rezul- tat si zapomnimo in ga primerjamo z vrednostjo iz kakega pri- ročnika, zemljevida itd. Meritve prikažemo v preglednici:

Dan	čas prehoda	časovna	Krajevni	Zemlj.	Opombe
opazovanja	Sonca	$t_0 = t - 1$ h	enačba	Sončev	dolž.
	t		η	čas t_s	$\lambda = t_s - t_0$

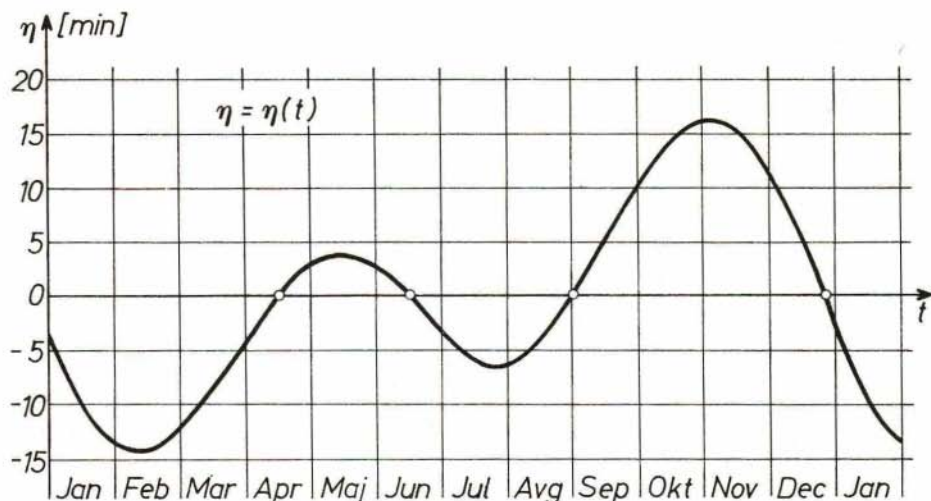
18. Navidezno gibanje Lune

Namen: Ugotovitev navideznega gibanja Lune med zvezdami. Ocenimo kot, za katerega se premakne Luna glede na zvezde v enem dnevu, in smisel premika.

Potrebščine: križna palica, šestilo, zvezdni atlas (karta, astronomske efemeride), ura.

Postopek:

a) Luna naj bo blizu ščipa in vsaj 10° nad obzorjem. Nekaj zaporednih večerov ob istem času merimo lego Lune med zvezdami. S križno palico izmerimo kot med Luninim robom in dvema bližnjima svetlima zvezdama, ki pa nista navidezno dlje od Lune kot 30° . Ker merimo od roba Lune, dodamo vsaki meritvi $0,2^\circ$ (Zakaj?). V zvezdnem atlasu nato načrtamo s šestilom loke krogov, ki imajo središče v merjeni zvezdi, polmeri pa so enaki izmerjenim



Sl. 24.: Spreminjanje časovne enačbe, to je razlike med pravim in srednjim Sončevim časom

kotom. Središče Lune leži v presečišču lokov. Dobljene lege Lune in njenega središča v zvezdnem atlasu povežemo v krivuljo. Iz nje ugotovimo kot -13° , za katerega se premakne Luna med zvezdami v enem dnevu. Doženemo tudi smisel tega navideznega premika.

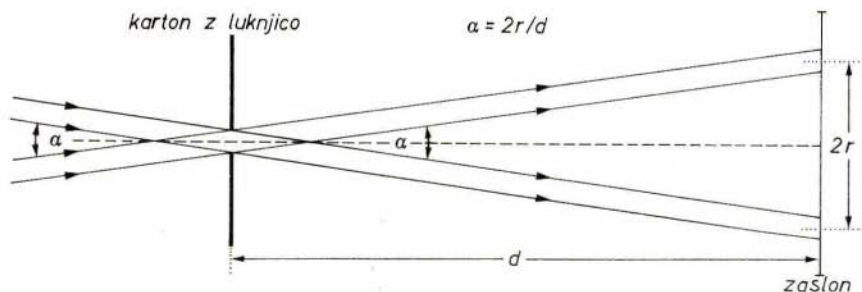
b) Preprostejše opazovanje pa poteka takole: Jasnega večera opazujemo Luno in izmerimo čas, ko zaide za navpično steno bližnje hiše. Zapomnimo si lego Lune med zvezdami. Enako opazujemo Luno še nekaj prihodnjih dni. Luna ne zaide vsakič ob istem času in na istem kraju. Od opazovanja do opazovanja se premakne med zvezdami. Iz dneva v dan Luna zahaja kasneje. Ugotovimo, za koliko minut kasni. Ker pa Luna kasni, se je morala v tem času premakniti med zvezdami. V katero smer, proti vzhodu ali zahodu? Pri oceni kotov na nebu si tu pomagamo kar z roko (Sl. 6).

19. Zorni kot Sonca

Namen: Ocenitev zornega kota Sonca.

Potrebščine: karton z luknjico, zaslon, vrstica (ravnilo).

Postopek: Sonce naj bo nizko nad obzorjem. Trdno pritrjen karton z luknjico postavimo pravokotno na Sončeve žarke (Sl. 25). Svetlobni curek skozi luknjico ujamemo na bel zaslon. Počasi



Sl. 25.: K meritvi zornega kota Sonca; zorni kot α je narisano pretirano velik

odmikamo zaslon od kartona. Na zaslonu opazimo svetel krožec z neostrim robom. Izmerimo premer $2r$ svetlega krožca do sredine neostrega roba. Z vrstico ali ravnilom izmerimo razdaljo d od kartona do zaslona. Zorni kot α Sonca je podan z razmerjem $2r/d$. Meritev ponovimo pri različnih razdaljah. Upoštevamo povprečno vrednost. Ker poznamo razdaljo r_0 Sonca od Zemlje, lahko nadalje ocenimo tudi radij R ($2R = r_0 \alpha$) Sonca in tako ugotovimo, kolikokrat je Sonce večje od Zemlje.

20. Radiant meteorskega roja

Namen: Iz opazovanj meteorjev kakega meteorskega roja ocenimo lego radianta tega roja.

Potrebščine: zanka na podstavku, ležalni stol, ura, zvezdna karta, (atlas), astronomske efemeride.

Postopek: Zanko postavimo v pripravi razdalji nad sabo in jo usmerimo proti delu neba, od koder pričakujemo najštevilnejše meteorje roja. Ležemo na ležalni stol, se dobro pokrijemo in opazujemo skozi zanko (Sl. 12). Zasledujemo smer navideznega priletavanja meteorjev v zorno polje zanke in ugotavljamo, od kod se usipajo. Lego radianta ocenimo s presečišči navideznih sledi prihajajočih meteorjev. Zadostuje, da ugotovimo vsaj ozvezdje, v katerem leži radiant. Opazujemo okoli 45 minut, nato 15 minut počivamo. Če opazujeta dva, se izmenjavata vsake pol ure. Opazovanje je lahko skupinsko in traja tudi vso noč (Sl. 26).

Pri vsakem opazovanju navedemo meteorski roj, kraj in čas opazovanja, odmor, stanje neba (mena Lune, njena lega nad obzorjem, blišč mesta, veter, šibke meglice, soparnost), opazovani predel neba, itd. Ocenjujemo lahko še barvo in sij meteorjev. Opazovanje tudi skiciramo. Sestavimo preglednico:

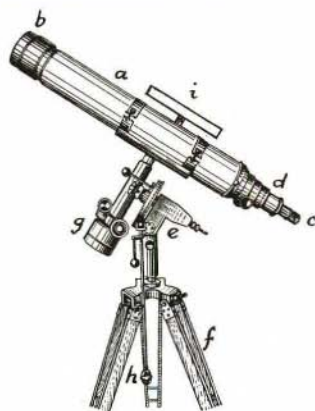
Dan	Začetek pojava meteorja	Trajanje pojava	Število močnih šibki meteorjev	Stanje neba	Opombe
	h	min	s		



Sl. 26.: Skupinsko opazovanje meteorjev; vodja zapisuje opazovanja

Sl. 27.: Azimutna postavitev daljnogleda

Sl. 28.: Paralaktična postavitev daljnogleda; *a* - cev, *b* - objektiv, *c* - okular, *d* - okularni del z mehanizmom za naravnjanje daljnogleda na neskončnost, *e* - glava za paralaktično postavitev, *f* - stojalo, *g* - protiutež, *h* - ročica za pomik daljnogleda v časovnem kotu, *i* - iskalnik



III. B. Opazovanja z daljnogledom

Daljnogled lahko izdelamo sami (gl. str.286!). Za šolska opazovanja so pripravi daljnogledi s premerom objektiva od okoli 5 do 10 cm, z goriščno razdaljo objektiva od okoli 50 do 100cm in z 20 do 100-kratno povečavo. Seveda lahko opazujemo s kakršnimkoli: z opernim kukalom, turističnim, lovskim, vojaškim daljnogledom itd. Daljnogled je lahko postavljen azimutno (Sl. 27) ali paralaktično (Sl. 28). Za naša opazovanja naj bo postavljen paralaktično, ni pa nujno. Časovni krog naj bo razdeljen na 24 ur, vsaka ura pa na deset delov tako, da imamo razdelitev skale na 6 minut. Deklinacijski krog naj bo razdeljen na stopinje. Sami izgotovimo žično ročico s polžem, ki je vezan s časovnim krogom, za ročni pomik daljnogleda v časovnem kotu. Izdelava urnega mehanizma s sinhronskim motorčkom za pogon daljnogleda v smislu dnevnega vrtenja neba pa je že zelo zahtevna naloga. Na razpolago imamo več okularjev z različnimi goriščnimi razdaljami, več različno velikih zaslonk, ki jih damo npr. pri opazovanju Sonca pred objektiv, rosno kapo, s katero pokrijemo objektiv itd. Na okularnem koncu izdelamo še priključek za fotografski aparat. Iskalnik daljnogleda naj ima 5 do 10-kratno povečavo, torej široko zorno polje. Optična os iskalnika je vzporedna z optično osjo daljnogleda. Daljnogled mora biti stabilen, da nas pri opazovanju ne moti veter. Zato ga pritrdimo na trdno stojalo.

Opazovanja z daljnogledom zahtevajo mnogo priprav. Predvsem moramo dobro poznati daljnogled. Razumeti moramo tudi nalogo: kaj, kako in koliko časa bomo opazovali. Nikoli ne hitimo. Po opazovanjih nič ne popravljamo. Pred vsakim opazovanjem daljnogled fokusiramo, to je, naravnamo ga na neskončnost npr. po zvezdah. Zvezde vidimo tedaj kot bolj ali manj svetle točke. Če daljnogled nima iskalnika, začnemo opazovati z najmanjšo povečavo. Tedaj je zorno polje največje in se na nebu najlažje najdemo. Nato opazujemo z večjimi povečavami, vendar ne pretiravamo. To je pomembno, ko opazuje kako vesoljsko telo ves razred. Vsi učenci naj po vrsti sprva opazujejo z manjšo povečavo,

nato z večjo itd. Sonce in Luno navadno opazujemo z 20 do 30-kratno povečavo. Vedeti moramo, da ju vidimo v zornem kotu $0,5^{\circ}$. Sonce opazujemo na zaslonu. Pri opazovanju planetov, podrobnosti na Luni, satelitov, oblik peg na Soncu, dvojnih zvezd, zvezdnih kopic, meglic, galaksij itd. uporabljamo večje povečave (do 100-kratne).

Pri opazovanjih imamo ob sebi žepno svetilko, beležnico, oster, a mehak svinčnik in druge pripomočke (gl. str. 246). Vse sproti zabeležimo, ne pa po spominu, npr. po opazovanju doma. Pri skiciranju si pomagamo s svetilko.

* * *

Za dobro opazovanje z daljnogledom si zapomnimo nekaj nasvetov. Najprej moramo dobro poznati zvezdno nebo (orientacija na nebu). Izbiramo vesoljska telesa, ki jih hitro najdemo na nebu. Iščemo jih z daljnogledom, ki je naravnost na neskončnost. Daljnogled počasi premikamo. Opazujemo v temnih in jasnih nočeh, ko ni vetra. Izogibamo se prevelikih povečav, posebno pri opazovanju zvezdnih kopic, meglic in galaksij. Vsako opazovanje opravimo od začetka do konca, kot smo si zamislili.

21. Zorno polje daljnogleda

Namen: Iz izmerjenega časa prečkanja zvezde določimo zorno polje daljnogleda, kar služi kot mera za oceno kotov na nebu.

Potrebščine: daljnogled, ura s sekundnim kazalcem (stoparica), zvezdni atlas (karta, astronomske efemeride).

Postopek: Daljnogled postavimo v ravnino krajevnega nebesnega meridiana, ga utrdimo, naravnamo na neskončnost in usmerimo proti svetli zvezdi z znano deklinacijo δ . Zvezda se giblje v zornem polju nepremičnega daljnogleda zaradi navideznega vrtenja neba. Zvezda mora iti čez sredino zornega polja daljnogleda. Izmerimo čas t_1 prihoda zvezde v zorno polje daljnogleda in čas t_2 odhoda zvezde iz zornega polja. Čas prečkanja t zvezde je $t_2 - t_1$ in ni za vse zvezde enak. Za zvezdo Σ z deklina

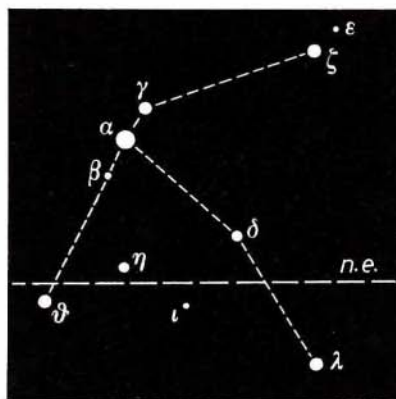
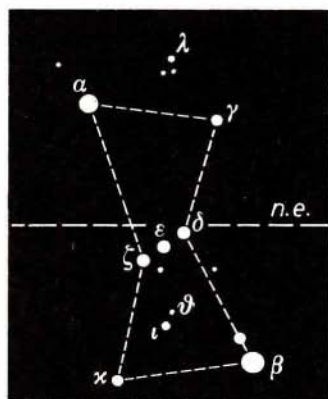
cijo δ je večji kot za zvezdo Σ_0 na nebesnem ekvatorju z deklinacijo 0. Zorno polje daljnogleda je $\omega t \cos \delta$; $\omega = 15^\circ/\text{h}$ je kotna hitrost navideznega vrtenja neba (Sl. 14). Meritev ponovimo z isto zvezdo ali z drugimi zvezdami in upoštevamo povprečno vrednost. Zadostuje, da določimo zorno polje na $0,1^\circ$ natančno. Za določevanje zornega polja so prikladne zvezde blizu nebesnega ekvatorja. To so npr. zvezde v Orionu in Orlu (Sl. 29). Za take zvezde je $\delta \sim 0$, torej $\cos \delta \sim 1$ in zorno polje kar ωt_0 , če je t_0 čas prečkanja zvezde.

Ko poznamo zorno polje, lahko ocenjujemo kote med vesoljskimi telesi. Pogledamo npr. zvezdi, ki ležita v zornem polju blizu druga drugi in ocenimo kot med njima. Iz zvezdnega atlasa ali astronomskega priročnika nato ugotovimo, za koliko smo se zmotili. Ne da bi pogledali Luno ali Sonce lahko ugotovimo, če z daljnogledom vidimo vso Luno ali Sonce. Kako?

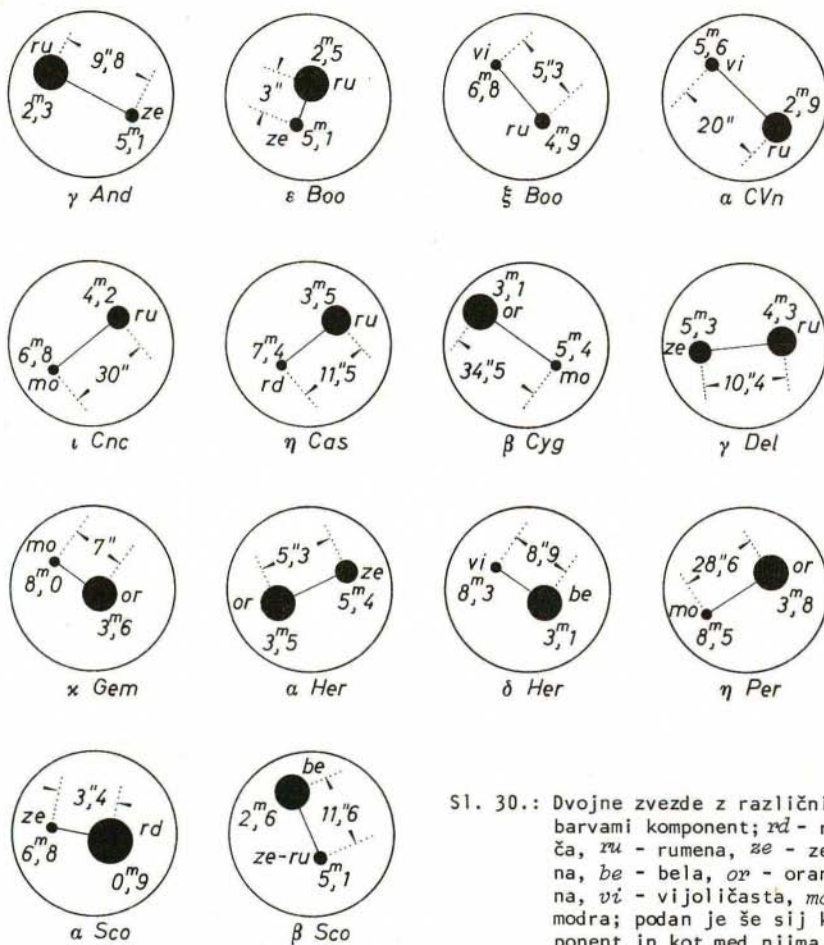
22. Ločljivost daljnogleda

Namen: Teoretično izračunana ločljivost daljnogleda v splošnem ni enaka praktični. Zato jo ugotovimo z merjenjem.

Potrebščine: daljnogled, okularji z različno goriščno razdaljo,



Sl. 29.: Zvezde v ozvezdju Orionu (pozimi) in Orlu (poleti), prikladne za določevanje zornega polja daljnogleda; n.e. - nebesni ekvator



Sl. 30.: Dvojne zvezde z različnimi barvami komponent; *rd* - rdeča, *ru* - rumena, *ze* - zelena, *be* - bela, *or* - oranžna, *vi* - vijoličasta, *mo* - modra; podan je še sij komponent in kot med njima

astronomski priročnik, astronomske efemeride (dvojne zvezde).

Postopek: Opazujemo v jasni noči brez mesečine in vetra. Daljnogled, za katerega smo že izračunali teoretično ločljivost,

naravnomo na neskončnost in ga usmerimo proti izbrani dvojni zvezdi (Sl. 30). Ugotavljamo, pri kateri povečavi z daljnogledom še ločimo zvezdi (komponenti) kake dvojne zvezde. Opazujemo vsaj tri dvojne zvezde. Komponenti prve dvojne zvezde sta razmaknjeni za kot, ki je dosti večji, komponenti druge dvojne zvezde za malo večji, komponenti tretje dvojne zvezde pa za malo manjši kot, kakor je teoretična ločljivost. Seveda lahko opazujemo več dvojnih zvezd.

Zgled: Teoretična ločljivost Veginega daljnogleda je 3" (gl. str. 240). Najprej pogledamo γ Andromede. Odlično ločimo obe komponenti. Nato opazujemo γ Leva. Komponenti komaj ločimo. Končno pogledamo še ϵ_1 Lire. Komponenti ne ločimo. Praktično je ločljivost okoli 4".

23. Sonce

Namen: Iz nekajdnevni opazovanj peg na Soncu ugotovimo, da se Sonce vrti. Sonce poskušamo tudi slikati.

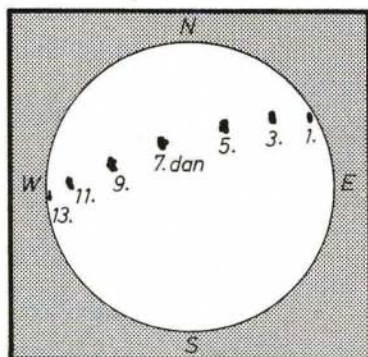
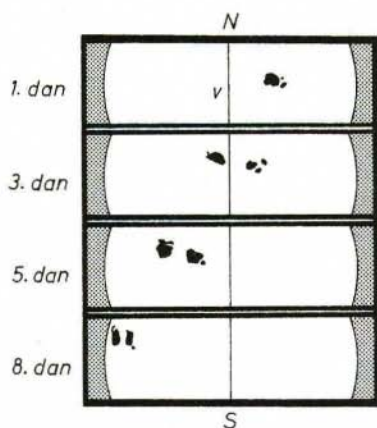
Potrebščine: daljnogled, zaslonka pred objektivom, zaslon za okularjem, ura, astronomske efemeride; fotografski aparat s priključkom na okularnem delu daljnogleda, malo občutljiv film.

Postopek: Daljnogled z zaslonjenim objektivom naj bo na trdnem podstavku. Premer zaslonke je od 0,3 do 0,5 premera objektiva. Sliko Sonca projiciramo na zaslon. Daljnogled utrdimo v deklinaciji in ga premikamo le v časovnem kotu v smislu dnevnega vrtenja neba. Na papir na zaslonu narišemo krog s premerom 10 cm. Zaslon pritrdimo v taki razdalji od okularja, da slika Sonca pokriva narisani krog. Nato poiščemo pege tako, da pomikamo papir sem in tja. Pazimo na ostrino slike. Če je slika ostra, pege rišemo z ostrim svinčnikom.

Čez dan spreminja Sonce svojo lego glede na obzorje. Zato vsako sliko Sonca orientiramo. Pri nepremičnem daljnogledu nekaj minut zasledujemo gibanje kake pege. Njene lege v različnih časih narahlo označimo na papirju s točkami. Skozi te točke narišemo premico. Dobimo približno smer nebesnega vzporednika, po katerem se tistega dne navidezno giblje Sonce. S to premico

vzporedna premica skozi središče Sonca ustreza približno smeri vzhod-zahod. Sonce se giblje proti zahodu. Na risbi označimo še sever in jug (Sl. 18). S tem smo orientirali sliko Sonca. Sliko lahko razdelimo na štiri kvadrante in v vsakega vrisujemo pege, skupine peg, bakle itd. V petnajstih dneh vsaj petkrat opazujemo pege. Izdelane risbe razporedimo drugo pod drugo (Sl. 31). Lahko pa jih združimo v eno sliko (Sl. 32). Ugotovimo premikanje peg po Sončevem površju in s tem vrtenje Sonca¹³⁾.

Če moremo, zasledujemo kako pego vse od dne, ko se pojavi na vzhodnem robu Sončeve navidezne ploskvice, do dne, ko izgine na zahodnem robu. Iz takega opazovanja ocenimo vrtilni čas Sonca (čas, v katerem se zavrti Sonce okoli svoje vrtilne osi). Rezultat primerjamo s pravo vrednostjo. Če želimo, da je premer slike Sonca na zaslonu večji od 10 cm, vzamemo večjo povečavo. Tedaj lahko vidimo kako zanimivo skupino peg in ugotavljamo senco in polsenco v pegah. Določamo wolfovsko relativno število in ocenjujemo tudi velikost peg, npr. v primeri z Zem-

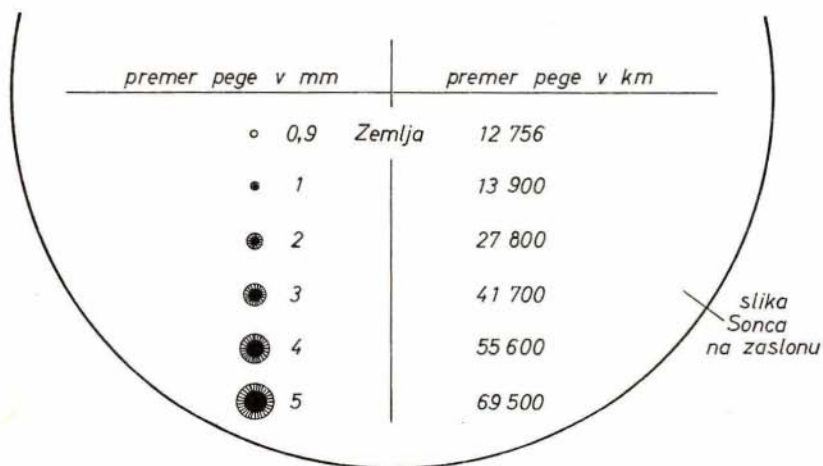


Sl. 31.: Sprememba lege pege zaradi vrtenja Sonca; v - vrtilna os.

Sl. 32.: Navidezna pot pege po Sončevi ploskvi

ljo (Sl. 33). Sonca ob vetru ne opazujemo. Če ga opazujemo pri delni zatemnitvi - popolne praktično ni moč doseči - zasledimo več podrobnosti v zgradbi pege, njeno značilno barvo itd. Zelo veliko pego ali skupino peg lahko opazujemo celo s prostimi očmi. Pri tem se moramo zavarovati. Opazujemo skozi močan filter, varilsko steklo, sajasto šipico itd. Pege, vidne pod zornim kotom več od $0,5'$, to je s premerom okoli 25 tisoč km, so že vidne s prostim očesom. Opazujemo jih, ko je Sonce zelo nizko ali v meglici.

Fotografiranje: Občutljivost (diapozitivnega) filma naj bo pod 10 Din. Najprimernejše osvetlitev od $(1/10)$ s do $(1/500)$ s dobimo s poskusom, saj snemamo Sonce pri različni višini in opazovalnih razmerah. Urni mehanizem in paralaktična nastavitve nista potrebna. Ker je svetloba močna, pred objektiv namestimo še barvne filtre (rumen, nevtralen itd.), toplotni filter pa damo pred film (Sl. 34). Če pride do preosvetlitve, objektiv bolj zaslonimo. Slikamo posamezne stopnje Sončevega mrka.



Sl. 33.: Velikost peg na Soncu; premer slike Sonca je 10 cm

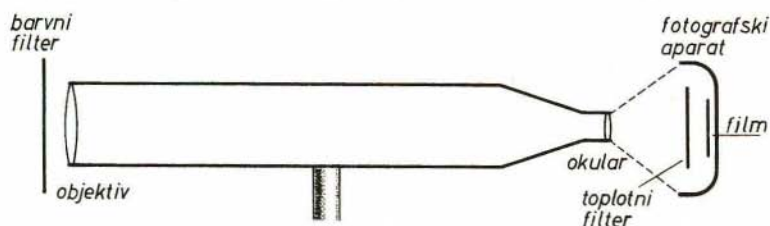
24. Luna

Namen: Z opazovanjem si ustvarimo splošno sliko o Luninem površju. Vtisnemo si v spomin lego in obliko posameznih morij, kraterjev, cirkov, gorovij itd. Luno poskušamo tudi slikati.

Potrebščine: daljnogled, različni okularji, Lunina karta, ura, risalna deska, papir, žepna svetilka; fotografski aparat s priključkom na okularnem delu daljnogleda, zelo občutljiv film.

Postopek: Za opazovanje zanimivih predelov in podrobnosti na Luni je najprimernejše obdobje okoli prvega krajca. Najprej pogledamo Luno s prostim očesom. Na papir, na katerem imamo narisane kroge s premerom 5 cm, rišemo, kako vidimo Luno. Vrišemo čim več podrobnosti. Ko z risanjem končamo, nič ne popravljamo. Nato pogledamo Luno z daljnogledom, npr. s 5 do 10-kratno povečavo. Že kar dobro se seznanimo z osnovnimi obrisi morij. Ugotavljamo, koliko več podrobnosti vidimo z daljnogledom kot s prostimi očmi. V zornem polju astronomskega daljnogleda vidimo obrnjeno sliko. Levo je viden zahodni del, desno vzhodni, zgoraj južni, spodaj pa severni del k Zemlji obrnjene Lunine polkrogle. Ob ščipu (polni luni) pri opazovanju uporabljamo filter, ki ga postavimo za okularjem. Uporabljamo lahko rdeč, moder, zelen, vijoličast itd. filter. S tem si pričaramo različne zanimive vizualne učinke.

Ko z daljnogledom opazujemo Luno, najprej uživajmo nad lepoto slike, šele nato opazujemo podrobnosti. Na papir, na katerem je narisane kroge s premerom 10 cm, vrisujemo obrise morij, oblike najznačilnejših kraterjev itd. Bodimo čim bolj natančni. Na



Sl. 34.: K slikanju Sonca

koncu tega risanja primerjajmo obe sliki. Primerjajmo še drugo sliko z Lunino karto. Če opazujemo v skupini, primerjamo slike med seboj. Ugotovimo, kako različno opazujemo. Na drugi sliki označimo vrisane tvorbe s številkami. Pogledamo v atlas Lune, ugotovimo istovetnost in sestavimo seznam imen, ki ustrezajo številkam.

Če moremo, opazujemo kak zanimiv del Lune z največjo možno povečavo in lastna opazovanja nadzorujemo z Lunino karto, ki jo imamo stalno ob sebi.

Pod vsako risbo zapišemo dan, čas (uro in minuto) opazovanja, tip daljnogleda, povečavo, stanje neba, približno lego Lune nad obzorjem itd.

Fotografiranje: Najbolje slikamo Luno z zrcalnim fotografskim aparatom, ki ga z obročki natakemo na okularni del daljnogleda. Obročke izdelamo sami ali finomehanik. Sliko na fotografskem aparatu fokusiramo z medlico. Občutljivost filma naj bo nad 25 Din. Najboljšo osvetlitev na filmu dobimo s poskusom, saj snemamo Luno pri različni meni, višini, stanju neba itd. Začnemo npr. s časom osvetlitve 1 s in nato nadaljujemo s $(1/2)$ s, $(1/3)$ s, ... do $(1/50)$ s ali celo $(1/100)$ s. Pri slikanju z okularno povečavo je čas osvetlitve 1 do 5 s. Pri takem času osvetlitve mora imeti daljnogled urni mehanizem. Mor-da uporabimo še šibek rumen filter, ki ga damo pred film. Ob vsakem posnetku zapišemo dan, čas (uro in minuto), čas osvetlitve, približno lego Lune nad obzorjem, meno, stanje neba itd. Slikamo posamezne stopnje Luninega mrka.

25. Umetni zemeljski sateliti

Umetne zemeljske satelite lahko opazujemo vsake jasne noči. Kot razmeroma svetle točke se na nebu kar hitro premikajo. Včasih kak satelit zaide v Zemljino senco (mrk) in tedaj hipoma izgine. Včasih pa kak satelit spreminja svoj sij.

Namen: Ocenitev navideznega gibanja umetnega zemeljskega satelita. To gibanje poskušamo tudi slikati.

Potrebščine: zvezdna karta (astronomske efemeride), ura s sekundnim kazalcem in znanim popravkom; fotografski aparat s širokim zornim poljem.

Postopek: Če dobro poznamo ozvezdja, hitro zasledimo premikanje umetnega zemeljskega satelita med zvezdami. Ko ga zasledimo, sledimo njegovemu gibanju in ugotavljamo lego in čas, ko gre mimo kake svetle zvezde. Posamezne lege satelita vnesemo v zvezdno karto, jih povežemo in ugotovimo navidezno pot opazovanega satelita.

Fotografiranje: S fotografskim aparatom, ki ga pritrdimo na trdno stojalo ali ga položimo z objektivom uprtim v nebo kar na tla, lahko navidezno premikanje satelita tudi slikamo. Objektiv je odprt ves čas, ko gre satelit čez snemani del neba. Čas snemanja zabeležimo tako, da vsako minuto pokrijemo objektiv za deset sekund. Svetlobna sled satelita je prekinjena. Časovne značke (prekinitve) naj bodo dane s popravkom ure od ene do dve sekundi natančno.

26. Planeti

Z daljnogledom vidimo planete kot svetle okrogle ploskvice, zvezde pa vedno kot točke. Zakaj? Planete opazujemo, ko so v najprimernejši legi: blizu Zemlje, v opoziciji in ko niso niti prenizko niti previsoko.

Namen: Ugotavljamo različne značilnosti planetov.

Potrebščine: daljnogled, ura, papir, astronomske efemeride (vidnost planetov).

Postopek: Iz astronomskih efemerid ali koledarja razberemo, kdaj je ugodno opazovati kak planet. Usmerimo nanj daljnogled. Zabeležimo dan in čas (uro) opazovanja, tip daljnogleda, povečavo, stanje neba itd. Narišemo, kar opazujemo. Na risbi označimo lego planeta med najsvetlejšimi okolnimi zvezdami.

Najbolje je, da začnemo opazovanje z najmanjšo povečavo, nadaljujemo pa z večjimi. Ko opazujemo z največjo povečavo, napravimo dodatno risbo z vsemi podrobnostmi.

Venera: Opazujemo predvsem njeno meno (fazo) blizu notranje konjunkcije s Soncem. Zelo smo pozorni na spreminjanje Venerinega zornega kota (Sl. 35). Ko je Venera zelo svetla, uporabimo pri opazovanju zeleni filter, ki ga damo za okular.

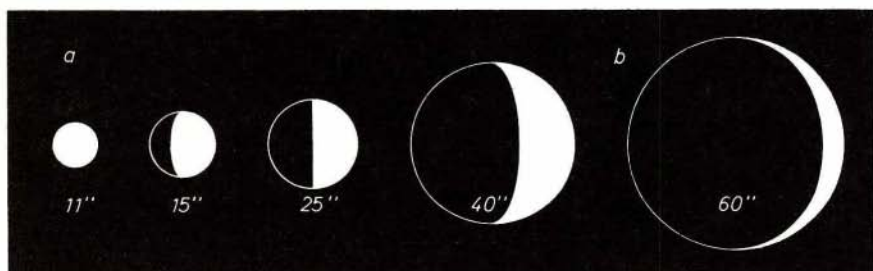
Mars: Zaznamo značilno rdečo barvo. Uporabljamo lahko oranžni filter. S 7,5 do 10-centimetrskim daljnogledom ob dobri vidljivosti opazimo polarni kapici in razne podrobnosti.

Jupiter: Ugotovimo, da je sploščen. Opazujemo štiri velike Jupitrove satelite, od katerih je lahko kak satelit za ali pred planetom. Sateliti ležijo v ekvatorski ravnini planeta, v kateri so razporejeni tudi značilni pasovi. Te satelite vidimo že z 2-kratno povečavo. Ocenimo njihovo lego glede na Jupitrovo navidezno ploskvico. Navidezni razmik med satelitom in središčem planeta ocenimo z večkratnikom Jupitrovega zornega kota. Lego satelitov prikažemo v preglednici:

Dan in čas opazovanja	Lega satelitov	Opomba
-----------------------	----------------	--------

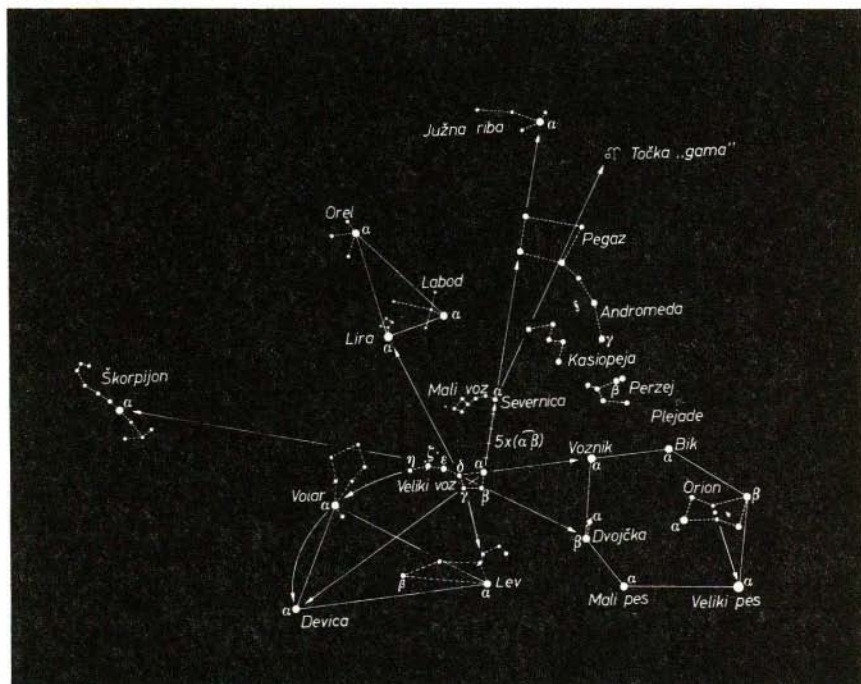


Pike pomenijo satelite, krožec pa Jupitrovo navidezno ploskvico. Z astronomskimi efemeridami¹⁴ ugotovimo istovetnost satelitov in označimo npr. takole:



Sl. 35.: Spreminjanje zornega kota Venere; *a* - ob zunanji (zgornji) konjunkciji, *b* - blizu notranje (spodnje) konjunkcije s Soncem

če opazujemo satelite dalj časa isto noč ali naslednje noči, zaznamo njihovo gibanje okoli Jupitra. Opazujemo tudi prehode in mrke Jupitrovih satelitov. Podatki so v *Astronomskih efemeridah*¹⁴). Lahko uporabljamo rahlo zeleni filter. Ob dobrih opazovalnih razmerah s 7,5 do 10-centimetrskim daljnogledom zapišemo razne podrobnosti.



Sl. 36.: Najpomembnejša ozvezdja z glavnimi zvezdami, ki jih vidimo iz naših krajev. To so: *Veliki voz* (α - Dubhe, β - Merak, γ - Fekda, δ - Megrez, ϵ - Aliot, ζ - Mizar, η - Benetnaš); *Mali voz* (α - Polarnica, Severnica); *Volav* (α - Arktur); *Devica* (α - Spika, Klas); *Lev* (α - Regul, Kraljič); *Škorpion* (α - Antares); *Lira* (α - Vega); *Orel* (α - Atair); *Labod* (α - Deneb); *Južna riba* (α - Fomalhaut); *Andromeda* (γ - Alamak); *Perzej* (β - Algol, Hudič); *Voznik* (α - Kapela, Koza); *Bik* (α - Aldebaran); *Orion* (α - Betelgeza, β - Rigel); *Veliki pes* (α - Sirij, Kuzlak - najsvetlejša zvezda neba); *Mali pes* (α - Prokion) in *Dvojčka* (α - Kastor, β - Poluks). Označeni so pomladni (a) in poletni (b) trikotnik ter zimski šeststerokotnik. Skico uporabi praktično pri iskanju posameznih ozvezdij in zvezd. Pri ogledu zvezdnega neba naj ti bo izhodišče Veliki voz, ki ga dobro poznaš.

Saturn: S 40-kratno povečavo že vidimo kolobar. Opazujemo še največji Saturnov satelit Titan (gl. opazovanje Jupitrovih satelitov!).

Uran: Lahko smo zadovoljni, če ga zasledimo med zvezdami.

27. Kometi

Od časa do časa se na nebu pojavi tudi kak komet. Ko je še daleč od Sonca, je z daljnogledom viden kot drobcena meglica. Od meglice oziroma galaksije ga razlikujemo po tem, da se premakne glede na zvezde. Ko se komet približuje Soncu, se mu včasih razvije eden ali celo več repov. Tako postane vse bolj zapazno telo na nebu. S prostim očesom vidni kometi so redki.

Namen: Določitev navidezne poti svetlejšega kometa med zvezdami, opis in risba kometa. Komet poskušamo tudi slikati.

Potrebščine: daljnogled (npr. svetlobno močan reflektor) z različnimi okularji, vrtljiva zvezdna karta (zvezdni atlas), ura, papir; fotografski aparat, zelo občutljiv film.

Postopek: Za navadno opazovanje so že prikladni turistični in lovski daljnogledi s 5 do 10-kratno povečavo. Dobro moramo poznati predel neba, kjer se giblje komet. Ne smemo ga zamenjati s kako meglico ali galaksijo. Opazujemo v temnih jasnih nočeh brez Lune in daleč od mestnih luči. Na neskončnost naravnani daljnogled usmerimo proti kometu. Ko ga zasledimo, zabeležimo njegovo lego med okolnimi zvezdami. Zabeležimo kraj in čas (na tančnost okoli 5 minut) opazovanja, stanje neba itd. Če opazujemo komet dlje časa, npr. ves večer ali več zaporednih noči, ugotovimo navidezni premik kometa glede na zvezde. Ugotavljamo tudi videz repa (če je): raven, kriv, dvojni, preklan itd. Z večjo povečavo ocenimo še obliko, premer glave ter dolžino in širino repa pa še kake podrobnosti. Iz daljnogledskega opazovanja komet tudi narišemo.

Fotografiranje: Svetel komet slikamo na zelo občutljiv film. Če slikamo z mirujočim fotografskim aparatom, ki ima popolnoma odprt objektiv, ne sme biti čas osvetlitve večji od 20 sekund.

Pri daljšem času se slika kometa razmaže zaradi dnevnega vrtenja neba. Če pa fotografski aparat sučemo z isto kotno hitrostjo, kot se navidezno vrti nebo, čas osvetlitve lahko podaljšamo. Fotografski aparat z odprtim objektivom pritrdimo kar na cev daljnogleda z urnim mehanizmom ali z zelo dobrim premikom v časovnem kotu. Opazovalec gleda skozi okular in z ročico za pomik v časovnem kotu vodi daljnogled za snemanim kometom. Čas osvetlitve je tedaj od 1 do 5 minut.

28. Dvojne zvezde in spremenljivke; zvezdne kopice, meglice in galaksije

Namen: Spoznavanje z značilnimi predstavniki teh vesoljskih predmetov. Ugotavljamo tudi lastne opazovalne sposobnosti (oko).

Potrebščine: daljnogled, različni okularji, astronomske efemeride, zvezdna karta (atlas, učbenik, astronomski priročnik itd.), papir.

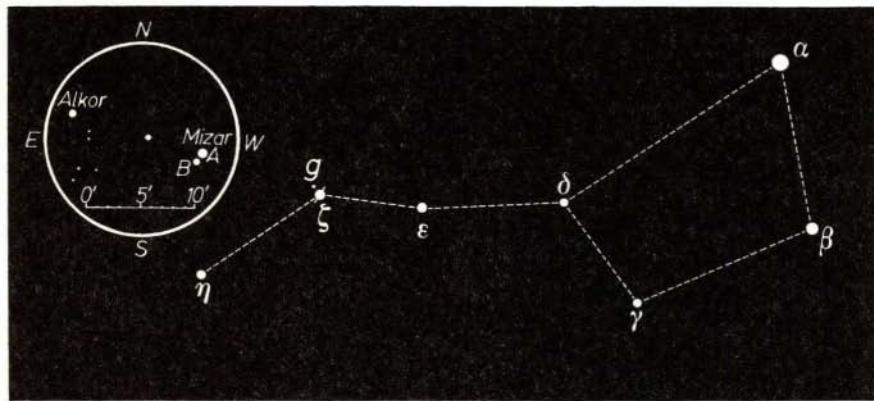
Postopek: Iz zvezdne karte izberemo vesoljski predmet, ki ga nameravamo opazovati zvečer. Predmet naj bo vsaj 15° nad obzorjem. Nanj usmerimo daljnogled, ki je naravnan na neskončnost. Če je možno, opazujemo v jasni noči brez Lune, v trdi temi in daleč od mestnih luči (npr. v gorah).

Dvojne zvezde: Opazujemo najbolj znane. Začnemo npr. z Mizarjem (ζ UMa), ki je pri nas vedno nad obzorjem. Najprej ga pogledamo s prostim očesom. Ob Mizarju vidimo še drobno zvezdico. To je Alkor (γ UMa). Mizar in Alkor sestavljata vizualno dvojno zvezdo, ki jo zelo dobro vidimo s prostim očesom (Sl. 37). Nato pogledamo Mizarja z daljnogledom. Vidimo dve zvezdi, ki sta razmaknjeni za $14''$. Mizar je dvojna zvezda, ki jo vidimo dvojno z daljnogledom. Nato s prostim očesom pogledamo še zvezdo ϵ Lire blizu Vege (Sl. 38). Spet vidimo dve zvezdi. Z 8-centimetrskim daljnogledom pa ugotovimo, da sta obe zvezdi dvojni (glej dodatek!).

Dvojne zvezde, ki jih opazujemo, izberemo iz zvezdnega atlasa, astronomskega priročnika itd. Ugotavljamo lahko različnost si-

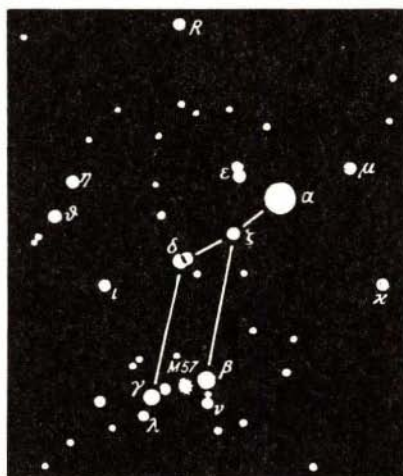
ja in barve komponent (Sl. 30). Opazovanja tudi narišemo.

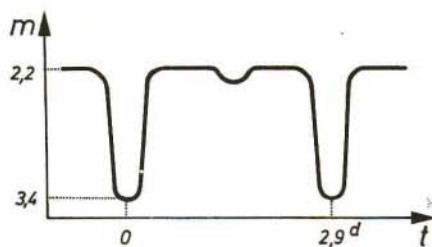
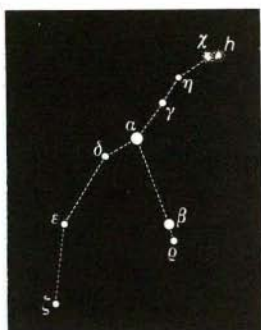
Spremenljivke: Napravimo le najpreprostejša opazovanja dobro znanih in preučenih spremenljivk, ki jih hitro najdemo na nebu. Od najpomembnejših tipov spremenljivk opazujemo vsaj eno, le najznačilnejšo. Take so β Perzeja (Algol) - prekrivalna spremenljivka (Sl. 39), δ Kefeja - kefeida (Sl. 40) in o Kita (Mira, čudežna) - dolgoperiodična spremenljivka (Sl. 41).



Sl. 37.: Lega Mizarja in Alkorja v Velikem vozu; levo - Mizar in Alkor v zornem polju daljnogleda z manjšo povečavo

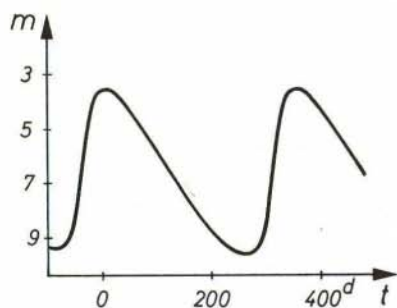
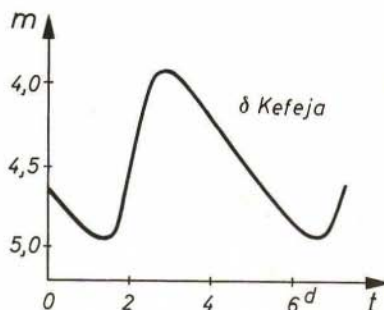
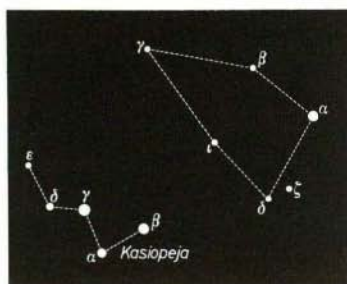
Sl. 38.: Lega dvojne zvezde ϵ v ozvezdju Lire



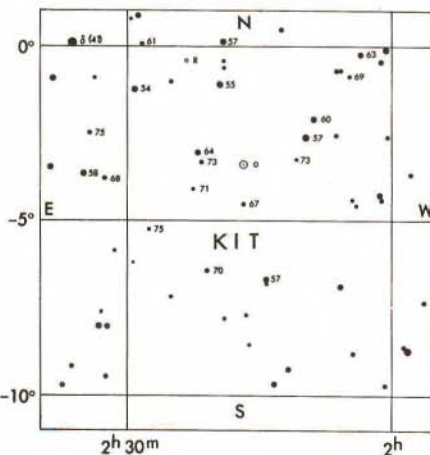


Sl. 39.: Lega Algola in razsutih zvezdnih kopih η in χ v ozvezdju Perzeja; desno - krivulja odvisnosti sija Algola od časa

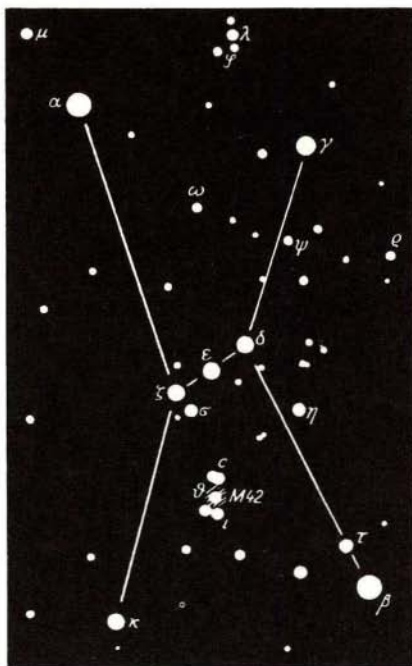
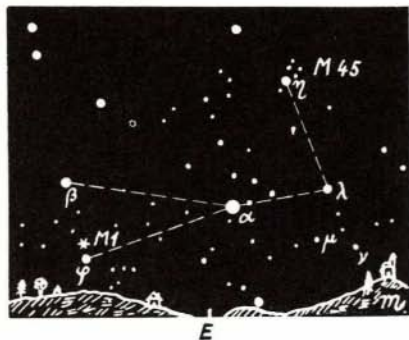
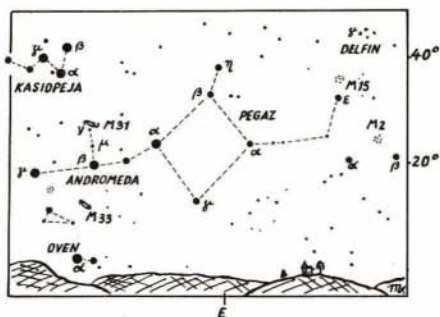
Sl. 40.: Lega kefeide δ v ozvezdju Kefeja; desno - krivulja odvisnosti sija te kefeide od časa



Sl. 41.: Lega Mire v ozvezdju Kita; desno - krivulja odvisnosti sija Mire od časa



Algol periodično spreminja svoj sij. Perioda je približno tri dni, sprememba sija pa okoli 1,5 magnitude. Opazujemo takole: zvečer, ko je Algol blizu minima svojega sija, primerjajmo sij Algola s sijem dveh ali treh okolišnjih zvezd, ki sija ne spreminjajo. Opazovanje ponovimo drugi in tretji zaporedni večer. Opazimo, da je Algol spremenil sij glede na zvezde s konstantnim sijem. To opazimo s prostim očesom ali pa z daljnogledom. Podobno opazujemo druge spremenljivke. Namen opazovanja je, da zasledimo spremembo sija.



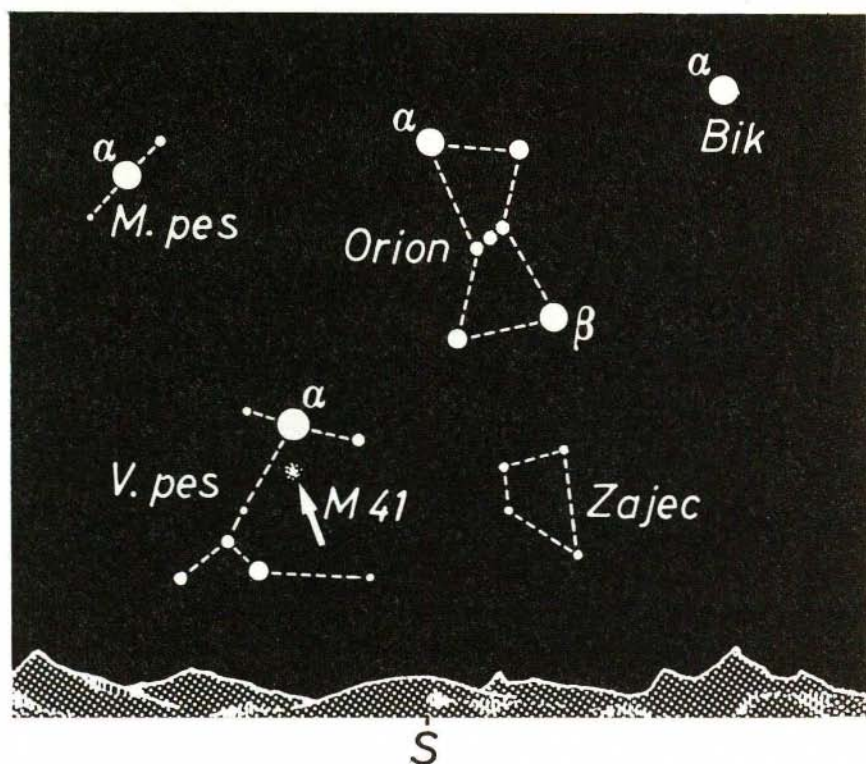
Sl. 42.: Lega razsute kopice Plejad - M 45 v ozvezdju Bika; v jasnih večerih skoraj ne moremo prezreti te drobne skupine zvezd. M1 - Rakova meglica

Sl. 43.: Del jesenskega neba; ob dobrih opazovalnih razmerah vidimo galaksijo M 31 celo s prostimi očmi

Sl. 44.: Najlepše ozvezdje na nebu - Orion; ζ , ϵ in δ - Rimščice (Kosci); meglica M 42 je v zelo dobrih opazovalnih okoliščinah vidna tudi s prostimi očmi

Zvezdne kopice, meglice in galaksije: opazujemo le tiste, ki so v določenem letnem času vidne in v najprikladnejši legi za opazovanje, npr. M 31 jeseni, M 13 spomladi, M 42 pozimi itd. Izbiramo temne in jasne noči brez mesečine. Ne opazujemo s prevelikimi povečavami. Opazujemo vsaj enega

(najznačilnejšega) predstavnika razsutih in kroglastih kopic ter meglic in galaksij. Ugotavljamo njihove značilnosti. Opazovanja narišemo. Pri iskanju teh vesoljskih predmetov si moramo pomagati z zvezdnim atlasom ali astronomskim priročnikom itd. (Gl. Dodatek in sl. od 42 do 49!).



III. C. Druga opazovanja

V tej knjižici so zbrana nekatera osnovna opazovanja brez daljnogleda in z daljnogledom. Omenjamo pa opazovanja, ki jih lahko še izvedemo. Sami izdelamo načrt: namen, potrebščine in postopek. Od dobre priprave je odvisno, kakšno bo opazovanje.

29.a. Brez daljnogleda lahko določimo oziroma opazujemo:

- rektascenzijo in deklinacijo Sonca za dan opazovanja;
- rektascenzijo in deklinacijo zvezde;
- čas in lego vzhoda (zahoda) Sonca med letom;
- višino (središča) Lune ob meridianskem prehodu;
- višino Sonca z gnomonom čez dan;
- natančnost naše ure iz meridianskih prehodov ene in iste zvezde;
- čas po Soncu (čas naše ure ob pravem poldnevu);
- Luno (risba);
- Lunine mene;
- Lunine in Sončeve mrke;
- zelo velike Sončeve pege z osajeno šipico;
- premikanje planetov (posebno Venere in Marsa) med zvezdami;
- število zvezd, ki jih vidimo skozi majhno zanko ali odprtino v kartonu;
- posamezna ozvezdja (risba);

29.b. Z daljnogledom lahko določimo oziroma opazujemo:

- kotno hitrost navideznega vrtenja neba, če poznamo zorno polje daljnogleda;
- praktično zmogljivost daljnogleda;
- Lunine okultacije (pokritja) zvezd;
- Lunin terminator (meja med dnevom in nočjo na Luni);
- severni nebesni pol s fotografiranjem neba v okolici Severnice;
- zorni kot Lune in Sonca;
- premer večjih Luninih kraterjev;
- čas dotika večjih Luninih kraterjev z Zemljino senco (ob Luninem mrku);
- premik Lune med zvezdami (v enem večeru);
- Lunine libracije (nihanja Lune sem in tja ter gor in dol);
- barvo Zemljine sence ob popolnem Luninem mrku;
- premik planeta glede na zvezde (v nekaj dneh npr. za Mars);

- sence velikih satelitov na Jupitrovi navidezni ploskvi;
- kromosfere, protuberance in korone ob popolnem Sončevem mrku;
- Sončev spekter z optično prizmo;
- zvezde v predelu Rimske ceste;
- število zvezd, ki jih vidimo v zornem polju daljnogleda;
- odvisnost sija kake spremenljivke od časa (npr. za Algol, δ Kefeja, Miro itd.);
- meteorje;
- itd.
- kak velik planetoid (npr. Palas);
- Marsovo površje;
- rdečo pego in pasove na Jupitru;
- spremembo lege velikih štirih Jupitrovih satelitov glede na planet oziroma zvezdno ozadje (po nekaj urah);
- Cassinijevo ločnico v Saturnovem kolobarju;
- druge Jupitrove in Saturnove satelite;
- prehode notranjih planetov čez Sončevo navidezno ploskvico (npr. Merkurja);

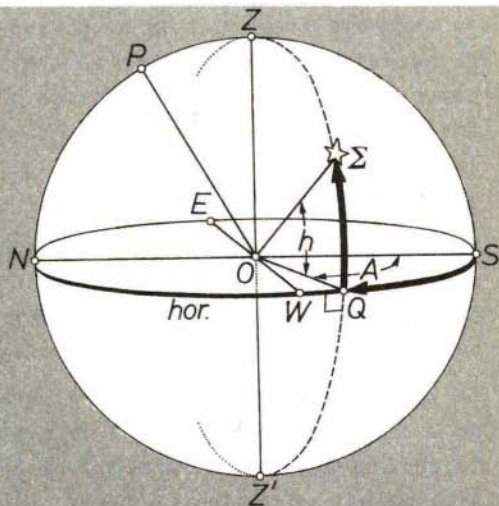
29.c. Opazovanje nenadnih pojavov

Na nebu včasih nenadoma zapazimo nenavadno telo. To nas zbega. Na opazovanje takega telesa smo ponavadi nepripravljeni in zato večinoma prepozni, da bi ga uspešno opisali. Opišemo ga moramo pozneje po spominu. Tak opis pa ni verna slika opazovanja; posebno malo je vreden, če nismo navedli kvantitativnih podatkov. Da opazovanje zadovoljivo opišemo, moramo nekaj vedeti o najpreprostejšem opazovanju, ki ga lahko vedno izvedemo.

Kako, kaj in s čim lahko vedno opazujemo? Ker smo iznenadeni, se moramo hitro znajti. Če je mogoče, opazujemo mirno, sproščeno, hladnokrvno itd. Podatki takih opazovanj so najboljši. Ne vnašajo napak in zmede. Vsaka nemirnost, strah, živčnost, razburjenje, presenečenje, napetost itd. pa vnašajo negotovost.

Za vsako opazovanje povemo dan, kraj, čas opazovanja (od ... do ...; natančnost vsaj ena do dve minuti), smer, v kateri opazujemo, meteorološke razmere, razgibanost zemljišča itd. Ocenimo azimut in višino (Sl. 50), lego (glede na kaj), hitrost

Za vajo nekaj minut opazujemo kak zanimiv predmet na nebu npr. umetni zemeljski satelit, zvezdo, oblak, ptico, letalo itd. Po gornjih navodilih hitro izdelajmo kar se da natančen opis opazovanja!



Sl. 50.: Lego opazovanega telesa Σ na nebu podamo z azimutom in višino. Azimut je kot $\angle$ SOQ v vodoravni ravnini, višina pa kot $\angle$ EOQ v navpični ravnini, ki gre skozi Σ . Azimut štejemo od 0° do 360° od južnega proti zahodu, višina pa od 0° na horizontu do 90° v zenitu.

IV. DODATEK (Preglednice)

1. Nekateri osnovni astronomski podatki¹⁵⁾

(srednja) razdalja Zemlje od Sonca	
(astronomska enota)	$1,5 \cdot 10^{11} \text{ m}$
(srednja) oddaljenost Lune od Zemlje	$3,8 \cdot 10^8 \text{ m} =$
	$= 60 \text{ radijev Zemlje}$
zorni kot Sonca (Lune)	$0,5^\circ$
(srednji) radij Zemlje	$6,37 \cdot 10^6 \text{ m}$
radij Sonca	$109 \text{ radijev Zemlje}$
radij Lune	$1/4 \text{ radija Zemlje}$
(srednji) Sončev dan	$24 \text{ h} = 1440 \text{ min} = 86400 \text{ s}$
zvezdni dan	$23 \text{ h } 56 \text{ min}$
kotna hitrost navideznega vrtenja	
nebesne krogle	$360^\circ / 24 \text{ h} = 15^\circ / \text{h} = 15' / \text{min} = 15'' / \text{s}$
vrtilni čas Sonca na ekvatorju	25 dni
navidezni premik Sonca med zvezdami	$1^\circ \text{ na dan proti vzhodu}$
navidezni premik Lune med zvezdami	$13^\circ \text{ na dan proti vzhodu}$

2. Zorni koti in siji nekaterih planetov

Planet	Zorni kot		Sij		Opombe
	največji	najmanjši	največji	najmanjši	
Merkur	13"	5"	-1,0 ^m	+1,3 ^m	S prostim
Venera	66	10	-4,3	-3,0	očesom vidi-
Mars	26	4	-2,8	+1,6	mo vesoljska
Jupiter	50	30	-2,2	-1,9	telesa do
Saturn	21	15	-0,4	+1,5	+6,5 ^m . Sonce
Uran	4	3	+5,4	+6,0	ima sij -26,8 ^m , Luna ob šči- pu pa -12,6 ^m .

3. Štirje veliki Jupitrovi sateliti

Satelit	Sij	Obhodni čas	Največji kotni odklik od planeta
Jo (I)	5,5 ^m	1,77 dni	2,3'
Evropa (II)	6,1	3,55	3,7
Ganimed (III)	5,1	7,15	5,9
Kalisto (IV)	6,2	16,69	10,3

4. Pomembnejši stalni meteorski roji

Roj	Največ meteorjev (okoli dne)	Pribl. lega radiant za 1950 rektasc. deklinacija	Približno število utrinkov na uro
Kvadrantidi	3.I.	15 ^h 25 ^m +51°	40
Liridi	21.IV.	18 0 +33	10
Eta Akvaridi	4.V.	22 25 - 1	35
Delta Akvaridi	30.VII.	22 35 -17	15
Perzeidi	12.VIII.	3 5 +58	55
Orionidi	22.X.	6 15 +15	10
Geminidi	14.XII.	7 30 +32	60
Ursidi	22.XII.	15 ^h 30 ^m +83°	15

5. Lega in sij 20 najsvetlejših zvezd, vidnih iz naših krajev

Zvezda	Lega za 1950 rektascenzija	Sij deklinacija	Opomba
1.Sirij (α Velikega psa)	6 ^h 42,9 ^m	-16°39'	-1,5 ^m Lega zvez-
2.Arktur (α Volarja)	14 13,4	+19 26	-0,1 de na nebu
3.Vega (α Lire)	18 35,2	+38 44	0,0 se spremi-
4.Rigel (β Oriona)	5 12,2	- 8 15	+0,1 nja zaradi
5.Kapela (α Voznika)	5 13,0	+45 57	0,1 precesije
6.Prokion (α Malega psa)	7 36,7	+ 5 21	0,3 zemeljske
7.Atair (α Orla)	19 48,3	+ 8 44	0,8 osi in dru-
8.Aldebaran (α Bika)	4 33,0	+16 25	0,8 gih vzro-
9.Betelgeza (α Oriona)	5 52,5	+ 7 24	od 0 do +1 kov. Zato
10.Antares (α Škorpionja)	16 26,4	-26 19	0,9 so današ-
11.Spika (α Device)	13 22,6	-10 54	1,0 nje koordi
12.Poluks (β Dvojčkov)	7 42,3	+28 9	1,2 nate zvezd
13.Fomalhaut (α Južne ribe)	22 54,9	-29 53	1,2 nekoliko
14.Deneb (α Laboda)	20 39,7	+45 6	1,3 drugačne.
15.Regul (α Leva)	10 5,7	+12 14	1,3
16.Adhara (ϵ Velikega psa)	6 56,7	-28 54	1,4
17.Belatriks (γ Oriona)	5 22,5	+ 6 18	1,6
18.Šaula (λ Škorpionja)	17 30,2	-37 4	1,6
19.El Nath (β Bika)	5 23,1	+28 34	1,6
20.Kastor (α Dvojčkov)	7 ^h 31,4 ^m	+32° 0'	+1,6 ^m

6. Dvojne zvezde

Dvojna zvezda	Sij komponent		Razmik komponent
β Laboda	3,2 ^m	5,1 ^m	35"
η Perzeja	3,8	7,9	28
α Lovskih psov	2,9	5,6	20
ζ Velikega medveda	2,4	4,0	14
β Škorpiona	2,6	4,9	14
η Kasiopeje	3,5	7,2	11
ι Oriona	2,8	7,0	11
γ Andromede	2,3	5,5	10
γ Delfina	4,3	5,1	10
ξ Volarja	4,8	6,9	7
π Volarja	4,9	5,8	5,5
γ Device	3,6	3,7	5
α Herkula	3,1	5,4	4,5
γ Leva	2,1	3,4	4
λ Oriona	3,7	5,6	4
ϵ Volarja	2,7	5,1	3
ζ Oriona	2,0	4,2	2,5
ϵ_1 Lire	5,1	6,2	malo pod 3
ϵ_2 Lire	5,1	5,4	malo nad 2
} ϵ Lire ¹⁶⁾			
δ Laboda	3,0	6,5	malo nad 2
α Dvojčkov	2,0	2,8	malo pod 2
ζ Volarja	4,6 ^m	4,6 ^m	malo nad 1"

7. Spremenljivke

Spremenljivka ¹⁷⁾	Sij v		Perioda spremembe sija
	maksimu	minimu	
$\circ$ Kita (Mira=čudovita); d	2,0 ^m	10,1 ^m	okoli 332 dni
X Kačenosca; d	5,9	9,2	okoli 334 dni
β Perzeja (Algol=Hudič); p	2,1	3,4	2,87 dneva
β Lire; p	3,3	4,2	12,91 dneva
δ Kefeja; k	3,9	5,1	5,37 dneva
η Orla; k	4,1 ^m	5,4 ^m	7,18 dneva

8. Zvezdne kopice¹⁸⁾

Razsuta kopica	Ozvezdje	Kroglasta kopica	Ozvezdje
h in x	Perzej	M 3	Lovski psi
M 34	Perzej	M 5	Kača
M 45 (Plejade)	Bik	M 4	Škorpion
Hijade	Bik	M 13	Herkul
M 36	Voznik	M 92	Herkul
M 37	Voznik	M 12	Kačenošec
M 35	Dvojčka	M 62	Kačenošec
M 41	Veliki pes	M 10	Kačenošec
M 44 (Jasli)	Rak	M 19	Kačenošec
M 67	Rak	M 55	Strelec
M 6	Škorpion	M 22	Strelec
M 7	Škorpion	M 28	Strelec
M 21	Strelec	M 15	Pegaz
M 23	Strelec	M 2	Vodnar
M 16	Strelec		
M 11	Ščit		
M 39	Labod		

9. Meglice in galaksije¹⁸⁾

Meglica	Ozvezdje	Galaksija	Ozvezdje
M 1	Bik	M 31	Andromeda
M 42	Orion	M 33	Trikotnik
M 20	Strelec	M 81	Veliki medved
M 8	Strelec	M 82	Veliki medved
M 17	Strelec	M 94	Lovski psi
planetarna		M 51	Lovski psi
M 57	Lira		
M 27	Lisička		

10. Zemljepisna dolžina in širina nekaterih krajev v Sloveniji

Kraj	Zemljepisna	
	dolžina	širina
Ajdovščina	-13 ⁰ 54'	+45 ⁰ 53'
Bled	14 7	46 22
Bohinjska Bistrica	13 58	46 16
Brežice	15 36	45 54
Celje	15 16	46 14
Cerknica	14 22	45 48
Črnomelj	15 12	45 34
Dolenji Logatec	14 14	45 55
Dravograd	15 1	46 35
Gorica	13 38	45 47
Idrija	14 2	46 0
Ilirska Bistrica	14 15	45 34
Jesenice	14 4	46 26
Kamnik	14 37	46 14
Kočevje	14 52	45 38
Koper	13 44	45 33
Kranj	14 22	46 14
Krško	15 29	45 58
Laško	15 14	46 9
Lendava	16 27	46 34
Ljubljana	14 31	46 3
Ljutomer	16 12	46 31
Maribor	15 39	46 34
Metlika	15 19	45 39
Most na Soči	13 45	46 9
Murska Sobota	16 10	46 40
Novo mesto	15 10	45 48
Ormož	16 9	46 25
Piran	13 34	45 32
Pivka	14 12	45 41
Postojna	14 13	45 47
Ptuj	15 53	46 25
Ribnica	14 44	45 44
Sežana	13 53	45 43
Slovenj Gradec	15 5	46 31
Škofja Loka	14 19	46 10
Tolmin	13 45	46 11
Trbovlje	15 3	46 10
Velenje	15 7	46 21
Vipava	13 58	45 51
Zidani Most	15 11	46 5
Zalec	-15 ⁰ 10'	+46 ⁰ 15'

LITERATURA IN OPOMBE

- 1 Razen nekaj strokovnih napotkov iz astronomije v brošuri *Naravoslovni krožki*, Prirodoslovno društvo Slovenije, Ljubljana 1971, str. 34 do 40.
- 2 *Astronomske efemeride 1978 +*, Astronomsko geofizikalni observatorij in Prirodoslovno društvo Slovenije, Ljubljana, MK.
Schurig - Götz, *Himmelsatlas* (Tabulae Caelestes), Bibliographisches Institut, Mannheim.
A.A. Mihajlov, *Zvezdnyj atlas*, Akademija nauk SSSR, Moskva - Leningrad, Nauka.
J. Grujić, Z. Ivanović i N. Živanović, *Karta severnog neba za epoku 1950.0*, Beograd, Astronomsko društvo R. Bošković 1971.
Die Sterne (stenska zvezdna karta), Bern, Hallwag Publishers 1969.
P. Kunaver, *Vrtljiva zvezdna karta*, Ljubljana, DZS 1967.
V. Pirnat, *Zanimivosti nočnega neba*, Ljubljana, DZS 1970.
P.G. Kulikovskij, *Spravočnik ljubitelja astronomii*, Moskva, Nauka 1971.
P. Kunaver, *Kažipot po nebu*, Ljubljana, DZS 1975.
- 3 M. Prosén, *Nekaj enostavnih astronomskih meritev brez daljnogleda za srednjo šolo*, Proteus 35 (1972/73), str. 371 in 437.
M. Prosén, *Nekaj enostavnih vaj z daljnogledom za srednjo šolo*, Proteus 36 (1973/74), str. 83, 130 in 178.
- 4 B. Kocbek, *Astronomski teleskop AT - 140 tipa Newton Astronomsko geofizikalne sekcije Prirodoslovnega društva Slovenije. Navodila za izdelavo za amaterje in šole*, Proteus 33 (1970/71), str. 80 in 134.
Amaterski teleskop AT - 140, brošura v kseroksu, Ljubljana, Astronomska sekcija PDS 1970, 8 strani.
M. Starič, *Moj daljnogled*, Proteus 36 (1973/74), str. 128.
Ž. Andreič, *Moj teleskop AT - 140*, Proteus 36 (1973/74), str. 428.
- 5 Tudi: navidezna razdalja, razmik
- 6 Premer zenice človeškega očesa se spreminja od 0,2 cm do 0,8 cm.

- 7 I. Kuščer in A. Moljk, *Fizika, 2.del*, Ljubljana, DZS 1960, str. 517 in 519.
- 8 M. Prosén, *Ločljivost in zmogljivost daljnogleda*, Obzornik za matematiko in fiziko 17 (1970), str. 79.
- 9 M. Prosén, *Zorno polje daljnogleda*, Obzornik za matematiko in fiziko 23 (1976), str. 162.
- 10 M. Prosén, *Šolska astronomska opazovalnica*, Obzornik za matematiko in fiziko 25 (1978), str. 94.
- 11 Npr. *Zemlja i veselennaja*, Nauka, Moskva; ruski jezik. *Sky and Telescope*, Sky Publishing Corporation, Cambridge, Mass.; angleški jezik.
Proteus (rubrika Naše nebo), Prirodoslovno društvo Slovenije - Mladinska knjiga, Ljubljana; slovenski jezik.
Presek, Društvo matematikov, fizikov in astronomov SR Slovenije, Ljubljana; slovenski jezik.
Vasiona, Astronomsko društvo R. Bošković, Narodna opservatorija, Kalemegdan, Beograd; srbohrvatski jezik.
Čovek i svemir, Zvezdarnica u Zagrebu in Astronomsko i astronautično društvo SRH, Zagreb; srbohrvatski jezik.
Galaksijska, Beogradski izdavačko - grafički zavod "Duga", Beograd; srbohrvatski jezik.
- 12 Za Ljubljano je $h_0 = 90^\circ - 46^\circ = 44^\circ$.
- 13 O natančnejših opazovanjih Sonca, orientiranosti njegove vrtilne osi in lege središča navidezne Sončeve ploskvice itd. pogledamo v astronomske efemeride.
- 14 V *Astronomskih efemeridah* so dane lege Jupitrovih satelitov za astronomski daljnogled. Pri opazovanju z dvogledom se vzhod in zahod zamenjata.
- 15 Dane so približne vrednosti, da si jih lažje zapomnimo.
- 16 Kotni razmik med ε_1 in ε_2 Lire je $3,5'$.
- 17 d - dolgoperiodična, p - prekrivalna, k - kefeida.
Opomba: Dolgoperiodično spremenljivko opazujemo vsakih pet dni dva meseca pred in dva meseca po maksimumu sija.
- 18 Opomba: S črko M so označeni vesoljski predmeti iz Messierjevega kataloga; Ch. Messier (1730-1817), francoski astronom

STVARNO KAZALO

- azimut 279, 280
 azimutna postavitev 258, 259
 čas
 - krajevni Sončev 247, 254
 - meridianskega prehoda 247
 - prečkanja zvezde 239, 260
 - srednjeevropski 247
 - točen 237, 248
 časovna enačba 254, 255
 daljnogled 237-245, 259
 deklinacija zvezde 239, 249, 254
 - Sonca 250, 251, 253
 deska 233
 dnevni hod ure 237, 246, 247
 dvojne zvezde 262, 272
 ekvatorska zvezda 239, 261
 galaksije 272, 276
 gnomon (son.kazalo) 228, 229
 iskalnik 258, 259
 Jupiter 269
 kefeida 273
 kometi 271
 kotomer 228, 248
 - šolski 234
 krajevni neb. meridian 235, 251
 križna palica 230, 231
 ločljivost 238, 239, 261
 Luna 255, 266
 Mars 269
 meglice 272, 276
 meteorji 236, 257
 meteorski roj 236, 257
 - radiant 236, 257
 nebesna krogla 228, 229, 235
 - navidezno vrtenje 239, 249
 nebesni ekvator 239, 251, 261
 - meridian 235, 251
 nebesna os 252
 ničelni (greenwiški) mer. 254
 okvir 230, 232
 opoldanska višina Sonca 250
 paralaktična postavitev 258
 pasažni instrument 228, 235, 244
 poldnevica 228, 235, 247
 popravek ure 237, 246
 povečava 238, 240
 pravo poldne 254
 prehod čez merid. 235, 252, 254
 relativna odprtina 238, 240
 rektascenzija Sonca 250
 Saturn 271
 severni neb. pol 235, 252
 Sonce 241, 256, 263
 spremenljivke 272
 Sončev dan 250
 tek ure 237, 246
 um. zem. sateliti 267
 ura 237
 Uran 271
 Venera 269
 višina 229, 233, 280
 - Sonca 229, 234, 251
 - Severnice 254
 - zvezde 251, 254
 višinomer 228, 233
 - sončni 234, 251, 254
 Wolfovski rel. št. 243, 264
 zanka 228, 236, 257
 zemljepisna dolž. 228, 235, 254
 - širina 228, 251
 zmogljivost 238, 239
 zorni kot 228, 229
 zorno polje zanke 236, 257
 - daljnogleda 238, 239, 260
 zvezdne kopice 272
 zvezdni dan 250

in lovi odbite valove. Ker ozračje radijskih valov ne moti, so z arecijskim teleskopom napravili sliko površja Venere, ki ga z navadnimi teleskopi ne moremo opaziti. Vidni svetlobi se Venera skriva pod plaščem ozračja. Boljše ločljivosti radijskih teleskopov dosežejo tako, da postavijo v vrsto, dolgo tudi 1 kilometer in več, manjše teleskope s premerom več kot deset metrov. Z radijskimi teleskopi opazujemo tudi razporeditev snovi v medzvezdnem prostoru.

Velike in bogate države se preizkušajo v vesoljskih poletih. Zato o sestavi Meseca in Marsa ni treba sklepati le na osnovi valovanj, ki prihajajo od tam. Z Meseca si je človek prinesel kamenine. Na Venero so že poslali sate-lite, ki so pregledali sestavo ozračja in izmerili temperaturo in tlak. Tudi proti Jupitru in Saturnu že pošiljajo vesoljske ladje, ki zbirajo podatke o teh planetih in jih pošiljajo na Zemljo.

Za tiste med vami, ki bi radi postali pravi astronomi, bo morda knjižica prvi korak. Želimo vam veliko veselja ob branju knjižice, predvsem pa uspešnih opazovanj in merjenj.

Norma Mankoč Borštnik

P R E S E K - List za mlade matematike, fizike in astronome.
5. letnik, šolsko leto 1977/78, 5. številka, str. 225 - 288.

Izdaja Društvo matematikov, fizikov in astronomov, SR Slovenije.

Uredniški odbor: Vladimir Batagelj (Bistrovidec), Danijel Bezek, Andrej Čadež (astronomija), Jože Dover (Premisli in reši), Tomaž Fortuna, Pavel Gregorc (uganke, križanke), Marjan Hribar (fizika), Andrej Kmet (Presekova knjižnica - matematika), Ljubo Kostrevc, Jože Kotnik, Edvard Kramar (Tekmovanja - naloge), Matilda Lenarčič (pisma bralcev), Norma Mankoč-Borštnik (Presekova knjižnica - fizika), Franci Oblak, Peter Petek (Naloge bralcev), Tomaž Pisanski (matematika), Tomaž Skulj, Janez Strnad (glavni urednik), Zvonko Trontelj (odgovorni urednik), Marijan Vagaja, Ciril Velkovrh (urednik, Nove knjige, Novice, zanimivosti).

Rokopis je natipkala Metka Žitnik, jezikovno ga je pregledala Sandra Oblak, opremila pa sta ga Borut Delak in Višnja Kovačič, slike je narisal Slavko Lesnjak.

Dopise pošiljajte in list naročajte na naslov: Komisija za tisk pri Društvu matematikov, fizikov in astronomov SRS - PRESEK, Jadranska 19, 61001 Ljubljana, p.p. 227, tel. 265-061/53, štev. žiro računa 50101-678-48363, devizni račun pri Ljubljanski banki štev. 32009-007-900. Naročnina za šolsko leto je za posamezna naročila 30.-din, za skupinska pa 25.-din; za inozemstvo 2 \$ = 36.-din, 1300Lit, 36.-Asch. Posamezna številka stane 8.-din.

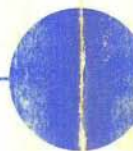
List sofinancirajo republiška izobraževalna skupnost in temeljne izobraževalne skupnosti v Sloveniji ter raziskovalna skupnost Slovenije.

Ofset tisk časopisno in grafično podjetje "DELO", Ljubljana. List izhaja štirikrat letno v nakladi 23.000 izvodov.

©1978 Društvo matematikov, fizikov in astronomov SRS.



PRESEKOVA KNJIŽNICA



1. Vidav Ivan, JOSIP PLEMELJ - Ob stoletnici rojstva (2. natis), 1975
2. Zajc Pavle, TEKMUJMO ZA VEGOVA PRIZNANJA - Zbirka rešenih nalog iz matematike s tekmovalnj učencev šestih, sedmih in osmih razredov osnovnih šol SRS, 1977
3. Prosén Marijan, ASTRONOMSKA OPAZOVANJA - Kako v astronomiji s preprostimi napravami opazujemo in merimo, 1978