

1

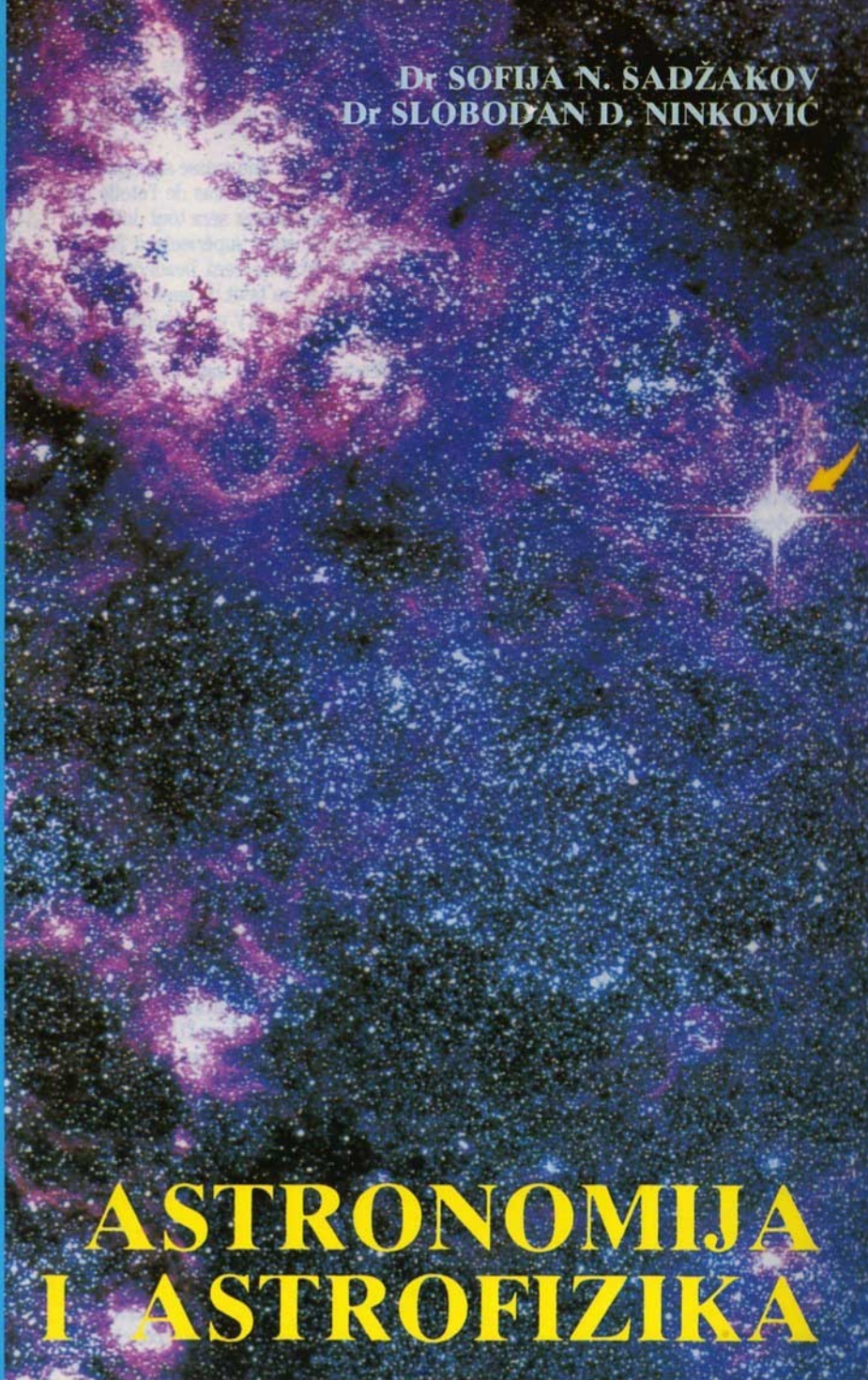
Dr SOFIJA N. SADŽAKOV
Dr SLOBODAN D. NINKOVIĆ

SAVEZ ORGANIZACIJA ZA NAUCNO-TEHNIČKO VASPITANJE I OBRAZOVANJE MLADIH SR SRBIJE

Biblioteka: NAUKU I TEHNIKU MLADIMA



ASTRONOMIJA I ASTROFIZIKA



Dr SOFIJA N. SADŽAKOV
Dr SLOBODAN D. NINKOVIĆ

ASTRONOMIJA I ASTROFIZIKA

PRIRUČNIK I TESTOVI ZA UČENIKE
OSNOVNIH I SREDNJIH ŠKOLA

BEOGRAD 1988.

Ova oblast i njena celokupna delatnost, odvija se u okviru rada Republičkog, regionalnih i opštinskih saveza, saveta, komisija za naučno-tehničko vaspitanje i obrazovanje mladih.

Celokupna delatnost Mladih Tehničara i Kluba Narodne tehnike u osnovnoj i srednjoj školi odvija se u radu naučno-tehničke sekcije iz pojedinih oblasti nauke i tehnike. Savez organizacija za naučno-tehničko vaspitanje i obrazovanje mladih, sa udruženim organizacijama inženjera i tehničara, Narodne tehnike, razvija među pionirima i omladinom delatnost u oblasti naučno-tehničke kulture i saobraćajno-tehničkog i radno-proizvodnog stvaralaštva mladih.

Naučno-tehničke sekcije kluba mladih Tehničara i Narodne tehnike (KMT) i (KNT) su osnovne naučno-tehničke organizacije u kojima se učenici udružuju i sami planiraju i izvode, a u skladu sa intencijama Zajedničkog plana i programa škole i u duhu programskih načela Samoupravnog sporazuma i Statuta Saveza — Saveta organizacija na naučno-tehničko vaspitanje i obrazovanje mladih.

Naučno-tehničku sekciju Kluba Mladih Tehničara i Narodne tehnike, predstavljaju najpogodniji organizacioni oblici za okupljanje učenika na naučno-tehničkom i proizvodnom radu, u kojem oni stiču mnoga znanja, umenja i navike koje su usko povezane sa nastavom tehničkog obrazovanja, fizike, hemije, matematike, biologije, elektrotehnike, saobraćaja, mašinstva, građevinarstva, poljoprivrede i drugih, i to svoje znanje proširuju u skladu sa svim onim što donose savremena dostignuća nauke i tehnike.

Naučno-tehničke sekcije Kluba Mladih Tehničara i Narodne tehnike u osnovnoj i srednjoj školi, okupljaju i pripremaju mlade sa afinitetom prema tehnici i nauci,

a kroz kolektivan rad i sistem organizacija daje osnov za saznanje o ekonomici i samoupravljanju. U sekcijama klubova, pioniri i omladinci razvijaju radno i tehničko stvaralaštvo, samostalno planiraju, rade, konstruišu i rukuju tehničkim uređajima i sredstvima.

Naučno-tehnička sekcija i rad u klubu doprinose pravilnoj orijentaciji učenika za izbor životnog poziva i omogućuju im da otkrivaju i afirmišu svoju ličnost, svoje prave vrednosti i mogućnosti, stiču veru u svoje znanje i stvaralaštvo i upoznaju pojedine delatnosti iz oblasti nauke, tehnike, tehnologije i dr. iz masovnog rada otkrivaju se stvaralački i talenti.

Organizaciju, život i rad u naučno-tehničkim sekcijama kluba treba postaviti tako da podstiču želju svakog člana da ima svoje mesto u kolektivu, da ostvaruje određeni rad, da ispunjava zahteve zajedništva i da oseća stvaralačko zadovoljstvo.

Ovako formirane naučno-tehničke sekcije, omogućavaju veću inicijativu članstva, razvijaju kod njih odgovornost pred kolektivom za svoj rad i ponašanje, istrajnost u poslu, svest o društvenoj vrednosti svakog pojedinca, njegov odnos prema kolektivu i kolektiva prema pojedincu.

Neophodno je razvijati takmičarski duh učenika i funkcije samoupravljanja izborom organa naučno-tehničke sekcije odnosno kluba, diskusijom, odlučivanjem, odgovornim izvršavanjem zadataka.

Naučno-tehnička sekcija ili klub, organizuju seminare ili kurseve za sve članove i to u tri faze: za početnike za one koji su već nešto postigli, srednji ili viši za one koji se posebno ističu.

U Klubovima Mladih Tehničara i Narodne tehnike postoji više sekcija koje se mogu formirati prema granama nauke i tehnike. Koje će sekcije u klubu organizovati zavisi od sredine i od interesovanja svih članova.

Osim osnovnog programa rada naučnotehničke sekcije i klubovi treba da razvijaju i druge aktivnosti od zajedničkog interesa kao što su posete drugim organizacijama naučno-tehničkog stvaralaštva i sl. Savez i saveti za naučno-tehničko vaspitanje i obrazovanje mladih prate i razvijaju rad sekcija, kluba i drugih specijalizovanih organizacija iz nauke i tehnike.

U radu naučno-tehničkih sekcija učestvuju nastavnici tehničkog obrazovanja, fizike, hemije, biologije, matematike, građevinarstva, mašinstva, elektrotehnike, elektronike, poljoprivrede i drugih predmeta, zatim aktivisti — stručnjaci lokalne privrede, savezi inženjera i tehničara i udruženja određenih struka i roditelji učenika.

Cilj i zadaci su:

— da se učenici upoznaju sa osnovnim tehničkim zakonitostima na kojima počivaju tehnika i tehnologija,

— da učenicima pruži potrebna teorijska saznanja o materijalima i tehničkim komponentama, odnosno dovoljnu teorijsku podlogu u cilju razvijanja interesa učenika za njihov samostalan praktičan rad,

— da učenike osposobi da na crtežima, šemama prenose svoje zamisli, da ih nauči čitanju ovih i ostvarivanju zamisli predstavljenih crtežima,

— da osposobi učenike za pratičan rad i stručnu analizu principa rada svih samostalnih tvorevina,

— da konkretnije uvode učenike u naučno-tehničke oblasti za koje se interesuju i pokazuju posebne naklonosti,

— da razvijaju interesovanje za pojedine grane tehnike i njihov značaj u savremenom životu i da obaveštavaju učenike o njihovim dostignućima u tim oblastima,

— da učenici detaljnije upoznaju pojedine tehničke oblasti kako bi zadovoljili svoje želje i razvijali konkretne sposobnosti (radne, konstruktorske, pronalazačke i druge),

— da podstiču razvoj stvaralaštva u tehničkoj oblasti za koju učenici poseduju izrazite sposobnosti,

— da praktičnim radom učenici ovladavaju radnim operacijama koje su specifične za konkretnu tehničku aktivnost.

Sadržaji rada

Kroz različite oblike rada, koji zavise i od specifičnosti pojedinih naučno-tehničkih oblasti, sadržaji treba tokom školske godine da se usklađuju i sa takmičarskim

propozicijama koje određuju Savez za naučno-tehničko vaspitanje i obrazovanje mladih. Propozicije omogućavaju da se na kraju školske godine pokažu rezultati, odnosno uspešnost pojedinaca i pojedinih sekcija, kluba Mladih tehničara, Narodne tehnike, školske, opštinske, regionalne, republička i savezna smotra, treba da predstavljaju stimulans da se stručnim nadmetanjima dođe do što boljih ostvarenja, za koje se dobijaju i odgovarajuća priznanja. Uz to, učešće na smotrama pruža i mogućnost za poznanstva i razmenu iskustva sa vršnjacima iz drugih mesta, upoznavanje raznih krajeva naše zemlje, kao i za susrete sa vrhunskim stručnjacima iz pojedinih oblasti nauke i tehnike.

U školi se mogu osnivati sekcije iz raznih oblasti a klub treba da ima najmanje pet—sedam sekcija, da pruži što veći izbor učenicima da ostvare svoje afinitete. Prvenstveno se nude navedene sekcije, mada postoji mogućnost da se obzirom na lokalne specifičnosti osnivaju druge.

Milašin Petrović

U današnje vreme, kada su astronomija i astrofizika postigle nezapamćen razvoj koji je usledio kao posledicu napretka fizike i tehnike, ovaj priručnik ima zadatak da pomogne učenicima osnovnih i srednjih škola da prošire svoje znanje iz ove najstarije nauke.

Astronomija je, kao fundamentalna nauka, obogatila riznicu ljudskih znanja i pomogla podizanju ljudske kulture. Ona ima veliki ideološki i vaspitni značaj u obrazovanju pravilnog pogleda na svet i u suzbijanju praznoverica i misticizma. Ponikla je iz praktičnih potreba ljudskog društva, sa svojim praktičnim primenama postala je neophodna savremenom čoveku pri određivanju, održavanju i prenošenju tačnog vremena, određivanju tačnih koordinata na Zemlji, premeru Zemlje u naučne, privredne i odbranbene svrhe. Ona služi pri sastavljanju kalendara i hronološkom računanju, prekomorskoj i vazdušnoj plovidbi i kosmoplovstvu, pruža metode za iskorišćavanje energija okeanske plime, kao i Sunčeve energije. Pomaže geofizici i ispitivanju stanja i sastava Zemljine kore, a fizici u ispitivanju procesa u atomskim jezgrima, itd. Astronomija je, kroz čitavu istoriju davala svojim zanimljivim, složenim i korisnim problemima podstrek za razvoj niza drugih nauka. Smatramo, da će ovaj priručnik pomoći za proširivanje znanja o Vasioni i pojavama koje se u njoj dešavaju.

Beograd, 1988. godine

AUTORI

Šta izučava astronomija?

Astronomija je najstarija i najtačnija prirodna nauka. Ona izučava položaje, prividna i prava kretanja, daljine, dimenzije, mase, fizičku prirodu, hemijski sastav, postanak i razvoj nebeskih tela i mnoge pojave vezane za nebeska tela.

Koje su osnovne karakteristike nebeskih tela i važnijih sazvežđa?

Tri osnovne prividne karakteristike svake zvezde su boja, prividna veličina i položaj.

Boja zvezde određuje se po najintenzivnijoj vrsti zračenja u njenom spektru. Glavne boje zvezda su: plava (spektarski tip O i B), bela (A), žuta (G i F) i crvena (K, M i N).

Prividne veličine zvezda uveli su još stari grčki astronomi i delili ih po stepenu sjaja na šest prividnih veličina. Zvezde 1. prividne veličine bile su najsjajnije, a 6. najslabije. Kad je započela zvezdana fotometrija (merenje sjaja zvezda), videlo se da je sledeća prividna veličina 2,5 puta slabija od prethodne. Za najsjajnije zvezde, planete, Mesec i Sunce ova skala bila je produžena u negativnom smislu. Mesec je u njoj — 12·6, a Sunce — 26·8 prividne veličine.

Za bolju orijentaciju u određivanju položaja zvezda na nebu, stari narodi su delili zvezde u grupe sazvežđa, kojima su davali različita imena (bilo svojih junaka, bilo životinja ili predmeta koje im se činilo da ova sazvežđa čine).

Danas je položaj zvezda dat njihovim koordinatama. Najsjajnije zvezde imaju svoja imena ili se obeležavaju

grčkim slovima uz oznaku sazvežđa. Zvezde slabijeg sjaja obeležavaju se latinskim slovima, još slabijeg — brojevima uz oznaku kataloga u kome se nalaze koordinate zvezde, njena prividna veličina, boja i drugi podaci o njoj.

Kako se dele sazvežđa i kako se zovu?

Na severnom delu nebeske sfere najupadljivije i najveće sazvežđe su **Velika Kola** ili **Veliki Medved** (*Ursa Major*) (vidi zvezdanu kartu na kraju knjige). Ako produžimo 5 puta razmak između zvezda alfa i beta i u tom smeru, dolazimo do dvojne zvezde 2. prividne veličine, koja je u naše vreme samo 1° udaljena od pola (tačke u kojoj produžena Zemljina obrtna osa probija severnu nebesku polusteru: ta zvezda je **Severnjača** ili **Polara** (α *Ursae Minoris*). Ona se nalazi u repu Malog Medveda (*Ursa Minor*), nešto manje sjajnog sazvežđa. S druge strane ovog sazvežđa, na približno istom odstojanju kao i **Veliki Medved**, nalazi se treće cirkumpolarno sazvežđe **Kasiopeja** (*Cassiopeia*) u obliku latinskog slova W. Ova grupa sazvežđa u našim krajevima nikad ne zalazi, već se uvek nalazi iznad horizonta. Njoj pripadaju još neka manje upadljiva sazvežđa.

Usled čega dolazi do promena izgleda zvezdanog neba?

Usled Zemljinog obilaženja oko Sunca, u razna godišnja doba vide se s večeri nad južnim delom horizonta razne grupe sazvežđa: **zimski** — prema kojoj je okrenut rep Malog Medveda, **prolećni** — ispod Velikog Medveda i **jesenji** — ispod Malog Medveda.

Zimsku grupu sazvežđa čine: Kočijaš (*Auriga*), Bik (*Taurus*), Blizanci (*Gemini*) Orion (*Orio*), Mali Pas (*Canis Minor*) i Veliki Pas (*Canis Major*). Najsjajnija zvezda u Kočijašu je α *Aurigae* ili *Capella*, u Biku α *Tauri* ili *Aldebaran* (u njemu su i velika rasturena ili razvejana jata — *Plejade* i *Hijade*). U Blizancima su najsjajnije dve zvezde: *Castor* i *Pollux*, obe višestruke. U Orionu, koji obiluje sjajnim zvezdama, najsjajnije su *Betel-*

geuze i *Rigel*. U njegovom „moru“ nalazi se višestruka zvezda *Orionis*, kao i velika difuzna maglina i tamna maglina „*Konjska Glava*“ koja je u njenoj blizini. Najsjajnija zvezda u Malom Psu je α *Canis Minoris* ili *Sirius*: ovo je najsjajnija zvezda na čitavom nebu.

Prolećnu grupu sazvežđa čine: Rak (*Cancer*), Lav (*Leo*) i Devojka (*Virgo*).

Letnju grupu sazvežđa čine: Volar (*Bootes*), Severna Kruna (*Corona Borealis*); Herkul (*Hercules*), Lira (*Lyra*), Labud (*Cygnus*) i Orao (*Aquila*). U Severnoj Kruni nalazi se zbijeno zvezdano jato od oko 40000 zvezda, koje se vide i najslabijim durbinima. Najsjajnija zvezda u Liri je *Vega*, u Labudu *Deneb* i u Orlu *Altair*.

Jesenju grupu sazvežđa čine: Pegaz (*Pegasus*), Andromeda (*Andromeda*), Persej (*Perseus*), Ribe (*Pisces*). Pegaz je čuven po sjajnoj vangalaktičkoj spiralnoj maglini. U Perseju se nalazi dvojno jato zvezda, a u Ribi tačka prolećne ravnodnevice ili γ tačka.

Kakva se vrše posmatranja na nebeskoj sferi?

Posmatranja nebeskih tela vrše se ili radi ispitivanja njihove prirode — astrofizička posmatranja ili radi određivanja njihovih položaja i kretanja — astrometrijska posmatranja. Prva se obavljaju astrofizičkim instrumentima, i dovode nas do zakona koji vladaju tizičkom prirodom nebeskih tela, a druga astrometrijskim instrumentima, i dovode nas do poznavanja položaja i kretanja nebeskih tela.

Koje Zemljino kretanje izaziva prividno dnevno obrtanje nebeske sfere?

Danas ima veliki broj neposrednih mehaničkih dokaza Zemljine rotacije, kao što su, na primer, skretanja tokova reka koje teku duž Zemljinih meridijana ili vetrova koji duvaju ovim pravcem zatim skretanje horizontalnog bica izbačenog u pravcu meridijana. Najzakatniji dokazi su: skretanje tela koje slobodno pada, prividno kretanje ravni klačenja klatna i Zemljin oblik.

Dnevno obrtanje nebeske sfere sa svim nebeskim telima oko Zemlje je samo prividno i posledica je pravog Zemljinog obrtanja oko polarne osovine.

Kako se zove Zemljino godišnje obilaženje oko Sunca?

Zemljino godišnje obilaženje oko Sunca se zove revolucija.

Godišnje obilaženje Sunca oko Zemlje je samo prividno i posledica je pravog obilaženja oko Sunca. Vremenski razmak koji Zemlja upotrebi da opiše svoju putanju polazeći od γ tačke i vraćajući se u γ tačku naziva se tropska (prirodna) godina, koja iznosi 366, 2422... zvezdana dana ili 365, 2422... srednja Sunčana dana.

Koji su dokazi da Zemlja obilazi oko Sunca?

Dokazi da Zemlja obilazi oko Sunca su: aberacija svetlosti, paralaksa zvezda i periodično godišnje pomeranje linija u spektrima nebeskih tela.

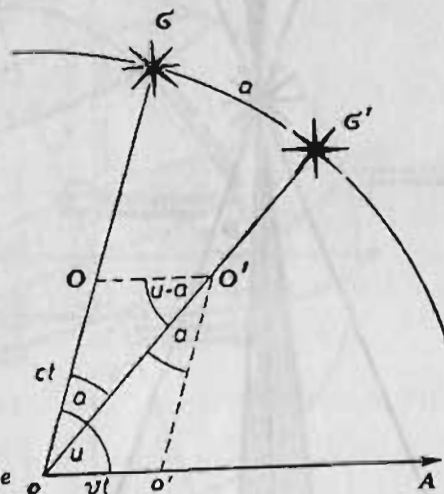
Šta je aberacija svetlosti?

Aberacija svetlosti se sastoji u tome da zvezdu ne vidimo na njenom pravom položaju već na tzv. **prividnom položaju**, koji je od pravog udaljen za veoma mali ugao. Ovaj ugao za razne položaje na nebeskoj sferi varira od $0''$ do $20''.5$. Uzrok ovog skretanja (aberracija) svetlosnog zraka koji dolazi od zvezda je u tome što se Zemlja kreće pa se brzina njenog kretanja slaže u rezultatu sa brzinom kretanja svetlosti koja dolazi od zvezde. (vidi sl. 1.)

Aberaciju svetlosti je otkrio 1725. godine engleski astronom Bredli.

Ako se u toku godine izračunaju svi prividni položaji jedne zvezde na nebeskoj sferi može se dokazati da ona prividno opisuje jednu malu elipsu čija je velika poluososa $20''.5$, a mala poluososa manja ukoliko je zvezda bliža ek-

liptici. Ova aberacijska elipsa je preslikana Zemljina putanja oko Sunca na nebesku sferu i prvi egzaktni dokaz da ona postoji i da se Zemlja kreće oko Sunca tj. egzaktni dokaz osnovnih stavova Kopernikovog sistema.



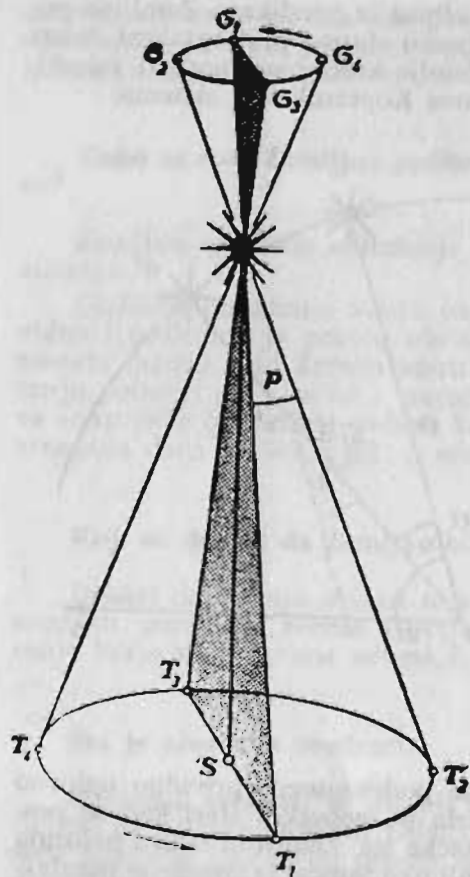
Sl. 1 Pojava aberacije svetlosti

Šta je paralaksa?

Pod paralaksom se podrazumeva prividno uglovno pomeranje nebeskog tela po nebeskoj sferi kad se posmatra sa dve razne tačke na Zemlji ili iz dva položaja Zemlje na njenoj putanji oko Sunca. Iz izmerene paralakse može se izračunati daljina nebeskog tela. Za veoma daleka tela ova tzv. trigonometrijska paralaksa je nemerljivo mala, pa se njihove približne daljine određuju astrofizičkim metodama. (vidi sl. 2)

Kako se pomeraju linije u spektrima nebeskih tela u toku godine?

Posmatrajući pomeranje spektralnih linija u spektrima zvezda na ekliptici, vidimo da se u svakom trenutku u godini približujemo po jednoj zvezdi, a istom brzinom



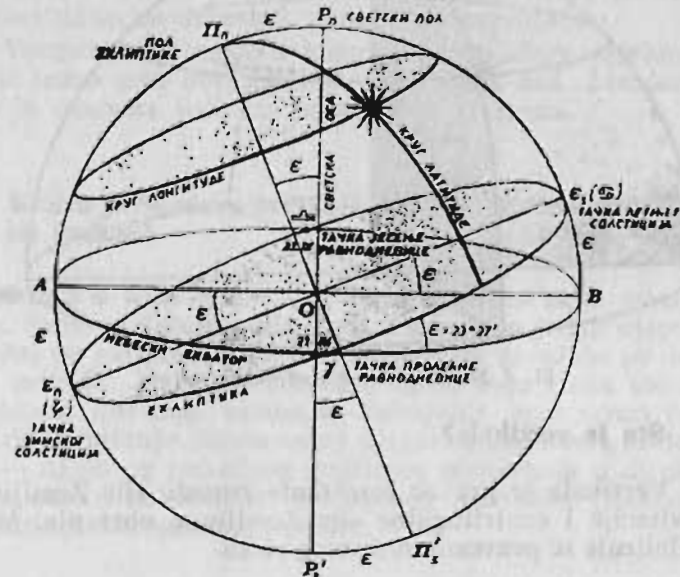
Sl. 2 Paralaksa zvezda

udaljujemo od one koja na ekliptici leži sa suprotne strane. Ova se brzina menja u toku godine od 29.3 do 30.3 km/sec. i iznosi prosečno oko 30 km/sec. Na ovaj se način može pratiti cele godine promena smera brzine Zemljinog kretanja oko Sunca.

Šta je ekliptika?

Ekliptika je veliki krug nebeske sfere nagnut pod uglom od $23^{\circ}27'$ prema nebeskom ekvatoru. Po njoj Sun-

ce vrši prividno godišnje kretanje oko Zemlje. To je u stvari projekcija Zemljine putanje oko Sunca na nebesku sferu. (vidi sl. 3)



Sl. 3 Elementi nebeske sfere izvedeni iz Sunčevog prividnog godišnjeg kretanja

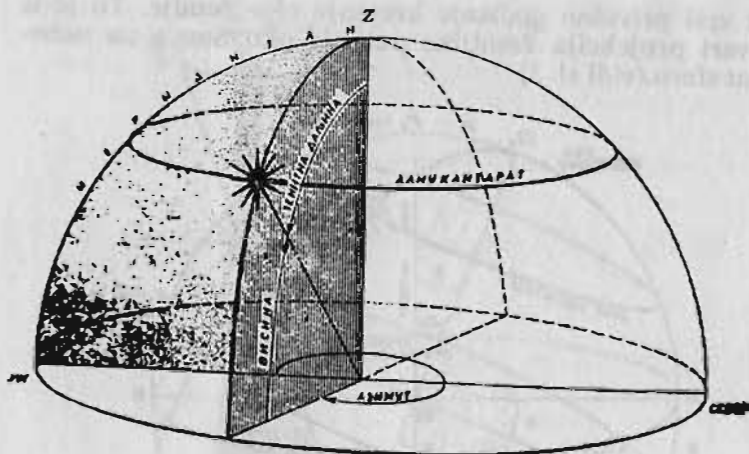
Šta je nebeski ekvator?

Nebeski ekvator je veliki krug nebeske sfere čija ravan prolazi kroz Zemljino središte i upravna je na svetsku osovinu. On deli nebesku sferu na dve hemisfere (polulopte) severnu i južnu, koje se nazivaju po istoimenim polovima koji se na njima nalaze. (vidi sl. 3)

Definišite azimut?

Azimut je horizontalni ugao koji sa meridijanskom ravni zaklapa vertikal koji sadrži nebesko telo. Računa se pozitivan od juga ka zapadu.

Azimut za razna nebeska tela može imati i razne vrednosti — od 0° do 360° . (vidi sl. 4)



Sl. 4 Horizontni koordinatni sistem

Šta je vertikala?

Vertikala je pravac rezultante između sile Zemljine gravitacije i centrifugalne sile Zemljinog obrtanja. Materijalizuje se pravcem umirenog viska.

Šta je vizura?

Vizura je prava koja spaja posmatračevo oko s nebeskim telom.

Šta je visina?

Visina je ugao koji vizura zaklapa sa ravni horizonta.

Kakve su to cirkumpolarne zvezde?

Zvezde koje cele svoje krugove opisuju iznad horizonta nazivaju se **cirkumpolarne**, one opisuju nad horizontom vidljivi luk, za razliku od anticirkumpolarnih zvezda, čije su putanje nad horizontom i opisuju nevidljivi luk.

Šta je zvezdani dan?

Nebeska sfera kao celina obrće se od istoka na zapad oko osovine koja prolazi kroz posmatračevu stanicu i jednu tačku na nebeskoj sferi blizu Severnjače.

Vremenski razmak u kome nebeska sfera prividno izvrši jedan pun obrt naziva se **zvezdani dan**. Zvezdani dan je osnovna jedinica za merenje vremena.

Kakvo je Sunčevo kretanje u odnosu na Zemlju u toku godine?

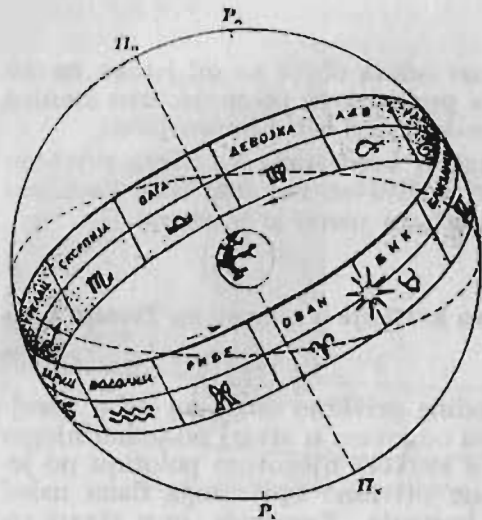
Sunce u toku godine prividno opiše na nebu zavojnicu. Svakom datumu odgovara u stvari po jedan njegov položaj na ekliptici, a svakom njegovom položaju po jedan dan zavojak, koji ono prividno opiše toga dana usled prividnog dnevnog kretanja. Zavojnica je u stvari rezultujuća putanja Sunca usled njegovog prividnog kretanja — njegovog prividnog godišnjeg pomeranja u direktnom smeru po ekliptici i njegovog prividnog dnevnog kretanja u retrogradnom smeru.

Šta je to »Zodijak«?

Zodijak je pojas od $\pm 8^\circ$ oko ekliptike duž koje je raspoređeno 12 sazvežđa: Ovan, Bik, Blizanci, Rak, Lav, Devojka, Vaga, Škorpija, Strelac, Jarac, Vodolija i Ribe. Kroz ovaj se pojas prividno kreću Sunce, Mesec i planete. (sl. 5)

Šta se podrazumeva pod zvezdanim vremenom i ko ga koristi?

Zvezdano vreme je časovni ugao gama-tačke (ili tačke prolećne ravnodnevnice). Ovo vreme pokazuju zvezdani časovnici kojima se služe astronomi na opservatorijama, geodeti u premeru Zemlje i pomorci za prekomorsku plovidbu. Prema stepenu tačnosti to mogu biti



Sl. 5 Zodijsak

hronometri, čije odstupanje od tačnog vremena ili popravka za jedan dan može dostići oko $0' \cdot 5$, precizni časovnici s klatnom koji rade na stalnoj temperaturi i pod stalnim vazдушnim pritiskom, čija tačnost može dostići $0' \cdot 01$ na dan, zatim kvarcni časovnici čija tačnost dostiže $0' \cdot 0001$ na dan i, najzad; najnoviji atomski časovnici čija tačnost premaša i $0' \cdot 00001$ na dan. Treba reći i to da je zvezdani dan $3^{\circ}56'$ zvezdanog vremena kraći od običnog dana.

Definiši elemente nebeske sfere izvedene iz Sunčevog prividnog godišnjeg kretanja

Iz Sunčevog prividnog godišnjeg kretanja izvedeno je nekoliko elemenata (tačaka i krugova) nebeske sfere koji služe za određivanje položaja kretanja nebeskih tela.

Pomenimo najpre **ekliptiku** ili veliki krug nebeske sfere, čija ravan prolazi kroz njeno središte i zaklapa sa nebeskim ekvatorom ugao od $23^{\circ}27'$. (v. sl. 3).

Tačka prolećne ravnodnevice (γ) je onaj njihov presek u kome se Sunce nalazi na dan prolećne ravno-

dnevice (21 marta), prelazi prividno sa južne na severnu nebesku hemisferu.

Tačka letnjeg solsticija je tačka u kojoj Sunce 23. juna dostiže najveću podnevnu visinu nad horizontom.

Tačka jesenje ravnodnevice je onaj njihov presek u kome se Sunce nalazi na dan jesenje ravnodnevice (23 septembar) kada prelazi prividno sa severne na južnu hemisferu.

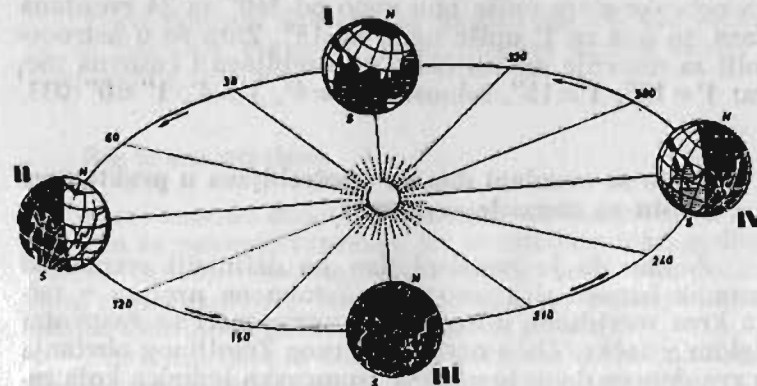
Tačka zimskog solsticija je tačka u kojoj Sunce 22. decembra dostigne za posmatrača na severnoj Zemljinoj hemisferi najmanju podnevnu visinu nad horizontom.

Šta se podrazumeva pod geocentričnim sistemom sveta?

To je staro shvatanje po kome Sunce, Mesec i planete obilaze oko Zemlje kao središta vasiona. Formulirano je u Ptolomejevom „Almagestu“ i podržavano od crkve kroz ceo srednji vek. Oboreno je tek u XVI veku, Kopernikovim heliocentričnim sistemom.

Zbog čega nastaje smena godišnjih doba?

Zbog obilaženja Zemlje oko Sunca i nagiba Zemljine ose prema ravni ekliptike. (v. sl. 6).



Sl. 6 Godišnja doba (nagib Sunčevih zrakova prema tlu u raznim toplotnim pojasevima na Zemlji, u razna godišnja doba)

Da li su iste dužine godišnjih doba?

Zbog ekscentričnosti Sunčeve prividne godišnje putanje, nepoklapanja apsidne linije sa linijom koja spaja tačke solsticija i neravnomernosti njegovog kretanja po putanji nastaje **nejednakost godišnjih doba**. Na severnoj Zemljinoj hemisferi proleće traje 92·8 dana, leto 93·6, jesen 89·8 i zima 89·0 dana. Prema tome, Sunce provede u toku godine na severnoj polusferi 7·6 dana više nego na južnoj.

Šta je nadir?

Nadir je tačka na nebeskoj sferi u kojoj nebesku sferu probija vertikalna jednog mesta i čija je visina -90° .

Koja je osnovna jedinica za merenje vremena i koja je njena osnovna karakteristika?

Zvezdani dan je osnovna jedinica za merenje vremena. Vremenski razmak u kome nebeska sfera prividno izvrši jedan pun obrt naziva se **zvezdani dan**. Deli se na 24 zvezdana časa, svaki čas na 60 zvezdanih minuta, a svaki minut na 60 zvezdanih sekundi. Pošto svaka tačka nebeske sfere opiše pun ugao od 360° za 24 zvezdana časa, to ona za 1^h opiše ugao od 15° . Zato se u astronomiji za merenje uglova često upotrebljava i časovna mera: $1^h = 15^\circ$, $1^m = 15''$, odnosno $1^\circ = 4^m$, $1' = 4^s$, $1'' = 0^s \cdot 033$.

Zašto se zvezdani dan ne upotrebljava u praktičnom životu za merenje vremena?

Znamo da je zvezdani dan po definiciji vremenski razmak između dva uzastopna istoimena prolaza γ tačke kroz meridijan, a zvezdano vreme meri se časovnim uglom γ tačke. Zbog neravnomernog Zemljinog obrtanja u zvezdanom danu je nađena vremenska jedinica koja zadovoljava osnovni uslov svake jedinice za merenje — nepromenljivost. Kako se gornja kulminacija γ tačke tj.

početak zvezdanog dana ne događa uvek u istom trenutku prema gornjoj kulminaciji Sunca, već se u toku godine pomera prema njoj, to zvezdani dan nije podesan za praktične potrebe jer se prirodne pojave i događaji svakodnevnog života, koji se ponavljaju iz dana u dan u iste trenutke prema Suncu (visini Sunca) događaju svaki dan u drugim trenucima zvezdanog vremena. Zato je za astronomska posmatranja Sunca i za potrebe svakodnevnog života još od davnina bila usvojena druga jedinica za merenje vremena koja se definiše analogno zvezdanom danu.

Šta je pravi dan, a šta pravo vreme?

Pravi Sunčani dan je vremenski razmak između dve uzastopne gornje kulminacije središta Sunčevog prividnog kotura. Časovnim uglom Sunca t_p meri se pravo Sunčano vreme ili, kratko, pravo vreme. Početak pravog Sunčanog dana pada u trenutak Sunčevog gornjeg prolaza kroz meridijan i naziva se **pravo podne**. Trenutak njegovog daljeg prolaza kroz meridijan naziva se **prava ponoć**.

Zašto se pravo vreme ne može koristiti u svakodnevnom životu?

Pravi Sunčani dan nije se mogao održati kao jedinica za merenje vremena, jer se njegova dužina menja u toku godine.

Šta je srednji dan?

Pravi sunčani dan se nije mogao održati u životu kao jedinica za merenje vremena, jer se menja u toku godine. Dužina pravog sunčanog dana menja se u toku godine zbog neravnomernog kretanja Zemlje po putanji i zbog nagiba Zemljinog ekvatora prema toj putanji.

Srednjim danom naziva se vremenski razmak između dve uzastopne gornje kulminacije zamišljenog srednjeg Sunca. Srednji dan je srednja dužina svih pravih dana u godini.

Kakvo je to srednje vreme?

Srednje Sunčano vreme ili srednje vreme — časovni ugao srednjeg ekvatorskog Sunca — jedne fiktivne tačke koja se kreće ravnomerno i to ne po ekliptici već po nebeskom ekvatoru. Zato što se meri od gornjeg prolaza srednjeg ekvatorskog Sunca kroz meridijan mesta, izaziva tu nezgodu u praktičnoj primeni što je po njemu pre podne jedan, a posle podne drugi datum. Ova je nezgoda uklonjena uvođenjem građanskog vremena.

Šta je građansko vreme i zašto se prešlo sa srednjeg na građansko vreme?

Iako idealna mera za vreme zbog svoje stalnosti, srednji sunčani dan je zbog svog početka u srednje podne unosio nezgode u svakodnevni život, jer je prva polovina dana pripadala jednom a druga drugom datumu. Da bi se ovo izbeglo prešlo se na računanje početka srednjeg dana od srednje ponoći i tako se došlo do pojma građanskog vremena (t_*) koje nije ništa drugo do srednje vreme od prethodne srednje ponoći: $t_* = t + 12^h$.

Kada se počinje da upotrebljava građansko vreme u Evropi?

Ženeva uvodi u upotrebu građansko vreme 1780. god. a početkom XIX veka postupno i sve evropske zemlje.

Šta je mesno a šta zonsko vreme?

Mesno vreme — sva mesta koja leže na istom zemaljskom meridijanu, u istom trenutku imaju isto mesno vreme. I zvezdano i srednje i pravo vreme definišu se kao odgovarajući časovni uglovi, i to: gama-tačka pravog i ekvatorskog Sunca, a časovni ugao se meri od meridijana. Zato su sva ova vremena mesna.

Zonsko vreme — zvezdano pravo, srednje i građansko vreme su mesna vremena jer se mere od meridijana

mesta. Ovo izaziva teškoće u svakodnevnom životu, pa su međunarodnim dogovorom za praktičnu upotrebu uvedena konvencionalna zonska vremena. Zemlja je meridijanima podeljena na 24 časovne zone od kojih svaka obuhvata po 1 čas geografske dužine. Svi časovnici u jednoj zoni su doterani da pokazuju građansko vreme srednjeg meridijana u toj zoni tzv. »nulta zona« prostire se na pola časa po geografskoj dužini. Časovnici u njoj pokazuju grinično građansko ili svetsko vreme. Istočno od nje, od zone do zone časovnici u istom trenutku pokazuju za po jedan čas više, a u zonama koje se ređaju zapadno od nje jedan po jedan čas manje vremena.

Zašto se prešlo sa mesnog na zonsko vreme?

Upravljanje po građanskom vremenu koje je za svako mesto koje se nalazi na drugom meridijanu u jednom istom trenutku različito, počelo je, naglim razvojem proizvodnje i razmene u XIX veku, da izaziva neočekivano velike smetnje u saobraćaju, sredstvima za vezu i drugim međunarodnim odnosima. Ova je teškoća jedno vreme savladana na taj način što su se pojedine zemlje na celoj svojoj teritoriji upravljale po mesnom vremenu prestonice. Na predlog Sjedinjenih Američkih Država (SAD) usvojen je međunarodni sporazum 1884. g., sistem zonskog vremena. Čitava Zemlja je podeljena meridijanima na 24 »kriške« tzv. časovne zone, a sva mesta u jednoj zoni upravljaju se po građanskom vremenu srednjeg meridijana u zoni. Za početnu tzv. »nultu zonu« usvojena je ona koja se po geografskoj dužini prostire $7^{\circ}5'$ ili $30''$ istočno i zapadno od graničnog meridijana. Ona se naziva i zapadnoevropska zona, jer joj pripadaju sve zapadnoevropske zemlje, a sva mesta u njoj upravljaju se po griničkom građanskom vremenu. Istočno od zapadnoevropske nalazi se prva ili srednjoevropska časovna zona, kojoj pripada i Jugoslavija. Sva mesta u njoj upravljaju se po građanskom vremenu srednjoevropskog meridijana čija je geografska dužina 15° ili $1''$. Ovaj meridijan prolazi blizu Dravograda i Zadra.

Uvođenje časovnih zona, od beskrajno mnogo mesnih vremena u jednom istom trenutku na Zemlji prešlo

se samo na 24 zvanična vremena. Koristi od ovakvog načina računanja vremena veoma su velike. Saobraćaj i sredstva za vezu pri registrovanju vremena nemaju potrebe da poznaju geografsku dužinu svakog mesta već samo redni broj časovne zone, jer se vreme u jednom trenutku od zone do zone razlikuje za po jedan čas, dok minute, sekunde i njihovi delovi ostaju isti. Kad se ide na zapad, treba kazaljku časovnika pomeriti za 1^a unazad, a putujući na istok za po 1^a unapred.

Šta je datumska granica?

Međunarodnim dogovorom je utvrđeno da u blizini meridijana suprotnom od griničkog tj. sa geografskom dužinom 180^o gde će u jednom istom trenutku mesno vreme biti za 12^a veće ili 12^a manje od griničkog, zavisi da li se na ovaj meridijan stiglo dolazeći sa istoka ili zapada od početnog meridijana. U blizini toga meridijana ide jedna zamišljena linija morima i okeanima i zove se **datumska granica**.

Šta je ukazno vreme?

Za vreme I svetskog rata, a i posle njega, mnoge su zemlje, rukovođene ekonomskim razlozima (ušteda u gorivu i osvetljenju, povećanje radnog vremena i dr.) zavele tzv. ukazno vreme (t.) izdajući naredbu da se kazaljke svih časovnika pomere unapred prema zonskom vremenu za 1^a ili 2^a, ili uopšte za N časova. Danas je ukazno vreme sa pomeranjem 1^a prema zonskom usvojeno u mnogim zemljama, a u ponekim samo u letnjem periodu kao kod nas. (letnje vreme).

Iz kojih se operacija sastoji časovna služba?

Časovna služba, od velikog značaja za nauku i praksu svakodnevnog javnog života, obavlja se na astronomskim opservatorijama i sastoji se iz operacija određivanja, održavanja i prenošenja tačnog vremena.

Kako se određuje vreme?

Vrše se astronomska posmatranja (merenja) trenutak prolaza zvezde kroz meridijan tzv. mesno zvezdano vreme „s“ jednako je njenoj rektascenziji α . Prividna rektascenzija posmatrane zvezde uzima se iz astronomskih efemerida (godišnjaka) i interpoluje za trenutak posmatranja. Za određivanje vremena T koje pokazuje časovnik u trenutku kad je zvezda prošla kroz meridijan upotrebljava se univerzalni instrument ili još češće pasajžni instrument ili, fotografski zenit teleskop ili Danžonov astrolab čiji je srednji vertikalni konac u vidnom polju prethodno doveden u meridijan. Ovo se vreme obično registruje s visokom tačnošću na aparatu za registrovanje vremena — hronografu ili hronografskoj ploči.

Šta se podrazumeva pod efemeridama?

Efemeride su tablični pregled prividnih koordinata jednog nebeskog tela izračunatim za evidentne vremenske razmake.

Šta je rektascenzija?

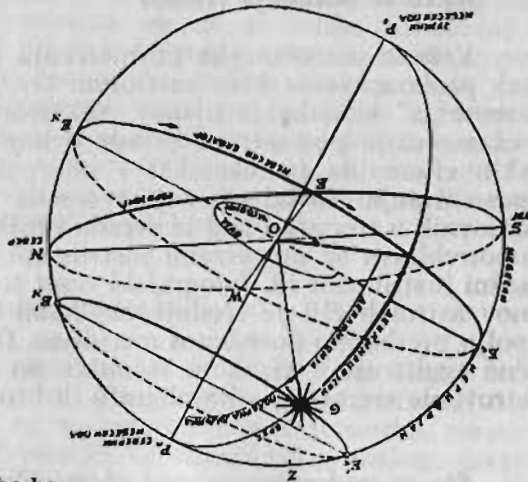
Rektascenzija je koordinata nebeskog ekvatorskog koordinatnog sistema. To je ugao u ekvatorskoj ravni koji se meri u direktnom pravcu od tačke prolećne ravnodnevice do deklinacijskog kruga nebeskog tela.

Definiši deklinacijski krug

Deklinacijski krug — časovni krug ili nebeski meridijan je veliki krug nebeske sfere koji prolazi kroz nebeske polove i uočeno nebesko telo.

Šta je deklinacija nebeskog tela?

Deklinacija je kordinata mesnog i nebeskog elvatorskog sistema: uglovna visina zvezde iznad (+) ili ispod (—) nebeskog ekvatora. (v. sl. 7.)



Sl. 7 Elementi nebeske sfere izvedeni iz njenog prividnog dnevnog obrtanja

Koji je to grinički meridijan?

To je Zemljin meridijan koji prolazi kroz jednu utvrđenu tačku stare Griničke opservatorije kod Londona. Usvojen je kao početni za odmeravanje geografskih dužina svih tačaka na Zemlji.

Koje su osnovne prirodne jedinice i kakve mogu biti?

To su dan, mesec i godina.

Šta je dan?

Dan — jedinica za merenje vremena.

1. Zvezdani dan — razmak između dve uzastopne gornje kulminacije gama-tačke.
2. Pravi dan — razmak između dve uzastopne gornje kulminacije Sunčevog središta.

3. Srednji dan — razmak između dve uzastopne gornje kulminacije ekvatorskog sunca. Dele se na manje jedinice: časove, minute i sekunde.

Šta se podrazumeva kad se kaže: mesec dana i kakvih ima vrsta naziva?

Mesec može biti:

1. **Sinodički mesec** je vreme potrebno da se Mesec vrati u istu menu. Iznosi 29 dana, 12 časova, 44 minuta.
2. **Siderički mesec** je vreme potrebno da se Mesec vrati u isti položaj prema zvezdama. Iznosi 27 dana, 7 časova, 43 minuta, 11.5 sekundi.
3. **Tropski mesec** je vreme potrebno da se Mesec vrati u isti položaj prema tački prolećne ravnodnevice iznosi 27 dana, 7 časova, 43 minuta, 4.7 sekundi.
4. **Anomalistički mesec** je vreme između dva uzastopna mesečeva prolaza kroz perigej njegove putanje (položaj najbliži Zemlji). Iznosi 27 dana, 13 časova, 18 minuta, 33.2 sekundi.
5. **Drakonistički mesec** je vreme između dva uzastopna mesečeva prolaza kroz istoimeni čvor njegove putanje. Iznosi 27 dana, 5 časova, 5 minuta, 35.8 sekundi.

Kalendarski mesec je manja vremenska jedinica od godine, podešena približno prema dužini sinodičkog meseca, pri čemu je on morao biti malo povećan da bi se godina mogla podeliti na ceo broj meseci.

Šta je to godina i koje vrste postoje?

Godina je prirodna jedinica za merenje vremena. Postoji:

1. **Tropska godina** je vremenski razmak između dva uzastopna Sunčeva prolaza kroz gama-tačku. Ona iznosi 365 dana, 5 časova, 48 minuta i 46 sekundi.

2. **Siderička godina** je vremenski razmak u kome Zemlja opiše celu svoju putanju oko Sunca. Ona iznosi 365 dana, 6 časova, 9 minuta, 9,5 sekundi.

Šta se podrazumeva pod kulminacijom nebeskog tela?

Kulminacija je trenutak kad nebesko telo prolazi kroz meridijan mesta posmatranja.

Definiši nebesku sferu

Nebeska sfera je zamišljena sfera proizvoljno velikog poluprečnika sa središtem koje se može uzimati prema potrebi u posmatračevom oku, Zemljinom ili Sunčevom središtu. Njen se poluprečnik uzima za jedinicu. Na nju se projektuju sva nebeska tela i na njoj se određuju njihovi prividni položaji i izučavaju njihova prividna kretanja.

Definiši nebeski ekvator

Nebeski ekvator je projekcija Zemljinog ekvatora na nebesku sferu. Veliki krug koji ovu sferu deli na severnu i južnu polusferu i stoji upravo na nebeskoj polarnoj osovini. (v. sl. 7.)

Šta su to nebeski polovi i koliko ih ima?

Nebeski polovi su tačke u kojima produžena Zemljina osovina takozvana nebeska polarna osovina probija nebesku sferu. Postoje dva pola — severni i južni.

Definiši rotaciju nebeskih tela

Rotacija — to je obrtanje nebeskog tela oko sopstvene ose, svojstveno Zemlji drugim planetama i njihovim satelitima, a isto tako i Suncu i svim zvezdama i zvezdanim sistemima.

Šta je to radijant u astronomiji?

Radijant je tačka na nebeskoj sferi iz koje nam se čini da izviru meteori jednog meteorskog roja Efekat perspektive je čisto prividna pojava.

Šta se podrazumeva pod razvojnom moći teleskopa?

Razvojna moć teleskopa je njegova mogućnost da dve bliske tačke, koje oko vidi kao jednu „razdvoji“.

Kakav je to pasažni instrument?

Pasažni instrument je u stvari durbin obrtan oko horizontalne osovine i postavljen u meridijanskoj ravni. Služi za određivanje trenutka prolaza nebeskog tela kroz meridijan, odakle se može izračunati rektascenzija nebeskog tela ili tačno vreme (popravka časovnika).

Kakva je to paralaktička montaža instrumenata?

Pod paralaktičkom montažom podrazumevamo konstrukciju koja astronomskom teleskopu omogućava obrtanje oko nebeske polarne osovine, po časovnom uglu, i oko druge upravne na prvu, po deklinaciji, tako da se njime mogu meriti mesne ekvatorske koordinate nebeskog tela. Taj instrument se zove ekvatorijal.

Kakav je Njutnov teleskop?

To je vrsta teleskopa (reflektora) u kome veliko parabolično ogledalo skuplja svetlost nebeskog tela i baca na malo ravno ogledalo od koga se ono odbija i koso stiže u okular.

Šta je objektiv?

Objektiv je glavno sočivo u teleskopu (refraktor) ili glavno ogledalo u teleskopu (reflektor), koje služi da skuplja što veću količinu svetlosti od nebeskog tela i obazuje njegov lik koji okular povećava.

Šta je sekstant i ko ga koristi i gde?

Sekstant je mali ručni instrument koji se sastoji iz astronomskog durbina, šestine kruga i dva ravna ogledala. Njime se sa broda ili aviona meri visina zvezde ili Sunca iznad horizonta i odatle računaju položaji broda ili aviona na Zemljinoj površini. Povremenim određivanjem ovih položaja proverava se i usmerava kurs kretanja broda ili aviona pri dalekim plovidbama, a naročito kad otkažu tehnički aparati.

Šta je efemeridsko vreme i kakva je nova definicija sekunde?

Međunarodnim dogovorom iz 1958. godine je odlučeno da se vreme Zemljinog obilaženja oko Sunca uzme ubuduće za zvanično vreme i nazove efemeridsko vreme, a da se njegove jedinice izvedu iz tropske godine tako, da se malo razlikuju i malo razilaze od starih vremenskih jedinica.

Kao polazna jedinica za merenje efemeridskog vremena uzeta je tropska godina za epohu 12^a efemeridskog vremena 0. januara 1900. godine. Manja jedinica efemeridski dan ili 365.24219878 — ili deo gornje tropske godine. Još manja jedinica je efemeridska sekunda kao 86-100-ti deo efemeridskog dana ili 31 556 925, 9747 — mi deo gornje tropske godine.

Šta je atomsko vreme?

Međunarodnim dogovorom je uvedeno tzv. atomsko vreme koje pokazuju atomski časovnici prilagođeni po hodu efemeridskom vremenu. Vreme koje se određuje iz astronomskih posmatranja zove se „svetsko vreme”. Tako je vremenski etalon umesto astronomskog postao fizički, kao i etaloni za dužinu i težinu. Atomsko vreme je uniformnije od Zemljine rotacije i od njene revolucije i danas omogućuje da se prema njemu bliže ispituju i upoznaju ove dve prirodne pojave, kao i da se dođe do čitavog niza otkrića u vezi sa njima.

Kakvih sve vrsta kalendara ima?

Prenia kretanju nebeskih tela imamo dve vrste kalendara i to oni koji za osnovu koriste Mesec i drugi Sunce. Mesečevo kretanje se koristi za sastavljanje muslimanskog i jevrejskog kalendara. Naš današnji kalendar vodi poreklo od novog rimskog kalendara, koji je bio solarni, u čemu se vodilo računa samo da se podesi da se pojave vezane za Sunce tj. za godišnja doba, vraćaju u iste datume.

U čemu je julijanska reforma kalendara?

Ovaj julijanski kalendar vodi poreklo od novog rimskog kalendara, koji je bio solarni. U njemu se vodilo računa samo da se podesi da se pojave vezane za Sunce, tj. za godišnje doba, vraćaju u iste datume.

Da bi učinio kraj haotičnom stanju u kome se nalazio stari rimski kalendar, na predlog aleksandrijskog astronoma Sozigena, Julije Cezar je utvrdio kalendar po kome je posle svake proste 3 godine sa po 365 dana uvedena jedna prestupna sa 366 dana, kako bi se izravnala razlika između kalendarske i prirode, tropske godine, koja bi se nakupila za četiri kalendarske. Dopunski dan dodat je u prestupnoj godini februaru, koji je u ono vreme bio poslednji mesec u godini.

Upravo zamišljen i ostvaren, novi rimski kalendar dobio je po Cezaru naziv **julijanski**. Upotrebljavao se sve doskora u nekim evropskim državama pod imenom stari stil.

U čemu je gregorijanska reforma kalendara?

Sa trajanjem prosečno 365,25 dana, julijanska je godina bila duža od tropske za 11^m14^s. Posle 128 godina razlika je bila 1 dan, tako da je u XV veku ova razlika dostigla 10 dana.

Rimski papa Grgur XIII na predlog astronoma Lili-ja izvršio je reformu julijanskog kalendara. Cilj reforme je bio da se poništi dotle nagomilana razlika između kalendarske i tropske godine i da se u buduće godine računaju tako što će se automatski poništiti ona razlika

od 1 dana svakih 128 godina koja se dotle pojavljivala. Kako ova razlika iznosi 3 dana za približno 400 godina, to je rešeno da se u buduće u razmaku od 4 stoleća računaju tri prestupne godine manje no od tada.

Prvo je odlučeno da se iza četvrtka, 4. oktobra 1582. računa petak, 15 oktobar. A da bi se u buduće sprečilo odstupanje kalendarske godine od tropske, rešeno je da od godina kojima se završavaju vekovi (1600, 1700, 1800...) bude prestupna svaka četvrta (1600, 2000, 2400).

Šta su ere a šta hronologija?

Kalendar se u toku mnogo vekova i kod raznih naroda razvijao na mnoge načine, pa se u rana vremena služilo i raznim kalendarima. Svaki od njih ne samo da je imao različit broj dana ili meseci u godini, i na razne načine podešavao da mu se građanska godina ne razide mnogo od prirodne, nego je imao i svoj početak od koga je brojao godine. To su tzv. ere. Njih ima preko 200, sve su vezane za legendarne događaje, pa su zato nestvarne. (vizantijska era, era olimpijade, hrišćanska era).

Raznovrsni kalendari i ere su unosili teškoće i zabune kad treba izračunati datum starih događaja po našem današnjem kalendaru. Da bi se to otklonilo u VII veku Skaliger uvodi neutralnu periodu od 7980 julijanskih godina koja počinje 1. januara u podne 4713. godine pre naše ere. Ovaj dan treba računati kao nulti dan julijanske periode. Služi za olakšavanje računanja hronoloških događaja ili pojava zabeleženih po jednom kalendaru u drugi kalendar.

Šta se podrazumeva pod azimutskom montažom instrumenata?

Azimutska montaža — tip instrumenata koji astronomskom durbinu omogućava obrtanje oko vertikalne i horizontalne osovine. Služi za merenje horizontalnih koordinata nebeskog tela.

Šta je astronomska jedinica?

Astronomska jedinica — srednja daljina Zemlje od Sunca (149,6 miliona kilometara).

Šta je parsek?

Pod parsekom podrazumevamo daljinu zvezde čija je paralaksa jednaka jednoj sekundi. Jedinica za merenje nebeskih tela. Jedan parsek je jednak 3,26 svetlosne godine = 206 265 astronomskih jedinica = 30,8 biliona kilometara.

Šta je svetlosna godina?

Svetlosna godina je jedinica za daljinu u astronomiji. Iznosi 9,46 biliona kilometara. To je daljina koju svetlost prevari za godinu dana.

Definiši teleskop — refraktor (durbina)

Teleskop — refraktor je instrument čiji je objektiv složno sočivo. Njime se obrazuje lik nebeskog tela koji se povećava okularom i meri mikrometrom. U astronomiji je usvojen Keplerov tip durbina, koji služi za precizna merenja.

Definiši teleskop — reflektor

Teleskop — reflektor je instrument koji za objektiv ima sferno ili parabolično ogledalo kojim se obrazuje lik posmatranog nebeskog tela, a koji se povećava okularom ili snima fotografski. Ima više vrsta teleskopa: Gregorijev, Njutnov, Kasegrenov, Maksutov, Šmitov, itd.

Kojim se metodama služimo da bismo proučavali Zemljinu unutrašnjost?

Zemljinu unutrašnjost je vrlo teško proučiti, jer su neposredna merenja vršena samo do dubine 9 km, što je zanemarljiv deo rastojanja do njenog centra. Za proučavanje nepristupačnih slojeva unutrašnje složene strukture koriste se raznovrsne metode. Dragocene podatke o površinskim slojevima dala su geološka, gravimetri-

jska i geomagnetna istraživanja, kao i proučavanje radioaktivnih elemenata. Najuspešnija metoda za ispitivanje dubokih slojeva Zemljine unutrašnjosti je seizmička metoda. Zahvaljujući proučavanju seizmičkih talasa, koji se registruju pomoću seizmografa uspela se dobiti predstava o Zemljinoj unutrašnjosti do dubine od oko 5000 km.

Na osnovu proučavanja radioaktivnih elemenata, danas se smatra da je Zemlja stara oko 4,5 milijardi godina, da je bila u tečnom stanju, pa se zatim ohladila.

Zemlja sada ima čvrstu koru debljine 30-60km ispod kontinenata a 5-10km ispod okeana. Zemljina unutrašnjost ispod kore se deli na dve oblasti: omotač ili mantija, prostire se do dubine od 2900km, a na dubini većoj od 5000 km je jezgro, koje nije proučeno,

Geofizička ispitivanja su pokazala da od površine ka centru raste temperatura, pritisak i gustina.

Pretpostavlja se da Zemljino jezgro sačinjavaju teški metali gvožđe i nikl, a da pritisak u Zemljinom jezgru ima dva miliona atmosfera, ako je to tačno, onda se materija pod tako izvanredno velikim pritiskom nalazi u stanju koje do sada nije proučeno u laboratorijskim uslovima.

Od čega je sastavljena i kako je podeljena Zemljina atmosfera?

Gasoviti omotač koji okružuje Zemlju naziva se **atmosfera**. Ona nema oštru granicu i zato je teško odrediti visinu, debljinu atmosfere. Gustina atmosfere opada s visinom, tako da se polovina svih vazдушnih masa nalazi na visini ispod 6km, polovina preostalog vazduha ispod 12km, polovina onog što je preostalo ispod 24km.

Ako uzmemo temperaturu kao osnovnu karakteristiku, onda atmosferu možemo podeliti na pet oblasti: troposferu, stratosferu, termosferu i egzosferu.

Šta su radijacioni pojasi?

Na visini od 3500km i 16000km otkrili su sovjetski i američki istraživači 1958. god. pomoću satelita i kosmičkih raketa dve oblasti naelektrisanih čestica. One

sadrže znatne koncentracije elektrona i protona visokih energija, čije složeno kretanje određuju linije sila Zemljinog magnetnog polja.

Šta je astronomska refrakcija i kakve su njene posledice?

Zemlja je obavijena atmosferom — svetlosni zrak koji polazi od nebeskog tela, ide iz optičke ređe u optički gušću sredinu dok ne stigne do instrumenta i posmatrača, trpi prelamanje, a to se zove **astronomska refrakcija**. Ona se ne javlja samo kad je zvezda u zenitu, jer se zračenje tada prostire u pravcu normale na atmosferske slojeve. Sa povećanjem zenitne daljine naglo raste astronomska refrakcija.

Ukoliko je Zvezda bliže horizontu, utoliko je efekat refrakcije izrazitiji.

Kako možemo izračunati Zemljinu masu?

Pomoću zakona gravitacije možemo izračunati Zemljinu masu.

$$F = f \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$$

Mase m_1 i m_2 privlače se silom F koja je srazmerna njihovom proizvodu, a obrnuto srazmerna kvadratu njihovog rastojanja. Konstanta gravitacije u sistemu iznosi:

$$G = 6.67 \times 10^{-11} \frac{N \cdot m^2}{kg^2}$$

N — Njuton = 10^5 dyna
 m — metar = 100 cm
 kg — kilogram

Šta je jonosfera?

Jonosfera je oblast atmosfere odmah iznad stratosfere. Ona je znatnim delom jonizovana pod dejstvom zračenja i čestica sa Sunca. Gornja granica jonosfere je na oko 600 kilometara iznad Zemlje. Ova oblast je izuzetno važna za prostiranje radio-talasa. U njoj se dešavaju mnoge geofizičke pojave, kao što su polarna svetlost, tokovi električne struje itd.

Šta je polarna svetlost?

Polarna svetlost — oko Zemljinih polova na visini od oko 80 do 100 km javljaju se povremeno crvenkaste svetlosne draperije koje nastaju od jona koje emituje Sunce, a koji se grupišu duž granica sila Zemljinog magnetnog polja i svetle pri prolasku kroz retku Zemljinu atmosferu poput svetlosti u neonskim cevima.

Šta je magnetosfera?

Zemljin magnetizam stvara u prostoru oko Zemlje polje koje deluje na magnetnu iglu i postavljena je u pravcu sever—jug. Ovo polje se naziva magnetno, ono je vektorsko, te je potrebno znati sem jačine, pravac i smer.

Geomagnetno polje prostire se i daleko izvan Zemljine površine — sve do nekoliko desetina hiljada kilometara. Na velikim visinama ovo je polje deformisano pod dejstvom Sunca. Prostor oko Zemlje u kome deluje geomagnetno polje naziva se **magnetosfera**.

Usled čega se čini da zvezde trepere?

Ova pojava nastaje zbog mešanja i pomeranja atmosferskih gasova u troposferi usled promena temperature i gustine vazduha. Svetlost koja sa zvezde prelazi kroz takvu nehomogenu atmosferu menja sjaj za oko 10%, što je dovoljno da se stekne utisak da zvezda treperi. Ovo se dešava samo sa tačkastim, veoma udaljenim izvorima svetlosti kakve su zvezde. Planete i Mesec ne trepere.

Šta je troposfera?

Troposfera je najniži sloj Zemljine atmosfere na srednjim geografskim širinama do 10 km visine u kome se događaju sve meteorološke pojave i koji sadrži glavni deo vazdušne mase.

Šta je to atmosfersko rasejavanje svetlosti?

Čestice prašine i dima, pa i sami molekuli u atmosferi, rasejavaju deo upadne svetlosti kao mala različito orijentisana ogledala. Od upadne bele svetlosti molekuli u atmosferi najjače rasejavaju svetlost kraćih talasnih dužina. Zbog ove pojave i nebo nam izgleda plave boje, a da nema atmosfere izgledalo bi nam crno, kao što ga vide astronauti kada izađu van Zemljine atmosfere.

Postoji još jedan efekat atmosferskog rasejavanja a to je sumrak; tj. zora ujutru i suton uveče, pre izlaza i posle zalaza Sunca, pa na Zemlju pada od njih odbijena svetlost.

Atmosferska apsorpcija i njene karakteristike

Od širokog spektra elektromagnetnog zračenja Sunca i zvezda na raznim talasnim dužinama Zemljina atmosfera propušta samo jedan deo, dok je ostalo zračenje delimično ili potpuno apsorbovano u atmosferi. Atmosfera propušta vidljivi deo spektra i deo spektra radiotalasa a apsorbuje talasne dužine kraće od 2900 Å (angstrema) tako da se veći deo ultraljubičastog i x-zračenja apsorbuje u atmosferi.

Definiši Å (angstrom)

Angstrom (Å) je jedinica za merenje talasnih dužina svetlosti i drugih zračenja i jednak je jednom desetomilionitom delu milimetra.

Šta su magnetne anomalije?

Nepravilne promene geomagnetnog polja u prostoru i nazivaju se **magnetne anomalije**.

Šta su varijacije?

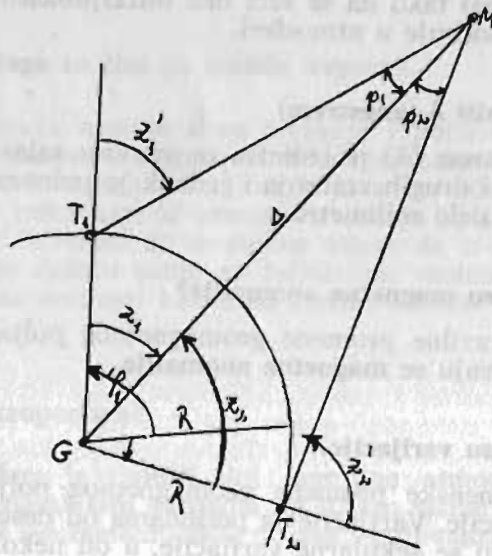
Vremenske promene geomagnetnog polja nazivaju se varijacije. Varijacije sa periodama od deset i više godina zovu se sekularne varijacije, a od nekoliko delova sekunde to su **pulsacije**.

Osobine magnetnog polja u Vasioni

Zemljino magnetno polje nije izuzetak u prirodi. Magnetno polje je pojava koja se javlja svuda u našem zvezdanom sistemu. Sunce ima magnetno polje dva puta jače od Zemlje. Jupiter 10 puta jače od Zemlje, i mnoge zvezde imaju magnetno polje, pa i Mlečni put oko 100 000 puta slabije od Zemljinog.

Kako je izmerena daljina Meseca?

Francuski naučnici Laland i Lakaj su u XVII veku dali metodu za određivanje daljina nebeskih tela, kojom su odredili daljinu Meseca. Ta metoda se sastoji u sledećem: Iz dva mesta na Zemlji T_1 i T_2 koja se nalaze na istom meridijanu dva posmatrača u istom trenutku mere zenitske daljine Z_1 i Z_2 Meseca, kada je bio u meridijanu. Neka su p_1 i p_2 paralakse, ili uglovi pod kojima se sa Meseca vidi Zemljin poluprečnik u tačkama T_1 odnosno T_2 . Sa slike se vidi da je $p_1 + p_2 = p$. (v. sl. 7a.)

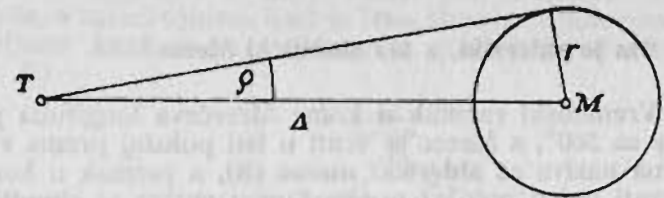


Sl. 7a

Primenom sinusne teoreme na ΔT_1GM i ΔT_2GM dobijamo izraze: $\sin p_1 = R/\Delta \cdot \sin z_1$; $\sin p_2 = R/\Delta \cdot \sin z_2$. Iz ove tri jednačine mogu se dobiti tri nepoznate p_1 , p_2 i Mesečeva geocentrična daljina.

Kako odrediti poluprečnik Meseca?

Znajući Δ , ako izmerimo Mesečev prividni poluprečnik možemo lako naći njegov pravi poluprečnik: $r = \Delta \sin p$



Sl. 8 Izračunavanje pravog Mesečevog poluprečnika iz izmerenog prividnog

Kako se može izučiti prividno Mesečevo kretanje oko Zemlje i odrediti Mesečeva putanja?

Prividno Mesečevo kretanje oko Zemlje može se izučiti ako dovoljno često određujemo Mesečeve koordinate (α, δ). Rektascenzija se određuje iz trenutka Mesečevog prolaza kroz meridijan, a deklinacija iz njegove merene zenitske daljine u meridijanu. Računskim putem se odrede Mesečeve ekliptične koordinate. Tako dobijene koordinate se nanese na Dekartov koordinatni sistem, pa se dobije jedna sinusoida. Ako savijemo crtež u kružni cilindar tako da se dodirnu početna i završna tačka sinusoidalnog talasa, pa ovaj cilindar povučemo na zvezdani globus, tako da se veliki krug nastao od apscisne osovine poklopi sa ekliptičnom, videćemo da će se za prividnu Mesečevu putanju na nebeskoj sferi dobiti jedan veliki krug, čija ravan prolazi kroz Zemljino središte i koji je nagnut prema ekliptici za $i = 5^\circ 9'$. Seče ekliptiku u dve tačke koje se zovu čvorovi Mesečeve putanje.

Kako se zovu tačke u kojima se seku ekliptička i prividna Mesečeva putanja?

Prividna Mesečeva putanja, je u stvari veliki krug čija ravan prolazi kroz Zemljino središte i nagnuta je prema ekliptici za $i=5^{\circ}9'$ i seče ekliptiku u dvema suprotnim tačkama. U prvoj tački, Mesec u svom direktnom kretanju prelazi s južne na severnu nebesku hemisferu i to se zove **ulazni čvor Mesečeve putanje**. U drugoj, Mesec prelazi sa severne na južnu hemisferu i naziva se **silazni čvor Mesečeve putanje**.

Šta je siderički, a šta sinodički Mesec?

Vremenski razmak u kome Mesečeva longituda poraste za 360° , a Mesec se vrati u isti položaj prema zvezdama naziva se **siderički mesec (S)**, a razmak u kome se vrati u isti položaj prema Suncu naziva se **sinodički mesec (C)**, koji je i period Mesečevih mena. Njihova trajanja iznose:

$S=27$ dana, 7 časova, 43 minuta, 11.5 sekundi

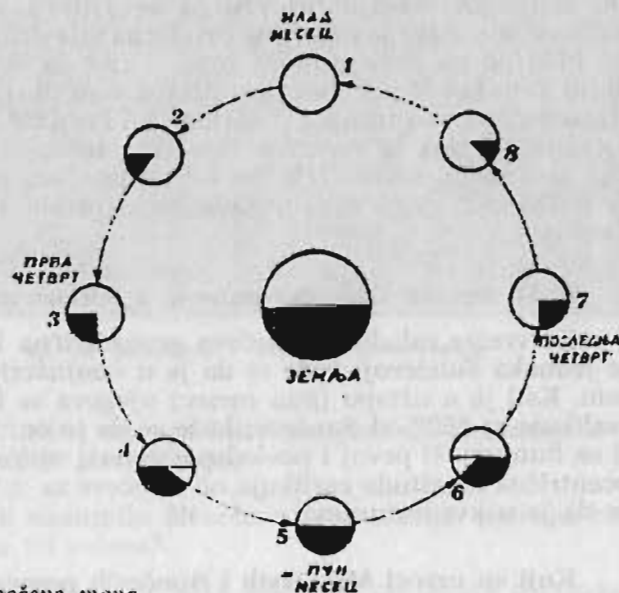
$C=29$ dana, 12 časova, 44 minuta, 28 sekundi

Zašto postoji razlika između sideričkog i sinodičkog meseca?

Evo zašto se oni razlikuju po trajanju. Pođimo od tog da je u jednom trenutku Mesec imao istu longitudu sa Suncem i da se posle 27,327... srednjih sunčanih dana vratio u isti položaj prema zvezdama. Kako se za to vreme Sunce prividno pomerilo prema istoku za oko 27° to posle isteka ovog vremena Mesec neće biti u istom položaju prema Suncu. Biće mu potrebno još neko vreme da ga stigne. Kako Mesec prelazi dnevno 13° na svojoj putanji, a Sunce oko 1° , to Mesec stigne za jedan dan Sunce za 12° , pa mu za 27,321... dana treba približno 27/12 dana, ili 2.25 dana da se vrati u isti položaj i prema Suncu. Tačniji iznos ove računice je 2.209 srednjih dana.

Koje su mesečeve mene i zašto nastaju?

Vidljivi deo Meseca naziva se **Mesečeva mena (faza)**. Kada je Mesec između Zemlje i Sunca, ne vidi se njegova strana okrenuta Zemlji. Ta mena se naziva **mlad mesec** ili **mladina**. Mlad Mesec izlazi ujutro i zalazi uveče, zajedno sa Suncem, Tek kad dostigne starost od 2 dana Mesec postaje vidljiv kao tanak srp s večeri, na zapadu, čija je ispupčena strana okrenuta desno ka Suncu. Kada je desna polovina Mesečevog kotura osvetljena, kaže se da je Mesec u **prvoj četvrtini**. Kada je ceo Mesečev kotur osvetljen, ta se mena naziva **pun mesec**. On izlazi uveče, a zalazi ujutro. Kad je leva Mesečeva polovina osvetljena, kaže se da je Mesec u **poslednjoj četvrtini**. (sl. 9.)



Sl. 9 Mesečeve mene

Kako se dolazi do pravog Mesečevog kretanja?

Do pravog Mesečevog kretanja dolazimo iz merenja Mesečeve longituda na putanji i relativne Mesečeve daljine od Zemlje.

Mesečevo kretanje oko Zemlje je u direktnom smeru na svojoj putanji i zove se **Mesečeva revolucija**.

Zašto su Mesečeva rotacija i revolucija istog trajanja?

U ranim fazama Mesečeve evolucije Zemljina masa je svojim privlačenjem izazivala na njemu velika plimska ispupčenja i to kako na strani okrenutoj Zemlji, tako i na suprotnoj strani. Plimski bregovi iznose oko 3 km, ili 0.001 Mesečevog prečnika. Usled trenja među Mesečevim delićima, plimski bregovi se nisu mogli trenutno izdići već su se izdigli postupno. Zato, dok je breg okrenut Zemlji uspeo da se uzdigne ova tačka je usled Mesečeve rotacije, već prošla liniju Zemlja—Mesec. Plimski se bregovi nisu obrazovali na ovoj liniji, već nešto dalje od nje. Zato je Zemljina privlačna sila delujući jače na bliži no na dalji plimski breg, težila da ih vrati na liniju Zemlja—Mesec nasuprot Mesečevom obrtanju. Izazivala je plimsko trenje i delovala kao kočnica Mesečeve rotacije sve dok se vremena Mesečeve rotacije i revolucije nisu među sobom izjednačile, a Mesečevu izduženje, ili velika osa njegovog elipsoida, nije ostala u pravcu Zemlje.

Kako izgleda Mesečeva putanja u odnosu na Sunce?

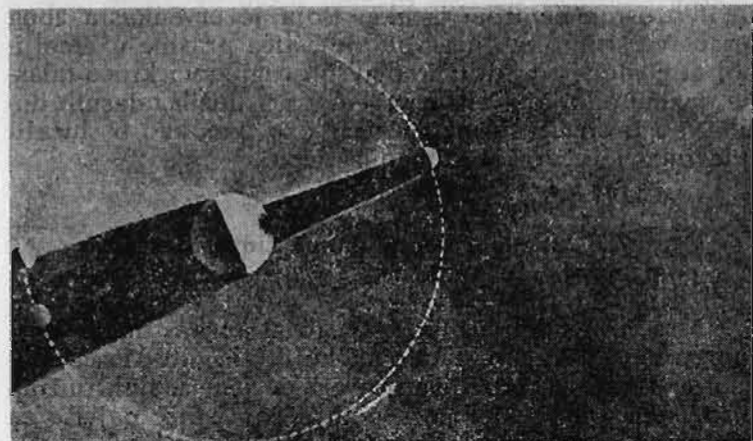
Za vreme mladine Mesečeva geocentrična longituda je jednaka Sunčevoj: kaže se da je u *konjukciji* sa Suncem. Kad je u uštapu (pun mesec) njegova se longituda razlikuje za 180° od Sunčeve; kaže se da je on u opoziciji sa Suncem. U prvoj i poslednjoj četvrti njegova se geocentrična longituda razlikuje od Sunčeve za $\pm 90^\circ$; kaže se da je u kvadraturama.

Koji su uzroci Mesečevih i Sunčevih pomračenja?

Mesec i Zemlja, kao loptasta tamna tela obasjana Suncem, bacaju, suprotno od Sunca, senke konusnog oblika; Zemlja veću i dužu no Mesec.

Mesec obilazeći oko Zemlje može ući delimično ili potpuno u Zemljinu senku. U tim slučajevima nastaje

delimično odnosno **potpuno mesečevo pomračenje**. Mesec, obilazeći oko Zemlje, može doći u položaj da na Zemlju baca senku. Za ona mesta na Zemlji koja su u tom trenutku u njegovoj senci nastupa **Sunčevo pomračenje**. Da bi se to desilo potrebno je da se Sunce i Mesec jednovremeno nađu u jednom od čvorova Mesečeve putanje. Pošto je Mesečeva putanja nagnuta prema ekliptici, nema za vreme Mladog i Punog Meseca uvek pomračenja. Mesec najčešće prolazi iznad i ispod ekliptike i pomračenja neće biti. (vidi sl. 10)



Sl. 10 Mesečeva i Sunčeva pomračenja

Koji uslovi moraju biti ispunjeni da bi nastupilo Mesečevo pomračenje?

Da bi nastupilo Mesečevo pomračenje, moraju biti ispunjena tri uslova?

1. Mesec se mora nalaziti suprotno od Sunca u odnosu na Zemlju, tačnije u opoziciji sa Suncem (pun Mesec)
2. Dužina Zemljine senke mora da bude veća nego što je Mesečeva daljina.
3. Mesečevo uglovno udaljenje od ekliptike mora da bude manje od poluprečnika Zemljine senke gde u nju ulazi Mesec.

Koliko najviše traje Mesečevo pomračenje?

Celo pomračenje, od prvog do poslednjeg dodira sa ivicom Zemljine senke, može trajati i oko 4 časa.

Kakav je izgled pomračenog Meseca?

Za vreme potpunog pomračenja Mesec ima tamnu bakarnu boju zato što je osvetljen ivičnim zracima Sunca, koji se lome kroz Zemljinu atmosferu i delimično ulaze u prostor Zemljine senke. Boja je crvenkasta zbog prisustva sitnih kapljica vode i čestica prašine u Zemljinj atmosferi, od kojih se plavi i drugi zraci kraće talasne dužine odbijaju, ali ih crveni zraci dužih talasnih dužina mogu obići i dospeti u naše oko. Baš kao u slučaju jutarnjeg i večernjeg rumenila neba.

Čemu su služila i čemu danas služe Mesečeva pomračenja?

Mesečeva pomračenja, zbog toga što nastupaju u istom trenutku za sve tačke sa kojih se vidi Mesec služila su ranije za određivanje razlika geografskih dužina tih tačaka. Danas Mesečeva pomračenja služe najviše za ispitivanje prvih slojeva Zemljine atmosfere.

Koji uslovi moraju biti ispunjeni da bi nastupilo Sunčevo pomračenje?

Da bi nastupilo Sunčevo pomračenje, moraju biti ispunjena ova tri uslova:

1. Mesec se mora nalaziti između Zemlje i Sunca, tačno u konjukciji sa Suncem (mlad mesec).
2. Dužina Mesečeve senke u tom trenutku mora biti veća od Mesečeve daljine.
3. Da je Mesečevo uglovno udaljenje od ravni ekliptike u tom trenutku manje od poluprečnika njegove senke.

Koliko vrsta Sunčevih pomračenja ima i pod kojim se uslovima događaju?

Sunčevo pomračenje može biti: delimično, prstenasto i potpuno. Pomračenje Sunca je prividna pojava, jer Mesec postavljaajući se između Zemlje i Sunca ne utapa Sunce u svoju senku, već ga samo svojim koturom prividno zaklanja, delimično ili u celini, za izvesna mesta na Zemlji.

Da bi nastupilo Sunčevo pomračenje, moraju biti ispunjena ova tri uslova:

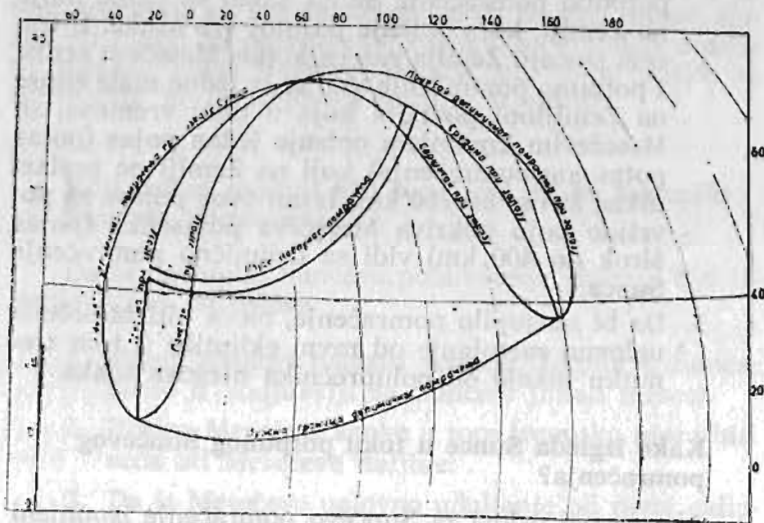
1. Mesec se mora nalaziti između Zemlje i Sunca, tačnije u konjukciji sa Suncem (mlad mesec).
2. Dužina Mesečeve senke u tom trenutku mora biti veća od Mesečeve daljine. Dužina Mesečeve senke se kreće od 57.4 do 59.3 Zemljinih poluprečnika, a može biti manja, jednaka ili veća od Mesečeve daljine, zbog cliptičnosti Mesečeve putanje oko Zemlje. U slučaju, kada Mesečeva senka ne dopire do Zemlje, Mesečev kotur ne može da pokrije celo Sunce, već samo njegov centralni deo, nastupa prstenasto pomračenje. U drugom slučaju kada Mesečeva senka samo dodiruje Zemlju vidi se potpuno pomračenje Sunca samo sa jedne linije na Zemlji, koju opisuje po njoj vrh senke. U trećem slučaju Zemlja zaseca konus Mesečeve senke i potpuno pomračenje vidi se iz jedne male elipse na Zemljinoj površini koja u toku vremena, sa Mesečevim kretanjem opisuje jedan pojas (pojas potpunog pomračenja) koji na Zemlji ne prelazi nikad širinu od 260 km. Izvan ovog pojasa sa površine koju pokriva Mesečeva polusenka (pojas širok do 400 km) vidi se delimično pomračenje Sunca.
3. Da bi nastupilo pomračenje, mora biti Mesečevo uglovno rastojanje od ravni ekliptike u tom trenutku manje od poluprečnika njegove senke.

Kako izgleda Sunce u toku potpunog Sunčevog pomračenja?

Ako su ovi uslovi za Sunčevo pomračenje ispunjeni i ako je ono u tom trenutku iznad horizonta, nailazak

Mesečeve polusenke primetićemo jedva osetnim smanjenjem Sunčeve svetlosti. Prvi prividni dodir Mesečevog i Sunčevog kotura označava početak delimičnog pomračenja. Sunčev kotur se zatim na svom zapadnom rubu sve više krnji, jer tamni Mesečev kotur sve više zaklanja Sunce. Kad ga sasvim pokrije, počinje potpuno pomračenje: po Zemlji odjednom nastane suton, na nebu se pojavaju sjajne zvezde i planete, oko pokrivenog Sunčevog kotura zasija crvenkasti prsten Sunčeve atmosfere (hromosfera) s džinovskim erupcijama (protuberancama), a dalje oko Sunca blista sedefastim sjajem Sunčeva visoka atmosfera (korona). Potpuno pomračenje traje najviše 7 minuta, a najčešće do 2 minuta, pa se na istočnom rubu pojavi prvi Sunčev zrak. Sad se nastavlja delimično pomračenje. Pomraćeni deo Sunčevog kotura sve više se smanjuje, pa se završi poslednjim prividnim dodirom Sunčevog i Mesečevog kotura. Tada se i delimično pomračenje završava.

Potpuna Sunčeva pomračenja se vrlo retko vide sa iste tačke na Zemlji. Iz naših krajeva poslednje se videlo 15. februara 1961. godine, a prvo sledeće biće 11. avgusta 1999. godine. (sl. 11).



Sl. 11 Raspored pomračenja Sunca 15. februara 1961. na Zemlji

Kako se danas koriste Sunčeva pomračenja?

Danas se Sunčeva pomračenja koriste za mnoge svrhe u nauci, na primer za određivanje popravaka Mesečevih koordinata i elemenata njegove putanje, za izučavanje Sunčeve stratosfere i korone i dr.

Šta je konjukcija?

Konjukcija — 1. položaj u kome su 2 nebeska tela prividno najbliža na nebeskoj sferi.

2. Donja konjukcija unutrašnje planete je njen položaj između Zemlje i Sunca.
3. Gornja konjukcija unutrašnje planete je njen položaj u kome je Sunce između Zemlje i planete,

Šta je korona?

Korona je najviši sloj Sunčeve atmosfere sastavljen od veoma retkih i toplih gasova koji postepeno prelaze u vasionki prostor. Vidi se kako beli nepravilni prsten za vreme potpunih Sunčevih pomračenja. (sl. 12.)

Šta je Saros?

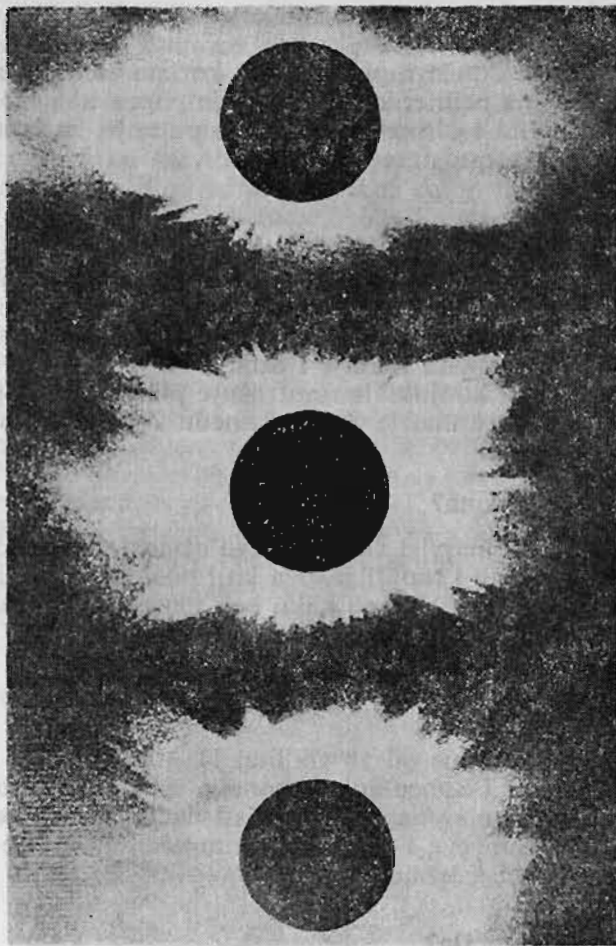
Saros je ciklus od 18 godina, 11·3 dana posle koga Zemlja, Mesec i Sunce dolaze ponovo u približno iste položaje i u kome se na približno isti način i istim redom ponavljaju Sunčeva i Mesečeva pomračenja. Bio je poznat još starim astronomima.

Šta je rotacija?

Rotacija je obrtanje nebeskog tela oko sopstvene ose, svojstveno Zemlji i drugim planetama i njihovim satelitima, a isto tako i Suncu i svim zvezdama i zvezdanim sistemima.

Šta su to sizigije?

Sizigije su Mesečevi položaji na putanji za vreme mladog i punog meseca.



Sl. 12 Korona, protuberance

Mesečeva površina posmatrana durbinom, vidi se da je neravna, izbrazdana planinama i planinskim lancima i izravnana okruglim ulegnućima svih mogućih veličina. Na krajevima Mesečeva kotura oni izgledaju duguljasti, što je posledica perspektive: mi na njih ne gledamo odozgo, već sa strane. To su prstenaste planine. Zahvaljujući izvesnoj njihovoj sličnosti sa kraterima Zemljinih vulkana, dat im je naziv **krateri**. Veći krateri se nazivaju cir-

kovi, zbog njihovog kružnog obima. Prečnici nekih cirkova prelaze 200 km. Dno cirkova je dovoljno ravno, ali planinski bedemi, koji okružuju ove ravnine u vidu prstena, vrlo su složene građe. Njihova visina dostiže i po nekoliko kilometara.

Da li postoji sličnost između kratera, cirkova, mora i planina?

Mesečevi cirkovi i krateri nisu slični sa kraterima Zemljinih vulkana. Odnosi visine planine i veličine samog kratera kod jednih i drugih su sasvim različiti.

Dok krateri na Zemlji predstavljaju udubljenja malog prečnika na vrhovima konusnih planina Mesečevi cirkovi imaju sasvim malu dubinu u poređenju sa njihovim prečnikom i svojim oblikom podsećaju pre na plitke tanjire.

Veliki cirkovi i krateri na Mesecu imaju vulkansko poreklo, a mali su postali od udara meteorita.

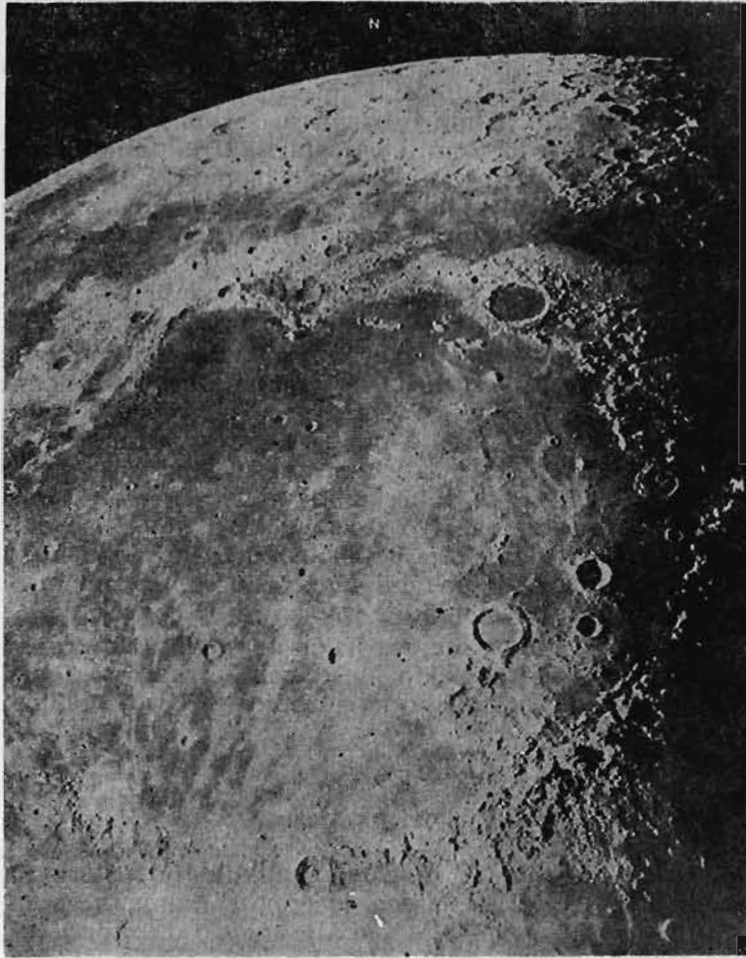
Planine koje osvetljava Sunce, naročito one koje se na mesečevom koturu na granici dnevne i noćne polulopte, bacaju senke iz čijih se dužina mogu odrediti njihove visine. Za vreme punog meseca posmatrač sa Zemlje gleda na Mesec sa iste strane sa koje ga osvetljava Sunce. Zato se za vreme punog meseca ne vide senke sa Mesečevih planina. Ovo smeta da se u to vreme durbinom izučava reljef Mesečeve površine. Na nekim mestima na Mesečevoj površini vide se ogromni planinski lanci i dugačke **raseline** koje presecaju njegovu koru.

Za vreme punog meseca ističu se svetli zraci koji se zrakasto razilaze od nekih Mesečevih cirkova. Najduži zraci dolaze od cirka Tiho na južnoj Mesečevoj polulopti. (v. sl. 13).

Kakvi su fizički uslovi na Mesecu?

Uslovi na Mesecu se oštro razlikuju od uslova na Zemlji. Sila teže na Mesecu je 6 puta manja nego na Zemlji. To je uzrok što Mesec nije mogao da zadrži čestice gasova i vodene pare koje su nekada obrazovale njegovu atmosferu. Zato ni Mesec praktično nema atmosfere.

re i u njegovim „morima” ni kapi vode. Odsustvo atmosfere na Mesecu izaziva sledeće pojave. Senke Mesečevih planina su crne i oštre, na Mesecu nema ni zore ni sutona, nikakvih metereoloških pojava, nebo tamo izgleda potpuno crno i sa njega se mogu jednovremeno videti Zemlja, Sunce i zvezde. Na Mesecu ne pada kiša i na njegovoj površini nikada ne vidimo oblake ili maglu.



Sl. 13 Mesečevi krateri, cirkovi, mora i planine

Odsustvo atmosfere koja ublažava temperaturske promene i velike dužine dana i noći izazivaju na Mesecu oštre smene toplote i hladnoće. U toku Mesečevog dana, njegova se površina zagreje do $+120^{\circ}\text{C}$, a zatim noći, ona se ohladi do -160°C . Pod uslovima koji vladaju na Mesecu organski život je tamo nemoguć. Pretpostavlja se da su fizički uslovi na nevidljivoj Mesečevoj strani isti kao i na vidljivoj.

Kako izgledaju prividne putanje planeta?

Da bi objasnio kretanje planeta po petljama, Ptolomej je pretpostavljao da se svaka planeta kreće po malom krugu nazvanom *epicikl*, dok se u isto vreme središte tog kruga kreće po krugu većeg poluprečnika (*deferentu*) oko Zemlje. Slaganje ova dva kretanja, koja se obavljaju u različitim ravninama, daje pri posmatranju sa Zemlje kretanje planeta po petljama, čas napred, čas nazad.

Kopernikov stav je da: prividna „lutanja” planeta po petljama posledica su Zemljinog kretanja kojim se objašnjavaju i sva prividna kretanja nebeskih tela.

Koji su osnovni stavovi Ptolomejevog geocentričnog sistema?

Osnovni stavovi Ptolomejevog geocentričnog sistema su: geocentričnost, kružnost i uniformnost kretanja tela u njemu. U njegovom sistemu Zemljina lopta lebdi nepokretno u središtu Vasiona — zajedničkom središtu 8 kristalnih sfera, sve većih što su dalje od Zemlje, nime: Mesečeve, Venerine, Merkurove, Sunčeve, Marsove, Jupiterove, Saturnove i sfere zvezda. Svih ovih 8 sfera učestvuju zajedno kao jedno u uniformnom obrtanju oko Zemlje od istoka ka zapadu. Sistem sveta sa Zemljom u središtu zove se geocentrični (geos-Zemlja).

Kako je Kopernik objasnio „petlje” na prividnim putanjama planeta?

Planete, na osnovi stavova Kopernikove teorije heliocentričnog obrtanja Zemlje i ostalih planeta, ne samo da

obilaze oko Sunca već u njihovom prividnom kretanju nema ni zastoja, ni retrogradnih kretanja („petlji“) što je potvrđeno. Zastoje i retrogradna kretanja planeta Kopernik je objasnio slaganjem Zemljinog kretanja sa kretanjem svake planete oko Sunca. Kako periodi obilaženja Zemlje i drugih planeta nisu jednaki, događa se da Zemlja, npr. prestigne planetu i tada se planeta prividno pomera na zapad, retrogradno u odnosu na zvezde. Međutim u drugo vreme njihova kretanja se po smeru slažu, pa se onda planeta kreće prema istoku.

Iz veličine petlji na prividnim putanjama Kopernik je izračunao relativne daljine planeta od Sunca.

Koji su osnovni stavovi Kopernikovog heliocentričnog sistema?

Kopernikov sistem je zasnovan na sledećim stavovima:

1. Vasiona je kao i Zemlja sfernog oblika.
2. Kretanja nebeskih tela su sva jednaka (uniformna) kružna (ili složena iz kružnih kretanja) i neprekidna (večna).



Sl. 14 Nikola Kopernik (1473—1543)

3. Sva se kružna kretanja obavljaju oko Sunca, koje je središte sviju njih.
4. Daljina Zemlje od Sunca zanemarljiva je u odnosu na poluprečnik Vasiona.
5. Prividno kretanje Vasiona je posledica Zemljinog dnevnog kretanja oko njene nepromenljive ose.
6. Prividno Sunčevo kretanje je posledica Zemljinog kretanja oko Sunca, koje svaka planeta obavlja.
7. Prividna „lutanja“ planeta po petljama posledica su Zemljinog kretanja kojim se objašnjavaju sva prividna kretanja nebeskih tela.

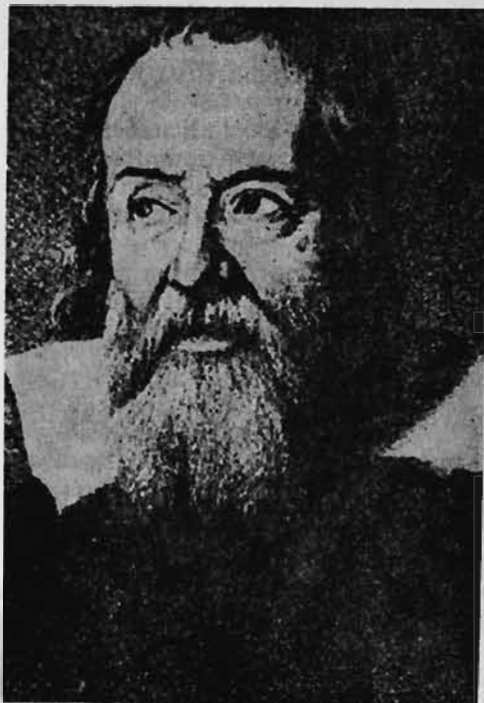
Koje je dokaze navodio Kopernik za heliocentrični sistem?

Kopernik je došao do ubeđenja da se Zemlja kreće, i da se kretanja nebeskih tela mogu prostije i bolje objasniti ako se pođe od Zemljinog kretanja. Izlaz i zalaz nebeskih tela je objasnio Zemljinim obrtanjem i prividnim kretanjem Sunca među zvezdama — godišnjim obilaženjem Zemlje oko Sunca. Po Koperniku sve druge planete kreću se oko Sunca, a ne oko Zemlje. Po njemu je raspored planeta po udaljenosti oko Sunca ovaj: Merkur, Venera, Zemlja, Mars, Jupiter i Saturn. Kopernikov sistem sa Suncem u središtu zove se heliocentrični sistem (helios — Sunce).

Šta je otkrio Galilej kad je prvi izvršio astronomska posmatranja durbinom i kako je ova otkrića upotrebio za dokaz heliocentričnog sistema?

Galilej je otkrio da na Mesecu postoje planine, što je potvrđivalo da ima i drugih nebeskih tela sličnih Zemlji. Zatim je otkrio 4 Jupiterova satelita koji oko njega kruže na sličan način kao Mesec oko Zemlje. pa Venerine mene, što govori da je i ona loptastog oblika, da svetli odbijenom Sunčevom svetlošću i da obilazi oko Sunca kao i Zemlja.

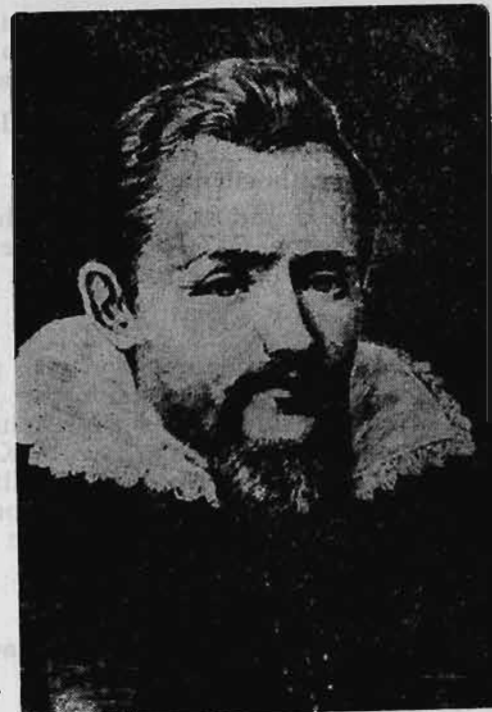
Svoje učenje Galilej je izložio u knjizi „Dijalog“ gde je branio Kopernikovo učenje, a ismejavao učenje o nepokretnosti Zemlje.



Sl. 15. Galileo Galilej
(1564—1642)

Kako glase Keplerovi zakoni i kako je Kepler do njih došao?

Keplerovi zakoni izvedeni su na osnovi osamnaestogodišnjeg posmatračkog materijala, koje je sakupio Tih Brahe u XVI veku. **Prvi zakon: Svaka planeta se kreće po elipsi u čijoj se jednoj žiži nalazi Sunce** Elipsom se naziva zatvorena kriva linija, koja ima osobinu da zbir udaljenja svake tačke na njoj od dveju stalnih tačaka, koje se zovu žiže — konstantan, stalan. Na Obeležimo $s - 0$ je središte elipse, DA — velika poluosa, K i S elipsine žiže, tako da je $KM + CM = DA$ jednako velikoj osi elipse. Ukoliko je rastojanje među žižama veće, elipsa je spljoštena pri datoj veličini njene velike ose. Stepem izduženosti ose izražen je veličinom njene **ekscentričnosti**. Ekscentričnost e je odnos rastojanja



Sl. 16. Johan Kepler
(1571—1630)

OS središta elipse od jedne žiže prema dužini velike poluose OA , tj. $e = OS : OA$. Eliptične putanje planeta malo se razlikuju od krugova i njihovi ekscentriciteti malo su veći od nule.

Iz prvog Keplerovog zakona izlazi da se daljina planete od Sunca menja. Najbliža tačka na putanji zove se **perihel**, a najdalja **afel**.

Zemljina putanja je takođe elipsa. U perihelu Zemlja je početkom januara, a u afelu početkom juna.

Drugi zakon (zakon površina) — Radijus vektor planete u jednakim vremenskim razmacima opisuje jednake površine.

Radijus-vektor planete zove se duž koja spaja planetu sa Suncem. Brzina planete pri njenom kretanju menja se tako, da površina koju opisuje radijus-vektor u

jednakim vremenskim razmacima ostaje ista ma, u kom delu putanje se planeta nalazila. Oko planetnog perihela brzina je najveća, a blizu afela najmanja.

Treći zakon — Kvadrati perioda obilaska planeta oko Sunca odnose se među sobom kao kubovi velikih poluosovina njihovih putanja.

Ako period obilaska i veliku poluosu putanje jedne planete označimo sa T_1 i a_1 , a druge planete sa T_2 i a_2 treći Keplerov zakon se može izraziti formulom:

$$T_1^2 : T_2^2 = a_1^3 : a_2^3$$

Dužina velike poluose planetske putanje jednaka je njenoj srednjoj daljini od Sunca jer je poluzbir planetinih daljina od Sunca u perihelu i afelu jednak velikoj poluosi planetine putanje. Po trećem Keplerovom zakonu, sve daljine od Sunca možemo odrediti ako znamo Zemljinu daljinu od Sunca, ta se dužina poluose Zemljine putanje uzima za jedinicu dužine i zove se astronomska jedinica. Ona iznosi 149 500 000 km.

Kako glasi zakon opšte gravitacije i kako ga je Njutn izveo?

Uzrok kretanja planeta ostao je nepoznat sve do kraja XVII veka, do Njutnova otkrića zakona opšte gravitacije. Taj zakon glasi: **Sva tela u Vasioni (kao i sve čestice materije) među sobom se privlače silom proporcionalnom proizvodu njihovih masa, a obrnuto proporcionalnom kvadratu rastojanja.**

$$F = f \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$$

gde su m_1 i m_2 — mase dva uočena tela, r — njihovo rastojanje a f koeficijent čija brojna vrednost zavisi od jedinica u kojima su izraženi masa i rastojanje. Ta veličina se zove konstanta gravitacije.

Njutn je polazeći od Keplerovih zakona, pokazao, da ovaj zakon važi za eliptične putanje planeta. On je pošao korak dalje da ispita prirodu sile koja izaziva slobodno padanje tela na Zemljinoj površini i Mesečevo centripetalno ubrzanje na njegovoj putanji oko Zemlje. Da bi



Sl. 17 Isak Njutn
(1642—1727)

ovo dokazao, izračunao je, s jedne strane ubrzanje slobodnog padanja na Mesečevoj daljini od Zemlje, a, s druge strane, centripetalno Mesečevo ubrzanje na njegovoj putanji oko Zemlje, i tako dokazao da su ova dva ubrzanja jednaka.

$$q = w$$

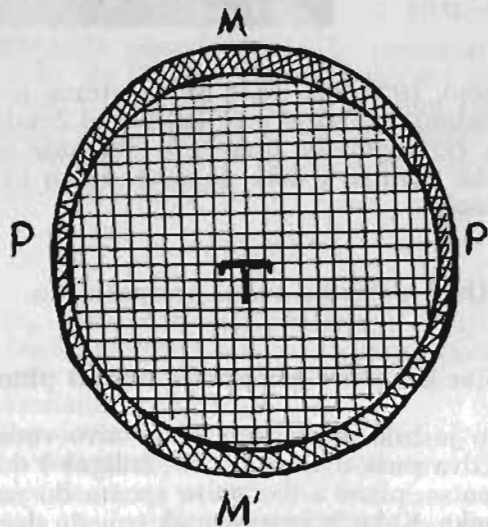
čime je Njutn potvrdio svoju pretpostavku.

Kako se zakonom gravitacije tumači plima i oseka?

Davno je bilo primećeno da se nivo vode na obalama mora dva puta u toku $24^h 50^m$ izdigne i dostigne najveću visinu — plima i dva puta spušta do najmanje visine — oseka. Kako je ovo razmak između dve uzastopne Mesečeve kulminacije u jednom mestu, to je pojava pli-

me i oseke vezana za Mesečev uticaj. Ovu je pojavu objasnio tek Njutn zakonom gravitacije.

Pretpostavimo da je čitava Zemlja obavijena vodenim omotačem. Mesečevo privlačno gravitaciono dejstvo na tačku M, zbog veće blizine, biće veće od privlačne tačke T, a još veće od privlačenja tačke M'. Zato će se tačka M približavati više Mesecu od Zemljina središta, a tačka M' manje od njega. Zato će se na Zemljinoj strani okrenutoj Mesecu i na suprotnoj pojaviti plima, a u tačkama P i P' tada mora nastupiti oseka, pošto je količina vode nepromenjena. Zbog Zemljinog obrtanja stojeći plimski talas (ispupčenje M, odnosno M') kretaće se po površini okeana i mora sa istoka na zapad i plima (odnosno oseka) ponavljaje se u razmacima od $12^h 25^m$. (v. sl. 18.)



Sl. 18 Plima i oseka Zemljinog vodenog omotača

Kako se zakonom gravitacije tumače pojava precesije i nutacije?

Usled dejstva centrifugalne sile, nastale Zemljinim obrtanjem Zemlja je dobila oblik elipsoida, što znači, nije idealna lopta, već je na polovima spljoštena, a na ekvatoru ispupčena. Sunce i Mesec jače privlače onaj deo ovog ispupčenja koji je njima okrenut nego onaj koji se nalazi suprotno od njih. Razlika ove dve privlačne sile izaziva mali spreg koji se slaže sa spregom Zemljine rotacije i dejstvuje tako da Zemljinu obrtnu osovinu, zajedno sa Zemljom polako pomera u suprotnom smeru, da ona opiše oko ose ekliptike konus otvora $23^{\circ} 30'$ za 25 700 godina. Za isto vreme i γ tačka, krećući se retrogradno (suprotno) opiše ekliptiku, a svetski pol oko pola ekliptike tzv. **precesioni krug**. Godišnje pomeranje γ tačke po ekliptici usled ove pojave iznosi oko $50''$ u susret prividnom Sunčevom kretanju. Zato je ova pojava nazvana **precesija**.

Položaji Sunca i Meseca se periodično menjaju. Zato su precesioni krug, a isto tako i konus blago zata-lasani.

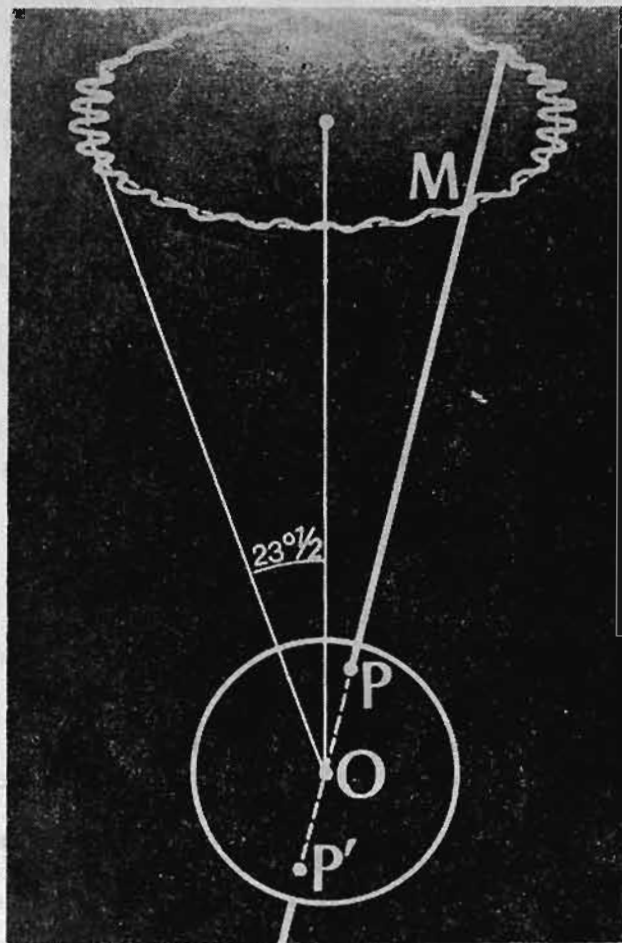
Amplituda jednog ne prelazi $9''. 2$, a perioda 18.6 godina. Ova pojava se zove **astronomska nutacija**. (vidi sl. 19).

Sta su prva i druga kosmička brzina?

Da bi se telo izbačeno sa Zemlje kretalo oko nje po kružnoj putanji, potrebno je da njegova težina bude jednaka centrifugalnoj sili. U tome trenutku ono dostiže **prvu kosmičku brzinu**, koja na Zemlji iznosi 7,9 km/sec. Da bi se telo otisnulo u međuzvezdani prostor, potrebno je da njegova kinetička energija postane jednaka potencijalnoj energiji na Zemlji. Tada ono dostigne **drugu kosmičku brzinu**, koja na Zemljinoj površini iznosi 11.2 km/sec. Da bi telo napustilo Sunčev sistem i uputilo se ka zvezdama, potrebno je dostići još veću tzv. **treću kosmičku brzinu**.

Koje su osnovne karakteristike planeta Zemljinog tipa?

Planete Zemljina tipa su Merkur, Venera, Zemlja i Mars. Srednja gustina ovih planeta je veća od gustine vode. Okružene su razređenom atmosferom i bliske su Suncu. Satelita oko njih je malo ili ih uopšte nema. Može je da planetama Zemljina tipa pripada i Pluton, koji je daleko od Sunca i još dovoljno neizučen.



Sl. 19 Nutacija

Koje su karakteristike Merkura?

Merkur je najmanja, ali vrlo sjajna planeta. I pored velikog sjaja teško ga je posmatrati jer je blizu Sunca. Na Merkurskoj polulopti okrenutoj Suncu temperatura je viša od temperature topljenja olova (340°). Tamo je večiti dan. Na suprotnoj polulopti vlada večita noć. Atmosfera na Merkuru je krajnje razređena. Perihel Merkurove putanje pomera se u prostoru veoma sporo. Ovo kretanje može se objasniti Ajnštajnovom teorijom relativiteta. Nema satelite.

Koje su karakteristike Venere?

Venera je skoro iste veličine kao i Zemlja. Lomonosov je otkrio 1761. da Venera ima atmosferu, koja je ispunjena neprekidnim belim oblacima koji sakrivaju njenu površinu. Period obrtanja Venere (u odnosu na zvezde) iznosi 225 Zemljinih dana, pri čemu je njeno obrtanje obratno. Sunčev dan na Veneri iznosi oko 84 Zemljina dana. Temperatura na površini iznosi oko 370°C . Objašnjenje za visoku temperaturu nije samo blizina Sunca već i efekat „staklene bašte“. Nema magnetnog polja i nema satelita. Vidi se s večera kao „večernjača“ i ujutru „zornjača“. Najveća elongacija od Sunca iznosi 48° što je uslovalo da se vidi na zapadnom nebu puna tri časa posle Sunčevog zalaza, isto tako u jutarnjim časovima kada se poslednja gasi pred izlaz Sunca.

U čemu je specifičnost Venerine rotacije?

Radio-astronomska merenja su otkrila da Venera rotira u suprotnom smeru od ostalih planeta i da period njene rotacije iznosi 243 dana.

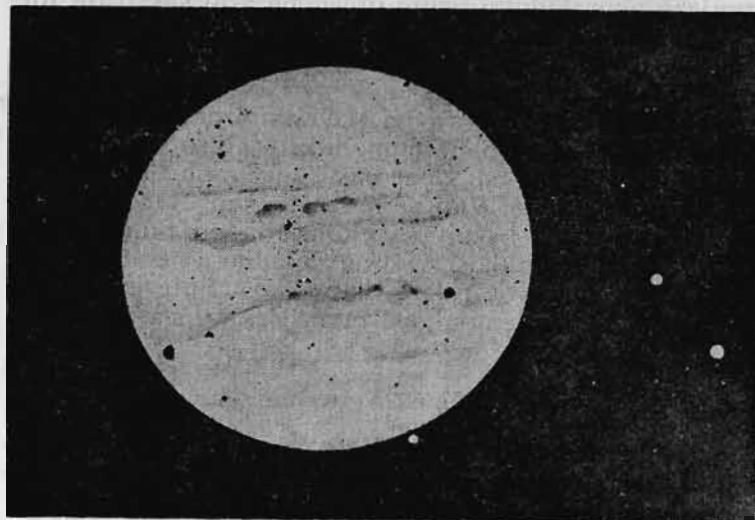
Osobine Marsa

Mars je crvena planeta koja se vidi golim okom, mada je manje sjajna od Venere. Ima prozračnu atmosferu. Vreme rotacije iznosi $24^{\text{h}}40^{\text{m}}$. Osa rotacije je nagnuta prema ravni putanje za ugao od $25^{\circ}12'$, što dovodi do smene godišnjih doba. (Njegov siderički period je 680

dana). U raznim opozicijama njegovo rastojanje od Zemlje varira za oko 2 puta. Najpovoljnija opozicija je onda kad je najbliža Zemlji i to se ponavlja svakih 15 i 17 godina, naizmenično (1956, 1971, 1988 . . .) Ima dva satelita: Fobos i Dejmos (Strah i Užas).

Koja planeta, osim Zemlje, ima jonosferu, a koja magnetno polje i radijacioni pojas?

Mars ima jonosferu sličnu Zemljinoj. Maksimalna koncentracija elektrona je 10^4 do 10^5 cm^{-3} i nalazi se na 120 km iznad Marsove površine. Ima magnetno polje koje nije ništa jače od polja koje ispunjava međuplanetni prostor. Jupiter ima jako magnetno polje — deset puta jače od Zemljinog, kao i radijacione pojase. (sl. 20.)



Sl. 20 Jupiter sa satelitima

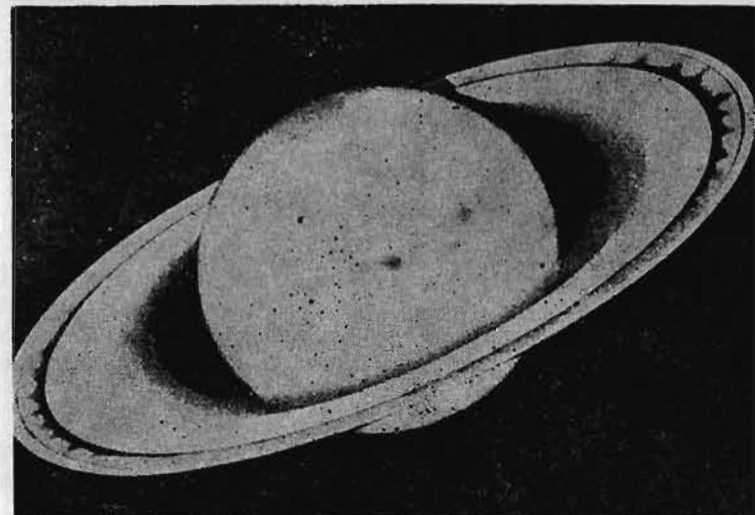
Kakva je priroda Saturnovog prstena?

Saturnov prsten ima složenu građu. Može se reći da se sastoji iz 4 koncentrična prstena različitog sjaja. (sl. 21.)

Posmatrač sa Zemlje ima priliku da vidi ovaj prsten pod raznim uglovima, u zavisnosti od položaja Zemlje i Saturna.

Kada se Zemlja nađe u ravni prstena, onda ga vidi „s rebra”. Tada prsten postaje nevidljiv zbog male debljine (svega 20—40 km).

U stanovljeno je da se Saturnov prsten sastoji od mnoštva nezavisnih čestica koje se kreću po Keplerovim zakonima kao samostalni sateliti. Njihovi prečnici su od nekoliko centimetara do nekoliko metara.



Sl. 21 Saturn

TEST — PITANJA I ODGOVORI

(OSNOVNA I SREDNJA ŠKOLA)

1. Kako izgleda površina Merkura?

Izbrazdana je kraterima i liči na površinu Meseca.
(o. š.)

2. Da li se za Merkur može reći da je sličan Mesecu?

Ova konstatacija je tačna kada se ima u vidu „spoljašnjost“ Merkura, njegova površina, ali unutrašnjost Merkura se znatno razlikuje od unutrašnjosti Meseca; sačinjena je od težih hemijskih elemenata što se vidi iz srednje gustine planete. (o. š.)

3. Šta se smatra uzrokom za karakterističan izgled površine nekih planeta (Merkura i Meseca, na pr.), koje su izbrazdane kraterima?

To je činjenica da one nemaju atmosferu i samim tim nikakvu eroziju koja bi doprinela da se uklone tragovi epohe kratera karakteristične za Sunčev sistem u celini. (s. š.)

4. Kako se objašnjava izuzetno visoka temperatura koja vlada na površini Venere?

Objašnjava se efektom „staklene bašte“. (o. š.)

5. Kakvo je značenje efekta „staklene bašte“?

Atmosfera nebeskog tela propušta toplotu koja dolazi od Sunca ali je pritom zadržava ne dopuštajući nje-

no znatnije emitovanje u okolni prostor. Na ovaj način temperatura na površini nebeskog tela može biti znatno veća od efektivne. (o. š.)

6. Na kom nebeskom telu, osim Venere, je još zapažen efekat „staklene bašte“ za koji se kaže da ovog puta ima pozitivno dejstvo?

Zapažen je na Titanu, satelitu planete Saturn, gde je temperatura zahvaljujući ovom efektu stekla vrednost koja sasvim odgovara uslovima za organski život kakav postoji, recimo na Zemlji, iako je Titan dosta daleko od Sunca. (o. š.)

7. Koje planete Sunčevog sistema nazivamo planeta-ma Jupiterovog tipa?

To su Jupiter, Saturn, Uran i Neptun. (o. š.)

8. Koje su osnovne karakteristike planeta Jupiterovog tipa?

U hemijskom sastavu preovlađuju laki elementi, pa je njihova srednja gustina bliska Sunčevoj. Uopšte uzev, njihov hemijski sastav je jako nalik hemijskom sastavu zvezda. (o. š.)

9. Koje su osnovne karakteristike fizičke prirode planeta Jupiterovog tipa?

Sačinjene su pretežno od gasovite mase sa čvrstim jezgrom čiji je poluprečnik znatno manji od poluprečnika planete. Imaju i sopstvene izvore toplote koji potiču od gravitacionog sažimanja. (o. š.)

10. Kakva je rotacija planeta Jupiterovog tipa?

U poređenju sa planetama Zemljinog tipa veoma brza, što se vidi iz činjenice da je vreme obrtanja otprilike dva put kraće od vremena obrtanja Zemlje, a i iz velike spljoštenosti ovih planeta. (s. š.)

11. Kakvi uslovi vladaju u Jupiterovoj atmosferi?

Slojevi se obrću veoma brzo i duvaju jaki vetrovi. (o. š.)

12. Šta je Jupiterova crvena pega?

To je oko džinovskog tornada koji traje već vekovima. (o. š.)

13. Kakav je miris crvene pege?

Prema hemijskom sastavu zna se da treba da miriše na beli luk. (o. š.)

14. Da li Mesec ima atmosferu?

Nema (o. š.)

15. Može li na Mesecu da pada kiša?

Ne može, jer nema atmosferu. (o. š.)

16. Kako se zove preovlađujuća materija Mesečevog tla?

Naziva se regolit. (o. š.)

17. Kakva je razlika u reljefu između dveju Mesevih strana: vidljive i nevidljive?

Na vidljivoj strani ima dosta ravnih površina koje se nazivaju morima, a nevidljiva je pretežno izbrazdana kraterima. (o. š.)

18. Koji Mesečevi krateri nose imena jugoslovenskih naučnika?

Po tri kratera na svakoj strani: na vidljivoj Bošković, Vega i Gopčević, a na nevidljivoj Tesla, Milanković i Mohorovičić. (o. š.)

19. Kako se zovu delovi komete?

Glava sa jezgrom i rep. (o. š.)

20. Prema zapremini najveća tela Sunčevog sistema su...

Komete. (o. š.)

21. Koji su najčešći hemijski elementi kod kometa?

Ugljenik i vodonik. (o. š.)

22. U kom delu komete je smešten najveći deo njene mase?

U jezgru. (s. š.)

23. Šta je uzrok pojavi repa komete?

Zagrevanje Sunčevom toplotom. (o. š.)

24. Iz čega se sastoji rep komete?

Sastoji se od prašine, gasova i jonizovanih čestica. (o. š.)

25. Da li je Zemlja nekad prošla kroz rep komete?

Da, prošla je više puta dosada, na pr. 1910. kroz rep Halejeve komete, samo to nije ostavilo nikakve posledice. (o. š.)

26. Kako se tumači da Zemlja nije pretrpela nikakve posledice prolaskom kroz rep komete?

Činjenicom da je rep izvanredno redak. (o. š.)

27. U koliko grupa se mogu razvrstati objekti Sunčevog sistema prema svom hemijskom sastavu?

U tri grupe: Sunce i planete Jupiterovog tipa, komete i meteori, a treću grupu čine planete Zemljinog tipa. (s. š.)

28. Šta je karakteristično za hemijski sastav Sunca i planeta Jupiterovog tipa?

Preovlađuju laki elementi, naročito vodonik i helijum. (o. š.)

29. Šta je karakteristično za hemijski sastav kometa i meteora?

Znatna količina srednje-teških elemenata: ugljenika, azota itd. (o. š.)

30. Šta je karakteristično za hemijski sastav planeta Zemljinog tipa?

U odnosu na prethodne dve ovo je „najteža“ grupa sa znatnom količinom teških elemenata: gvožđe, silicijum itd. (o. š.)

31. Kako se zove najpoznatija hipoteza o postanku Sunčevog sistema?

Kant-Laplasova hipoteza. (o. š.)

32. Od čega je postao Sunčev sistem prema ovoj hipotezi?

Postao je od gasovite pramagline koja se obrtala velikom brzinom. (o. š.)

33. Na koji način se objašnjava činjenica da se putanje skoro svih velikih planeta Sunčevog sistema nalaze u jednoj ravni i da se one kreću po skoro kružnim putanjama u istom smeru?

Hipotezom da su one postale od pramagline, te da je sadašnji smer obrtanja planeta nekadašnji smer obrtanja pramagline. (o. š.)

34. Kakav je odnos srednje ugaone brzine obrtanja Sunca prema onoj koju bi Sunce trebalo da ima na osnovu svoje spektralne klase?

Sunčeva srednja ugaona brzina je znatno manja od ugaone brzine obrtanja koju bi Sunce trebalo da ima prema svojoj spektralnoj klasi što se objašnjava postojanjem planetskog sistema. (s. š.)

35. Kako je raspodeljen obrtni moment (moment impulsa) Sunčevog sistema?

Lavovski deo (oko 98%) pripada ostalim članovima sistema, a samo mali deo (oko 2%) Suncu. (s. š.)

36. Koja planeta ima najjače magnetno polje u Sunčevom sistemu?

Jupiter sa satelitima (sl. 21.) (o. š.)

37. Koji je glavni sastojak atmosfere Venere?

To je ugljen-dioksid. (o. š.)

38. Koji je glavni sastojak atmosfere Marsa?

To je ugljen-dioksid. (o. š.)

39. Da li se može reći da su atmosfere Venere i Marsa, dveju Zemlji najbližih planeta, slične?

One su slične po hemijskom sastavu, ali se pritisak i gustina veoma razlikuju; uporediti 90 bar koliko iznosi pritisak na površini Venere sa 0,007 bar na površini Marsa. (o. š.)

40. U poređenju sa reljefima Zemlje i Meseca reljef Marsa je ...

Grubo rečeno reljef Marsa je negde „na sredini“ između reljefa Zemlje i Meseca: on sadrži kratere poput Meseca, ali i rečna korita (prazna) i vulkanske kupe poput Zemlje. (o. š.)

41. Da li na Marsu postoje godišnja doba?

Da, jer je nagibni ugao Marsovog ekvatora nagnut prema ravni Marsove putanje oko Sunca za skoro isti ugao kao Zemlja. (o. š.)

42. Šta je uočljiva karakteristika Marsove površine u blizini njegovih polova?

To su Marsove polarne kape, bele boje jer se sastoje od leda (pretežno ugljen-dioksid) i promenljive površine u zavisnosti od godišnjeg doba. (o. š.)

43. Šta je Sunce?

To je jedna zvezda koja čini središte Sunčevog sistema (o. š.)

44. U kakve zvezde spada Sunce prema svojoj boji (spektralnoj klasi) i sjaju (luminoznosti)?

Prema boji u žute zvezde — spektralna klasa G2; prema sjaju u patuljke. (s. š.)

45. Šta je solarna konstanta?

To je stalna količina energije koja od Sunca stiže na jedinicu površine Zemlje u jedinici vremena. (o. š.) Za srednjoškolce još i formula: solarna konstanta C iznosi

$$C = \frac{L_{\odot}}{4\pi a^2}$$

gde je L luminoznost Sunca, a „a“ rastojanje Sunca od Zemlje čija je vrednost približno jednaka jednoj astronomskoj jedinici.

46. Poznato je da se rastojanje između Zemlje i Sunca menja, jer se Zemlja ne kreće po idealnoj kružnici. Da li to znači da je solarna konstanta ustvari promenljiva veličina?

Ne, jer je promena Zemljinog rastojanja vrlo mala, budući da Zemljina putanja ima, kao što je poznato, vrlo mali ekscentricitet. (s. š.)

47. Koliko je staro Sunce?

Starost Sunca se procenjuje na oko 5 milijardi godina. (o. š.)

48. Koji su glavni dokazi za Sunčevu starost?

Pre svega, Sunce mora biti starije od planeta Sunčevog sistema, a starost Zemlje se procenjuje na oko 4,5 milijarde godina. Osim toga i naša opšta znanja o evoluciji zvezda ukazuju na takvu starost. (s. š.)

49. Kako se određuje veličina Sunca?

Prividni prečnik Sunčevog lika gledanog sa Zemlje iznosi oko pola stepena, a zna se da je Sunce u proseku udaljeno od Zemlje oko 150 miliona kilometara. Kada pomnožimo poslednje dve veličine (s tim što se vrednost prečnika preračuna u radijane) dobijamo za Sunčev (stvarni) prečnik iznos od 1,3 miliona kilometara. (s. š.)

50. Kako se određuje masa Sunca?

Koristi se formula III Keplerovog zakona koja u uprošćenom obliku za Sunčev sistem glasi

$$\frac{a^3}{P^2} = \frac{GM}{4\pi^2}$$

Sa „a” je označeno srednje rastojanje Zemlje, P je Zemljin period (godinu dana), G je univerzalna konstanta, a M masa Sunca. (s. š.)

51. Da li je Sunce u proseku gledano gušće od vode?

Da, nešto je gušće, jer njegova prosečna gustina iznosi 1400 kg/m^3 u poređenju sa gustinom vode koja, kao što je poznato, iznosi 1000 kg/m^3 . (o. š.)

52. Kakav je hemijski sastav Sunca?

Razlikuje se od sastava Zemlje, pretežu laki elementi, pre svega vodonik i helijum. (o. š.)

53. Koji je hemijski element otkriven najpre na Suncu, da bi se potom saznalo da ga ima i na Zemlji?

To je helijum, o čemu govori samo ime — „helios” na grčkom Sunce. (o. š.)

54. Kako se naziva površinski sloj Sunčeve lopte i kolika je njegova debljina u poređenju sa poluprečnikom Sunčeve lopte?

Naziva se fotosfera („sfera svetlosti”), debljina se kreće između 100 i 200 km, dakle zanemarljivo je mala u poređenju sa poluprečnikom. (o. š.)

55. Zbog čega je fotosfera žute boje?

Zato što se maksimum zračenja nalazi približno u žutoj oblasti spektra, a spektralna raspodela zračenja odgovara raspodeli crnog tela, pa je najjače zračenje iz žute oblasti. (s. š.)

56. Šta je bela svetlost?

To je složena svetlost koju zrači Sunčeva fotosfera i fotosfere drugih zvezda; razložena ona daje spektar, na pr. duga. (o. š.)

57. Kakva je struktura fotosfere?

Fotosfera se sastoji od granula.

58. Koliko slojeva ima Sunčeva atmosfera?

Dva, hromosfera („sfera boja” — donji sloj) i korona (gornji sloj). (o. š.)

59. Kada možemo najbolje posmatrati i snimati Sunčevu koronu?

Za vreme pomračenja Sunca. (o. š.)

60. U kom sloju Sunčeve atmosfere je temperatura najviša?

U koroni, gde iznosi oko milion stepeni. (o. š.)

61. Da li na Suncu postoji magnetno polje?

Da, ono je dipolnog tipa i indukcija je reda veličine 10^{-4} T . (s. š.)

62. U kom sloju Sunca se javljaju Sunčeve pege?

U fotosferi. (o. š.)

63. Da li su pege izvori magnetnog polja?

Da i ono je znatno jače od opšteg polja Sunca. (s. š.)

64. Šta se može reći o odnosu boje i temperature pega prema okolnoj fotosferi?

Pege su tamnije i hladnije od okoline fotosfere. (o. š.)

65. Iz kog sloja Sunčeve atmosfere se izbacuju protuberance?

Iz hromosfere. (o. š.)

66. Šta je Sunčev vetar?

To je sistematsko isticanje gasa iz Sunčeve korone. (o. š.)

67. Kakav karakter po vremenskoj zavisnosti ima Sunčeva aktivnost?

Sunčeva aktivnost je periodičnog karaktera. (s. š.)

68. Koliki je približan iznos perioda Sunčeve aktivnosti?

Oko 11 god. (o. š.)

69. Kakve sve boje mogu imati zvezde?

Boje zvezda se kreću od ljubičaste do crvene. (o. š.)

70. Od čega zavisi boja zvezde?

Boja zvezde, tj. boja njene fotosfere zavisi od efektivne temperature. (o. š.)

71. Kakva je zavisnost intenziteta zračenja od talasne dužine u spektrima zvezdanih fotosfera?

To je spektar crnog tela — maksimalni intenzitet pada na onu talasnu dužinu koja je sa efektivnom temperaturom povezana po Vinovom zakonu pomeranja. (s. š.)

72. Šta je spektralna klasa zvezda?

To je klasa kojom se opisuje neprekidni spektar zračenja jedne zvezde; uzima se neka osnovna karakteristika — za fotosferu to je efektivna temperatura, tj. boja. Važeća klasifikacija u savremenoj astronomiji je Harvardsku prema kojoj postoje sledeće osnovne klase: O, B, A, F, G, K, M. Temperatura opada od O ka M. (s. š.)

73. Šta je prividna zvezdana veličina?

To je logaritam osvetljenosti koju daje jedno nebesko telo. Prema važećoj skali objektu koji se još uvek vidi golim okom odgovara prividna veličina +6, a sjaj-

nijim objektima niža prividna veličina. Najsjajnije Sunce ima prividnu veličinu —26,8. (s. š.)

74. Šta je apsolutna zvezdana veličina?

To je prividna veličina koju bi imalo neko nebesko telo kada bi se nalazilo na rastojanju 10 pc od Sunca. Ona ne zavisi od rastojanja i mera je samo jačine svetlosti, tj. luminoznosti nebeskog tela. (s. š.)

75. Šta je luminoznost zvezde (nebeskog tela)?

To je ukupna energija koju telo izrači sa čitave svoje površine u jedinici vremena (jedna sekunda) i izražava se u vatima. (o. š.)

76. Kako se zvezde klasifikuju prema svojoj luminoznosti?

Na džinovce i patuljke. (o. š.)

77. Šta je Hercšprung-Raselov dijagram (HR dijagram)?

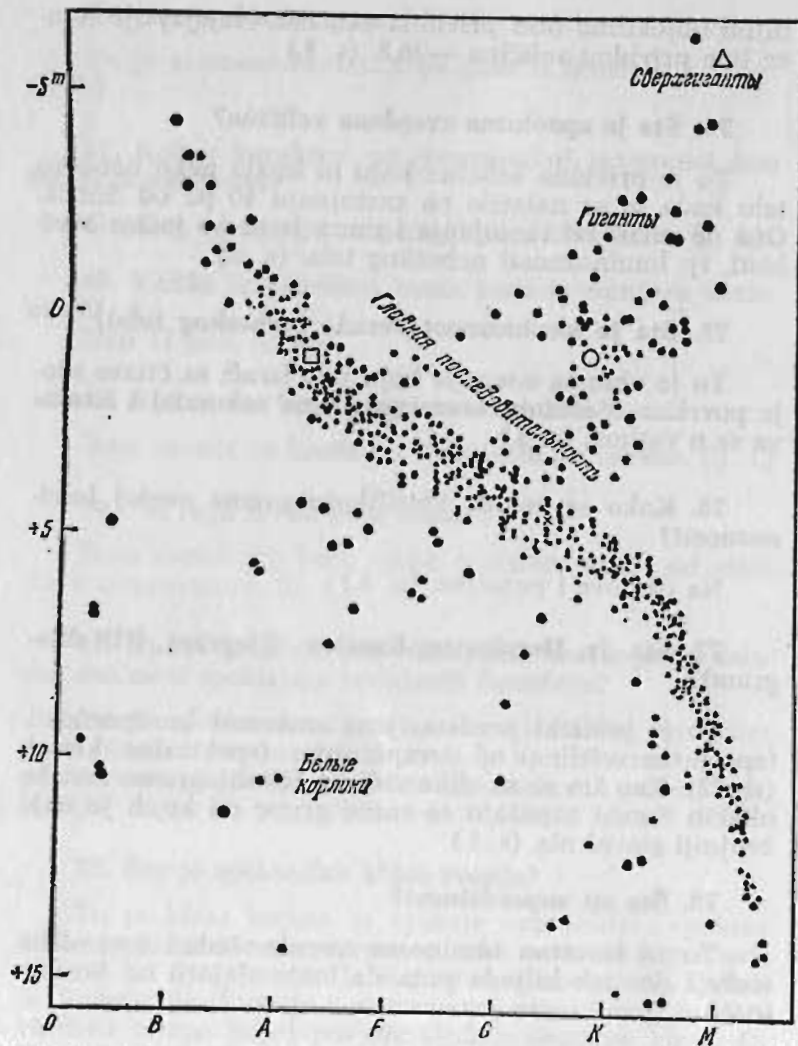
To je grafički predstavljena zavisnost luminoznosti (apsolutne veličine) od temperature (spektralne klase). (sl. 22). Kao što se sa slike vidi na HR-dijagramu zvezda bliskih Suncu zapažaju se razne grupe od kojih je najbrojniji glavni niz. (s. š.)

78. Šta su superdžinovi?

To su izuzetno luminozne zvezde. Jedan superdžin može i desetak hiljada puta da bude sjajniji od Sunca. (o. š.)

79. Šta su crveni džinovi?

To su zvezde spektralne klase M (crvene boje), veoma luminozne. Njihovo postojanje se objašnjava kao jedna faza u evoluciji zvezda u kojoj zvezda poseduje jako veliku zapreminu i samim tim vrlo razređenu atmosferu. (o. š.)



Sl. 22 Hertšprung — Raselov dijagram

80. Šta su beli patuljci?

To su zvezde veoma male zapremine i male luminoznosti obično bele boje. Savremena teorija evolucije objašnjava postojanje belih patuljaka kao poslednju fazu u evoluciji srednje masivnih zvezda. Smatra se da će i Sunce jednoga dana biti beli patuljak. (o. š.)

81. Šta su promenljive zvezde?

To su zvezde čija se luminoznost menja s vremenom. (o. š.)

82. Kako se zove grafikon koji prikazuje zavisnost luminoznosti, tj. zvezdane veličine od vremena za jednu promenljivu zvezdu?

Zove se kriva sjaja. (o. š.)

83. Kako se u načelu dele promenljive zvezde prema izgledu krive sjaja?

Dele se na periodično-promenljive i neperiodično-promenljive. (o. š.)

84. Šta su nove zvezde?

To su promenljive zvezde kod kojih dolazi do nagle promene sjaja da bi se posle izvesnog vremena vratile na prvobitni sjaj. Jedna zvezda može više puta u toku svoje evolucije da bude nova zvezda. (o. š.)

85. Šta su supernóve?

To su promenljive zvezde kod kojih dolazi do nagle promene sjaja, znatno jače nego kod nòvih. Potom sjaj postepeno opada. Ova pojava se može dogoditi samo jednom u životu jedne zvezde. Ostaci supernóve su izvori snažnog zračenja. (o. š.)

86. Šta su dvojne zvezde?

To su zvezde koje se zajedno kreću kroz prostor, a jedna u odnosu na drugu se kreću slično kao Zemlja oko Sunca. (o. š.)

87. Šta su zvezdana jata?

To su zvezdani sistemi koji se sastoje od više desetina pa do više stotina hiljada zvezda koje su međusobno povezane jakim gravitacionim silama. (o. š.)

88. Kako se dele zvezdana jata po svom obliku?

Dele se na razvejana ili otvorena i zbijena ili globularna. (o. š.)

89. Šta je Galaksija (Mlečni put)?

To je džinovski zvezdani sistem koji se sastoji od zvezda i međuzvezdane materije. (o. š.)

90. U kom se sve obliku može naći međuzvezdana materija u Galaksiji?

Može se naći u obliku maglina (džinovskih oblaka) i rasprostrtom. (o. š.)

91. Da li je raspodela međuzvezdane materije u Galaksiji prekidna ili neprekidna?

Grubo govoreći može se reći za rasprostrtu međuzvezdanu materiju da je u prostoru raspoređena neprekidno, premda se i kod nje sreću manja ili veća zgušnjavanja i razređenja koja se nazivaju oblaci. Izuzetno veliki oblaci zovu se magline. (s. š.)

92. Kako se dele magline?

Po obliku razlikujemo difuzne i planetarne magline. Postoje još i spiralne magline, ali to ustvari nisu magline, nego druge galaksije. (o. š.)

93. Kakve vrste međuzvezdane materije postoje u Galaksiji?

Međuzvezdani gas i međuzvezdana prašina. (o. š.)

94. Po hemijskom sastavu međuzvezdani gas je ...

Praktično čist vodonik. (s. š.)

95. Kakav je sastav međuzvezdane prašine?

Međuzvezdana prašina se pretežno sastoji od čestica čije su dimenzije približno jednake talasnoj dužini vidljive svetlosti. (o. š.)

96. Po čemu je značajna međuzvezdana prašina za proučavanje prostorne raspodele u Galaksiji?

Međuzvezdana prašina je značajna zbog toga što apsorbuje svetlost zvezda. (s. š.)

97. Kakva je opšta prostorna raspodela objekata koji čine našu Galaksiju?

Dvojaka, objekti koji pripadaju tzv. populaciji I obrazuju strukturu oblika diska, a objekti tzv. populacije II obrazuju telo loptastog oblika koje se naziva halo (s. š.)

98. Šta su zvezdane populacije?

Podelu zvezda i međuzvezdane materije na zvezdane populacije: I i II-prema njihovim fizičkim osobinama uveo je Bade. (o. š.)

99. U čemu je osnovna razlika u fizičkim svojstvima između zvezda i međuzvezdane materije koje pripadaju različitim populacijama?

Objekti populacije I su mlađi i bogatiji hemijskim elementima težim od vodonika i helijuma u hemijskom sastavu. (o. š.)

100. Šta je karakteristično za kretanje objekata populacije I oko centra naše Galaksije?

Karakteristično je da preovlađuje obrtno kretanje (rotacija) (o. š.)

101. Kako zavisi ugaona brzina galaktičke rotacije od udaljenosti do ose rotacije?

Ugaona brzina nije konstantna, tj. Galaksija se ne obrće kao kruto telo; ugaona brzina opada sa rastojanjem i to najvećim delom sa prvim stepenom rastojanja. Ovakva rotacija naziva se diferencijalna. (s. š.)

102. Kakva je razlika između zvezdanih jata koja pripadaju Galaksiji prema njihovoj prostornoj raspodeli?

Zbijena zvezdana jata pripadaju halou, tj. raspoređena su u obliku sfere. Razvejana jata pripadaju disku, tj. koncentrišu se ka galaktičkoj ravni. (s. š.)

103. Da li se najveće zbijeno zvezdano jato koje pripada našoj Galaksiji ω Centauri može videti iz Jugoslavije?

Ne može, jer se nalazi u sazvežđu Kentaura (Centaura) čija je deklinacija suviše niska da bi se moglo videti sa naše geografske širine. (o. š.)

104. Šta su galaksije?

To su veliki zvezdani sistemi koji mogu sadržati od više miliona pa do nekoliko stotina milijardi zvezda, a takođe i međuzvezdanu materiju, slično našoj Galaksiji. (o. š.)

105. Kakvi se sve oblici sreću kod raznih galaksija?

Galaksije po obliku mogu biti spiralne, elipsoidalne, nepravilne i sočivaste. (o. š.)

106. Po kom naučniku se naziva klasifikacija galaksija prema njihovom obliku koja se grafički prikazuje pomoću šeme oblika viljuške?

Po Edvinu Hablu. (s. š.)

107. Šta su spiralne magline?

Spiralna maglina je stari naziv za spiralnu galaksiju — to ustvari nisu magline nego galaksije. (o. š.)

108. U kakve galaksije spada naša Galaksija?

U spiralne. (o. š.)

109. U kakve galaksije spadaju Magelanovi oblaci?

U nepravilne. (o. š.)

110. Šta je to Lokalna grupa galaksija?

To je grupa od oko 35, zasada poznatih, galaksija čiji je član između ostalog i naša Galaksija (Mlečni put). (o. š.)

111. Šta su to aktivne galaksije?

To su galaksije kod kojih su zapaženi razni oblici aktivnosti, osobito u oblasti oko njihovog jezgra i koje zrače veliku energiju. (o. š.)

112. Kakvi su izvori kosmičkih radio-talasa?

Najjači izvori su aktivne galaksije i kvazari. Sve su to prirodni izvori, ali oni mogu biti i veštački, tj. da ih šalje neka druga civilizacija, mada dosada nijedan veštački izvor nije otkriven. (o. š.)

113. Šta su kvazari?

Zvezdoliki objekti koji zrače vrlo veliku energiju i udaljuju se od nas veoma velikim brzinama. (o. š.)

114. Šta su kvazari?

To je jedna vrsta kvazara koji se odlikuju relativno niskim radio-zračenjem. (s. š.)

115. Šta je crveni pomak?

Crveni pomak predstavlja pomeranje linija u spektrima udaljenih galaksija ka crvenom delu usled međusobnog udaljavanja galaksija poznatog kao „širenje svemira”. (o. š.)

116. Kako su povezane radijalne brzine i udaljenosti galaksija?

Brzina je srazmerna udaljenosti (Hablov zakon). (s. š.)

117. Koji je naučnik otkrio „širenje svemira”?

Edvin Hابل. (o. š.)

118. Šta je Hablova konstanta?

To je odnos između brzine udaljavanja i rastojanja između dve galaksije. Njena recipročna vrednost je jednaka starosti vasiona, tj. vremenu koje je proteklo od „velike eksplozije“ (Hablovo vreme). (s. š.)

119. Kako se tumači međusobno udaljavanje galaksija poznato kao „širenje svemira“?

Tumači se kao posledica „velike eksplozije“ („velikog praska“) ili „Big-benga“ koja se dogodila pre nekih 10—20 milijardi godina u zavisnosti od tačne vrednosti Hablove konstante. (s. š.)

120. Šta je glavni argument u prilog tome da se „velika eksplozija“ zaista dogodila?

Postojanje elektromagnetnog zračenja toplotnog porekla koje odgovara zračenju tzv. crnog tela, čija temperatura iznosi 3 K a koje je isto u svim pravcima. (s. š.)

121. Toplotno zračenje temperature oko 3 K otkriveno je 1965. godine, otkrila su ga dvojica američkih naučnika Penzans i Vilson. Kakvo su oni priznanje za to dobili?

Dobili su Nobelovu nagradu za fiziku 1978. godine. (s. š.)

122. Od čega zavisi da li će „širenje vasiona“ da se nastavi u beskraj ili će jednog dana preći u suprotnu pojavu-sažimanje?

Zavisi od iznosa srednje gustine materije u svemiru. (o. š.)

123. Kakve uslove treba da ispunjava srednja gustina materije u svemiru da bi se širenje moglo nastaviti u beskraj?

Treba da bude manja ili bar jednaka kritičnoj gustini. (o. š.)

124. Kakve uslove treba da ispuni srednja gustina materije u svemiru da bi širenje prestalo i prešlo u skupljanje?

Treba da je veća od kritične gustine. (o. š.)

125. Prema onome što se danas zna, da li će se vasiona širiti u beskraj ili ne?

Iznos srednje gustine materije u svemiru zavisi u mnogome od toga koliko u svemiru ima tzv. tamne materije, tj. materije čije se prisustvo i iznos ne mogu ustanoviti klasičnim putem, preko poznatih nam zračenja. (s. š.)

PRIBLIŽNE BROJNE VREDNOSTI (POŽELJNO ZAPAMTITI)

Najvažnije veličine koje se susreću u astronomiji

Prividni uglovni prečnik Sunca i Meseca	1/2°
Nagib ekliptike prema ekvatoru	23,5°
Razlika ekvatorskog i polarnog prečnika Zemlje	25 km
Srednji poluprečnik Zemlje	6 370 km
Dužina tropske godine	365 dana 5 čas. 49 min.
Dužina sinodičkog meseca (vremenski razmak između dve istoimene Mesečeve mene)	29,5 dana
Dužina zvezdanog (sideričkog) meseca (Period obrtanja Meseca oko Zemlje)	27 ¹ / ₃ dana
Masa Sunca u poređenju sa Zemljinom masom	330 000
Najkraći period obrtanja planete (Merkura)	3 meseca (88 dana)
Najduži period obrtanja planete (Plutona)	250 godina
Prečnik najveće planete (Jupitera)	11 prečnika Zemlje
Srednje daljine Meseca od Zemlje	380 000 km
Srednje daljine Zemlje od Sunca ili 1 astronomska jedinica	150 000 000 km
1 parsek	206 265 astr. jedinica ili 3/4 svetlosne god.
Rastojanje od Sunca do najbliže planete (Merkura) u poređenju sa rastojanjem Zemlje od Sunca	0,4 astr. jed.
Srednje rastojanje od Sunca do najdalje planete (Plutona)	40 astr. jedinica
Rastojanje od Sunčeva sistema do najbliže zvezde (α Centauri)	4 svetlosne godine ili 1 ¹ / ₂ parseka ili 270 000 astr. jedinica
Prečnik našeg Zvezdanog sistema — Galaksije	100 000 svet. god.

Daljina do najbližeg spiralnog zvezdanog sistema galaksije u sazvežđu Andromede	1 500 000 svetl. god.
Broj zvezda vidljivih golim nenaoružanim okom	oko 6 000
Prečnik Meseca u poređenju sa prečnikom Zemlje	1/4
Prečnik Sunca u poređenju sa prečnikom Zemlje	109
Temperatura na površini Sunca	6 000°C
Srednji period promene broja Sunčevih pega	11 godina
Temperatura zvezda	oko 3 000°C (crvene zvezde) do 30 000°C (bele zvezde)
Starost Zemljine kore	oko 3 milijarde godina
Prolećna ravnodnevica	oko 21. marta
Letnji solsticij	oko 22. juna
Jesenja ravnodnevica	oko 23. septembra
Zimski solsticij	oko 22. decembra

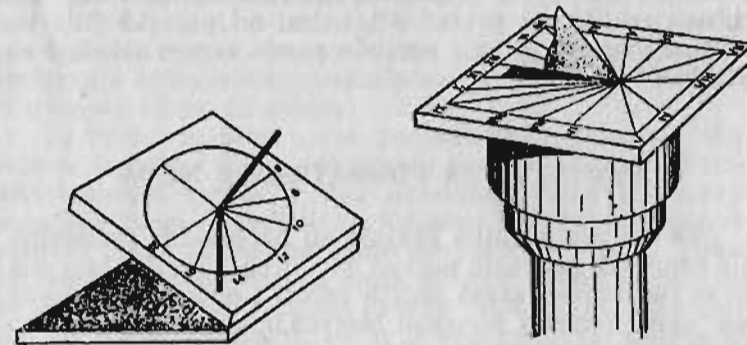
GRČKA AZBUKA

α — alfa	ν — ni
β — beta	ξ — ksi
γ — gama	ο — omikron
δ — delta	π — pi
ε — epsilon	ρ — ro
ζ — dzeta	σ — sigma
η — eta	τ — tau
θ — theta	υ — ipsilon
ι — jota	φ — fi
κ — kapa	χ — hi
λ — lambda	ψ — psi
μ — mi	ω — omega

KONSTRUKCIJA SUNČANOG ČASOVNIKA

Napraviti ekvatorski sunčani časovnik (sl. 23) vrlo je prosto. Uzmite dasku i iz sredine povucite poluprave na sve strane tako da uglovi među susednim polupravama iznose 15°. Pored tih polupravih obeležite redne brojeve časova 12, 1, 2, itd. (zato što se u ekvatorskoj ravni senka pomera ravnomernom brzinom). U tački iz koje su povučene poluprave uglaste dasku, upravno na nju, metalnu šipku, tako da prolazi skroz kroz dasku.

Nagnite dasku sa šipkom prema horizontu za ugao 90° — φ, gde je φ geografska širina mesta, i učvrstite je tako da se poluprava sa oznakom 12^h poklopi sa podnevačkom linijom. Poslednja se određuje i ucrtava na mestu gde želimo da postavimo sunčani časovnik,



Sl. 23 Sunčani časovnik

Ovakvi časovnici nisu najpodesniji za upotrebu jer od 23. septembra do 21. marta senka od šipke pada na cifarnik odozdo.

Horizontski sunčani časovnik podesniji je za upotrebu. Uzmite dasku i učvrstite upravno na nju trougao sa oštrim uglom jednakim širini mesta φ. U produženju osnovice trougla povucite polupravu sa oznakom 12^h. Poluprave koje odgovaraju ostalim celim časovima povucite prema ovoj prvoj polupravoj pod uglovima x koje ćete dobiti iz obrasca

$$\operatorname{tg} x = \sin \varphi \operatorname{tg} t,$$

gde je $t = 1^h, 2^h, 3^h \dots 12^h = 15^\circ; 30^\circ; 45^\circ; \dots$ uglovi među susednim polupravama neće iznositi po 15° kao kod ekvatorskog časovnika, zato što se pri prividnom dnevnom kretanju Sunčevom (zajedno sa nebeskom sferom oko svetske ose) senka od šipke na horizontalnoj ravni pomera neravnomerno. Podnevačku liniju cifarnika horizontalnog sunčanog časovnika, koja odgovara 12^h, treba postaviti u pravac sever—jug.

Sunčani časovnici, razume se, pokazuju pravo sunčano vreme. Da bismo pretvorili njihovo pokazivanje u

zonsko vreme, treba znati razliku između zonskog i mesnog vremena u datom mestu. Posle toga će još uvek ostati razlika koja se menja u toku godine i dostiže do 1/4 časa. Tu razliku možemo uzeti u obzir iz postojećih grafika i tablica iz astronomskih godišnjaka. Uostalom, u proleće i leto, kada se obično i koriste sunčani časovnici, ova razlika ne prelazi 4^m, osim, od početka jula do sredine avgusta. U tom periodu pravo vreme zaostaje za 5^m do 6^m.

UPUTSTVA ZA POSMATRANJE NEBA

Za svakog učenika krajnje su neophodna posmatranja osnovnih nebeskih pojava. Međutim, nebeska tela mogu se posmatrati samo vedrih večeri i noći. Sva nebeska tela, osim Sunca i ponekad Meseca, mogu se videti samo uveče ili noću. Neke se pojave događaju ujutru ili samo u određenim retkim trenucima, na primer pomračenja, i mi ih ne možemo videti u za nas podesnije drugo vreme. Zbog toga i zbog malo vremena koje se astronomiji poklanja u školi, posmatranja se ni u kom slučaju ne mogu odlagati. Njih treba vršiti čim se ukaže prva prilika, koristeći vedre večeri i ne trudeći se da posmatranja vršimo baš u vreme kada se određena partija iz programa prelazi na času. Takva se saglasnost ne može postići zbog vremenskih prilika.

Treba težiti da se izvrši što više posmatranja u toku septembra i oktobra, jer su tada često vedre večeri i nije tako hladno. U novembru i zimi vedro vreme je dosta retko i mrazevi prilično otežavaju posmatranja. Od marta vreme postaje češće vedrije ali veče dolazi sve kasnije i kasnije.

Posmatranja treba vršiti na mestu gde ne smetaju osvetljenja iz zgrada. Zvezde treba posmatrati kada ne smeta mesečina. Treba imati kod sebe ručnu sijalicu koja ne daje jaku svetlost, a omogućuje da se u potrebnom trenutku pogleda na zvezdanu kartu i da se u posmatračku beležnicu upišu ili ucrtaju podaci posmatranja.

U toku septembra i oktobra savršeno je neophodno (i što ranije to bolje) izvršiti ova posmatranja:

1) Približno jedanput svake dve nedelje (u zavisnosti od vremenskih prilika) treba zabeležiti vreme i ucrtati u odnosu na predmete na prividnom horizontu mesto Sunčeva izlaza ili zalaza. Ucertavanje vršiti svaki put s jednog istog mesta. Posle toga izvesti zaključak o promeni položaja tačke izlaza ili zalaza.

2) Dobro je isto to izvršiti i za Mesec i uz to svaki put beležiti vreme njegova zalaza i izlaza. Za Mesec posmatranje treba vršiti svakodnevno beležeći tri do četiri njegova izlaza ili zalaza.

3) Pratiti iz dana u dan potpun ciklus promena Mesečeva izgleda (ciklus Mesečevih mena). Pri tom načiniti bar dva crteža u dva uzastopna dana na kopiji zvezdane karte trudeći se da Mesečev izgled kao i njegov položaj među zvezdama bude što tačnije ucrtan. Položaj Mesečev treba ucrtati kada on nije suviše svetao da bi se mogle videti i slabije zvezde. Ako se uoči Mesečev položaj samo u odnosu na najsajjnije zvezde, pošto je njih veoma malo na nebu, Mesečevo kretanje od 13° na dan može se i ne istaći dovoljno jasno. Ova posmatranja će nam pokazati kako se Mesec pomera ka istoku na pozadini zvezdanog neba.

4) U jesen uz pomoć pomične zvezdane karte treba naći i zapamtiti sazvežđa Velikog i Malog Medveda, položaj Severnjače i još neka markantna sazvežđa i sjajne zvezde. Da se ne bi zaboravila sazvežđa, svaki učenik treba sam s vremena na vreme da ih nađe na nebu. Pri tom treba u posmatračku beležnicu zapisivati koja su se sazvežđa videla na južnoj strani neba.

5) U proleće (a još bolje zimi) razgledati koja se sazvežđa vide na južnom delu neba i raspoznati na nebu poznata sazvežđa oko pola. Pri pronalaženju sazvežđa neophodno je zvezdanu kartu držati tako da oznake severa, istoka itd. što bolje odgovaraju položaju tih tačaka na horizontu posmatračeva mesta. Treba obraćati pažnju na razliku u sjaju zvezda prikazanih na karti i u mislima ih spajati pravama kako je prikazano na karti. Kad je jedno sazvežđe nađeno, treba preći na drugo.

6) Pri posmatranju sazvežđa treba obratiti pažnju na boje sjajnih zvezda koje odgovaraju njihovim temperaturama.

7) U samom početku i na kraju posmatranja sazvežđa treba uočiti položaje izvesnih sjajnih zvezda prema ho-

rizontu da bi se istaklo prividno dnevno obrtanje nebeske sfere i zvezda na raznim polarnim daljinama. Treba po mogućstvu fotografisati prividno dnevno obrtanje neba oko pola.

8) Radi provere znanja treba pronaći Severnjaču a po njoj i osnovne tačke horizonta.

9) Na skupnoj ili pojedinačnoj vežbi u školskom dvorištu povući podnevačku liniju koristeći se Suncem.

10) Po Mesečevoj meni i njegovom položaju prema horizontu pokazati približan položaj osnovnih tačaka horizonta.

11) Koristeći se astronomskim godišnjakom i zvezdanom kartom, samostalno ili uz pomoć nastavnika, naći planete vidljive toga meseca. Ovo posmatranje treba izvršiti u septembru i tačno ucrtati položaj svake planete među zvezdama onog sazvežđa u kome se planeta vidi. Posle jednog do dva meseca ponoviti ovo ucrtavanje i zaključiti kako se svaka planeta pomerila.

12) Zapaziti kako meteori lete po nebu za vreme upoznavanja sa sazvežđima

13) Koristiti posmatranja durbinom ili dogledom. Ako je u pitanju dogled, bolje je potražiti onaj sa prizmom koji daje šestostruko uveličanje. Pomoću njega se mogu videti:

1) veće Sunčeve pege (kroz tamno staklo), ako ih tada ima na Suncu;

2) neravna granica između dana i noći na Mesecu i najkrupniji cirkovi na njemu;

3) mnogo zvezda u Mlečnom Putu i zvezdanom jatu Plejade, u kome slobodno oko pri normalnom vidu vidi samo šest zvezda;

4) gasovita Orionova maglina (zimi) i magličasta pega — spiralna galaksija u Andromedi (u jesen) koja se okom jedva vidi;

5) dvojne zvezde u Velikom Medvedu i Liri;

6) ponekad Jupiterovi sateliti (vrlo blizu njega).

RUKOVANJE KARTOM ZVEZDANOG NEBA

Položaj zvezda u odnosu na horizont neprekidno se menja usled dnevnog Zemljinog obrtanja oko njene ose i njenog godišnjeg obilaženja oko Sunca. Zato je i polo-

žaj zvezda različit u raznim časovima jednog istog dana, kao i u istim večernjim časovima raznih meseci u godini. Pomična karta zvezdanog neba pruža mogućnost da se prosto odrede položaji zvezda u odnosu na horizont u svakom trenutku.

Da bi se kartom uspešno koristilo treba je pravilno namestiti i upotrebiti.

Imajući u vidu da će se kartom narednih godina koristiti i drugi učenici, treba se potruditi i napraviti kopije oba dela karte a original sačuvati. Još je bolje da se pri precrtavanju oba dela karte uveličaju linearno 1,5; 2,5 puta (od 40 do 45 cm u prečniku). Takva razmera karte omogućuje bolju preglednost.

Kartu i pomoćni krug treba naneti na dovoljno čvrst karton brašnom ili štirkom od koga hartija neće požuteti. Prosušiti listove pod izvesnim pritiskom da se ne bi iskrivila i pažljivo obrezati u krug, a na pomoćnom krugu izrezati otvor po jednoj od zatvorenih linija koja odgovara geografskoj širini mesta u kome će karta biti korišćena: na primer za Beograd 45°; za Titograd (42°) po liniji sa oznakom 40°; za Niš (43°) po liniji sa oznakom 45°; za Skoplje (42°) po liniji sa oznakom 40° itd.

Kartom se rukuje na sledeći način: pomoćni krug se stavi preko karte tako da čas koji nas interesuje, i koji je obeležen na periferiji pomoćnog kruga dođe prema datumu koji nas interesuje, a koji se nalazi na periferiji karte. Tada će se u otvoru pomoćnog kruga videti ona sazvežđa i zvezde koji će u datom trenutku biti nad horizontom mesta posmatranja, i to u pravcima i položajima prema horizontu, koji su baš označeni na karti.

Obod otvora na pomoćnom krugu predstavlja horizont, centar kruga — zenit. Tačke horizonta obeležene su na pomoćnom krugu.

Slika na karti potpuno će odgovarati slici posmatranoj na zvezdanom nebu ako kartu podignemo ispred sebe i okrenemo njen kraj s natpisom „sever“ prema tački na horizontu. Ako karta leži na stolu, ne treba zaboraviti da se u njoj ogledaju položaji zvezda koje se nalaze iznad nas, pa zato treba njihove likove u mislima prenositi na nebo vodeći računa o orijentaciji prema stranama horizonta.

S druge strane, ne treba zaboraviti da se sazvežđa na karti predstavljena malo deformisano, malo razvuče-

no, zato što se ni nebeska sfera ni Zemljina lopta ne mogu predstaviti u ravni bez deformacije.

Poluprečnici kruga na karti su deklinacijski krugovi. Časovi rektascenzije koji im odgovaraju obeleženi su na periferiji karte (a četiri deklinacijska kruga obeležena su ciframa). Da bi se pročitala deklinacija nebeskog tela, služe koncentrične kružnice ucrtane na svakih 30° (treća kružnica od centra je nebeski ekvator sa deklinacijom jednako nuli). Lako je uvideti da su na karti prikazane zvezde sa deklinacijom do -45°, i to zaključno sa četvrtom prividnom veličinom.

Ekscentrična kružnica na karti je ekliptika čiji preseca sa nebeskim ekvatorom imaju rektascenzije 0^h (tačka prolećne ravnodnevice) i 12^h (tačka jesenje ravnodnevice).

Korisno je na ekliptici obeležiti položaj Sunca, na primer za svaki 20. u mesecu. Tada će zvezdana karta postati preglednija i lakša za upotrebu pri posmatranju.

Da bi se karta sačuvala od habanja a zbog česte upotrebe, dobro je nalepiti je na deblji karton i eventualno zaštititi prstenom od još debljeg kartona ili lesonita u kome se pomoćni krug može lako okretati.

Ako kartu obrćemo polako, suprotno kazaljki na časovniku, dobijaćemo uzastopne izgled zvezdanog neba u odnosu na horizont, koje vidimo i u prirodi pri Zemljinom dnevnom obrtanju.

HRONOLOGIJA ZNAČAJNIJIH DOGAĐAJA U ASTRONOMIJI

Oko 3000. g. pre n. e.	Prvi astronomski zapisi u Egiptu, Vavilonu i Kini.
Oko 535. g. pre n. e.	Javlja se ideja o loptastom obliku Zemlje; Pitagora.
585. g. (28. maja)	Pomračenje Sunca u Maloj Aziji koje je predvideo Tales iz Mileta.
433. g. pre n. e.	Meton ustanovio postojanje 19-to godišnjeg ciklusa Mesečevih faza.
IV v. pre n. e.	Aristotel u delu „O nebu“ iznosi dokaze o loptastom obliku Zemlje, Meseca i drugih nebeskih tela.
301. g. pre n. e.	Prvi put se pominju Sunčeve pege u kineskim letopisima.
265. g. pre n. e.	Ideja o kretanju Zemlje oko Sunca, prva određivanja rastojanja od Zemlje do Sunca (1200 Zemljinih poluprečnika) i od Meseca (Aristarh).
240. g. pre n. e.	Određivanje veličine Zemljine lopte (Eratosten).

150—123. g. pre n. e.	Otkriće precesije, prve tablice kretanja Sunca i Meseca, zvezdani katalog sa oko 850 zvezda (Hiparh).
Oko 140. g. nove ere	U Ptolomejevom „Sintaksisu“ (arapski „Almagest“) data teorija o epicikličkom kretanju planeta u geocentričnom sistemu, zatim tablice planeta i zvezdani katalog (1025 zvezda). Zvezde su podeljene na šest veličina po sjaju.
1543. g.	„O kretanju nebeskih tela“ N. Kopernika.
1582. g.	Uvođenje Gregorijanskog kalendara u nizu evropskih zemalja.
15. oktobra 1609—1610. g.	Prva posmatranja teleskopom. Otkriće planina na Mesecu, Venerenih mena, Jupiterovih satelita i da se Mlečni Put sastoji od zvezda (Galilej).
1609. g.	Kepler u „Novoj astronomiji“ dao dva zakona o kretanju planeta oko Sunca.
1619. g.	Treći Keplerov zakon.
1662. g.	Prvi ogledi razlaganja Sunčeve svetlosti pomoću prizme (Njutn).
1668. g.	Teleskop sa sfernim ogledalom (Njutn).
1671. g.	Prvo određivanje paralakse Sunca (0,5") posmatranjem Marsa u opoziciji (Kasini, Riše).
1675. g.	Određivanje brzine svetlosti (O. Remer).
1687. g.	U svom delu „Principia“ Njutn obrazložio svermisko privlačenje.
1705. g.	Halej ustanovio da postoji periodično kretanje kometa oko Sunca.
1718. g.	Otkriće sopstvenog kretanja zvezda (Halej).
1725—1728. g.	Otkriće aberacije svetlosti (Bredli).
1733. g.	Prvo naučno objašnjenje protuberanci (Vasenius).
1748. g.	Otkriće nutacije (Bredli).
1755. g.	Kant dao hipotezu o postanku nebeskih tela i njihovih sistema od rasejane materije.
1766—1772. g.	Nađeno pravilo o rastojanju planeta od Sunca (Ticijus — Bode).
1781. g.	Otkrivena planeta Uran (Heršel).
1783. g.	Otkriveno kretanje Sunca u odnosu na zvezde, određene koordinate Sunčevog apeksa (Heršel).
1796. g.	Laplasova hipoteza o postanku planeta od rotirajuće gasovite magline.
1800. g.	Otkriće infracrvenog zračenja Sunca (Heršel).
1801. g.	Otkrivena prva mala planeta Cerera (Pijaci).
1814—1815. g.	Fraunhofer opisao tamne linije u Sunčevom spektru.
1835—1840. g.	Prvo određivanje paralaksa zvezda (Struve, Bessel, Henderson).
1844. g.	Švabe ustanovio periodičnost u javljanju Sunčevih pega.
1845. g.	Otkriće spiralne strukture nekih maglina (Lord Ros).
1846. g.	Otkriće Neptuna, po Leverijeovim i Adamsovim proračunima, na osnovi Bodeovog pravila.
1850—1864. g.	Počinje da se primenjuje fotografija u astronomiji (SAD, Engleska, Rusija).

- 1859—1864. g. Otkriće spektralne analize (Bunzen, Kirhof).
1860—1863. g. Početak spektroskopije zvezda (Hegins); prva klasifikacija spektara zvezda (Seki).
- 1862—1904. g. Proučavanje fizičke prirode komete. Klasifikacija kometnih „repova“ (Bredihin).
1864. g. Dobijen emisijski spektar planetske magline u sazvežđu Zmaj, što je dokazalo gasovitu prirodu nekih maglina. Otkriće zelenih emisijskih linija u spektrima maglina, pripisanih nepoznatom elementu, nazvanom nebuljum (Hegins).
1868. g. Pronađena metoda posmatranja Sunčevih protuberanci kad nema totalnog pomračenja Sunca (Lokijer, Zansen).
1868. g. Otkriće helijuma na Suncu (Lokijer).
1872. g. Dobijena prva fotografija zvezdanog spektra (Dreper).
1884. g. Konvencija 26 zemalja o zonskom vremenu (konferencija u SAD).
1887. g. „Kanon pomračenja“ (Oplcer). Sadrži izračunatih 8 000 Sunčevih i 5 200 Mesečevih pomračenja od 208. g. pre n. e. pa do 2163. g. n. e.
- 1888—1891. g. Otkrivene periodične oscilacije Zemljinih polova (Candler, Kistner).
1898. g. Prvi put izmerena temperatura zvezda (Nikols).
1901. g. Ustanovljena spektralna klasifikacija zvezda na Harvardskoj opservatoriji (Kenon).
- 1903—1912. g. „Istraživanje svemirskog prostora reaktivnim uređajima“ (Ciołkowski).
1905—1913. g. Otkriće zvezda patuljaka i zvezda džinova (Hercšprung, Rasel).
1908. g. Otkriće magnetnog polja Sunčevih pega (Hejl).
1909. g. Otkriće uticaja rotacionih komponenti pomračenja dvojnih zvezda na krivu brzine svetlosti (Slezinger).
- 1911—1913. g. Hercšprung—Raselov dijagram „spektar — sjaj“.
1912. g. Otkriće zavisnosti „period — sjaj“ kod cefeida (Livić).
1913. g. Teorija sastava atoma vodonika pomoću koje je objašnjena pojava čitavog niza linija u spektrima zvezda (Bor).
1914. g. Teorija o pulsiranju cefeida (Šepli).
1915. g. Otkriće prve zvezde — belog patuljka (Adams).
1916. g. Početak teorijskog ispitivanja unutrašnje građe zvezda (Edington).
1918. g. Određeno rastojanje Sunca od centra Galaksije, koje iznosi 30 000 svetlosnih godina (Šepli).
1919. g. Otkriće izvora zvezdane energije: reakcija prelaska vodonika u helijum (Peren).
- 1923—1924. g. Utvrđena zavisnost „masa — sjaj“ kod zvezda (Hercšprung, Rasel, Edington).
1924. g. Rastavljene galaksije na zvezde, M31 i M33 (Habl).
- 1926—1927. g. Proučavanje rotacije Galaksije (Lindblad, Ort).
1929. g. Otkriće zakona „crvenog pomaka“ u spektrima galaksija (Habl).
1930. g. Otkriće Plutona (Tombo).
1931. g. Prve fotografije Sunčeve korone u vremenu izvan pomračenja (Lio).
1931. g. Otkriće kosmičkog radiozračenja na talasnoj dužini 15 m (Janski).
1937. g. Teorija termonuklearnih reakcija u unutrašnjosti zvezda kao izvor zvezdane energije (Bete, Vajtzecker).
- 1937—1940. g. Konstrukcija prvog radio-teleskopa i otkriće izvora kosmičkoga radiozračenja (Riber).
1942. g. Identifikacija mnogih spektralnih linija Sunčeve korone i linija višestruko jonizovanih atoma Ca, Fe, Ni i nekih drugih elemenata (Edlen).
1942—1944. g. Nezavisno otkriće radio-zračenja Sunca na talasnoj dužini 187 cm (Sautvort, Hej i Riber).
1944. g. Otkriće zvezdanih jezgara nekih spiralnih galaksija i utvrđivanje zvezdane prirode nekih eliptičkih galaksija.
1944. g. Predviđena mogućnost postojanja kosmičkog radio-zračenja neutralnog vodonika na talasnoj dužini 21 cm (Van de Holst).
1947. g. Otkriće intenzivnih magnetnih polja zvezda, sa promenljivim polovima (Bebkok).
- 1947—1948. g. Otkriće teorijski predviđenog radio-zračenja me-Zapažena polarizacija svetlosti zvezda (Hiltner i Hol, Dombrovski).
1948. g. Završena izgradnja najvećeg (5-metarskog) teleskopa (SAD).
1951. g. Otkriće teorijski predviđenog radiozračenja međuzvezdanog vodonika na talasnoj dužini od 21 cm (Iven i Parsel).
1955. g. Otkriveno radio-zračenje Jupitera (Birke i Franklin).
1957. g. (23. okt. i 3. novembra) Lansiranje prvih veštačkih satelita (SSSR).
1958—1960. g. Otkriće radijacionih pojaseva Zemlje (Van Alen, Vernov, Čudakov i dr.).
1961. g. Prvo radiolokaciono određivanje udaljenosti Venere (Engleska, SSSR, SAD).
1961. g. (12. april) U vasionoskom brodu „Vostok I“ Jurij Gagarin prvi obleteo oko Zemlje.
1963. g. Otkriće kvazara (Šmit).
1963. g. Zapažanja prvih dvaju izvora rendgenskog zračenja Krab-magline i XP-1 Sco (Fridman i dr. Ispitivanje pomoću raketa).
1964. g. „Mariner IV“ prenosi snimke Marsove površine.
1965. g. Pomoću „Zonda-3“ fotografisana „nevidljiva“ strana Meseca.
1965. g. Pomoću radiolokacionog posmatranja Merkura dobijene nove vrednosti perioda obrtanja planete $58,3^d \pm 2^d$ (pomoću najvećeg nepokretnog radio-teleskopa; 305 m u prečniku, Portoriko).

1966. g. Radio-prenos Mesečevog pejzaža pomoću „Luna-9“. Ostvareno meko spuštanje.
1966. g. Naj snažniji izvor rendgenskog zračenja identifikovan sa zvezdom 13^m — ostatkom supernove.
1966. g. Otkriven deseti Saturnov satelit (Dolfus).
1967. g. Otkriven prvi pulsar (Hjuiš, Bel i dr.).
1969. g. Iskrcavanje prvih ljudi na Mesec (Armstrong i Oldrin).
1975. g. (25. okt.) Spustila se na Veneru letilica „Venera 10“ i poslala prve neposredne snimke Venerine stenovite površine.
1976. g. Poslato nekoliko veštačkih satelita oko Meseca, Venere i Marsa u cilju njihova istraživanja.
1977. g. Lansiranje automatskih međuplanetnih stanica „Vojadžer“ 1 i 2 ka spoljnim planetama Sunčevog sistema.
1977. g. Optička identifikacija pulsara u sazvežđu „Jedra“ ostvarena na opservatoriji Sajding Spring.
1977. g. Otkriće asteroida Hiron, najdaljeg dosada poznatog: otkrio ga Čarls Kouel.
1977. g. Otkriće Uranovih prstenova.
1978. g. Završena izgradnja novog sovjetskog podzemnog teleskopa za neutrine
1978. g. Saopšteno da je otkriven Plutonov satelit.
1978. g. Prvi put je otkriveno da jedan asteroid (Herkulina) ima satelit
1979. g. Prolaz „Vojadžera“ 1 kroz Jupiterov satelitski sistem i otkriće prstenova najveće planete Sunčevog sistema.
1979. g. Više naučnih timova saopštava o mogućnosti postojanja znatnih količina tamne materije u vasioni
1980. g. Prvi put je saopšteno da je moguće da i neutrino ima masu mirovanja veću od nule od strane grupe fizičara iz Moskve.
1981. g. Prvo poletanje „Spejs šatla“.
1981. g. „Vojadžer 2“ prošao pored Saturna na rastojanju 101 385 km.
1983. g. Otkriveni su vikoni, nove čestice, važne za potvrdu teorije unifikacije elektro-slabe interakcije.
1985. g. Postavljen je rekord u otkrivanju udaljenih objekata; nađen je objekat koji se udaljava od nas sa 90% brzine svetlosti, a udaljenost, u zavisnosti od iznosa Hablove konstante, se kreće između 8,8 i 16,9 miliona svetlosnih godina.
1986. g. Više automatskih međuplanetarnih stanica su izbliza, po prvi put u istoriji, ispitivale jednu kometu (Halejevu).
1988. g. „Vojadžer 2“ prošao na daljini od 73 000 km od Urana.

TUMAČ VAŽNIJIH POJMOVA

- Azimut** — horizontalni ugao koji sa meridijanskom ravni zaklapa vertikal koji sadrži nebesko telo. Računa se pozitivan od juga ka zapadu.
- Azimutska montaža** — tip instrumenta koji astronomskom durbinu omogućava obrtanje oko vertikalne i horizontalne osovine. Služi za merenje horizonskih koordinata nebeskog tela.
- Albedo** — odbojna moć tamnog nebeskog tela (na primer planete) prema svetlosnim zracima. U idealnom slučaju, telo koje bi svu svetlost koju primi odbijalo imalo bi albedo 1,00.
- Angstrom (oznaka Å)** — jedinica za merenje talasnih dužina svetlosti i drugih zračenja jednaka desetomilionitom delu milimetra.
- Apeks Sunčeva kretanja** — tačka u sazvežđu Herkula prema kojoj se prividno kreće Sunce sa čitavim Sunčevim sistemom brzinom oko 20 km/sec.
- Apsolutna veličina** — prividni sjaj koji bi imala zvezda kada bi se nalazila na daljini od 10 parseka.
- Astronomska jedinica** — srednja daljina Zemlje od Sunca (149,6 miliona kilometara).
- Astrofizika** — astronomska disciplina koja izučava fizičke osobine nebeskih tela primenom metoda teorijske i eksperimentalne fizike.
- Atmosfera** — gasoviti omotač oko nebeskih tela.
- Afel** — najudaljenija tačka od Sunca na putanji jedne planete ili komete.
- Beli patuljci** — veoma male i izvanredno guste zvezde u belom usijanju, čija se unutrašnjost sastoji iz atoma oslobođenih svih atomskih ljuski. Milion puta sa gušće od vode.
- Bolometar** — izvanredno osetljivi prijemnik za merenje ukupnog zračenja zvezda.
- Cefeidi** — vrsta kratkoperiodičnih promenljivih zvezda s periodom promene sjaja od nekoliko dana do nekoliko nedelja. Što je veći sjaj cefeide, duža joj je perioda. Zato se iz izmerene periode može izračunati sjaj ovakve zvezde, a iz upoređivanja njenog sjaja sa prividnom veličinom može se naći i njena daljina.
- Časovni ugao** — koordinata u mesnom ekvatorskom sistemu: ugao u nebeskom ekvatoru od južne tačke meridijana mesta do deklinacijskog kruga zvezde. Meri se u retrogradnom smeru i izražava u časovima, minutima i sekundama.
- Dan** — jedinica za merenje vremena.
- 1) Zvezdani dan — razmak između dve uzastopne gornje kulminacije gama-tačke.
 - 2) Pravi dan — razmak između dve uzastopne gornje kulminacije Sunčeva središta.
 - 3) Srednji dan — razmak između dve uzastopne gornje kulminacije ekvatorskog sunca. Dele se na manje jedinice: časove, minute, sekunde.
- Dvojna zvezda** — sistem od dve zvezde, koje kruže oko zajedničkog težišta.

Deklinacija — koordinata mesnog i nebeskog ekvatorskog sistema: uglavnom visina zvezde iznad (+) ili ispod (-) nebeskog ekvatora.

Deklinacijski krug — časovni krug ili nebeski meridijan — veliki krug nebeske sfere koji prolazi kroz nebeske polove i uočeno nebesko telo.

Direktno kretanje — kretanje nebeskog tela suprotno kazaljki na časovniku, na primer Zemljina rotacija, Zemljno obilaženje oko Sunca (revolucija), obilaženje većine satelita oko planeta.

Egzosfera — najviši sloj Zemljine atmosfere koji postupno prelazi u vasioni prostor.

Ekvinokcijske (ravnodnevničke) tačke — tačke preseka nebeskog ekvatora sa ekliptikom.

Ekliptika — veliki krug nebeske sfere nagnut pod uglom od $23^{\circ}27'$ prema nebeskom ekvatoru. Po njoj Sunce vrši prividno godišnje kretanje oko Zemlje. To je u stvari projekcija Zemljine putanje oko Sunca na nebesku sferu.

Ekliptičke koordinate — sferne koordinate u ekliptičkom koordinatnom sistemu čija je osnovna ravan ravan ekliptike; nebeska longituda i nebeska latituda. Prva se meri u ravni ekliptike, a druga visinom tela iznad ili ispod ekliptike.

Elektromagnetni talasi — talasi zračenja nebeskog tela čiji spektar obuhvata gama-zračenje, rendgensko zračenje, ultraljubičasto zračenje, vidljivu svetlost, infracrveno zračenje, i radio-zračenje. Do skoro su izučavana nebeska tela samo u vidljivoj svetlosti. Zahvaljujući metodama moderne fizike, astrofizike i astronauke danas se ona izučavaju u pomenutim opsezima talasnih dužina, od kojih vidljiva svetlost obuhvata samo jedan neznatan deo.

Elongacija — prividno uglovno udaljenje jedne planete od Sunca ili satelita od planete ili jedne severne zvezde od meridijana.

Eruptivne (nestacionarne) zvezde — čiji sjaj za nekoliko minuta izvanredno poraste, a posle nekoliko časova se vrati na prvobitnu vrednost. Pojava je zapažena kod zvezda crvenih patuljaka i objašnjava se iznenadnom erupcijom u njihovim atmosferama, izazvanom iznenadnom atomskom reakcijom u njihovim nižim slojevima.

Efemerida — tablični pregled prividnih koordinata jednog nebeskog tela izračunatih za ekvidistantne vremenske razmake.

Faza ili mena — prividni izgled Meseca ili planete, tj. onaj deo njihova kotura koji se sa Zemlje vidi obasjan Suncem.

Fakule — sjajnija mesta na Sunčevoj površini, obično u blizini pega.

Flokuli — nepravilne pege na čitavoj Sunčevoj površini sastavljene od kalcijuma ili vodonika.

Fotosfera — Sunčeva „površina“ ili sloj koji šalje najveći deo zračenja Sunca.

Fotometrija — merenje jačine svetlosti specijalnim instrumentima — fotometrima. Najpreciznije se vrši električnim fotometrom snabdevenim fotočelijom koja svetlosnu energiju pretvara u električnu. Ova poslednja se meri osjetljivim instrumentima.

Galaksija — naš Zvezdani sistem od oko sto milijardi zvezda, od kojih je Sunce samo jedna neznatna prosečna zvezda. Ima spiralnu strukturu i obrtno kretanje i projektuje se na nebesku sferu kao Mlečni Put.

Galaksije — zvezdani sistemi, slični našem Zvezdanom sistemu, na veoma velikim daljinama od njega. Ima ih različitih oblika. Sadrže više desetina milijardi zvezda. Preko milijardu ovakvih sistema je otkriveno teleskopom Maunt-Palomarske opservatorije.

Gama-zračenje — elektromagnetsko zračenje sa milion puta manjom talasnom dužinom od svetlosne. Upija ga Zemljina atmosfera. Izvori gama-zračenja u vasioni su tek nedavno otkriveni zahvaljujući napretku astronautike.

Geokorona — sloj veoma razređenog vodonika na periferiji Zemljine atmosfere.

Geocentrični — koji se odnosi na Zemlju kao središte.

Geocentrični sistem sveta — staro shvatanje po kome Sunce Mesec i planete obilaze oko Zemlje kao središta vasiona. Formulirano je u Ptolomejevskom „Almagestu“ i podržavano od crkve kroz ceo srednji vek. Oboreno je tek u XVI veku Kopernikovim heliocentričnim sistemom.

Gravitacija — privlačna sila koja predstavlja osobinu svake materije. Po Njutnovom zakonu gravitacije svaka dva delića materije u vasioni privlače se silom koja je proporcionalna njihovim masama, a obrnuto proporcionalna kvadratu njihova rastojanja.

Građansko vreme — srednje vreme kome je dodato 12 časova te se ne broji od podne već od prethodne ponoći.

Grinički meridijan — Zemljin meridijan koji prolazi kroz jednu utvrđenu tačku stare Griničke opservatorije kod Londona. Usvojen je kao početak za odmeravanje geografskih dužina svih tačaka na Zemlji.

Godina — tropska godina je vremenski razmak između dva uzastopna Sunčeva prolaza kroz gama-tačku ($365^{\circ}5^{\prime}48^{\prime\prime}46^{\prime\prime}$); — siderička godina — je vremenski razmak u kome opiše celu svoju putanju oko Sunca ($365^{\circ}6^{\prime}9^{\prime\prime}5^{\prime\prime}$).

Godišnja doba — četiri dela tropske godine sa izrazito različitim klimom koja dolazi otuda što je Zemljina obrtna osovina nagnuta prema ravni Zemljine putanje oko Sunca.

Halo — optička pojava u Zemljinoj atmosferi; svetli prstenovi oko Meseca ili Sunca, koji se obrazuju na ledenim kristalima visokih oblaka Zemljine atmosfere.

H-I i H-II region — oblasti međuzvezdanog vodonika otkrivene u našoj Galaksiji pomoću radio-teleskopa.

Heliocentrični sistem sveta — Kopernikovo shvatanje po kome Zemlja i sve planete obilaze oko Sunca kao središta, objavljeno u njegovoj čuvenoj knjizi „O kretanjima nebeskih tela“, 1543. godine. Naučno dokazano od strane Galileja, Keplera, Njutna i drugih, predstavlja jedan od temelja savremene astronomije.

Hromosfera — iznad Sunčeve površine fotosfere nalazi se sloj Sunčeve atmosfere nazvan hromosfera. Vidi se za vreme potpunih Sunčevih pomračenja kao tanak crveni prsten oko Sunca. Sedište pojava koje imaju značajan uticaj na Zemlju.

Infracrveno zračenje — nevidljivo zračenje na talasnim dužinama nešto većim od talasne dužine vidljive svetlosti. Jako ga upija Zemljina atmosfera. Poslednjih godina infracrveno zračenje nebeskih tela se uspešno proučava sa velikih visina, naročito pomoću Zemljinih veštačkih satelita i kosmičkih raketa.

Jesenja ravnodnevnička tačka — presek između ekliptike i nebeskog ekvatora u kome se Sunce nalazi 23. septembra prelazeći prividno sa severne na južnu nebesku polusferu.

Jonosfera — sloj Zemljine atmosfere između 80 i 800 km visine, sastavljen iz više slojeva. Sastoji se iz jonizovanih atoma gasova. Od ovoga se sloja odbijaju kratki radio-talasi emitovani sa Zemlje. Erupcije na Suncu unose poremećaj u strukturi jonosfere i tako prouzrokuju poremećaje i u ovim emisijama.

Julijanska perioda — neprekidno brojanje dana od 1. 1. 4713. godine pre naše ere. Služi za olakšanje hronoloških računa, tj. preračunavanja datuma raznih događaja ili pojava zabeleženih po jednom kalendaru u drugi kalendar.

Kvazari — veoma udaljeni vasioniski radio-izvor otkriveni 1963. godine koji zrače neobično veliku količinu energije. Njihova priroda nije još dovoljno razjašnjena. Njihova veza sa galaksijama nije još izvesna, ali se pronalaskom Sajfertovih galaksija, koje čine prelaznu stepenicu između ova dva oblika materije, pokušalo da se oni dovedu u vezu.

Kvadratura — položaj Meseca ili planete kad vizura ka njima zaklapa prav ugao sa vizurom ka Suncu. Mesec je na primer u kvadraturi sa Suncem u prvoj i poslednjoj četvrti.

Keplerovi zakoni — tri zakona kretanja planeta oko Sunca:

I. Planete se kreću oko Sunca po elipsama u čijoj je jednoj žiži Sunce.

II. Radijus-vektor Sunce — planeta opisuje u jednakim vremenskim razmacima jednake površine.

III. Kvadrati vremena obilazaka planeta oko Sunca obrnuto su srazmerni klubovima velikih poluosa njihovih putanja.

Kritična brzina — najmanja brzina potrebna da se jedno telo pri izbacivanju sa Zemlje ili neke planete odvoji od nje i krene u vasioniski prostor kao samostalno nebesko telo. Na Zemlji je ta brzina 11,2 km/sek.

Koma — gasoviti omotač komete.

Kometa — nebeska tela koja obilaze oko Sunca, većinom po izduženim elipsama, sa periodom od nekoliko godina do nekoliko hiljada godina. Jezgro im se sastoji iz stenovitih komada obavijenih gasovima (koma), koji se pod uticajem Sunčevog vetra povijaju i čine kometni rep. Raspadaju se u meteorske potoke i meteore.

Konjunkcija — 1. položaj u kome su dva nebeska tela prividno najbliža na nebeskoj sferi;

2. donja konjunkcija unutrašnje planete je njen položaj između Zemlje i Sunca;

3. gornja konjunkcija unutrašnje planete je njen položaj u kome je Sunce između Zemlje i planete.

Korona — najviši sloj Sunčeve atmosfere sastavljen od veoma retkih i toplih gasova koji postupno prelaze u vasioniski

prostor. Vidi se kao beli nepravilni prsten za vreme potpunih Sunčevih pomračenja.

Koronograf — specijalni instrument koji je u našem veku pronašao francuski astronom Lio i pomoću koga se sa opservatorija na visokim planinama, gde je retka atmosfera, može posmatrati Sunčeva korona i van Sunčevih pomračenja.

Kosmičke brzine — da bi se telo izbačeno sa Zemlje kretalo oko nje po kružnoj putanji, potrebno je da njegova težina bude jednaka centrifugalnoj sili. U tome trenutku ono dostiže pravu kosmičku brzinu, koja na Zemlji iznosi 7,9 km/sec. Da bi se otisnulo u međuzvezdani prostor, potrebno je da njegova kinetička energija postane jednaka potencijalnoj energiji na Zemlji. Tada ono dostiže drugu ili kritičnu brzinu, koja na Zemljinoj površini iznosi 11,2 km/sec. Da bi telo napustilo Sunčev sistem i uputilo se ka zvezdama, potrebno je dostići još veću, tzv. treću kosmičku brzinu.

Kosmičko zračenje — zračenje sastavljeno iz elementarnih čestica velikih brzina i energija koje u Zemljinu atmosferu stiže iz vasioniskih dubina. Njegovom bližem upoznavanju prišlo se tek u toku razvoja astronautike.

Kulminacija — trenutak kad nebesko telo prolazi kroz meridijan mesta posmatranja.

Lioov filter — monohromatski filter pomoću koga se Sunčeve protuberance mogu posmatrati van Sunčevog pomračenja.

Lokalna grupa — obuhvata zvezdana jata naše Galaksije, njene pratioce — Veliki i Mali Magelanov oblak i najbliže galaksije, spiralnu maglinu u Andromedi i u Troglu.

Magline — svetle ili tamne koncentracije gasova ili kosmičke površine u našem Zvezdanom sistemu. Dele se na svetle i tamne difuzne magline i planetarne magline. Nekada su i galaksije nazivane vangalaktičkim maglinama kada čovek nije poznavao njihovu građu, već ih samo procenjivao po spoljnom izgledu.

Magnetske bure — 24 časa posle Sunčevih erupcija stiže u Zemljinu jonosferu Sunčevo korpuskularno zračenje koje izaziva poremećaje u Zemljinom magnetnom polju i električne i magnetne struje u jonosferi i ometa sporazumevanje na Zemlji na kratkim radio-talasima.

Magnetosfera — Zemljino magnetno polje, koje se prostire na nekoliko desetina Zemljinih poluprečnika nad Zemljom. Otkrivena je pomoću veštačkih satelita.

Masa — količina materije jednog tela. Telo iste mase imaće različitu težinu u gravitacionom polju različite jačine, na primer na raznim nebeskim telima ili na raznim visinama iznad jednog nebeskog tela, na primer iznad Zemlje.

Mlečni Put — svetla beličasta traka koja opasuje nebesku sferu. To je u stvari projekcija našeg Zvezdanog sistema na zaleđe nebeske sfere.

Mesec — 1. sinodički mesec je vreme potrebno da se Mesec vrati u istu menu ($29^{\circ} 12' 44''$);

2. siderični mesec — vreme potrebno da se Mesec vrati u isti položaj prema zvezdama ($27^{\circ} 7' 43'' 11^{\circ} 5'$);

3. **tropski mesec** — vreme potrebno da se Mesec vrati u isti položaj prema tački prolećne ravnodnevice ($27^d 7^h 43^m 4^s, 7$);
4. **anomalistički mesec** — vreme između dva uzastopna Mesečeva prolaza kroz perigej njegove putanje (položaj najbliži Zemlji) ($27^d 13^h 18^m 33^s, 5$);
5. **drakonitički mesec** — vreme između dva uzastopna Mesečeva prolaza kroz istoimeni čvor njegove putanje ($27^d 5^h 5^m 35^s, 8$);
6. **kalendarski mesec** — manja vremenska jedinica od godine, podešena približno prema dužini sinodičkog meseca, pri čemu je on morao biti malo povećan da bi se godina mogla podeliti na ceo broj meseca.
- Mesno vreme** — sva mesta koja leže na istom zemaljskom meridijanu imaju u istom trenutku isto mesno vreme. I zvezdano, i srednje i pravo vreme definišu se kao odgovarajući časovni uglovi, i to: gama-tačke, pravog i ekvatorskog sunca; a časovni ugao se meri od meridijana. Zato su sva ova vremena mesna.
- Meridijan** — veliki krug nebeske sfere koji prolazi kroz zenit i nebeski pol, a seče horizont u severnoj i južnoj tački.
- Meteor** — vasiona stena nastala raspadanjem nebeskih tela, naročito kometa. Kada proleći kroz Zemljinu atmosferu velikom brzinom, usija se od trenja kroz vazduh i zasvetli. Naročito sjajni meteoriti se zovu bolidi.
- Meteorit** — meteor koji ne sagori u Zemljinj atmosferi pada na Zemlju i tada se zove meteorit. Oko 80% meteorita su stenovitog sastava, a ostatak su gvozdeni meteoriti. Njihovom hemijskom analizom pokazalo se da je materija u vasioni jedinstvena i sastavljena od istih hemijskih elemenata.
- Nagib ekliptike** — ugao od $23^o 27'$ između ravni ekliptike i nebeskog ekvatora.
- Nadir** — tačka na nebeskoj sferi u kojoj nebesku sferu probija vertikala jednog mesta i čija je visina — 90^o .
- Nebeska sfera** — zamišljena sfera proizvoljno velikog poluprečnika sa središtem koje se može uzimati prema potrebi — u posmatračevom oku, Zemljinom ili Sunčevom središtu. Njen se poluprečnik uzima za jedinicu. Na nju se projektuju sva nebeska tela i na njoj određuju njihovi prividni položaji i izučavaju njihova prividna kretanja.
- Nebeski ekvator** — projekcija Zemljinog ekvatora na nebesku sferu. Veliki krug koji ovu sferu deli na severnu i južnu polusferu i stoji upravno na nebeskoj polarnoj osovini.
- Nebeski polovi** — tačke u kojima produžena Zemljina osovina, takozvana nebeska polarna osovina, probija nebesku sferu (severni i južni).
- Neutronske zvezde** — veoma slabe zvezde, izvanredno velike gustine, sastavljene od neutrona. Smatra se da su poslednji stepen razvoja zvezda. Verovatno su radio-izvori, koje nazivamo pulsarima, neutronske zvezde.
- Nova zvezda** — zvezda koja usled naglog oslobađanja energije zračenjem znatno poveća svoj sjaj, da se posle nekoliko dana ili nedelja vrati na prvobitan sjaj. Pri tome biva izbačena znatna količina gasova koji se šire u prostor. Zapažene su nove zvezde kod kojih se ovaj proces obnavlja.

- Nutacija** — zbog periodičnih promena položaja Meseca i Sunca prema Zemlji i njihovih daljina menja se periodično i precesija. Zbog toga je konus koji nebeska polarna osovina opisuje u prostoru (v. precesija) blago zatalasan, a isto tako i putanja nebeskog pola po nebeskoj sferi nije krug već blago zatalasana kriva.
- Njutnov teleskop** — vrsta teleskopa (reflektora) u kome veliko parabolično ogledalo skuplja svetlost nebeskog tela i baca na malo ravno ogledalo, od koga se ona odbija i koso stiže u okular.
- Objektiv** — glavno sočivo u teleskopu (refraktor), ili glavno ogledalo u teleskopu (reflektor), koje služi da skuplja što veću količinu svetlosti od nebeskog tela i obrazuje njegov lik koji okular povećava.
- Opozicija** — položaj spoljne planete kada se ona sa Zemljom i Suncem nalazi na jednoj pravoj, i to suprotno od Sunca. Tada je ona najbliža Zemlji i najbolja za posmatranje.
- Okultacija** — prividno pokrivanje jednog nebeskog tela drugim prilikom njihovog kretanja posmatranog sa Zemlje. Na primer pokrivanje zvezda Mesečevim koturom.
- Paralaksa** — prividno uglovno pomeranje nebeskog tela po nebeskoj sferi kad se posmatra sa dve razne tačke na Zemlji ili iz dva položaja Zemlje na njenoj putanji oko Sunca. Iz izmerene paralakse može se izračunati daljina nebeskog tela. Za veoma daleka tela ova, tzv. trigonometrijska paralaksa je nemerljivo mala, pa se njihove približne daljine određuju astrofizičkim metodama.
- Paralaktička montaža** — konstrukcija koja astronomskom teleskopu omogućava obrtanje oko nebeske polarne osovine, po časovnom uglu, i oko druge upravne na polu, po deklinaciji, tako da se njime mogu meriti mesne ekvatorske koordinate nebeskog tela (ekvatorijal).
- Parsek** — daljina zvezde čija je paralaksa jednaka jednoj sekundi. Jedinica za merenje daljina nebeskih tela. Jedan parsek jednak je 3,26 svetlosne godine — 206 265 astronomskih jedinica — 30,8 biliona kilometara.
- Pasažni instrument** — durbin obrtan oko horizontalne osovine postavljen u meridijanskoj ravni. Služi za određivanje trenutaka prolaza nebeskog tela kroz meridijan, odakle se može izračunati rektascenzija nebeskog tela ili tačno vreme (popravka časovnika).
- Pepeljava svetlost** — osvetljeni deo Mesečeve površine Sunčevom svetlošću odbijenom od Zemlje.
- Perinastron** — tačka na putanji dvojne zvezde u kojoj je zvezdin protilac najbliži glavnoj zvezdi.
- Perigej** — Sunčev perigej je tačka na njegovoj prividnoj godišnjoj putanji oko Zemlje u kojoj je ono najbliže Zemlji. Mesečev perigej je tačka na Mesečevoj putanji oko Zemlje u kojoj je on najbliži Zemlji.
- Perihel** — tačka u kojoj je jedno telo Sunčeva sistema (Zemlja, planeta, kometa itd.) najbliže Suncu na svojoj eliptričnoj putanji oko Sunca.
- Plazma** — gas koji se sastoji iz smeše elektrona, slobodnih jona

i nekih neutralnih čestica. Dobar je električni provodnik i ispunjava mnoge delove vasionkog prostora.

Planetarijum — prostorija sa kupolom iz čijeg se središta projektuje na kupolu, pomoću naročitog projekcionog aparata, zvezdano nebo sa svima važnijim nebeskim telima. Pri tome se mogu imitirati sva osnovna kretanja tih tela i mnoge pojave na nebu.

Planetarne magline — prsten retkoga gasa koji okružuje zvezdu u svom središtu i šalje emisijski spektar. U našem Zvezdanom sistemu ima oko 300 ovakvih maglina. Smatra se da su postale eksplozijom supernovih zvezda.

Planetoidi — male planete koje kruže oko Sunca uglavnom između putanja Marsa i Jupitera. Nekoliko njih se znatno približuju Zemlji i omogućuju da se precizno izmere njihove paralakse, a odavde pomoću III Keplerovog zakona izračuna Sunčeva paraksa i njegova srednja daljina od Zemlje ili astronomska jedinica.

Polarna svetlost — oko Zemljinih polova na visini od oko 80 do 100 km javljaju se povremeno crvenkaste svetleće draperije koje nastaju od jona koje emituje Sunce, a koji se grupišu duž linija sila Zemljinog magnetnog polja i svetle pri prolasku kroz retku Zemljinu atmosferu poput svetlosti u neonskim cevima.

Pomračenje — Sunčevo pomračenje nastaje kad Mesec zakloni delimično ili potpuno Sunčev kotur pri svome kretanju oko Zemlje. Pri potpunom Sunčevom pomračenju se vidi Sunčeva hromosfera, protuberance i korona.

Mesečevo pomračenje, delimično ili potpuno, nastaje kad Mesec uđe u senku, koju Zemlja obasjana Suncem baca na suprotnu stranu.

Pomračne (eklipsne) promenljive — vrsta dvojnih zvezda čija je ravan kretanja oko zajedničkog težišta tako postavljena da jedna komponenta može da dođe između Zemlje i druge komponente i ovu drugu zakloni. Tako dolazi do periodičnog opadanja i porasta zajedničkog sjaja dvojne zvezde.

Ponoćno Sunce — iz mesta u severnom Zemljinom polarnom krugu vidi se sredinom leta Sunce i noću iznad horizonta, jer ne zalazi i ne izlazi, već ceo svoj dnevni paralel opisuje iznad horizonta. Takvo se Sunce zove ponoćno Sunce.

Populacija I i II — populacija I u našem zvezdanom sistemu naseljena je međuzvezdanom materijom i vrelim plavim zvezdama za koje se smatra da su u fazi postanka. Populacija II je nastanjena starijim zvezdama u čijem je susedstvu znatno manje zvezdane materije. Spiralne grane naše i drugih galaksija su nastanjene uglavnom telima iz populacije I. Njihova jezgra i zbijena zvezdana jata u sfernim slojevima oko galaksija nastanjena su telima iz populacije II.

Pravo sunčano vreme ili pravo vreme — časovni ugao Sunčeva središta.

Precesija — usled nejednakog privlačenja Suncem i Mesecom Zemljinog ekvatorskog ispupčenja okrenut ka ovim nebeskim telima i onog okrenutog od njih dolazi do konusnog kretanja (u retrogradnom smeru) nebeske polarne osovine oko normalne na ravni Zemljine putanje i do kružnog kre-

tanja nebeskog pola oko pola ekliptike s periodom blizu 26 000 godina. U istom periodu i gama-tačka, klizeći u retrogradnom smeru, opiše celu ekliptiku. Pri tom za godinu dana pređe 50."2. Zbog toga se, usled precesije, menjaju u toku vremena i koordinate nebeskih tela.

Prividna veličina — prividni sjaj nebeskog tela izmeren golim okom ili kakvim fotometrom. Najsjajnije zvezde vidljive golim okom ubrajaju se u 1. a najslabije u 6. prividnu veličinu. Upotrebom velikih teleskopa ova je skala produžena do slabih zvezda preko 20. prividne veličine. Za sjaj nebeskog tela, kao što su na primer planete, ova je skala produžena i u suprotnom smeru uvođenjem negativnih prividnih veličina.

Prividno dnevno kretanje — prividno obrtanje nebeske sfere sa istoka ka zapadu. Posledica Zemljinog pravog obrtanja sa zapada na istok.

Prolećna ravnodnevnička tačka — tačka preseka ekliptike sa nebeskim ekvatorom, u kojoj se Sunce nalazi 21. marta, prelazeći prividno sa južne na severnu hemisferu.

Promenljive zvezde — zvezde čija se prividna veličina u toku vremena menja. Glavne vrste su: eklipsne dvojne, kratkoperiodične, dugoperiodične, nepravilne i nestacionarne. Zavisno od tipa, sjaj se menja u razmacima od nekoliko minuta pa do više godina.

Protuberance — ogromne mase svetlih gasova, uglavnom vodonika, koji se za vreme potpunih Sunčevih pomračenja vide kako ističu iz Mesečevog ruba. Spektroskopom ili Liovim filtrom mogu se one posmatrati na Sunčevom rubu i van pomračenja. Spektrohelijskim se vide na čitavom rubu Sunčevom u vidu nešto tamnijih vlakana od fotosfere. Mirne protuberance mogu veoma dugo da zadrže svoj oblik, dok se eruptivne veoma brzo menjaju i stropoštavaju najčešće u jezgra Sunčevih pega.

Pulsari — vasionki radio-izvori koji ne zrače neprekidno već u kratkim i veoma brzim impulsima, neki i više puta u sekundi. Njihova priroda je još neispitana. Pretpostavlja se da to mogu biti neutronske zvezde sa veoma brzom rotacijom.

Radio-galaksije — galaksije koje emituju jake radio-talase koji nastaju usled eksplozija u njihovim jezgrima.

Radio-astronomija — grana astrofizike koja pomoću radio-talasa i radio-inteferometra izučava vasionke radio-izvore koji šalju radio-talase, na primer Sunce, međuzvezdani vodonik, radio-zvezde, galaksije, radio-galaksije, kvazari, pulsari...

Radialna brzina — brzina kojom nam se nebesko telo približava ili udaljava od nas. Meri se spektroskopom pomoću Doplerovog efekta. Ako su linije u spektru pomerene ka crvenom delu, onda se telo udaljava od nas, ako su pomerene ka ljubičastom, onda nam se približava.

Radijant — tačka na nebeskoj sferi iz koje nam se čini da izvire meteori jednog meteorskog roja. Efekat perspektive i čisto prividna pojava.

Radarska astronomija — mlada grana astronomije, ponikla posle drugog svetskog rata, koja primenjuje radarske metode na posmatranja meteora i meteorskih potoka i po danu, kao i na određivanje daljina Meseca i planeta.

Razdvojna moć teleskopa — je njegova mogućnost da dve bliske tačke, koje oko vidi kao jednu, „razdvoji“.

Rektascenzija — koordinata nebeskog ekvatorskog koordinatnog sistema. To je ugao u ekvatorskoj ravni koji se meri u direktnom smeru od tačke prolećne ravnodnevice do deklinacijskog kruga nebeskog tela.

Rendgenska satronomija — pored ostalih vrsta zračenja neka nebeska tela emituju rendgenske zrake od 0,1 do 1000 Å. Njih potpuno upija Zemljina atmosfera. Primanje njihovih emisija sa nebeskih tela omogućeno je tek razvojem astronautike i tada je utvrđeno da je, na primer, Sunce jak izvor rendgenskog zračenja, a isto tako i Rak-maglina. Od 1962. godine otkriveno je još nekoliko izvora rendgenskog zračenja izvan naše Galaksije.

Rotacija — obrtanje nebeskog tela oko sopstvene ose, svojstveno Zemlji i drugim planetama i njihovim satelitima, a isto tako i Suncu i svim zvezdama i zvezdanim sistemima.

Sazvežđa — već na 3000 godina pre naše ere čovek je, radi lakše orijentacije na nebu, svrstavao zvezde u grupe — sazvežđa, koje su mu ličile na mitske heroje ili životinje ili predmete, pa im je davao odgovarajuća imena: Herkul, Veliki Medved, Trougao... Iako danas zvezde nalazimo pomoću njihovih koordinata, često se služimo ovim starim načinom da se lako i brzo orijentiramo pri posmatranjima. Danas ima na celoj nebeskoj sferi 88 sazvežđa.

Sajfertove galaksije — galaksije s malim svetlim jezgrima u kojima se događaju složeni poremećaji. Mnoge su od njih radio-izvori.

Saros — ciklus od 18 godina, 11,3 dana posle koga Zemlja, Mesec i Sunce dolaze ponovo u približno iste položaje i u kome se na približno isti način i istim redom ponavljaju Sunčeva i Mesečeva pomračenja. Bio je poznat još starim astronomima.

Satelit — prirodno ili veštačko telo koje obilazi oko planete.

Svetlosna godina — jedinica za daljinu u astronomiji, jednaka 9,46 biliona kilometara. To je daljina koju svetlost prevali za godinu dana.

Svetsko vreme — zonsko vreme u zapadnoevropskoj ili nultoj časovnoj zoni, jednako griničkom građanskom vremenu.

Selenografija — nauka koja se bavi opisivanjem Mesečeve površine.

Sekstant — mali ručni instrument koji se sastoji iz astronomskog durbina, šestine kruga i dva ravna ogledala. Njime se sa broda ili aviona meri visina zvezde ili Sunca iznad horizonta i odatle računaju položaji broda i aviona na Zemljinoj površini. Povremenim određivanjem ovih položaja proverava se i usmerava kurs kretanja broda ili aviona pri dalekim plovidbama, a naročito kad otkazu tehnički aparati.

Siderička revolucija — vreme za koje planeta obiđe svoju putanju oko Sunca ili satelit oko planete i vrati se u isti položaj prema zvezdama.

Sizigije — Mesečevi položaji na putanji za vreme mladog i punog meseca.

Sinodička revolucija — vremenski razmak između dve uzastopne opozicije jedne spoljne planete, odnosno razmak između dve gornje konjunkcije jedne unutrašnje planete.

Solsticiji — najviša tačka na ekliptici iznad nebeskog ekvatora, u kojoj se Sunce nalazi 22. juna, naziva se letnji solsticij ili letnja povratna tačka. Najniža tačka na ekliptici ispod nebeskog ekvatora, u kojoj se Sunce nalazi 22. decembra, naziva se zimski solsticij ili zimska povratna tačka.

Povratno kretanje — individualno kretanje zvezda po nebeskoj sferi. Rastavlja se u tri komponente: kretanje u rektascenziji, kretanje u deklinaciji i kretanje duž pravca zvezda — Zemlja.

Spektralna klasifikacija zvezda — po izgledu svoga spektra zvezde su podeljene u spektralne klase O, B, A, F, G, K, M, R i N. Ova je podela u korelaciji sa njihovim temperaturama. Zvezde O su, na primer, vrele ili plave, F, G i K manje vrele i žute, M još manje vrele i crvene.

Spektroskop — astrofizički pribor pomoću koga se svetlost nebeskog tela može rastaviti u njegov spektar. Služi za mnogobrojna značajna istraživanja fizičke prirode nebeskih tela.

Spektroskopske dvojne — dvojne zvezde čije su komponente tako bliske da se ni najjačim teleskopom ne mogu videti razdvojene. Otkrivaju se i proučavaju pomoću spektroskopa, jer se i proučavaju pomoću spektroskopa, jer se u njemu vide spektralne linije udvojene i u toku vremena može se zapaziti međusobno primicanje i razmicanje linija u jednom paru (po Doplerovom efektu) izazvano obilaženjem komponenta ovakve zvezde oko zajedničkog težišta.

Spektroheliograf — instrument pomoću koga Sunce može da se snimi i u svetlosti samo jedne određene talasne dužine, na primer u određenoj vodonikovoj ili kalcijumovoj liniji. Sa ovakvih snimaka se u svakom trenutku može videti raspored ovoga elementa na Sunčevoj površini. Sličan instrument za vizuelna posmatranja se zove spektrohelioskop.

Spiralne magline — istorijski naziv za jednu vrstu zvezdanih sistema — galaksija, koji se upotrebljavao u vreme kada se po njihovom izgledu smatralo da su to magline.

Spoljne planete — planete Sunčevog sistema čije se putanje nalaze izvan Zemljine.

Srednjoevropsko vreme — zonsko vreme u srednjoevropskoj časovnoj zoni jednako građanskom vremenu mesta na srednjoevropskom meridijanu, koji je udaljen od griničkog po geografskoj dužini 1^a istočno.

Srednje sunčano vreme ili srednje vreme — časovni ugao srednjeg ekvatorskog sunca — jedne fiktivne tačke koja se kreće ravnomerno, i to ne po ekliptici već po nebeskom ekvatoru. Zato što se meri od gornjeg prolaza srednjeg ekvatorskog sunca kroz meridijan mesta, izaziva tu nezgodu u praktičnoj primeni što je, po njemu, pre podne jedan, a posle podne drugi datum. Ova je nezgoda otklonjena uvođenjem građanskog vremena (v. građansko vreme).

Stratosfera — sloj Zemljine atmosfere iznad troposfere koji se prostire od 10 do 80 km visine.

Sumraci — posle Sunčeva zalaska pa sve dok se Sunce ne spusti na 6° ispod horizonta, traje građanski sumrak, a sve dok se ne spusti do 18° ispod horizonta, traje astronomski sumrak. Odgovarajući sumraci se javljaju i ujutru, pre Sunčeva izlaska. Večernji građanski sumrak se naziva sutton, a jutarnji zora.

Sunčana konstanta — energija zračenja koja stiže na 1cm² Zemljine površine u minuti (pre apsorpcije u atmosferi) od Sunca pri normalnom upadu zrakova (1,94 gram-kalorije).

Sunčeva paralaksa — ugao pod kojim se iz Sunčeva središta vidl srednji poluprečnik Zemljine putanje. Iznosi 8".794.

Sunčev vetar — jako korpuskularno zračenje elementarnih čestica koje se prostiru na sve strane iz Sunca. U Zemljinoj blizini dostiže 1000 km/sec. U korelaciji je sa drugim oblicima aktivnosti na Suncu. Otkriveno je zahvaljujući nedavnom razvoju astronautike.

Sunčeve erupcije — nagla i velika oslobađanja elementarnih čestica iz fotosfere ili hromosfere u vezi sa aktivnim pegama. Izazivaju na Zemlji polarnu svetlost, magnetne bure i druge pojave. Predstavljaju opasnost za astronaute.

Sunčeve pege — tamnije površine na fotosferi čija je temperatura oko 4000°C. Okružene su obično polusenkom i javljaju se u grupama. Imaju jaka magnetna polja, oko kojih se pojavljuju fakule i erupcije. Broj njihov periodično raste i opada u ciklusu od 11 godina. Pojedine grupe mogu potrajati i više meseci.

Sunčev sistem — porodica nebeskih tela koja obuhvata Sunce, planete sa njihovim satelitima, planetoide, komete, meteore, meteorite i međuplanetske gasove i prašinu. Ovi poslednji se sa Zemlji projektuju na nebesku sferu i vide pod povoljnim uslovima kao zodijačka svetlost.

Supernova zvezda — zvezda koja izvanredno naglo poveća svoje zračenje i sjaj usled velikih nuklearnih eksplozija u svojoj unutrašnjosti. Pri tome oslobađa omotač koji se sastoji iz ogromnih količina gasova i elementarnih čestica, koji se sve više širi u prostor. Ovom pojavom se objašnjava postanak planetarnih maglina. Ostaci supernovih zvezda su jaki radio-izvori.

Ticljus-Bodovo pravilo — empirijska formula po kojoj se mogu izračunati približne relativne daljine planeta od Sunca.

Teleskop-reflektor — instrument koji za objektiv ima sferno ili parabolno ogledalo kojim se obrazuje lik posmatranog nebeskog tela a koji se povećava okularom ili snima fotografski. Ima više vrsta teleskopa: Gregorijev, Njutnov, Kasegrenov, Maksutovljev, Šmitov, itd.

Teleskop-refraktor (durbín) — instrument čiji je objektiv složen sočivo. Njime se obrazuje lik nebeskog tela, koji se povećava okularom i meri mikrometrom. U astronomiji je usvojen Keplerov tip durbina, koji služi za precizna merenja.

Terminator — linija na Mesečevoj površini između osvetljenog i neosvetljenog dela: dela na kome je dan i dela na kome je noć. I planete imaju takode svoje terminatore.

Troposfera — najniži sloj Zemljine atmosfere na srednjim geografskim širinama do 10 km visine, u kome se događaju sve meteorološke pojave i koji sadrži glavni deo vazdušne mase.

Ultraljubičasto zračenje — nevidljivo zračenje s talasnim dužinama manjim od ljubičaste svetlosti, a većim od rendgenskog zračenja. U većoj meri je smrtonosno za čoveka. Od Sunčevog ultraljubičastog zračenja Zemlju štiti njena atmosfera. Zahvaljujući razvoju astronautike poslednjih godina se ispituje ultraljubičasto zračenje Sunca i mnogih zvezda.

Unutrašnje planete Sunčevog sistema — planete Merkur i Veñera, čije putanje obuhvata Zemljina putanja.

Usporenje Zemljine rotacije — usled trenja talasa plime i oseke o Zemljinu površinu Zemljino se obrtanje usporava, a dan produžava za pet stotilionitih delova sekunde dnevno. Zato se Mesec udaljava po 12 cm godišnje od Zemlje. Poslednjih godina je pronađeno još nekoliko vrsta izvanredno sitnih, periodičnih promena u brzini Zemljine rotacije.

Van-Alenovi prstenovi — zahvaljujući razvoju astronautike 1958. godine je otkriven prvi, a nešto kasnije i drugi i treći u Zemljinom magnetnom polju. Treći se još ispituje. Drugi se sastoji pretežno iz elektrona, a unutrašnji pretežno iz protona, elementarnih čestica koje Sunce šalje na Zemlju svojim korpuskularnim zračenjem.

Vertikalna — pravac rezultante između sile Zemljine gravitacije i centrifugalne sile Zemljinog obrtanja. Materijalizuje se pravcem umirenog viska.

Vizura — prava koja spaja posmatračovo oko s nebeskim telom.

Visina — ugao koji vizura zaklapa sa ravni horizonta.

Višestruke zvezde — sistemi od više zvezda koje su tesno povezane međusobnim privlačenjem i koje se kreću oko zajedničkog težišta.

Volf-Rajeove zvezde — izvanredno vrele zvezde sa površinskom temperaturom oko 100 000°C, sa neobično velikim korpuskularnim zračenjem M.noge od njih su spektroskopske dvojne. Veoma su značajne za kosmogoniju.

Vremensko izjednačenje — razlika između pravog i srednjeg vremena, koja se periodično menja u toku godine i ne prelazi +16 minuta. Nastaje usled toga što se prividno godišnje kretanje Sunca ne vrši ravnomerno već po Keplerovim zakonima, i što se ne vrši po nebeskom ekvatoru već po ekliptici koja je nagnuta prema njemu.

Zvezda — gasovita lopta koja emituje soptsvenu svetlost i ostale vrste zračenja. Sunce je jedna prosečna žuta zvezda spektralnog tipa G.

Zvezdano vreme — časovni ugao gama-tačke (ili tačke prolečne ravnodnevice).

Zvezdane asocijacije — nedavno otkrivene skupine zvezda koje imaju mnoge zajedničke osobine: način kretanja, energijski nivo, spektarski tip, brzinu rotacije, jako korpuskularno zračenje itd. Sve se razilaze brzinom do 10 km/sec. To su veoma mlade zvezde, mlade od deset miliona godina. Nedavno su otkrivene i asocijacije koje nisu starije od 100 000 godina. Postoji zato osnova za pretpostavku da ima zvezdanih asoci-

jacija koje postaju i danas, pred našim očima. Veoma su značajne za kosmogoniju.

Zvezdana jata — skupine zvezda sa izvesnim zajedničkim vezama. Postoje rasturena zvezdana jata (Plejade, Hijade itd.), koja sadrže po nekoliko stotina zvezda, i zbijena ili globularna zvezdana jata, loptastog oblika, koja sadrže od nekoliko desetina hiljada do nekoliko desetina miliona zvezda. Ona su raspoređena po jednoj sfernoj ljusci oko Galaksije. Obe vrste jata su zapažene i u drugim galaksijama.

Zenit — tačka u kojoj vertikala probija nebesku sferu, čija je visina nad horizontom $+90^\circ$.

Zenitna daljina — uglovno odstojanje nebeskog tela od zenita, tj. ugao između vizure i vertikale.

Zodijak — pojas od $\pm 8^\circ$ oko ekliptike duž koga je raspoređeno 12 sazvežđa: Ovan, Bik, Blizanci, Rak, Lav, Devojka, Vaga, Skorpija, Strelac, Jarac, Vodolija i Ribe. Kroz ovaj se pojas prividno kreću Sunce, Mesec i planete.

Zodijačka svetlost — slaba svetlost koja se u povoljnim atmosferskim prilikama vidi noću duž ekliptike odmah posle Sunčeva zalaza, kada nema mesečine, ili izjutra pre Sunčeva izlaza. Nastaje odbijanjem Sunčeve svetlosti od međuplanetske prašine i gasova koncentrisanih oko ravni ekliptike.

Zonsko vreme — zvezdano, pravo, srednje i građansko vreme su mesna vremena, jer se mere od meridijana mesta. Ovo izaziva teškoće u svakodnevnom životu, pa su međunarodnim dogovorom za praktičnu upotrebu uvedena konvencionalna zonska vremena. Zemlja je meridijanima podeljena na 24 časovne zone, od kojih svaka obuhvata po 1 čas geografske dužine. Svi časovnici u jednoj zoni su doterani da pokazuju građansko vreme srednjeg meridijana u toj zoni. Tzv. „nulta zona“ prostire se na pola časa po geografskoj dužini zapadno i pola časa istočno od griničkog meridijana. Časovnici u njoj pokazuju griničko građansko ili svetsko vreme. Istočno od nje, od zone do zone, časovnici u istom trenutku pokazuju za po jedan čas više, a u zonama koje se ređaju zapadno od nje jedan po jedan čas manje vremena.

GODIŠNJI PROGRAM RADA IZ ASTRONOMIJE

(srednja škola)

Uvod

1. Značaj i predmet izučavanja i kratak osvrt na istorijski razvoj astronomije,

2. Nebeska sfera — Osnovne tačke, pravci i ravni (učila: armilarna sfera, nebeski globus, dijapozitivi),

3. Osnovne karakteristike nebeskih tela i važnija sazvežđa. Orijehtacija po zvezdama, uočavanje cirkumpolarnih sazvežđa (učila: nebeski globus, karta severnog neba, planetarijum),

4. Prividno dnevno obrtanje nebeske sfere — Cirkumpolarne i anticirkumpolarne zvezde, zvezdani dan, nebeski ekvator, nebeska osa, meridijan itd. (učila ista kao pod tačkom 3. uz dodatak dijapozitiva)

5. Pronalaženje jesenje grupe sazvežđa ispod Malog Medveda — Pegaz, Andromeda, sjajnije zvezde u ovim sazvežđima Markab, Mirfak, Algol (učila: zvezdana karta i kao pod 4 i 3).

6. Horizontski koordinatni sistem — Nalaženje položaja, (učila, kao i ranije),

7. Mesni ekvatorski koordinatni sistem — položaji, (učila kao i ranije),

8. Veza između horizontskog i mesnog ekvatorskog koordinatnog sistema. Prelaz pomoću Gausove grupe obrazaca, pravljenje programa, saradnja sa sekcijom računarstva, (učila: stoni računar)

Napomena: pod tačkama 3, 4, 5, 6, moguća je saradnja sa sekcijom Narodne odbrane.

9. Prividno godišnje kretanje Sunca i njegove posledice — Ekliptika, tačke prolećne i jesenje ravnodnevice,

tačke letnjeg i zimskog solsticija, nebeski ekvatorski koordinatni sistem, ekliptički koordinatni sistem, zvezdano vreme, orijentacija po Suncu (učila videti pod brojevima od 5—7, moguća saradnja sa sekcijom Narodne odbrane)

10. Zemljina kretanja i njihove posledice — rotacija tela koje slobodno pada ka istoku i dr. dokazi rotacije, toplotni pojasevi i dr. dokazi revolucija (učila: giroskop, telurijum, nebeski globus, dijapozitiv)

11. Određivanje geografske dužine i vremena — Pravo, srednje, građansko vreme, stanje časovnika, vremensko izjednačenje (učila: efemeride i ostalo kao i ranije)

12. Određivanje geografske širine — Primena Harcerove metode (učila kao i ostala)

13. Prividno kretanje Meseca i orijentacija po Meseću, Mesečeve mene, demonstracije pomračenja Meseca, (učila: telurijum)

14. Osobine fotografskog aparata i njegova primena u astronomiji — upoznavanje sa aparatom i njegovim mogućnostima za snimanje nebeskih tela (učila: foto-aparat, filmovi, saradnja sa foto-sekcijom)

15. Osnovni astronomski instrumenti i njihove karakteristike (učila: astronomski durbin)

16. Sklapanje instrumenta za astronomska posmatranja, tip reflektora, ugradnja ogledala u cev instrumenta sa mogućnošću regulisanja nagiba ogledala u odnosu na osu cevi, postavljanje objektiva i centriranje ogledala, montiranje ravnog ogledala unutar cevi (učila: šeme za izradu instrumenata, saradnja sa građevinskom sekcijom po pitanju pravljenja maketa astronomskih opservatorija)

17. Dvojna planeta Zemlja — Mesec, fizičke osobine — Zemljin oblik, slojevi, Zemljino magnetno polje. Zemljina atmosfera, radijacioni pojasevi, uticaj atmosfere na astronomska posmatranja, Mesečevi krateri, planine mora, snimanje Meseca (učila: globusi, fotografije, dijapozitivi)

18. Razvoj predstave o Zemlji i Sunčevom sistemu — astronomija u staro vreme, Ptolomejev geocentrični i Kopernikov heliocentrični sistem sveta, Galilejeva otkrića i borba crkve protiv nauke.

19. Keplerovi zakoni, Njutnov zakon gravitacije

20. Precesija, nutacija, plima i oseka kao posledica Njutnovog zakona gravitacije — izračunavanje uticaja

precesije na nebeske ekvatorske koordinate pomoću računara, demonstracije precesije i plime i oseke (učila: planetarijum, globus, računar, saradnja sa sekcijom računara)

21. Savlađivanje gravitacije i čovekov let u vasionu prva i druga kosmička brzina, izrada maketa vasionских letelica (učila: dijapozitivi, fotografije, modeli vasionских letelica, saradnja sa raketnom sekcijom).

22. Pronalaženje zimske grupe sazvežđa — Kočijaš, Bik, Blizanci, Orion,

23. Dvojne i višestruke zvezde, jata, asocijacije — ilustracije Njutnovog zakona gravitacije,

24. Vangelistička astronomija — spiralne, eliptične, nepravilne galaksije, metagalaksija, crveni pomak, kvazari, Doplerov efekt, (učila: astronomski durbin, foto-aparat, dijapozitivi, fotografije)

25. Postanak i razvoj nebeskih tela — građa i razvoj zvezda, beli patuljci, pulsari, crne jame,

26. Kosmologija — postanak i razvoj metagalaksije, tamna materija (učila: fotografije i dijapozitivi)

27. Mlečni put i njegove karakteristike — galaktički koordinatni sistem, međuzvezdana materija, rotacija i druga kretanja (učila: fotografije i dijapozitivi)

28. Uvod u radio astronomiju — izvori i vrste radio zračenja, priroda šuma, janski.

29. Radio teleskopi — antene, prijemnici, modulatori, izrada prostijih šema, dipol-antena (učila: karte radio neba, dijapozitiv, neophodni elektronski elementi, saradnja sa radio-tehničkom sekcijom),

30. Vanatmosferska astronomija — uvodne napomene o propustljivosti Zemljine atmosfere elektromagnetnih talasa, rengentska i gama astronomija, ultraljubičasta i infracrvena astronomija, makete raketa i instrumenata (učila: karte neba, dijapozitivi, fotografije, neophodni pribori za izradu maketa, saradnja sa raketnom sekcijom i sekcijom atomistike)

31. Astronomije čestica — pojmovi o neutrino-astronomiji i kosmičkim zracima, makete (učila: kao pod 29. saradnja sa sekcijom atomistike)

32. Posmatranje prolećne grupe sazvežđa — sazvežđe Raka, Lava, Devojke (učila: karta neba, durbin, foto-aparat)

33. Tehnička priprema za takmičenje — vežbe rada sa durbinom, provera funkcionisanja radio-antene i prijemnika, maketa i dr.

34. Zvezde i njihove osobine — daljine i paralakse, temperature, zakoni zračenja crnog tela, prividne i apsolutne veličine, dimenzije (učila: planetarijum, karta neba, durbin)

35. Klasifikacija zvezda — HR dijagram, promenljive zvezde (učila: dijapozitivi, fotografije)

36. Posmatranje zvezda — određivanje temperature zvezda, analiza krive sjaja, praćenje promenljivih zvezda, Argelanderova metoda (učila: durbin, foto-aparat)

37. Zvezda, Sunce — mesto Sunca u klasifikaciji zvezda i njegove opšte karakteristike (učila: fotografije, dijapozitivi)

38. Građa Sunca — fotosfera, atmosfera, korona, aktivnost posmatranja Sunca (učila: kao u prethodnoj tački, uz dodatak navigacionog stakla, filtera i pribora za posmatranje i snimanje Sunca)

39. Sunčev sistem — upoznavanje sa članovima Sunčevog sistema (učila: telurijum, dijapozitivi)

40. Posmatranje članova Sunčevog sistema — posmatranje velikih planeta, planetoida i kometa (učila: efemride, optički pribori)

41. Postanak i razvoj Sunčevog sistema — informacija o naslovu i diskusiji o postojanosti drugih planetnih sistema (učila: dijapozitivi)

42. Sunčeva energija — mogućnosti primene energije Sunca, maketa solarnih kuća (učila: po izboru)

* * *

GODIŠNJI PROGRAM RADA IZ ASTRONOMIJE

SEPTEMBAR (8 časova)

Uvod — značaj i predmet izučavanja, podela i kratak osvrt na istorijski razvoj astronomije. (1 čas)

Nebeska sfera — osnovne tačke, pravci u ravni. (1 čas); Učila: armilarna sfera, nebeski globus, dijapozitivi.

Osnovne karakteristike nebeskih tela i važnijih sazvežđa na nebu. — orijentacija po zvezdama i korišćenje zvezdanih karata. (3 časa); Učila: nebeski globus, karta severnog neba, poseta Planetarijumu.

Uočavanje cirkumpolarne grupe sazvežđa (Veliki i Mali Medved, Kasiopeja) orijentacija pomoću Polare. (1 čas); učila: Zvezdana karta.

Pronalaženje jesenje grupe sazvežđa ispod Malog Medveda (Pegaz, Andromeda, Persej, Ribe, Kit), uočljive zvezde u ovim sazvežđima Markab, Mirfak, Algol. (2 časa); Učila: zvezdana karta, nebeski globus.

OKTOBAR (8 časova)

Prividno dnevno obrtanje nebeske sfere — cirkumpolarne i anticirkumpolarne zvezde, zvezdani dan, nebeski ekvator, dnevni paralel, deklinacijski krug nebeski meridijan. (1 čas); Učila: Nebeski globus, dijapozitivi, Planetarijum.

Osnovni astronomski instrumenti i njihove karakteristike — (1 čas); učila: astronomski durbin

Sklapanje instrumenta za astronomska posmatranja — tip reflektora, ugradnja ogledala u cev instrumenta sa mogućnošću regulisanja nagiba ogledala u odnosu na osu cevi, postavljanje objektivna i centriranje ogledala,

montiranje ravnog ogledala unutar cevi. (4 časa); učila: šeme za izradu instrumenata.

Osobine fotografskog aparata i njegova primena u astronomiji — upoznavanje sa aparatom i njegovim mogućnostima za snimanje u kombinaciji sa astronomskim durbinom nebeskih tela. (2 časa).

NOVEMBAR (8 časova)

Prividno godišnje Sunčevo kretanje i njegove posledice — ekliptika, tačke prolećne i jesenje ravnodnevice, tačke letnjeg i zimskog solsticija, letnji i zimski povratnik, Zodijak. (2 časa); učila: nebeski globus, dijapozitivi i slike.

Određivanje položaja nebeskih tela i položaja tačaka na Zemlji — horizontski i ekvatorski kordinatni sistem (1 čas); učila: dijapozitivi i planetarijum.

Razvoj predstave o Zemlji i Sunčevom sistemu — astronomija u staro vreme, Ptolomejev geocentrični i Kopernikov heliocentrični sistem sveta, Galilejeva otkrića i borba crkve protiv nauke (1 čas).

Sunčev sistem — Opšti pogled na Sunčev sistem, fizičke osobine planeta. (1 čas); učila: Nebeski globus, Telurijum.

Posmatranja astronomskim durbinom Venere, Jupitera i Marsa (1 čas); učila: Astronomski durbin.

Komete, meteori i meteoriti — osobine, putanja i priroda (1 čas); učila: Astronomski durbin, dijapozitivi.

Optičko praćenje meteora, meteorita — Određivanje gde se na nebu to dešava u odnosu na zimska sazvežđa. (1 čas).

DECEMBAR (8 časova)

Zemljina kretanja i njihove posledice — rotacija, skretanje ka istoku tela koje slobodno pada, skretanje ravni klaćenja klatna, revolucija, tropska godina, aberacija, paralaksa, nejednakost dužine obdanice i noći, toplotni pojasevi, godišnja doba. (2 časa); učila: girooskop, telurijum, nebeski globus, dijapozitivi.

Merenje i računanje vremena — pravo, srednje, građansko, zonsko i ukazno vreme. (1 čas); učila: Nebeski globus, Mesečev globus, Zemljin globus.

Pronalaženje zimske grupe sazvežđa prema kojoj je okrenut rep Malog Medveda — (Kočijaš, Bik, Blizanci, Orion, Mali i Veliki Pas). Uočavanje sjajnih zvezda: Sirijus, Aldebaran, Betelgez, Rigel, Rastureno zvezdano jato Plejade. (1 čas).

Fizička priroda tela u Sunčevom sistemu — Zemlja kao nebesko telo, oblik, veličina, gustina, Zemljina unutrašnjost, Zemljino magnetno polje, Zemljina atmosfera, troposfera, stratosfera, mezosfera, termosfera, egosfera. Radijacioni pojasevi, astronomska refrakcija, treperenje zvezda, atmosfersko rasejavanje svetlosti, astronomska apsorpcija. (4 časa).

JANUAR (4 časa)

Fizička priroda tela u Sunčevom sistemu — Mesečevo kretanje i Mesečeve mene, pomračenje Sunca i Meseca, obrtanje Meseca oko ose, građa Mesečeve površine. (2 časa); učila: Mesečev globus i karta Meseca, diapozitivi i slike.

Posmatranje Meseca — uz upotrebu astronomskog instrumenta i Mesečeve karte, pronaći na Mesecu neka njegova »mora« planinske vence i markantnije cirkove i kratere. (2 časa).

FEBRUAR (6 časova)

Sunce — opšte karakteristike, fotosfera, hromosfera, korona, Sunčeve pege, protuberance, polarna svetlost, magnetske i jonosferske bure. (2 časa); učila: Astronomski durbin, diapozitivi i fotografije, film.

Keplerovi zakoni i Njutnov zakon opšte gravitacije (1 čas)

Savlađivanje gravitacije i čovekov let u Vastonu — određivanje prve i druge kosmičke brzine. (2 časa); učila: dijapozitivi i fotografije u vezi vasionских letilica.

Posmatranja astronomskim durbinom Sunčevih pega (1 čas)

MART (8 časova)

Zvezde i njihove osobine — daljine i paralakse, jedinice u astronomiji, zvezdane veličine (Sirijus, Sunce, Mesec, Jupiter, ...) (2 časa); učila: astronomski durbin, dijapozitivi i fotografije.

Fizičke osobine zvezda — crveni džinovi, beli patuljci, dvojne zvezde, promenljive zvezde, cefeide (1 čas); učila: astronomski durbin, dijapozitivi.

Zvezdani sistemi — zvezdana jata, zvezdane asocijacije, međuzvezdana prašina, međuzvezdani gas, svetle i tamne difuzne magline (2 časa); učila: astronomski durbin, dijapozitivi, fotografije.

Mlečni put i njegove karakteristike (1 čas); učila: astronomski durbin, dijapozitivi, fotografisanje.

Posmatranje prolećne grupe sazvežđa ispod Velikog Medveda (Rak, Lav, Devojka) uočljive zvezde: Regulus, Denebola, Spika (2 časa); učila: astronomski durbin, karta severnog neba.

APRIL (8 časova)

Drugi zvezdani sistemi — spiralne, eliptičke, nepravilne galaksije, metagalaksija, crveni pomak, pulsari, kvazari, Doplerov efekat (2 časa); učila: astronomski durbin, fotografski aparata, dijapozitivi, fotografije.

Postanak i razvoj nebeskih tela — postanak i evolucija zvezda, postanak Sunčevog sistema (2 časa).

Posmatranje Venere, Jupitera, Saturna, (2 časa); učila: astronomski durbin, fotografski aparat, dijapozitivi, fotografije.

Posmatranje letnje grupe sazvežđa prema kojoj je usmeren rep Velikog Medveda (Volar, Severna Kruna, Herkul, Lira, Labud, Oraj) Najsjajnije zvezde: Vega, Deneb, Altair. (2 časa).

MAJ I JUN (14 časova)

Posmatranje Sunca, Meseca, zvezda. Utvrđivanje gradiva. Poseta astronomskim institucijama — Narodnoj i Astronomskoj opservatoriji u Beogradu, Planetarijumu, astronomskim izložbama, seminarima i priprema za takmičenja kao i sama takmičenja.

Izdavač: Savez organizacija za naučno-tehničko vaspitanje i obrazovanje mladih SR Srbije, Beograd, Filipa Filipovića 83

Recenzenti
Dr Nikola Potkonjak
Mr. Miodrag Dačić
Ing. Dušan Šaletić

Za izdavača
Milašin Petrović

Urednik
Saša Imperl

Tehnički urednik
Milašin Petrović

Korektura
Branislava Ivanović

Tiraž
5000 primeraka

Štampa
GRO „Kultura“, OOUR „Slobodan Jović, Beograd
Stojana Protića 52



Biblioteka „NAUKU I TEHNIKU MLADIMA”

- Arhitektura i gradevinarstvo
- Astronomija
- Atomska fizika
- Auto-moto tehnika
- Brodo-tehnika
- Biotehnologija
- Ekologija
- Elektrotehnika
- Energetika
- Foto tehnika
- Geologija
- Hemija sa hemijskom tehnologijom
- Kibernetika i automatika
- Kino-tehnika (filmsko stvaralaštvo)
- Konstruktorstvo i pronalazaštvo
- Laserska tehnika
- Mašinska tehnika
- Meteorologija
- Mikroracunari
- „Nauka i tehnika u odbrani i zaštiti”
- Poljoprivredna tehnika
- Radio tehnika
- Raketna tehnika
- Seizmologija
- Vazduhoplovna tehnika