

POUČNA KNJIŽNICA „MATICE HRVATSKE“.

KNJIGA XX.

NAŠE NEBO.

CRTICE IZ ASTRONOMIJE.

NAPISAO

OTON KUČERA.

SA 142 SLIKE U TEKSTU I ČETIRI PRILOGA.



ZAGREB 1895.

TISAK KARLA ALBRECHTA.

POUČNA KNJIŽNICA „MATICE HRVATSKE“.

KNJIGA XX.

NAŠE NEBO.

CRTICE IZ ASTRONOMIJE.

NAPISAO

OTON KUČERA.

ZAGREB.

TISAK KARLA ALBRECHTA.

1895.

NAŠE NEBO.

CRTICE IZ ASTRONOMIJE.

NAPISAO

OTON KUČERA.

SA 142 SLIKE U TEKSTU I ČETIRI PRILOGA.

NAGRADJENO IZ ZAKLADE GROFA IV. NEP. DRAŠKOVICA
ZA GODINU 1894.



Nikola Kopernik.

(1473. † 1543.).

Z A G R E B.

NAKLADA »MATICE HRVATSKE«.

1895.



„Dvie su stvari, koje su nada sve
vriedne da na se svraćaju pažnju ljud-
skoga uma i da ga opet i opet napunjuju
udivljenjem: moralni zakon u nama
i zvjezdano nebo nad nama.“

Kant.

Dvanaest hiljada iztisaka ove, za naše prilike sjajno opremljene knjige šalje „Matica Hrvatska“ u hrvatski narod, da kao prva svoje vrste posije dobro sjeme i da u najrazličnijim umovima i srcima digne bar jedan ugao onoga vela, koje danas još gotovo svima pokriva uzvišene i božanske prizore, što nam ih pokazuje priroda u svom najvećem veličanstvu — u bezkrajnom svemiru. Tko uzčita ove crtice, posvema elementarno pisane, jamačno će početi da razumieva, da počituje i uvidja u glavnim crtama ustroj svemira, u kojem je naša Zemlja tek jedan atom na njegovu pragu. Koliko još danas ljudi živi cio svoj viek i umire, a da ni ne slutí istine o svemiru! „Naše nebo“ ne će samo za poučava, njemu je još više svrha, da širi u hrvatskoj inteligenciji uživanje u učenju eksaktnih nauka, da pokaže, kolik je to užitak — biti upućen u stvari prirodne nauke. Naše čitatelje i čitateljice u ovoj knjizi vodimo tek do praga panorame, što ju u duši čovjeka razvija kraljica svih nauka — astronomija. I sami će, nadamo se, doći do spoznaje, da su najčišći užiteci našega života u razmatranju prirode, pa će se u njima razplamtiti vruća želja, da pojme velike istine svjetskoga stvaranja.

Probuditi uživanje u zdravoj nauci, želju to znanje steći i prema svojim sredstvima nauku pomagati — to je bila prva namera pisca ove knjige. Ako u tom uspije, da u različnim slojevima

našega naroda, osobito u mladeži hrvatskoj, probudi želju za takovim užitkom, da oni sami u sebi odkriju tu otmjenu želju, kad im se prvi put pred dušom razvije slika cjelokupnoga svemira, pisac je postigao, za čim je išao. Neka „Naše nebo“ u svih svojih čitatelja i čitateljica razplamsa svetu vatru odobravanja ovih pozitivnih obreta, koji su prava slava našega stoljeća i zajamčuju slobodan napredak čovječjega roda!

„Naše nebo“ ime je knjizi, jer se u njoj opisuju tek čudesa svemira, što ih pokazuje onaj dio neba, koji se vidi u zemljama, gdje narod hrvatski obitava. Tolik ih je broj, da pisac nije smatrao nužnim pripoviedati o onim dielovima neba, koje mogu tek pojedinci iz naroda vidjeti na dalekim putovanjima po zemaljskoj kruglji. Izišla je ova knjiga nešto veća od sličnih poučnih knjiga „Maticice“, jer su i pisac i „Matica“ mislili, da za hrvatsku publiku treba da u njoj nadje mjesta i „astrognozija“ — poznavanje zvijezda, koju drugi veliki narodi obradjuju u posebnim knjigama. Pisac je pače mislio, da je opis našega noćnoga neba tek pravi ulaz, kroz koji treba da udje onaj, koji želi doista uživati u rezultatima prave astronomije. Dužnost je piscu spomenuti i to, da su nekoji članci u ovoj knjizi, bar u jezgri svojoj, već prije štampani u hrvatskim listovima: „Smotri“, „Viencu“ i „Pobratimu“.

Literaturu je drugih naroda pisac savjestno upotrebljavao i njom se koristio. Nu da je išao svojim putem, opaziti će jamačno svaki, koji se potruditi, da izporedi ovu knjigu sa popularnim astronomijama u drugih naroda. Spominjemo u prvom redu francuzke astronomije od Flammariona i Guillemina, jer je iz njih većina slika, njemačke od Newcomba-Vogela, Diesterwega, Littrowa, Secchija i dr., talijanske publikacije nove Vatikanske zvjezdarne u Rimu, englezku astronomiju (elementarnu) od Lockyera; časopise: L' Astronomie, Sirius, Himmel und Erde i dr.

I tako neka podje u sviet ova prva astronomija hrvatska sa dvojakom zadaćom, da u narodu razširi pozitivne i sjajne istine njezine — do sada bez dvojbe najveće triumfe ljudskoga uma u svim granama znanja — ali da ujedno i potiče na razmišljanje o velikim i zadnjim problemima prirodne nauke. U tom će se razmišljanju možda naći moment, koji će jako utjecati na to, da se umire i natrag potisnu strasti, koje nisu ures naobraženih ljudi

U Zagrebu, koncem listopada god. 1895.

O. K.

NAŠE NEBO.

CRTICE IZ ASTRONOMIJE.

„Da se zvijezde, mjesto što sjaje uvijek nad našim glavama, mogu vidjeti samo s jedne točke zemaljske kruglje, ljudi ne bi prestali u hupama onamo putovati, da motre nebo i da se dive čudesima neba.“

Seneca.



oponašaju svod nebeski? Tko je na pr. samo jednoé stupio u divni hram djakovački, duboko mu se je usjekao u dušu dojam onog modrog svoda sa nebrojenim zlatnim zvjezdicama. Sursum corda — uzdignite srca! dovikuje on glasno zemnicima. No kako je i najsavršeniji svod u umjetnom hramu tek preslaba sjenka onoga veličanstvenoga svoda nebeskoga, što ti se svake večeri nad glavom svio, tako je slab i glas u najljepšem umjetnom hramu spram onog gromovitog glasa, kojim ti dovikuje noćno nebo: sursum corda!

S ovim pobudnim geslom, dobri moj čitatelju, ne požali truda, pak izadji sa mnom o sunčanom zapadu iz tiesne izbe svoje i uzkih ulica, gdje jedva vidiš to krasno nebo, na otvorenu ravnici, i posveti koju uru motrenju pojavâ, kojima ćeš biti svjedok. Naći ćeš doduše dosta ljudi, koji će te gledati u čudu, što li nalaziš u tome zabave, da se zadubljuješ u to nebo, jer žalibože danas tisuće i tisuće i naobraženih ljudi svaki dan gledaju te krasne pojave, a da ih ne vide. Neka ti oni ne budu mjerilom: rdjav uzgobj, pretjerana borba za svagdašnji život, možda i nizke strasti ugušile su u njima polje srca, koje već ne može da shvaća takovih užitaka. Ne dao nam Bog, da ikad, pa ni u dubokoj starosti, padnemo na te nizke grane!

Sunce je utonulo u ocean, da se u njem okupa za sutrašnji svoj put. Sva se priroda oko tebe od časa na čas mienja. No odvratio oko od ponešto tužne slike, što nam ju pruža naša zemlja u tim časovima, pak svrnimo njime po svodu nebeskom. Na zapadnoj ti strani šalje sunce zadnje svoje pozdravlje: vatrena je rumen oblila zapadno nebo. Gdje je kist umjetnički, koji bi umio ma i s daleka uhvatiti ono prelievanje sjajnih boja, ono polagano umiranje žara njihova, koje ti se u pol ure sbiva pred očima? Baci oko na iztok. Kao odraz one vatre na zapadu vidjet ćeš, kako je iztočno nebo zarudjelo tihim, blagim, ljubičastim svjetlom, koje vrhove dalekih bregova na onoj strani znade zaodjeti u otajstveno neko ruho: pričinja ti se, kao da su to druga bića, i mašta je s mjesta sklona, da ulije u njih novi nekaki život. Osobito su krasni — vele — oni pojavi večernje rumeni u alpinskim krajevima, gdje se ljudi od srca ne mogu dosta da naužiju krasnog „alpskog žarenja“.

No kao panorama, što se neprestano okreće, gube se sve krasote večernje rumeni: sjajne i svietle modrine neba sve više nestaje, yatrene se boje na zapadu gube, svod se nebeski prelieva, prolazeći razne nuance boja, u tamnu, gotovo crnu modrinu, a na iztočnoj

se strani neba uzpinje na svod nebeski sjena zemaljske kruglje omedjena u obliku kružnoga luka, i gasi po malo ono blago ljubičasto svjetlo.

Da se pojavi u tom smjeru dalje kreću, nehotice bi ti tužna čuvstva okupila srce, ali ne da toga priroda. Tek što su utrnule zadnje boje večernje rumeni, eno se na nebu užegle male, ali sjajne luči, treptanjem svoga svjetla eno te baš zovu, da baciš oko k njima, a u duši ti se i nehotice javljaju pitanja: što su te luči, odkuda su i čemu su? Neodoljiva te neka čežnja privlači k njima i um je tvoj rad, da do dna izpita ove najveličanstvenije tajne božje prirode. Ali dalek je put do toga! Otresimo se silom umovanja, pa pustimo srcu, neka ono za čas samo uživa u pojavu, koji ti se pred tjelesnim okom od časa na čas sve krasnije razvija. Nad glavom ti se u obliku ogromne polukruglje razapeo tamnomodri — gotovo crni — čador, a na njem kao prikovane javljaju se zlatne i srebrne zvjezdice: s početka ih možeš brojiti, ali jedva je prošlo pô ure, broj im je toliki, da svako brojenje prestaje. Osupnut stojiš pred najkрасnijim pojavom u prirodi: pred tjelesnim i duševnim okom tvojim otvorio se gotovo u tren oka bezkrajni, i oku i duhu tvomu nedosežni svemir. Milijuni i milijuni zvijezda — čini ti se tako — prosuše se po tom svodu, svaka od njih trepti i kao da ti šalje pozdrav iz neizmjernih daljina, kao da ti dovikuje: čovječe, ti nisi sam u svemiru. Nehotice ti se izvija iz grudi odgovor: „Da ste mi zdravo, neznane prijateljice!“ Čuvstva, štono znadu oblietati osobito mladu dušu u ovakovim časovima tihoga snatrenja, ne dadu se opisati, — njih treba svatko da osjeti sam! Ali gle, što se ono još u bezbroju zvijezda stvara na nebeskom svodu? Čudan, mio pás svjetluca bielimi svojim svjetlom, pa se pružio po svodu nebeskom: čas misliš, da se razdielio u milijune presitnih zvjezdica, jedna tik druge, čas se opet sgusnuo u sjajan svietao oblak, čas opet kano da se sasvim gubi ili na dvoje dieli: Kumovska je slama (Milchstrasse, via latte) još većma ukasila noćno i onako prekrasno nebo, ali ga je podjednako da duševno tvoje oko zaodjela još jednom novom tajnom.

Tek što si se nauživao koji časak divnoga pojava, javlja ti se um neodoljivim pitanjem: što je to sve? čemu to? što je taj svemir? Diete bi ti reklo: Dobri je Bog, da razveseli čovjeka, pometao na svod nebeski te silne zlatne i srebrne zvjezdice, neka mu bude i noću urešen svod nebeski. A tako je ljudski rod u djetinjstvu svome i sudio. Stari su narodi zaista držali zvijezde osobitim nakitom



Naše noćno nebo.

I.

Obćeni pregled noćnoga neba.

Večernje nebo. — Zvezde, zvjezdna daljina, godina svjetla. — Daljine zvezda od nas. — Zvezde prvoga reda. — Broj zvezda.

Sunce je zašlo. Zadnji su mu traci eno pozlatili vrhunce dalekih gora, a dolinom se već prostro sumrak: nestalo je u tinji čas živih boja, nekakva je olovna boja pritisnula ravnicu, kao da hoće da izbriše sav čar bujne joj prirode. Umor se spustio i na živu i na mrtvu prirodu: sve se sprema na počinak, — samo čovjek ne. Već u ranoj mladosti svojoj on u to doba rado baci oko na svod nebeski, — tu najveličanstveniju kupolu najkrasnijega hrama božjega na tom svijetu. A što mu vuče i oko i srce k nebu? Svjedokom je i vidokom ponajljepšim pojavima, što mu ih priroda, ta dobra mati njegova, nudja, da mu se na jednoj strani čuvstvo ljepote nasladjuje prekrasnim prizorima, a na drugoj, da mu se srce digne iz nizine svagdašnje borbe životne tamo gore, — da se na krilima uma i fantazije vine daleko, daleko — u neizmjerni svemir. — Da, ja ne znam u prirodi pojava, koji bi toliko užitka estetskomu čuvstvu mlada čovjeka davao, a ne znam ni pojava, koji bi čovjeku toliko uznosio i dušu i srce u više, čiste sfere života ljudskoga, nego promatranje večernjega i noćnoga neba, — dakako promatranje s ljubavlju i srcem, kojemu su još pristupni užiteci ove ruke. A nisu li tomu potvrda i toliki krasni hramovi božji, koji na svodovima svojim

neba. što su ga dobri bogovi prikovali na kristalni svod nebeski ljudima na uživanje. Tako postade ime „kosmos“ (ures, nakit) za ono, što zovemo svemir. A danas? Danas, hvala tisućljetnom nastojanju astronomskih velikana, znađemo, da su svi ti milijuni zvijezda sunca poput našega, mnoga medju njima kud i kamo žarča i veća od našega. Svako od njih žari toplinu i svjetlo, svako od njih možda imade svoju obitelj, kao i naše sunce, kojoj je izvor svega života. Ta nam se sunca samo s toga pričinjaju male svietle točke tako slaboga svjetla, da izpred žarkih trakova sunca, čim izadje, sve zajedno u tinji čas pobliede, što su od nas tako neizmjereno daleke, da ni najživlja fantazija ne može da sebi predstavi tih daljina. Ni milja ni kilometara ne može astronom da upotrebi za određivanje tih daljina, jer su mu te jedinice premalene: morao bi neprestano raditi s ogromnim brojevima. Astronom mjeri daljine zvijezda zvjezdom daljinom i godinom svjetla. Bit će dobro, da ove dvie mjere razložimo, kako bi se bolje snašli u našim astronomskim razgovorima. Svaki nas znade, da je zemlja naša daleko od sunca poprieko 20 milijuna geografskih milja, i da u godini dana jednoć obidje svoj put oko sunca, koji je gotovo kruznica. Polumjer je dakle zemaljske staze priličan pravac dug 20 milijuna milja. Tko bi ga htio pregledati, morao bi se odseliti na drugu zvijezdu, i to prilično daleko. Što dalje putuje u svemir, sve mu se manji čini taj polumjer, jer je sve manji kut, što ga čine doglednice iz njegova oka k središtu zemlje i sunca, — astronomi ga zovu paralaksom dotične zvijezde. Leteći kroz svemir zaustavimo se na zvijezdi tako dalekoj, da se polumjer zemaljske staze, u istinu dug 20 milijuna milja, vidi tek pod presitnim kutom od 1 sekunde t. j. $\frac{1}{3600}$ jednoga stupnja! Kolišni je to kut, ovako si od prilike možeš predočiti. Pol milimetra debelu iglu objesi vertikalno o nit, pak se odmiči od nje. Kad si se odmakao 103 metra od igle, pomisli iz tvoga oka potegnute doglednice, koje debljinu igle dotiču s jedne i s druge strane, pa imadeš kut od 1 sekunde.

S one bi dakle zvijezde vidio polumjer zemaljske staze ništa veći, nego li debljinu igle od $\frac{1}{3}$ mm. iz daljine od 103 metra, ili pak ploču od 1 m. u promjeru iz daljine od 206 kilometara, činili bi ti se dakle, da su i sunce i zemlja dvie točke, jedna gotovo u dotiku s drugom. Zvijezda u tako neizmjerenoj daljini od sunca, da je paralaksa njezina tek kut od 1 sekunde, daleka je od sunca jednu zvjezdu daljinu. U milje po trigonometriji preračunano bilo bi

to $4\frac{1}{3}$ bilijuna milja! No što da rečemo, kad nam astronomi odvrćaju, da na čitavom nebu nema ni jedne zvijezde stajačice, koja bi tako blizu bila suncu i zemlji. Najbliža zvijezda α Centauri imade paralaksu nešto manju od jedne sekunde, naime $0.75''$, dakle je od prilike daleka od nas $1\frac{1}{4}$ zvjezdne daljine. Što je dalja zvijezda od nas, to joj je manja paralaksa i obratno: ima li koja zvijezda za paralaksu kut od $\frac{1}{2}$ sek., daleko je od nas 2 zvjezdne daljine; bude li paralaksa tek kut od $\frac{1}{10}$ sek. daljina je zvijezde 10 zvjezdni daljina. Pa kad su astronomi uz savršenu tehniku naših dana i ove sićušne kute stali mjeriti, našli su znamenit rezultat, da sve do sada na nebu vidjene stajačice imadu kud i kamo veće daljine od sunca, nego što je jedna zvjezdna daljina. Pače na prste gotovo možeš prebrojiti ono par zvijezda, za koje su mogli zaista taj presitni kut izmjeriti i po tom odrediti daljine njihove od sunca. Evo male tablice izmjerenih paralaksa za najsvjetlije zvijezde:

1. α Centauri $0.75''$ (Gill i Elkin 1885.)
2. Capella (α Aurigae) $0.017''$ (Elkin 1888.)
3. Sirius $0.276''$ (Elkin 1888)
4. Vega $0.134''$ (Hall 1880.)
5. Arcturus $0.127''$ (Peters u Hamburgu)
6. Procyon $0.23''$ (Auwers 1862.)
7. Polarna zvijezda . . . $0.106''$ (Peters).

Do konca g. 1888. bilo je jedva 34 zvijezde, za koje su takove paralakse izmjerene!

Kod svih je ostalih milijuna zvijezda taj kut tako malen, da ga ni najsavšeniji strojevi astronomski ne mogu izmjeriti, a to će reći, preneseno u naš obični govor: stajačice su od nas poprieko tako daleke, da im daljine ne možemo ni odrediti!

Druga je mjera za daljinu zvijezda stajačica vrijeme, što ga treba zraka svjetla, da dodje sa zvijezde do nas. Na drugom ćemo mjestu u ovoj knjizi („Brzina svjetla prema povjesti.“) o ovoj mjeri razpravljati. Ovdje iztičemo tek toliko, da zraka svjetla treba, dok prevali jednu zvjezdu daljinu ili $4\frac{1}{3}$ bilijuna milja, 3 godine i $1\frac{2}{3}$ mjeseca. Prema tomu upotrebljavaju kao drugu jedinicu za mjerenje svemirskih daljina godinu svjetla, a to je put, što ga proleti zraka svjetla taman za godinu dana. Krasua Vega na pr. koja nam je u srpnju pod večer oko 9 sati baš nad glavom, daleko je od nas nekih 6 zvjezdni daljina, a po tom i zraka svjetla

od Vege do nas treba nekih 19 godina; velimo prema tomu: Vega je od nas daleko 19 godina svjetla.

Ustavimo se sada za čas kod ovoga novo stečenoga pojma, da su zvijezde, što ih vidimo, kao prikovane na dalekom svodu nebeskom, od nas gotovo neizmjereno daleke. Ova će nam spoznaja razjasniti neke stvari, koje su osobito početnicima u astronomiji nerazumljive.

Ako stojim usred velike dvorane, pak upamtim uzajamni položaj stvari na pr. na zidu, pa onda po sobi hodam, znam od svakdašnjeg svog iskustva, da se uzajamni položaj predmeta znatno mienja; oni, kojima se primičem, razmiču se jedan od drugoga, a oni se na protivnoj strani jedana drugomu prividno primiču. Vožnja u ravnici, obkoljenoj bregovima, pokazuje isti pojav još ljepše. Prenesimo ovo iskustvo na svod nebeski! I ja stojim na zemlji usred šuplje kruglje nebeske i vidim neki raspored zvijezda stajačica na njem. Pô godine kasnije odputovao sam zajedno sa zemljom na drugo mjesto u svemiru, koje je od prvoga udaljeno samo za nekih 40 milijuna milja, dakle sam se na svaku ruku jednim zvijezdama za toliko milijuna milja primaknuo i obratno. Očekivao bih, da je uzajamni položaj njihov sada drugačiji, nego prije pô godine: jedne su se razmakle, a druge međjusobno primakle. Al tome ni traga!

Tisuće godina već gledaju ljudi uzajamni položaj stajačica, ali nikada ne nadjoše prostim okom istaknutih razlika. Kako to? Neizmjerena daljina stajačica od sunca posvema nam rješava ovo protivurjeđe. Spomenimo se samo, da se već iz jedne zvjezdne daljine taj ogromni put od 40 milijuna milja vidi pod presitnim kutom od 2 sekunde t. j. oku se u onoj daljini čini, kao da zemlja nije ni promienila svoga mjesta, dakle se i obratno nama mora činiti, da ni stajačice nisu promienile svoga uzajamnoga položaja. Ako tomu dodamo, da su milijuni stajačica od nas ne jedan, nego mnogo zvjezdanih razmaka udaljene, očito je, da se, s njih gledani, onih 40 milijuna milja gube u jednu točku: za njih su i sunce i zemlja uvijek u istoj točki svemira, za njih se je pače cio sunčani sustav splinuo u jednu točku. Po tom nam je pak jasno, da je za motrenje i mjerenje stajačica svejedno, gdje stojim na zemlji: da li na površini ili u središtu; ne će pače nikakove razlike na nebu opaziti ni onda, ako se pomislim prenesena u središte sunca, pa s onoga stanovišta motrim i mjerim nebeske pojave (heliocentrično

stanovište). Kako je sitna zemlja zajedno sa suncem spram daljina svemirskih! A što je tek čovjek na toj tankoj korici zemaljskoj?

Još nešto! Pa jesu li te stajačice zaista prikovane u svedjer istom uzajamnom položaju na kaki svod nebeski? Valja i o tom podvojiti! Već smo čuli, da sve stajačice nisu jednako udaljene od nas; one dakle ne mogu biti na kakovu svodu nebeskom prikovane: tek oko ih naše, koje se nalazi u središtu ovoga neizmjereno dalekoga svoda, smješta na taj svod, pa ako ga samo pomislimo neizmjereno udaljenim, ostat ćemo uvijek gotovo u središtu svemira, ma kuda se po zemlji selili, ma prešli i s jednoga tiela našega sustava na ma koje drugo, jer iz neizmjerne daljine svoda nebeskoga gledan, splinuo se cieli naš sustav u jednu točku. Da ipak stajačice nisu prikovane o taj nebeski svod, nego da ih tek oko naše na nj smješta, na to nas i opet upućuje svakdašnje naše iskustvo: kudgod okom svrnemo po toj božjoj prirodi, svagdje vidimo nekakovo komešanje, nekakovo gibanje; ta ni atomi, ni molekuli tjelesa nisu na miru! Je li vjerojatno, da će milijuni zvijezda biti prikovani na istom mjestu svemira? A ipak nam oko to kazuje, ako motrimo nebo! Stotine godina oko nije moglo opaziti, da bi se međjusobni položaj stajačica bio promienio: uvijek isti raspored, ista slika, isti razmak među njima! Kao da je sve ukočeno na nebu. No i ova prividna ukočenost među zvijezdama pada, ako se sjetimo neizmjerne daljine stajačica. Posebni primjer to će nam najbolje pokazati. Recimo, da je u jednoj zvjezdnoj daljini od nas zvijezda, koja u svemiru okomito na doglednicu leti onako brzo, kao naša zemlja oko sunca, t. j., da u svakoj sekundi odleti 4 milje dalje. Taj bismo liet njezin morali na nebu opaziti po tom, da mienja svoje mjesto na nebeskom svodu. Za godinu bi dana zvijezda zaista odletjela 126 milijuna milja daleko, no iz jedne zvjezdne daljine gledan, taj bi nam se ogromni put prikazao pod majušnim kutom od 6 sekunda. Premjer pak mjeseca vidimo pod kutom od 30 minuta, dakle 300 puta tolikim kutom, a to će reći, da će se naša zvijezda za naše oko tek za 300 godina za toliko na nebu pomaknuti dalje, koliko je širok mjesec! A pri tom smo tek prepostavili, da je zvijezda od nas daleka bila samo jednu zvjezdnu daljinu, dok znademo, da su mnoge dalje. Ne giba li se zvijezda baš okomito na doglednicu, nego koso k nama ili od nas, mogu proći i tisuće godina prije, nego što će prosto oko čovječje i spetitićmoći, da se je položaj stajačice i za vlas jednu promienio.

A ipak one mogu letjeti i doista lete užasnim brzinama po svemiru! Ne samo mi za cieloga našeg života, nego ni deset sljedećih generacija naših od toga ne će opaziti ništa: još će stotine godina moći služiti naše nebeske karte u sve praktične svrhe. Tek astronomi, što stoje na visovima svoje nauke, moći će uz savršene svoje strojeve tečajem stotine možda godina spetiti neka presitna pomicanja i po njima stvarati zaključke, o kojima danas ljudi ne mogu ništa ni da slute.

Ali gle, na krilima misli daleko se zavezosmo do zadnjih gotovo problema astronomije, a nama je tek svrha, da gledamo i upoznamo to krasno zvjezdano nebo, pa ma i bio to neizmjereno daleki od nas svod sa prikovanim po njem draguljima. Koliko li ih je na njem, kako li su raznoliki! Eno ih jednih, gdje velikim sjajem svojim daleko pretječu sve svoje nebrojene drugove: kako su na zemlji riedki kohinori medju alemima, tako su i na nebu riedke sjajne zvijezde prvoga reda. Jedva ćeš ih na čitavom nebu nabrojiti dvadeset, no ni one niesu posvema jednakoga sjaja. Evo ih poredanih po sjaju (po Pickeringu od god. 1878.—1880.):

- | | |
|--------------------------------------|---|
| 1. Sirius (α Canis majoris) | 9. Pollux (β Geminorum) |
| 2. Arcturus (α Bootis) | 10. Beteigeuze (α Oriois) |
| 3. Vega (α Lyrae) | 11. Atair (α Aquilae) |
| 4. Capella (α Aurigae) | 12. Regulus (α Leonis) |
| 5. Rigel (β Orionis) | 13. Spica (α Virginis) |
| 6. Procyon (α Canis Minoris) | 14. Deneb (α Cygni) |
| 7. Aldebaran (α Tauri) | 15. Castor (α Geminorum) |
| 8. Antares (α Scorpii) | 16. Fomalhaut (α Piscis australis). |

Ovo su prvaci po sjaju na našem nebu; imade ih još nekoliko (4—6) na južnom dielu neba, koji se u našim stranama nigda ne vidi. U svem ih brojimo ravno dvadeset. Nešto slabijega sjaja zvijezde svrstaše u drugi red i tako dalje sve do 6. reda. Najsitnije zvjezdice, što ih još možeš razabrati prostim okom, smjestiše u taj 6. red. Koliko ih je u svakom redu, ne da se reći na broj točno. S jedne su strane bile različite oči astronoma, koji su ih brojili, a s druge su strane i prelazi iz jednoga razreda u drugi tako izbrisani, da ne možeš tako lako odsjeći, u koji bi ju od dvaju susjednih razreda ubrojio. Nije čudo, da se prema tomu podatci raznih astronoma dosta različni. Navest ćemo samo dva primjera znamenita u povjesti astronomije. Eduard Heis u Kölnu (od g. 1806.—1877.), pisac one i u djačkim krugovima dobro po-

znate zbirke aritmetičkih zadaća, imao je izvauredno oštro i za osjete svjetla osjetljivo oko, pak je na našem nebu mogao nabrojiti prostim okom 5421 zvijezdu, koje je u svom izvrstnom djelu: „Atlas coelestis novus“ (Köln god. 1872.) pomno pobilježio. Friedrich Argelaender pak u Bonnu (od god. 1799.—1875.) imao je tek srednje jakosti oko, pak je na istom dielu neba prostim okom mogao nabrojiti tek 3256 zvijezda. (Uranometria nova. Berlin god. 1843.)

Nije dakle neizmjeran broj zvijezda, što ih na noćnom nebu zaista vidimo: više od 4000 malo će ih koje oko moći nabrojiti. Ona velika množina njihova, koja se u kratkom vremenu iza sunčanog zalaza pojavila, zavela nas na misao, da ih ne možemo prebrojiti. Izporedjujući razne kataloge, našao je Struve, da je u svakom sljedećem razredu od prilike tri put toliko zvijezda, koliko u pređašnjem, prema tomu će svatko lako i sam moći odrediti, koliko će zvijezda ma kojega razreda moći vidjeti na našem nebu (gdje je 16 zvijezda prvoga reda) ili pak na čitavom (gdje ih je 20).

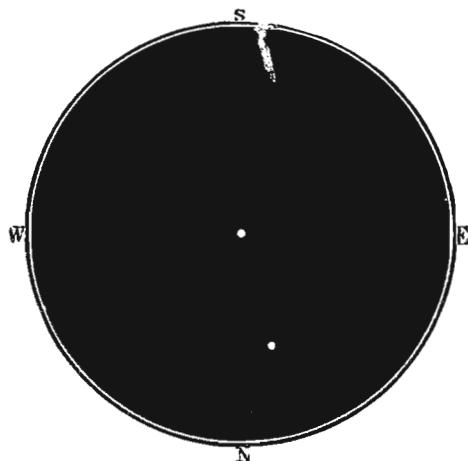
Dakako, čim pomogneš oku svomu staklom, nov ti se sviet javlja i na svodu nebeskom: gdje prosto oko vidi tek gotovo crnu modrinu neba, oko naoružano teleskopom vidi ciele kolonije sitnih zvjezdica, i opet se čini, kao da su nebrojene. Što jači teleskop, to više novih zvijezda, i tako nastaviše razredbu od 7. do 14. reda. Teleskop sa otvorom od 1 cm. (leća na njegovu objektivu treba da ima promjer od 1 cm.) pokazuje zvijezde 7. reda, a za zvijezde 14. reda trebamo već teleskop sa 40 cm. otvora! Takovih je orijaša teleskopa danas na zemlji tek nekoliko, na čelu im onaj u Lickovoj zvjezdarni u Kaliforniji. Računajući po prijašnjem zakonu, dobili bismo za broj zvijezda, što ih vidimo i u najjačim teleskopima, ogromnu sumu od 43,047.000! No ni to još nije cieli svemir! Što budu gradili veće teleskope, vidjet će se i više zvijezda na nebu, pak se nehotice pitamo, gdje je tomu kraj?

Je li slabi um čovječji dorastao tomu, da se u tom haosu sunaca i svjetova samo snadje, a kamo li da izpituje pojave i zakone, da rješava one silne tajne, što ih skriva u sebi taj prividni kaos? Ponosno smije rod ljudski danas reći: jest, dorastao je tomu poslu, i kraljica se naukâ — astronomija — može ponositi uspjesima kao nijedna druga eksaktna nauka.

Ni mi se, moj čitatelju, ne plašimo toga haosa, već smionno idemo na šetnju po nebeskom svodu, kako bismo najprije u onaj prividni kaos uveli neki red!

dine opazio u Kitu sjajnu zvijezdu 2. reda, koje nije nigda prije ondje vidio, pa ju je u oktobru druge godine opet tražio, ali uzalud. Istom poslije saznali su, da je to zvijezda, koja u godinu dana veoma čudno mienja svoj sjaj; ona je ponajveći dio godine tako slaba, da je prosto oko i ne vidi, a ono malo tjedana, što je vidiš, sjaj joj još čudnije trepti: čas je veći, čas manji. „Mira Ceti“ (čudna u Kitu) dobila je ime, ali nije ostala sama na nebu: danas ih poznajemo već oko 150, a među njima je i α u Kasiopeji. U vremenu od 79 dana mienja joj se sjaj periodično između 2. i 3. reda!

Još je i s druge strane znamenita Kasiopeja u povjesti astronomije. Nešto na sjever od zvijezde α ukazala se god. 1572. iznenada neobično sjajna nova zvijezda „Tycho nova“. U veljači godine 1574. nestalo je, pa se od onog dana nije nigda više pojavila.



Sl. 7. Dvostruko sunce ψ u Zmajju.

Osim ta četiri zvjezdišta još su samo dva tako blizu polarnoj zvijezdi, da u nas nikad ne zalaze pod horizont, a to su Cefej i Kamelopard. Prvi je smješten između polarne zvijezde, Kasiopeje i kumovske slame, a Kamelopard se stere u luku od Kasiopeje do Velikoga Medvjeda. Nu kako ni jedno ni drugo zvjezdište nema sjajnijih zvijezda, o koje bi oko početniku moglo zapeti, mi ih ovdje ne opisujemo izbliže. Tko dobro poznaje oba Medvjeda i Kasiopeju, lako će ih s pomoću naše nebeske karte na nebu naći.

Kasiopeja, Cefej i s njima u savezu zvjezdišta Persej, Andromeda, Kočijaš i Pegaz već su od davnih vremena na nebu, a prešla su opet iz grčkih priča onamo. Kasiopeja bijaše žena Cefeja, kralja etiopskoga. Ohola se Kasiopeja usudila tvrditi, da joj je kći Andromeda ljepša od Nerejida. One se potuže Poseidonu (Neptunu) i zamole ga, da ih osveti. Poseidon im učini po

volji i zemlju Cefejevu snadje veliki potop, a grdna neman morska proždiraše sviet i blago. Zapitaše proročište Zeusovo za savjet, a ono im odgovori, da će se zemlja riešiti zla, čim Cefej žrtvuje nemani svoju kćer Andromedu. Težkim srcem popusti Cefej molbama svoga naroda i prikuje Andromedu na hrid kraj mora. U to naidje Persej na povratku od Atlasa s odsječenom glavom Meduzinom u torbi. Sprèman da pomogne, juriši na morsku neman, ubije je i spase Andromedu, koja se udade za svoga osloboditelja. Nu ona je već bila obećana Fineju, bratu Cefejevu, i on je htjede na maču oteti Perseju. Ne uspjevši u borbi s pratnjom Finejevom, izvuče iz torbe glavu Meduzinu, a sva se družba Finejeva okameni. Spomenut ću još i to, da je, kako neki pričaju, iz prolivene krvi Meduzine izašao krilati konj Pegaz.

Sva su glavnija lica iz ove priče (među njima Cefej i Kasiopeja) našla svoje mjesto na nebu, kako ćemo poslije još i bolje vidjeti.

Kameloparda (ili Žirafu) smjestio je mnogo poslije (god. 1624.) Bartschius na nebo, jamačno samo da bi izpunio dosta veliki prostor između Kasiopeje i Velikoga Medvjeda.

Kumovska nas slama, u kojoj spoznasmo Kasiopeju, vodi dalje na čitav niz zvjezdišta. Podjimo joj tragom od Kasiopeje prama sjevernom horizontu sve onamo, gdje se kumovska slama gubi na sjevero-zapadnom nebu pod horizont. Sasma blizu horizontu otkrit ćemo prije nego će zaći

5. Labuda ili Sjeverni Križ

(lat. Cygnus; franc. Cygne; njem. Der Schwan oder das nördliche Kreuz; Heis je vidio prostim okom 197 zvijezda.)

To je zvjezdište u najljepšem dielu kumovske slame. Njegovih šest najsajnijih zvijezda sastavljaju upravo križ, kojemu se duži krak pružio smjerom kumovske slame odozgo k horizontu i na njem u ovom času stoji gotovo okomito (vidi sl. 3.). Najsajnijia je zvijezda α ili Deneb (1.—2. reda) na vrhu križa. Ostale zvijezde u velikoj osi križa γ (2. reda), η (4. reda) i β (3. reda) čine sa α gotovo točan pravac, koji se okomito spušta na horizont. Zadnja β sasma je već blizu horizontu, pa s toga se, ako nebo nije sasma čisto, lako gubi u maglana. Druga i to kraća os križa upravo je okomita na opisanoj dužoj osi, a obilježena je zvjezdama δ i ϵ (3. reda) na des-

nom i lievom rubu kumovske slame, koje su sa γ gotovo u istom pravcu. Čitavo će zvjezdište za uru dvie gotovo sasvim (osim Deneba, koji je još cirkumpolarna zvijezda) potonuti pod horizont.

Ustavimo se ovdje na čas pa razmotrimo izbliže kumovsku slamu! Upravo kod zvijezde Deneba vidiš, kako se ciepa u dva traka, koji se uzporedo, ali razlučeni spuštaju k sjevernom horizontu. Ako se obično i riše kao jednolika blieda masa svjetla, a ono ćeš opet moći upravo u zvjezdištu Sjevernoga Križa opaziti, da ta svjetla masa nije svagdje jednolika. Opažoš u njoj jasno svjetlih oblaka, iza kojih je doduše gdjekad i podloga svjetla, ali mnogo manje ili je medju njima sasna taman prostor — „vreće ugljena“ u brodara, a po tom i u astronoma. Takov se svietli oblak provlači preko kumovske slame baš preko Deneba, a malo iznad njega opaziti ćeš i jednu „vreću ugljena“. Drugi taki oblak pokriva donji dio duže osi od križa; imade oblik podužeg ovala, iz kojega svietle zvijezde γ , η , i β .

Medju glavom Zmajevom i Sjevernim Križem vidiš sasna nizko veoma sjajnu zvijezdu Vegu ili α Lyrae, najsjajniju u malenom, ali liepom zvjezdištu Lire. Nu kako će to zvjezdište upravo sad da zadje, ostavljamo opis njegov za drugo doba godine, gdje će nam se čitavo visoko na nebu pokazati. Sad nam oko zapinje o sjajnu Vegu i mi je nehotice pratimo, dok se za koji čas ne izgubi pod horizontom. — —

Labud i Lira ovjekovječiše priču o Orfeju i njegovoj liri. Orfeja postaviše kao labuda na nebo, a pred njim smjestiše njegovu čudotvornu liru. —

Podjimo sad tragom kumovske slame natrag do Kasiopeje, gdje je kumovska slama uža i manje svietla i podjimo još dalje njezinim tragom gotovo do našega zenita, gdje ćemo najprije upravo nad glavom susresti novo zvjezdište

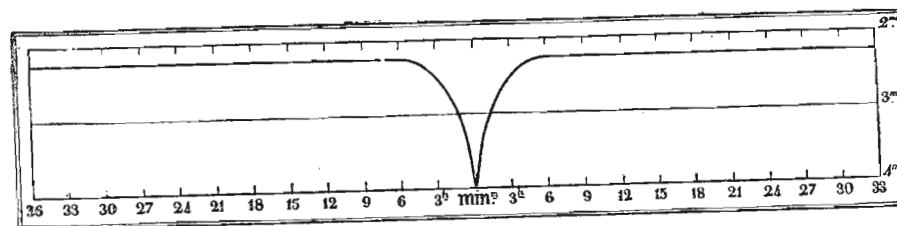
6. Perseja

(lat. Perseus; franc. Persée; njem. Perseus; 136 zvijezda).

Alignement: Spoji tri zvijezde u Kasiopeji α , γ , δ crtom pa je produži preko δ , i naići ćeš na lûk od 7 svjetlih zvijezda, koji je sav u Kumovskoj slami. Najprije ćeš udariti o zvijezdu η (4. reda), onda γ (3. reda), α (2. reda), δ (3. reda) i 3 male i bliže zvijezdice ϵ , μ , λ (4. reda). Od tih ćeš 7 zvijezdica lako sastaviti lik

grčkoga slova ς (Sigma), kojemu se rep savija na desno prema veoma sjajnoj zvijezdi Kapelli u bližnjem zvjezdištu Kočijaša, koje ćemo čas poslije upoznati. Nu tim još ne izcrposmo sjajnijih zvijezda u Perseju! Od zvijezde δ odjeljuje se drugi luk zvijezda, koji teče prema južnoj strani neba i na lievo; sastavljaju ga: ν (4. reda), ϵ (3. reda), ξ (4. reda), ζ (3. reda) i \omicron (4. reda). Taj luk još dalje produžen udara na prekrasan skup od 11 zvijezda u gustoj okrugloj hrpi, koja se zove „Plejade“ ili u nas „vlašići“. Nu ta skupina ne pripada u zvjezdište Perseja, s toga će se o njoj poslije govoriti. Da bismo Perseja bolje pregledali, okrenimo se licem k jugu!

Tri zvijezde Perseja α , δ , γ čine kružni luk, a u središtu njegovu na lievu ruku stoji jedna od najčudnijih zvijezda na našem nebu, a to je Algol ili β Perseja u glavi Meduzinoj, što ju u jednoj ruci drži opisanim zvjezdama podmetnuti lik Persejev. Mo-



Sl. 8. Promjena sjaja u Algola za 69 sati.

žemo ga takodjer smatrati vrhom istokračnoga trokuta, komu je podnica pravac α δ . U vremenu od 60 sati sjaj mu je od prilike jednak zvijezdi 2. reda; ali za $3\frac{1}{2}$ do 4 sata odjednom mu padne do 4. reda, a za druga se 4 sata opet popne do 2. reda, da na toj visini ostane ponovno 60 sati. I tako to biva uzamance. To liepo pokazuje priložena slika 8.

Perseju valja posvetiti nekoliko večeri, da ga dobro upoznaš, jer u onom velikom broju zvijezda u Kumovskoj slami dosta je teško upamtiti glavne zvijezde Perseja. Glavno je, da nadješ 6 prvih zvijezda, koje su najsjajnije i koje ti daju glavnu sliku njegovu.

Odkad je god. 1667. Montanari otkrio na Algolu ovu promjenu sjaja, ona se jednako po istom zakonu ponavlja. I Algol je dakle promjenljiva zvijezda, ali sasna druge vrste, nego prije spomenuta „Čudna u Kitu“. Tko iole na Algola pripazi, u brzo će se uvjeriti o tim tako pravilnim promjenama sjaja, koje su do pred

tri godine bile jedna od najzanimljivijih zagonetaka na našem nebu. Preporučujemo ga s toga osobitoj pažnji naših čitatelja zimi i u proljeću, kad ga vrlo liepo visoko na nebu mogu vidjeti ciele gotovo noći!

Blizu njega još su 3 zvjezdice 4. reda: ω , ρ , π , koje s njim zajedno čine spomenutu glavu Meduzinu.

Pogledavši, kako smo sada licem okrenuti k jugu, samo nešto malo na lijevo od Perseja, otkrit ćemo takodjer gotovo nad svojom glavom sjajno zvjezdište

7. Kočijaša

(lat. Auriga; franc. le Cocher; njem. der Fuhrmann; 144 zvjezde).

Da bi ga pouzdano našao, povrati se k Velikom Medvjedu pa izvedi u duhu ovaj alignement: spoji opet zadnje dvie zviezde u četverokutu njegovu β i z sa polarnom zviezdom, pa u ovoj krajnjoj točki osovi okomicu na taj pravac, ali sada ne dolje prama sjevernom horizontu, gdje bi ona sjekla glavu Zmajevu i prošla kraj sjajne na zalazu Vege, nego na protivnu stranu neba (k jugu). Ta će okomica proći nad tvojom glavom, tik kraj veoma sjajne biele zviezde 1. reda. To je „Kapella (Capella)“ ili „Koža“ u Kočijašu i označuje se slovom α .

Spojivši je s polarnom zviezdom i produživši taj pravac dolje do sjevernoga horizonta, udarit ćeš baš o sjajnu Vegu, koja već zalazi. Kapella i Vega od prilike su jednake daleko od polarne zviezde, ali u protivnom smjeru. To smo isto našli prije za Velikoga Medvjeda i Kasiopeju. Upozorujemo posebice još jednoć na ove dvie za poznavanje neba veoma važne antiteze: od polarne zviezde desno Veliki je Medvjed, a na protivnoj lijevoj strani u istoj daljini i Kasiopeja. Nad polarnom je zviezdom, gotovo u zenitu (nad glavom nam) Kapella, izpod nje, gotovo u horizontu, opet u istoj daljini Vega: kad je Kapella u meridijanu, Vega baš zalazi, i nasuprot.

Našavši Kapellu, najsjajniju zviezdu u Kočijašu, lako nam je sastaviti karakteristični lik njegov. Kočijaš je nalik na veliki peterokut, koji je sastavljen od ovih sjajnih zviezda. Ako si licem okrenut k jugu (a od sada je to nužno), vidjet ćeš odmah na lijevo od Kapelle (dakle prama istoku) sjajnu zviezdu 2. reda β . Osovivši u sredini pravca, što spaja α i β , okomicu, ali prama jugu,

udarit ćeš opet o zviezdu 2. reda, koja je podnici protivni vrh peterokuta. Ta je zviezda baš na medji izmedju Kočijaša i drugoga zvjezdišta Bika, i to na kraju njegova roga, pa se zato zove β Tauri. Dvie zviezde 3. reda, na lijevoj strani ove okomice ϑ , a na desnoj ι , čine sa zvjezdama α i β u Kočijašu i sa zviezdom β u Biku liep i velik, ako ne baš sasma pravilan peterokut: zvat ćemo ga odsele peterokut Kočijašev.

Još ćemo iztaknuti blizu Kapelle uz stranicu peterokuta α : mali istokračni trokut od tri zviezde ε (3. reda), η i ξ (4. reda); ta se hrpa zove „Kožlići u Kočijašu“.

I to je zvjezdište dobilo ime od dviju grčkih priča. Medju junacima trojanskim, što ih je ovjekovječio Homer u svojoj Ilijadi, spominje se i Eriktonije božanskoga podrietla, kao i ostali junaci, sin Dardanov i Batein.

On je zavladao Trojom, kad mu je umro stariji brat Il bez djece. Na osobit je glas izišao sa svojih tisuću kobila, od kojih je dobio 12 ždriebaca tako brzih, da su po pričanju Homerovu letjeli preko žitnih klasova i valova morskih. Njihov je kočijaš Eriktonije prenesen na nebo, a kraj njega je smještena ona koza s mladima svojima, za koju vele, da je nimfa Amalteja u pećini na otoku Kreti njezinim mliekom hranila mladoga Jupitera. Kozu je čuvao zlatan pas (po Antoniju Liberalisu), a pčele ga hranile medom sa briega Ide, dok mu je ora o donosio nektar i ambroziju. — U tom se zvjezdištu godine 1892. pojavila nova zviezda na stranici β Tauri — ϑ , koja je tek nekoliko mjeseci sjala. U povjesti će astronomije ostati znamenita sa osobitih pojava, koje su se opazile na njoj. Zove se „Nova Aurigae“, a otkrio ju 1. februara — ne astronom — nego englezki svećenik i očito marljiv motritelj zviezda, Anderson: liep primjer, kako i nestručnjak može astronomiji koristiti. Dne 1. veljače 1892. dobila je zvjezdarnica u Cambridge-u anonimnu dopisnicu, da se je u Kočijašu, 2^o stupuja na jug od zviezde χ Aurigae i 26 Aurigae (sl. 9.), pokazala nova zviezda petoga reda, daklem svjetlija od χ i od 26, koje su obje šestoga reda. Pa tko ju je prvi vidio? Ne astronom po struci, nego svećenik Anderson, koji sve zviezde na sjevernom nebu tako točno poznaje, da ju je mogao prepoznati kao novu! Naknadno je mogao Pickering konstatovati, da je već u prosincu 1891. ondje bila, jer ju je on fotografirao i ne znajući za nju. Oko 20. prosinca bila je najsvjetlija (4.4 reda). — Zvjezdište se Kočijaša u studenom javlja na večer

kraju desnoga stoji ϵ , pa donjem pak kraju slova V, gdje se oba kraka stjeću, stoji zvjezdica γ . Ta hrpa zvijezda u Biku, što imade tako jasno izražen oblik slova V, a donjim je svojim krajem okrenuto k jugo-iztoku, zove se „Hijade“. Oštro će oko u toj hrpi osim Aldebarana i nabrojanih 4 zvijezda lako nabrojiti svega 4 zvijezde 4. reda i 4 zvijezde 5. reda. Spomenuta zvijezda β u peterokutu Kočijaševu stoji u jednom rogu Bikovom, a drugi rog njegov označuje zvijezda δ 3. reda ζ , koja je nešto prema jugu od β , a čini s Aldebaranom i β gotovo pravokutan trokut, u kojem je ζ na vrhu pravoga kuta. Spomenimo i ovaj alignment: Ako spojiš zvijezdu ϵ u grupi Hijada sa Plejadama, dobit ćeš iz matematike dobro poznati znak koriena: |.

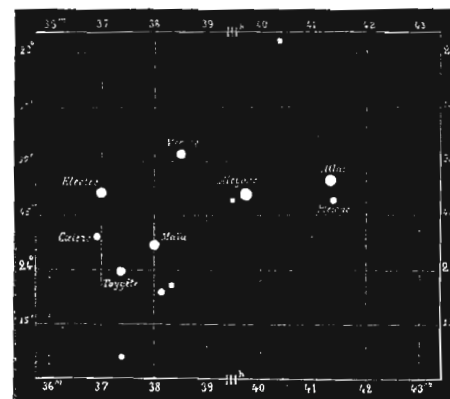
Grupa Plejada, grupa Hijada s Aldebaranom u oku Bikovu i obje zvijezde β i ζ u rogovima njegovim glavne su zvijezde u Biku, koje valja da poznaje početnik u astronomiji. Lako ih je upamtiti po karakterističnom obliku njihovu: Hijade sa Plejadama daju znak koriena, a Aldebaran sa β u jednom i ζ u drugom rogu Bikovu pravokutan trokut.

A kaki je to Bik? Što su Plejade i Hijade na nebu? Bik je Zeus sam, smješten na nebo. Poznata je svakomu priča, kako je pretvorivši se u bika Zeus odveo liepu kćerku feničkoga kralja Agenora a sestru Kadmovu, Europu, preko mora na Kretu, upravo u čas, kad je brala cvieće. Odatle i ona poznata slika mitologička, što prikazuje proljeće: Europa kiti viencem od cvieća rogove bika, a družice joj beru cvieće ili pletu oveći vienac. — Plejade su kćeri Atlasove i Plejonine. Bilo ih je 7 na broju, a po smrti ih smjestiše na nebo nazvavši ih po materi Plejadama. Zovu se i „sedmozvjezdje“. Njih su 6 Grci jasno vidjeli u hrpi, ali sedme nisu zamjetili; to su tumačili tako, da je jedna od njih, Meropa, uzela za muža smrtnika čovjeka Sisifa, pa se od stida ne će da pokazuje uza svoje sestre: Maju, Elektru, Tajgetu, Alkijonu, Celenu, i Steropu, koje su se združile s bogovima. Poslije ju nadjoše na nebu sasama blizu druge zvijezde u repu Velikoga Medvjeda kraj Mizara: tamo se, vele, sakrila od stida. To je ondje spomenuti Alkor.

Drugi opet daju Atlasu još i više kćeri, koje se po svomu bratu Hijadu zovu Hijade, a Zeus ih je metnuo među zvijezde zato, što su Bakha odhranile u Nysi u Arabiji, a po drugima opet zato, što se bogovima sažalilo, kako su se do smrti razplakale za svojim bratom, kojega je lav u lovu razderao.

Plejade, kad se u svibnju pojave nad iztočnim horizontom, prije sunca, znak su bile brodarima, da je došlo doba godine, zgodno za brodarenje, a Hijade opet označivale su im, da u to doba godine znade biti vrieme kišovito.

U tom nam se zvjezdištu još časak zabaviti uz liepu „hrpu zvijezda“, uz Plejade (sl. 10.). Kratkovidno oko ih vidi kao okruglu zrnastu (granuliranu) maglovitu masu, normalno oko vidi zaista 6—7 zvijezda u toj hrpi, a veoma oštro oko (Heis-ovo) 9—11 zvijezda od 5. do 7. reda. Već malo kazalištno staklo pokazuje medjutim na tom istom prostoru mnogo zvijezda a teleskop (12 cm. u promjeru) pokazuje ih ondje nekih 230!



Sl. 10. Vlašići ili plejade.

Njemački je astronom Mädler htio da metne u Alkijonu središte cieloga svemira, oko kojega se vrte sva sunca, pa i naše. Istina je samo to, da je ono posebni sistem sunaca — svemir za se!

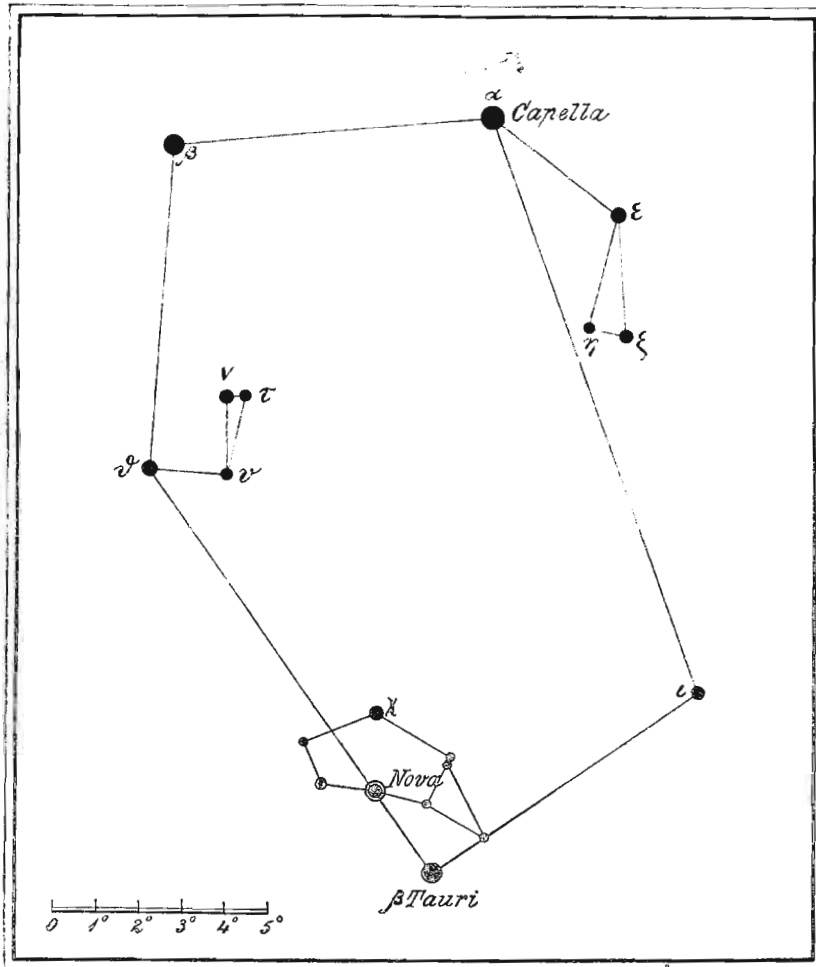
Nu podjimo tragom Kumovske slame dalje k jugu, da se upoznamo s najljepšim zvjezdištem našega neba, a to je

9. O r i o n

(lat. Orion; franc. Orion; njem. Orion; 186 zvijezda).

Kumovska se slama od Kočijaša počevši savija nešto prema iztoku, pa se na jugoiztočnoj strani neba spušta k horizontu. Na zapadnom joj rubu, a nešto malo niže od Aldebarana i Hijada, vidjet ćeš dosta nisko na južnom nebu zvjezdište, koje je sastav-

oko 7 sati na sjeveroistočnom horizontu. Bacivši oko na onaj kraj neba, zapet će ti odmah o veoma sjajnu zvijezdu prvoga reda: to je „Capella“ ili α Aurigae. Po njoj ćeš lako prepoznati veliki peterokut, koji je poznat u astrognoziji kao peterokut Kočijašev. Kako



Sl. 9. Nova zvijezda u Kočijašu.

pokazuje naša slika, pojavila se nova zvijezda na pravcu, što spaja δ i β Tauri. Kratkog bijaše vieka! Uz čudno treptanje svoga sjaja bivala je sve slabija, te je i za najjače teleskope izčezla negdje u

polovici travnja 1892., a to će reći, da joj je sjaj bio slabiji od zvijezde 16. reda. Nu već o koncu kolovoza god. 1892. opet se pojavila, ali samo kao zvijezda 9. reda i u sasvim promijenjenom obliku: usred slabe svemirske maglice vidjela se jezgra zvjezdolika!

Kakove se silne revolucije zbivahu u dva puta na tom suncu u tako kratkom vremenu! Šta bi bilo od nas na zemlji, da odjednom naše sunce zasja 250 puta jačim svjetlom, da nas stane grijati toliko puta jačim žarom?

Odmah iza Kočijaša stoji zanimljivo zvjezdište

8. Bik

(lat. Taurus; franc. le Taureau; njem. der Stier; 188 zvijezda).

Dolazimo u kraj nebeski bogat sjajnim zvjezdama, dolazimo u ubavu hrpu Plejada, u vatru Aldebarana, ulazimo preko Blizana u prekrasan kraj Kumovske slame i po njoj u najsjajnije zvjezdište našega noćnoga neba, u veličanstveni Orion, komu se pod nogama sja Sirius. Sve one prekrasne zvijezde razastrle su se na južnom nebu našem za dugih zimnjih noći, pa kao da hoće da nas izazivlju, neka si ih prikratimo, zaronivši dušom i srcem u bezkrajni svemir! Učinimo im po volji!

Opisujući Perseja iztakli smo, kako se luk od njegove tri glavne zvijezde γ , α , δ , kod ove potonje zvijezde δ dieli u dva luka: jedan kreće na iztok prema sjajnoj zvijezdi Kapelli u Kočijašu, a drugi, koji je mnogo duži i sastavljen od 5 zvijezda 3. i 4. reda (δ , ν , ϵ , ζ , ξ), kreće na jug prema ubavoj i nevještu na nebu oku zamjernoj gustoj hrpi zvjezdica, prema Plejadama u vratu Bikovu. S druge smo strane opet opisujući Kočijaša spomenuli, kako zvijezda β u Biku tvori sa četiri zvijezde u Kočijašu (α , β , δ , ι) onaj karakteristični peterokut Kočijašev. Među Plejadama i ovom zvijezdom β u peterokutu kočijaševu stere se liepo zvjezdište Bikovo. Da bismo našli još nekoje od znamenitih zvijezda njegovih, povratimo se opet k peterokutu Kočijaševu. Njegovu k zapadu obrnutu stranicu, što spaja Kapellu (α) sa ι , produžimo preko ι (na jug) pa ćemo doći do sjajne zvijezde prvoga reda, koja sja rumenim svjetlom, a zove se Aldebaran ili α Bika i stoji Biku u oku; nu on nije osamljen: lako ćeš oko njega naći još 4 zvijezde 4. reda, δ , γ , δ , ϵ , koje zajedno s Aldebaranom daju lik latinskoga slova V. Na gornjem kraju lijevoga kraka stoji Aldebaran, a na gornjem

nimljiva tvorba u ovom zvjezdištu velika „Orionova magla“ (sl. 12.). Oko iste zvijezde θ a izpod triju zvijezda u pasu Orionovu δ , ϵ , ζ stere se velika nepravilna magla slaboga svjetla veoma nalik na otvorene ralje životinjske. Jedan je dio ove „svemirske maglice“, kakovih su na nebu našli nekoliko tisuća, veoma svijetla, pače sjajan, pa ga već prosto oko može vidjeti, a drugi su joj dijelovi tako slabog svjetla, da ih možeš tek vidjeti u najvećim teleskopima. U ovoj maglovitoj masi vidiš i mnogo zvijezdica, koje su dosta sjajne. Lord Rosse, koji je svojim ogromnim instrumentom s osobitom pomnjom mogao izpitivati ovu zanimljivu tvorbu na našem nebu, misli, kao i Herschel, da magla zajedno sa zvijezdicama u njoj čini jedan posebni sistem zvijezda.

Najbolje ju je izpitao Bond, po kojem je i naša slika načinjena. Ne manje nego 956 zvijezdica je u njoj izmjerio i izdao je čitavu knjigu o toj najzanimljivoj maglici na našem nebu. U najnovije su ju vrijeme mogli i fotografirati. Ispunjuje u svemiru ogroman upravo prostor. Glasoviti Secchi ju je mogao pratiti 4° od iztoka k zapadu, a 5° od juga k sjeveru! Cijeli onaj kraj kao da je zastrt tom svemirskom maglom. Zvijezdice kao da su njom zastrte ili pak iza nje. Veliki broj zvijezda na onoj hrpi i namještaj šesterostruke zvijezde baš u njezinoj sredini, u središtu toga svijeta, ne može da bude od slučaja! Pred našim se očima otvara posebni svijet, svijet nerazumljiv nama zemnim liliputancima! Pa kako da i pojmiš taj svijet? Recimo, da ova svemirska magla sa svojim zvijezdama nije dalja od nas nego najbliže stajačice, na pr. zvijezda 61 u Labudu. U toj već daljini predstavlja luk od $\frac{1}{2}$ sekunde na nebu 37 milijuna milja, luk od jedne sekunde 74 milijuna, a luk od jedne minute 4440 milijuna milja! Nu naša je neponjatna magla dugačka 5° ! Jedan stupanj vrijedi već 266.400 milijuna milja. Pred nama je dakle nekakova masa plina, što gušćega što rjedjega, koja se stere više nego jedan trilijon milja daleko . . . ; brzi vlak, koji bi neprestano išao 60 km. na sat, trebao bi samo 10 milijuna godina, da prodje kroz tu sićušnu maglicu! Ne mora li se čovjek diviti razmatrajuć ovu gigantičnu tvorbu prirode? Kad god nam se usred tihe tmine ponocne u teleskopu pokaže ova nejasna, ali sjajna tajna nebeska, ne možemo se oteti nekom osjećaju začuđenja, nekom uzhitu zadivljenja! Osjećamo, kao da smo stupili u saobraćaj sa neznanim životom u onim svjetovima i u uzbudjenoj ti se duši sve više gubi osjećaj zemnoga života, sve što je zemaljsko, gubi svoju vrijednost



Sl. 12. Svemirska maglica u Orionu.

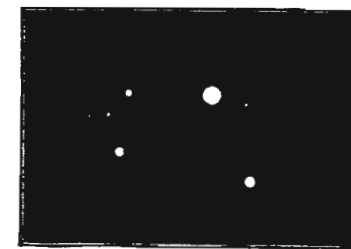
ljeno od sedam veoma sjajnih zvijezda, a moći ćeš ih odmah bez pomoći ikakova alignementa prepoznati. Tri veoma sjajne zvijezde 2. reda (ζ , ϵ , δ) stoje u pravcu nagnutom ka Kumovskoj slami, a smještene su gotovo u sredinu velikoga četverokuta od dviju zvijezda prvoga, od jedne zvijezde drugoga i od jedne zvijezde trećega reda. To su α ili Beteigeuze (lijevo) i γ ili Bellatrix (desno), koje čine gornju, a β ili Rigel i λ (bez osobitoga imena), koje čine donju stranicu trapeza. One tri zvijezde u pravcu zovu se i Jakovljevi štap; a nad stranicom α γ opaziti ćeš lako zvijezdu λ (3. reda), koja sa dvie male zvjezdice φ_1 i φ_2 . (5. reda) čini mali trokut. U liku Orionovu, što su ga onoj grupi zvijezda podmetnuli, stoje one tri zvijezde, što čine pravac, Orionu u pasu, a izpod njih stoje opet sasna nablizu, okomito na horizont, tri male zvjezdice (η , θ , ι) u maču Orionovu. Orionu prepoznat će svatko, tko je i jedanput samo pogledao njegovu sliku na nebeskoj kakovoj karti, i to bez ičije kakove upute, ako se vidi sav ili ako se bar vidi Jakovljevi štap. Nu početnik bi se mogao smesti, ako hoće da prepozna Orionu i onda, kada izlazi na iztočnom horizontu i prije nego što su izišle one tri zvijezde u pojasu. S toga dajemo početniku ovu uputu: pravac što spaja Plejadē i Aldebaran produžen preko Aldebarana prolazi baš tik pokraj Bellatrice ili γ u Orionu, a po tom je lako odrediti i α i λ .

U Orionu samom vidimo dvie zvijezde 1. reda, četiri 2. reda, sedam 3. i dvanaest zvijezda 4. reda. Nije čudo, da Pindar u njem pjeva orijaša nebeskoga. Ustavimo se na čas kod najzanimljivijih!

Prije 200 godina bio je α u Orionu (Beteigeuze) sjajniji od β ili Rigela. Danas je obratno. Boja je Beteigeuzi crvena, a Rigelu liepa biela. Rigel je u obće jedna od najljepših zvijezda na nebu, nu uzprkos svom velikom sjaju neizmjereno je daleko od naše zemljice. Svi pokusi, naći njegovu paralaksu, ostali su bez uspjeha: on nema paralakse, a to će reći, daljina mu je tolika, da je ne možemo mjeriti. Svakako je od nas dalek tisuće trilijona milja, i svjetlo njegovo treba, dok dodje do zemlje tisuće godina! Zaključak je, da je ovo briljantno sunce Orionovo tisuće puta veće i sjajnije, ali i tisuće puta strašnije od našega, dok nam iz onih nedoglednih dubina svemira šalje svjetlo toliko jako i sjajno!

U dobru se teleskopu i Rigel pokazuje dvostruk, nu radi velikog sjaja Rigela i blizine njegovoga slaboga pratioca (on je tek 9. reda) spada ova dvostruka zvijezda među teže objekte:

trebaš teleskop od bar 75 mm. otvora, da ih vidiš razstavljene. — A što ćemo istom reći, kad čujemo, da je i slabi pratilac Rigelov sâm dvostruka zvijezda, kojoj je pratilac jedva 0.2" daleko od svoje glavne zvijezde. Godine 1846. napokon našao je Mitchell, da Rigel ima još jednoga pratioca 14. reda! — Nu najzanimljiji je kraj u Orionu prostor izmedju zvijezda ι i ϵ u maču Orionovom. Napose iztičemo ovdje srednju zvijezdu θ . Ovo je prava Kalifornija na nebu. Već pogled kroz kazališno staklo daje od prilike pojam, kako je bogat krasotama onaj kraj svemira. Zvijezda je θ za prosto oko jedna zvijezda 3. reda i veoma će se oštrom oku već pričiniti, kao da je obkoljena nekakovom maglom. Nu već mali dalekozor otvoriti će nam pred očima u jedan mah cieli novi svijet: usred nekakove tajinstvene maglice pokazat će nam se najprije trostruka, a za čas četverostruka sjajna zvijezda — glasoviti trapez u Orionu (sl. 11.). Najveća C je 5. reda i žutkasta, D je 6. reda i ta-



Sl. 11. Trapez u Orionu.

kodjer žutkasta, A 7. reda i biela, a B je 8. reda bjelkasto-siva. Nu te su zvijezde tako na blizu, da trebaš instrumenat sa 8 cm. otvora, da vidiš sve četiri razstavljene. Zato su ih astronomi i našli tek postepeno. A i D odkrio je Huyghens god. 1659., B našao je D. Cassini god. 1666. Slavni Herschel nije nikada mogao vidjeti više nego one četiri zvijezde u trapezu. Nu već god. 1826. odkrio je Struve u glasovitom dalekozoru Dorpatskom (sada Jurjev) petu zvijezdu E 11. reda, koja postaje u naše dane sve sjajnija, jer se danas vidi i sa dalekozorom od 4" (10.8 cm.) otvora. Kasnije su ih vđjeli još nekoliko, kako pokazuje naša slika. Ovo nam je jedan od najljepših primjera „mnogostrukih zvijezda“ na nebu, za koje se obće misli, da nisu tek slučajno na nebeskom svodu jedna do druge, nego da su fizično spojene, t. j., da čine osobito sustav sunaca.

Orion nam daje priliku, da se upoznamo s još jednom tvorбом na nebu, koja je osobite vrste. Ista zvijezda θ u pasu Orionovu, gledana prostim okom, ukazuje nam se doduše kao jedna zvijezda 3. reda, ali tek za prosto oko.

U teleskopu se pokazuje na tom mjestu druga ne manje za-

i nehotice ti padaju na um rieči pjesnika irskih melodija: „Nema ništa sjajnijega od neba. I krila su slave varka i prolazna kao bliede boje rumeni večernje; cvjetovi se ljubavi, nade i ljepote otvaraju tek za grob; nema sjaja nad nebo.“

I Orion je iz grčke mitologije došao na nebo. Po Homeru je Orion bio liep mladić, u koga se zagledala Aurora. Bogovi mu zavidjahu i Dijana ga svojim strielama ubila na otoku Ortygiji. Mrtvoga heroja smjestiše zajedno sa njegovim psom na nebo.

Prekrasno zvjezdje Orionovo imade i liepu okolicu, koju ćemo čas kasnije izpitati. Sada svrnimo okom još dalje k jugu pod Oriona, pak nam ne će biti teško odkriti, ako je nebo i u blizini horizonta posvema jasno i čisto, maleno zvjezdište, koje se zove Z e e. — Mali je to trapez, satvoren od zviezda α i β 3. reda i ϵ i ζ 4. reda. Naći ćeš taj mali trapez, ako Beteigeuzu (α) u Orionu spojiš sa prvom zviezdou ζ u pojasu Orionovu, pa taj pravac još produžiš k južnomu horizontu: on će baš prosjeći mali trapez Zeca. Neka bude spomenuto i malo zvjezdište Goluba još izpod Zeca, kojemu se zviezde već gube u maglama horizonta. Tri njegove zviezde α (2. reda), ϵ (4. reda) i ζ (3. reda) čine gotovo istokračan trokut.

Obrneš li se sada, nagledavši se do volje sjajnih zviezda Orionovih, na desnu ruku k zapadnom nebu, i nehotice će te se neugodno dojmiti veliki kontrast; sve ako je nebo sasna vedro i čisto, vidjet ćeš prilično velik dio nebeskoga svoda, koji se vuče k zapadu, na kom je vrlo malo zviezda, a i te su u opreci sa sjajnim Orionom veoma slabe. Nebo je ondje gotovo pusto, a ono malo raztresenih na daleko zviezda zapremaju dva dugačka zvjezdišta rieke Eridana i Kita. Nu kako se već primiču k zapadnom horizontu, da skoro zadju, ostavljamo njihov podrobni opis za drugo doba godine, kad nam budu zgodnije i više stajala na nebu.

I na samom se zapadnom horizontu susretamo sa jednim velikim zvjezdištem, koje je već pri tom, da zadje, a to je Pegaz. Od njega još jasno razbiramo nizko nad zapadnim horizontom veliki kvadrat, što ga čine tri zviezde Pegaza β , α , γ , od kojih su prve dvie 2., a treća je 3. razreda. Četvrta najviša zviezda toga kvadrata već spada susjednomu zvjezdištu, koje je toliko nad horizontom, da ga jasno možemo opisati, a to je

10. A n d r o m e d a

(lat. Andromeda; franc. Androméde; njem. Andromeda; po Heisu 80 zviezda).

Da joj nadješ glavne zviezde, povrati se na polarnu zviezdu i poznatu ti jur Kasiopeju. Spojiš li polarnu zviezdu sa skrajnom zviezdou β u Kasiopeji, pa taj pravac produžiš preko ove posljednje za njegovu od prilike dužinu, pogodit će taj pravac zviezdu 2. reda β u Andromedi.

Spojiš li pak polarnu zviezdu sa srednjom zviezdou γ u Kasiopeji, pa opet i taj pravac produžiš preko ove posljednje za njegovu od prilike dužinu, udarit ćeš o zviezdu β u Andromedi (2.



Sl. 13. Svemirska maglica u Andromedi. (U manjem teleskopu.)

reda). Spojiš li napokon polarnu zviezdu sa drugom skrajnom zviezdou ϵ u Kasiopeji, pa i taj pravac produžiš za njegovu dužinu od prilike, našao si i treću glavnu zviezdu u Andromedi γ (2. reda). Sve tri čine u zviezdi β slomljenu crtu, koja se izpod Kasiopeje gotovo okomito spušta k zapadnom horizontu: najviša je γ , a najniža nad horizontom α , koja je ujedno i gornja zviezda u spomenutom velikom kvadratu Pegaza.

Odredivši tri glavne zviezde Andromede, pozabaviti nam se je još časak oko nje. Od prilike u sredini izmedju α i β stoji zviezda δ (3. reda), a kraj nje još tri zvjezdice 4. reda, s jedne strane ϵ ,

a s druge π i σ . Sve četiri daju kružni luk, kojemu je središte u zvijezdi α . Ako pak podješ od srednje zvijezde β u Andromedi okom prema Kasiopeji, opaziti ćeš odmah uz β dvie slabe zvjezdice (4. reda) μ i ν , koje čine sa β podpuni pravac.

Tik do zvjezdice ν stoji u astronomiji tako glasovita maglica u Andromedi, u kojoj je god. 1888. zaszala nova zvijezda. Imade oblik ovala (sl. 13.), a svjetlo joj je toliko jako, da ju oštro oko može vidjeti i bez pomoći stakla. Nju je sa jedva obretenim teleskopom već god. 1612. prvi vidio Simon Marius. Dugo mišljahu, da je to jednolika bleda maglovita masa, a takovom se i pokazuje u slabijim teleskopima. Obretnik ju Marius izporedjuje zgodno sa sviećom, kad ju gledaš kroz tanku pločicu od roga. G. Bond u Cambridge-u u Sjever. Americi, izpitivao ju je veoma pomno sa svojim velikim teleskopom (leća imala je u promjeru 14 par. palaca = 38 cm). Ovalni joj je oblik ostao, ali se činilo, kao da nije to jedna plinovita masa, nego da je veoma mnogobrojna hrpa premalih zvjezdica, koja je od našega sunca tako daleko, da se ni u najjačim teleskopima ne da razriješiti. Uzduž velike osi ovala vidio je Bond dva tamna pravca, kao da se je magla razpukla. Možda je to posebni sustav zvjezdani u neponjatnoj daljini od nas (sl. 14.).

Vriedno je još iztaknuti najvišu od glavnih triju zvijezda Andromede γ ili Alamak, koja se u jačim teleskopima pokazuje kao dvostruka: svjetlija je zvijezda crvena, a slabija zelena; radi ovoga kontrasta u bojama ova je dvostruka zvijezda u jakom teleskopu prekrasna slika. Struve je god. 1842. našao svojim velikim teleskopom, da je slabija zvijezda opet dvostruka i manja je modra! Ova trostruka zvijezda „Gamma u Andromedi“ spada medju najljepše objekte u jakim teleskopima. Najmanja zvijezda obidje oko veće već za 38 godina, a oboje zajedno obidju jednoć svoje centralno sunce za 36.000 godina. U velikim omjerima dakle mjesec, zemlja i sunce: mjesec obidje zemlju za 27 dana, a oboje zajedno oko sunca za jednu godinu. Samo su ondje u svietu „Gamma Andromede“ naša stoljeća dani!

Ovdje bi našim čitateljima iztakli jednu od najkarakterističnijih velikih konstelacija na našem nebu. Spomenute 4 zvijezde u kvadratu Pegaza (δ , α , γ u Pegazu i α Andromede) zatim β i γ u Andromedi, pa k tomu poznati nam Algol u Perzeju, daju sedmero-zvjezdje, koje je nalik na ono u Velikom Medvjedu, samo je mnogo veće i na protivnoj strani polarne zvijezde. Kvadrat naime u Pegazu

odgovara trapezu u Velikom Medvjedu a zvijezde β i γ Andromede i Algol u Perzeju čine takodjer slomljenu crtu nalik na onu u repu Medvjedovu. Za orijentaciju na nebu ova je konstelacija velike vriednosti.



Sl. 14. Svemirska maglica u Andromedi. (U velikom teleskopu.)

Neka nadje uz Andromedu spomena i malo zvjezdište Sjevernoga Trokuta. Nešto na jug od pravca β γ , koji spaja ove

dvie zvijezde u Andromedi, vidjet ćeš odmah uzan mali trokut od tri zvijezde, jedna je 3. reda, a druge su dvie 4. reda. Ovu grupu nazivlju Sjevernim Trokutom. Osviži li na pomenutom pravcu β γ Andromede u ujevnoj sredini okomicu, prosjeći će ona baš ovaj ubavi trokutić, i produžena nešto dalje, proći će istočno kraj glavnih zvijezda u novom jednom zvjezdištu, koje se zove

11. O v a n

(lat.: Aries; franc.: le Bélier; njem.: der Widder; po Heisu 53 zvijezda).

Spomenuta okomica na pravcu β γ u Andromedi ostavlja, kad je prosjekla Sjeverni Trokut, i malo dalje pošla, nešto na iztoku novi trokut od zvijezda, koje su u glavi Ovnovoj. Okomici najbliža zvijezda α (Hamel) je 2. reda, druga β 3. reda, a treća γ čak 4. reda. Spojiš li sada α u Ovnu sa poznatom ti već grupom Plejada, proći će taj pravac tik nad malim trokutom od triju zvjezdica. 5. reda (ϵ , δ , ζ), koje su u repu Ovnovu. Iznad pravca napokon α ϵ u Ovnu (bliže k Sjevernom Trokutu) naći ćeš lako još jedan istostranični trokutić od 1 zvijezde 4. reda i dvie 5. reda, koji su duže vremena vodili kao posebno zvjezdište Muhel: nu Argelander ga je ponovno spojio s Ovnom. Cijeli je Ovan sastavljen od samih slabih zvjezdica, pak ćemo s toga, govoreći o Ovnu, uvijek pomišljati na one 3 najsjajnije zvijezde (α β γ) u glavi njegovoj. γ u Ovnu je opet lijepa dvostruka zvijezda, sastavljena od dviju 8" dalekih komponenata jednakoga sjaja. To je prva zvijezda, koju su prepoznali kao dvostruku već g. 1664. — Zvjezdište Ovna je uspomena na poznatu priču o ratu Argonauta na Kolchidu, kojemu je krzno ovna bilo povodom.

I tako dodjismo opet do pojasa cirkumpolarnih zvijezda obilavši tragom Kumovske slame zapadni dio nad nama razapetog svoda nebeskoga.

Obrnimo se licem opet k sjeveru i potražimo najprije poznate nam zvijezde Velikoga Medvjeda. I nehotice će nam udariti u oči pojav, da su mu zvijezde već nešto promienile svoj položaj spram horizonta: Veliki se Medvjed digao nešto više nad horizont! Spojiš li opet β i α pravcem, pa ga produžiš preko α , eno te opet kod polarne zvijezde, ali ova nije ni malo promienila svoga položaja spram horizonta: polarna je zvijezda dakle u osi, oko koje se vrti svod nebeski!

Na drugoj se eno strani polarne zvijezde gotovo u istoj da-

ljini od nje kao Veliki Medvjed na desnoj iztiče Kasiopeja u obliku slova W, pa i na njoj opažaj, da se je već nešto više spustila k zapadnom horizontu: svod se dakle vrti sa iztoka na zapad oko osi, koja ide od polarne zvijezde k tvomu oku! Poznavanje nas Velikoga Medvjeda i Kasiopeje dovodi na novi alignment za polarnu zvijezdu: spojiš li Mizara (ζ) u Velikom Medvjedu sa zvijezdom δ u Kasiopeji pravcem, prolazi on baš preko polarne zvijezde i ova je gotovo u sredini toga pravca. — Bit će dobro, ako još jednoč obidješ i zvijezde Zmaja, koje se eno savijaju oko Maloga Medvjeda, a glava mu već utonula u maglama točno na sjevernom horizontu. Ne zaboravi ni na kazalo svjetske ure, koje spaja polarnu zvijezdu sa β u Malom Medvjedu!

Nu nama je svrha, da upoznamo još iztočni dio svoda nebeskoga, kako nam se ukazuje na dan 1. siečnja oko 9 sati na večer! Obrnimo se dakle licem sada na desnu ruku k sjevero-iztočnom nebu, pa se ustavimo opet kod Velikoga Medvjeda; neka nas on vodi do spoznaje novih zvjezdišta!

Pravac β α u Velikom Medvjedu produžen na lievu ruku (preko α) doveo nas je do polarne zvijezde. Produžimo li ga na protivnu stranu (preko β) prema iztočnom horizontu, proći će najprije preko nekih zvijezda, koje pripadaju još Velikom Medvjedu i preko sitnijih zvijezda Maloga Lava, pak će u blizini iztočnoga horizonta udariti o novo znamenito zvjezdište, s kojim nam se je pobliže upoznati, a to je

12. Veliki Lav

(lat. Leo major; franc. le grand Lion; njem. der grosse Löwe; po Heisu 85 zvijezda).

Spomenuti pravac prolazi baš izmedju obiju dielova, u koje se raspada zvjezdište Velikoga Lava. Najviše na iztok od toga pravca stoji sjajna zvijezda 1. reda Regulus (α) izvijajući se baš iz magla na iztočnom horizontu. Nad njim je zvijezda γ drugoga reda. Ove dvie čine sa druge dvie zvijezde na protivnoj strani spomenutog pravca β (Denebola 2. reda) i δ (2. reda) spružen četverokut nalik na trapez. Iznad Regula lako ćeš naći u svem 5 zvijezda: η (3. reda), γ (2. reda), ζ (3. reda), μ (4. reda) i ϵ (3. reda), koje daju sa Regulom jasno izražen lik srpa, kojemu je držak sada upravljen koso prama iztočnom horizontu, a otvor

prema zenitu. Srp je ovaj prednje tielo Lava. Pravač, što spaja Regula (α) sa Denebolom (β) prolazi tik kraj zvijezde ϑ (3. reda), koja sa Denebolom (β) i sa δ čini pravokutan trokut u repu Lavovu. Ovo su najglavnije zvijezde u Velikom Lavu, i govoreći kasnije o njem, pomišljat ćemo uvijek na srp sa Regulom u tielu Lava i na pravokutni trokut sa Denebolom u repu Lava.

Kaki je to Lav? I on je iz grčke mitologije prešao na nebo. Petnaest stadija (40 stadija = 1 geogr. milja) daleko od Nemeje u Argolidi na Peloponezu bio je u špilji strašan lav, koji je po okolici nemilo gospodario. Herakle je to pustošenje dokrajčio ubistvom nemejskoga lava. (Jedno od 12 njegovih djela). Božica Junona, ta silna protivnica Heraklova, smjestila je toga lava medju zvijezde. — U ovom nam je zvjezdištu još posebice iztaknuti zvijezdu γ . Ona je jedna od najljepših dvostrukih zvijezda na sjevernom nebu. Zovu ju Geba (arap. gebahtun t. j. čelo lava). Jedno je sunce 2. reda i žuto kao zlato, a drugo je 4. reda i zelenkasto (za neke oči modro), pa je s toga u većem teleskopu prekrasna slika.

Opet dva sunca, koja se vrte jedno oko drugoga, ali majestetično sporo: jedva 30° u jednom stoljeću; podpuni okret onih dviju sunaca oko zajedničkoga težišta ište za stalno oko 1000 godina!

13. Blizanci

(lat. Gemini; fran. les Gemeaux; njem. die Zwillinge; po Heisa 54 zvijezde).

Podješ li okom od Velikoga Lava prema poznatom ti peterokutu u Kočijašu, promjerit ćeš prostor nebeskoga svoda, na kojem ćeš usred inače pustoga kraja i bez posebnoga alignementa opaziti dvie sjajne zvijezde (1.—2. reda). To su glavne zvijezde u Blizancima Kastor i Pollux. Nu kako bezbroj, pa bilo i sitnijih zvijezda, lako početnika smete, evo sigurnoga načina, kako da nadješ zvjezdište Blizanaca i njegove glavne zvijezde. Povrati se opet k Velikom Medvjedu! Povučesh li u njegovom četverokutu diagonalu od δ do β , pak ju produžiš preko β (dakle prema jugu), proći će taj pravac najprije kroz nekoje zvijezde, što još pripadaju Velikom Medvjedu, onda kroz meznatno zvjezdište Risa i napokon ulazi baš izmedju obiju spomenutih sjajnih zvijezda α (Kastor) i β (Pollux) u zvjezdište Blizanaca. Govoreći o Blizancima pomišljati ćemo uvijek na ove dvie glavne mu zvijezde. Kastor, koji je više na sjever, jest

zvijezda 2.—1. reda, a južniji Pollux je zvijezda 1.—2. reda. Pollux je dakle nešto sjajniji od Kastora. Stari Grci nam pak poručuju, da je za njihovo vrieme bilo baš obratno: Kastor je bio sjajniji od Polluxa!

Za kontrolu možeš Kastora i Polluxa potražiti i uz pomoć poznatoga ti Kočijaša. Spojiš li α i β u Kočijašu, pak taj pravac produžiš preko β za trostruku njegovu dužinu, udariti ćeš o Kastora, a u četverostrukoj dužini na Polluxa.

Ako si pak našao Kastora i Polluxa, lako ćeš odrediti još nekoje sjajnije zvijezde u Blizancima, koje leže na putu od spomenutih dviju prema Beteigeuzi u Orionu. Dvie naime zvijezde, nešto na jug od Kastora i Polluxa, δ i ε (obe 3. reda) čine s njima nepravilan četverokut $\alpha \beta \delta \varepsilon$; ovomu se priključuje drugi četverokut sačinjen od istih zvijezda δ , ε i dviju još bližih Orionu, a to su γ (2. reda) i par zvijezda η i μ (3. reda). Oba četverokuta zajedno daju lik nešto savijene pačetvorine $\alpha \beta \gamma \eta$.

Medju zvjezdama u Blizancima vrijedno je, da posebice iztaknemo Kastora (α), jer je i on dvostruko sunce. Oba su sunca zelenkasta, a daljina im je jedva 5.7 sekunda! Opet dva sunca, koja se vrte jedno oko drugoga, ali majestetično-polahko, jedva 30° u jednom stoljeću; potpuni okret ovih dviju sunaca oko zajedničkoga težišta ište za stalno oko 1000 godina.

Spomenimo se ovdje još liepe hrpe zvijezda iznad μ i η (sl. 15.). Kazališno staklo ju već navješćuje. Nu u malom teleskopu imaš tek što da vidiš! Same zvjezdice 9. i 10. reda poredane u čudnim krivuljama. To je nebeski objekt, piše Lasell, koji čovjeka osupne. Nitko ga ne može vidjeti prvi put a da ne uzklikne: ah! Malo polje od nekih 19' puno je zvijezda. Treba ju jednoć vidjeti

Kučera: Naše nebo.



Sl. 15. Hrpa zvijezda u Blizancima.

u velikom teleskopu, da joj možeš ocieniti njezinu osobitu ljepotu, jer slika je tek slaba sjenka te ljepote.

Kastora i Polluxa, dva sina Jupitrova, jedan glasovit kao krotilac konja, a drugi kao hrvač, prenesoše stari Grci na nebo, da ovjekovječe njihovu zamjernu bratinsku ljubav. Po priči je naime bio Pollux, kao sin božice, bezsmrtan, Kastor pako, sin smrtnice, nije bio. Prvi odluči, da s bratom podieli neumrlost, što je Jupiter konačno dozvolio.

14. Mali Pas i Rak

(lat. Canis minor; franc. le petit Chien; njem. der kleine Hund; po Heisu 15 zvijezda).

Ovo je malo zvijezdište odlično s jedne zvijezde prvoga reda, Procyona (α), koju ćeš opet bez alignementa lako naći, ako okom svrneš od Blizanaca dolje prema jugo-istočnom horizontu. Osobitim se sjajem ondje iziće jedna zvijezda prvoga reda, a to je Procyon ili α u Malom Psu. Ako smatraš β (Pollux) i γ u Blizancima kao podnicu trokuta, onda je Procyon treći vrh gotovo istokračnoga trokuta. Uza nj ćeš odmah opaziti zvijezdu δ (δ . reda) a kraj nje još dvie male zvijezdice 5. reda. Govoreći o Malom Psu, pomišljat ćemo samo na Procyona. Mali je Pas u pratnji lovca Orionu došao na nebo. —

Sa zvijezdištem Maloga Psa i Blizancima u svezi najzgodnija je prilika, da spomenemo i veoma neznatno zvijezdište Raka. Nema u njem dođuše niti jedne zvijezde, koja bi se odlikovala tolikim sjajem, da bi mogla za oči zapeti i početniku, pa ga je zato i dosta teško naći. Nu u njem je jedna od najljepših hrpa zvijezda, i po njem je dobio ime i poznati obratnik Raka, s toga ćemo pokušati, da i Raka na nebu odredimo. Procyon u Malom Psu, Pollux u Blizancima i Regulus u Velikom Lavu tri su u onom kraju neba najsajnije zvijezde (sve 3 prvoga reda) i čine istokračan trokut, kojemu je pravac Procyon — Pollux podnica, a Regulus je vrh. Unutar toga trokuta je zvijezdište Raka. — Krak Procyon — Regulus prolazi nešto malo izpod dviju zvijezdica 4. reda, α i β u Raku, nad njima (u smjeru prema polarnoj zvijezdi) naći ćeš opet dvije zvijezde 4. reda, jednu kraj druge, δ i γ u Raku. δ , α i β čine gotovo pravokutan trokut sa pravim kutom kod α . Medju zvijezdicama δ i γ je spomenuta prekrasna i bogata hrpa zvijezda

Praesepe ili Jaslice u Raku. Prosto ju oko vidi kao slabu zvijezdicu ϵ ; u malim teleskopima pak razbiraš 40 zvijezdica, koje se iziće u nejasnom sjaju mnogih drugih, ali ih ne možeš ni teleskopom razlučiti jednu od druge. Zvijezde δ i γ kraj Jaslica zovu se Aselli ili Magarčići, sjećajući nas time jasala Isusovih i njegovih dvaju čuvara: magarca i vola. γ se zove posebice „asellus borealis“, a δ „asellus australis“ (sjeverni i južni magarac). — Da nadješ Jaslice i oba magarca u Raku, dobro će ti za kontrolu poslužiti i ovaj alignement. Nešto savijena crta, koja polazi od Kapelle u Kočijašu pa teče preko Kastora u Blizancima, savijajući se po malo prema Regulu u Malom Psu prolazi baš kroz Jaslice i oba Magarca u Raku: Kastor je od prilike u sredini između Jaslica i Kapelle u Kočijašu.

Što li znači ovaj Rak na nebu? Ovdje ne znamo stalnog odgovora. Stari su Egipćani u ovom zvijezdištu vidjeli lik kukca, a tek kasnija aleksandrijska škola našla je u njem lik Raka, u kojemu su oba Magarca oči. Od onda je zvijezdištu ostalo ime Raka.

Da liepo završimo opis noćnoga našega neba, kakovo nam se ukazuje dne 1. siječnja svake godine oko 9 sati na večer, obrnimo se opet k najljepšem dielu neba u ovo doba godine, k poznatom nam Orionu, koji obiluje presjajnim zvijezdama, i izrazitim namještajem tih zvijezda, pa nam i nehotice oči najradije borave ondje. Na lievu ruku od Orionu, ali niže dolje prema horizontu sja eno najljepša od svih stajačica, što ukrasuju noćno naše nebo. Nije davno što se uzpela nad horizont, ali vanredni joj sjaj ipak pretječe sve ostale stajačice. Nalik na sjajni alem-kamen baca ova zvijezda vatru u najkrasnijim bojama duge, čas zelenu kao smaragd, čas crvenu kao rubin, čas žutu kao topas, čas opet modru kao safir. Mislimo zvijezdu Sirius.

Sirius nas vodi u novo zvijezdište, a to je:

15. Veliki Pas

(lat. Canis major; franc. le grand Chien; njem. der grosse Hund; po Heisu 53 zvijezde).

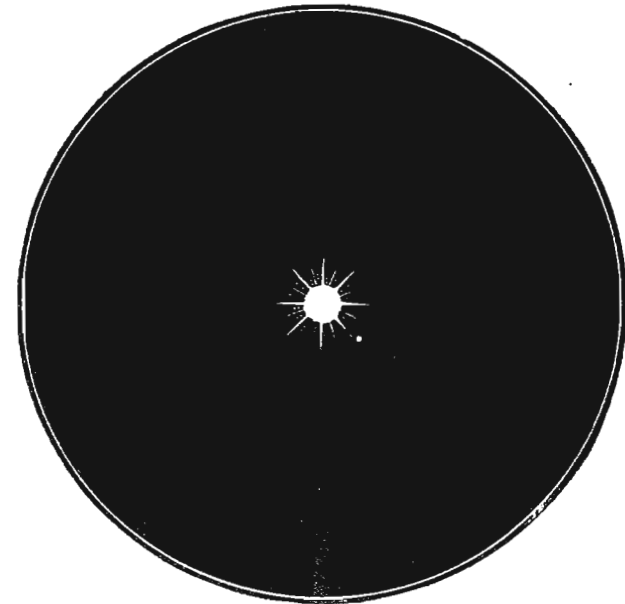
Sirius je toliko sjajniji od svih ostalih stajačica, da za nj gotovo ne treba nikakova alignementa. Nu radi kontrole drugih bližnjih zvijezda bit će ipak dobro, da nekoje upamtimo. Pravac,

u kojem su one tri zvijezde u pasu Orionovu, što smo ih nazvali Jakovljevim štapom, produžen prema horizontu, udara baš na Siriusa (α Canis majoris). Pravac, što spaja zvijezde Bellatrix (γ) i Beteigeuze (x) u Orionu, produžen na iztok, prolazi baš iznad Procyona (x) u Malom Psu i njegovog susjeda (β); a Sirius (x) u Velikom Psu, Beteigeuze (x) u Orionu i Procyon (x) u Malom Psu čine istostraničan trokut, kojemu su sva tri vrha obilježena zvjezdama prvoga reda.

Znaš li naći Siriusa, lako ti je naći još nekoliko sjajnijih zvijezda u Velikom Psu. Sa Siriusom u istom su pravcu dvie zvijezde 3. reda; na desno (prema Orionu) β , a na lievo (prema iztočnom horizontu) γ . Pravac: Beteigeuze — Sirius produžen preko Siriusa k horizontu proći će, već sasma blizu horizonta, kraj triju zvijezda δ , η od kojih je srednja δ 2. reda, a δ i η 3. reda. Nešto na desno od pravca δ , η stoje još dvie zvijezde ε (2. reda) i ζ (3. reda), tvoreći sa δ slomljenu certu δ , ε , ζ , kojoj je dio δ ε okomit na pravcu δ , η u zvijezdi δ . Nu mi ćemo, kad budemo govorili o Velikom Psu, pomišljati u prvom redu na Siriusa i njegova dva susjeda u istom pravcu.

Sirius i Procyon daju nam povoda, da koju rečemo o jednom od najvećih trijumfa novije astronomije, o astronomiji nevidljivih nebeskih tjelesa. Čudna stvar! s pravom ćeš uzkliknuti. Kako može astronomija razpravljati o tjelesima, kojih na nebu ni najbolji teleskop ne pokazuje? Ta tjelesa ne postoje za znanstveno izpitivanje, ako ih i ima u svemiru; ta jedini glasnik, koji nam javlja eksistenciju nebeskog tiela, očito je zraka svjetla, što nam ga šalje u oko; utrne li ta na dalekom putu do nas, mi o eksistenciji toga nebeskoga tiela ne znamo ništa, za nas ne postoji. Tako je i bilo do nedavna u astronomiji stajačica: quod non est in luce, non est in mundo (što ne svietli, toga nema u svemiru). Danas već nije tako. Duševno oko astronoma gleda danas u svemiru na nekim mjestima nebeska tjelesa, kojih tjelesno oko ni uz najveći teleskop još nije ugledalo, a možda neće nikada ni ugledati! Dva su krasna primjera tomu baš Sirius i Procyon. Astronom Bessel u Königsbergu (od god. 1784.—1846.) odredjivao je godine 1834. što točnije mjesta najznamenitijih stajačica na nebu i tom je prilikom opazio, da Sirius tečajem vremena nešto malo mienja svoje mjesto spram bližih stajačica, a ipak tim promjenama nije mogao ni u čem naći razloga. To je opazio i u susjednoga

Procyona. Nakon 13 godišnjega mjerenja tih presitnih promjena mjesta, uvjerio se je Bessel, da Sirius ne može da bude jednostavno sunce, nego da se za 50 od prilike godina okreće oko drugog tamnog ili bar nevidljivog nebeskog tiela. Nu uzalud su tražili i najveći teleskopi to drugo sunce. Astronomi Peters (od godine 1806.—1880) i Auwers u Berlinu nastaviše račune i potvrdiše misao Besselovu, da su Sirius i Procyon dvostruke zvijezde, ali da mi vidimo samo jednu od obiju: druga ili je sasma tamna ili tako slabo svietli, da je ne možemo vidjeti. Peters je pače



Sl. 16. Sirius i njegov pratioč.

odredio i elemente gibanja ovih zvijezda. Pa zaista godine 1862. upravio je optik Alvan Clark u Cambridgeu (savezne države u Americi) novi teleskop na Siriusa i opazio je prvi put od prilike 10 sekunda daleko od Siriusa slabu zvjezdicu 9. reda, koja je bila identična sa nevidjenim, ali jur proračunanim pratiocem Siriusa! (Sl. 16.). Po Auwersovom računu je staza Siriusa oko toga pratiočca elipsa, baš kao i staze naših planeta oko sunca, dakle i ondje u neizmjernim daljinama svemirskim vriedi Newtonov zakon gravitacije.

Sirius sam imade masu = 13.76 sunčanih masa, a pratioc mu = 6.71 sunčanih masa. Daljina je obiju ovih ogromnih (Sl. 17.) — spram našega — sunaca jednaka 37 polumjera zemaljske staze ili 740 milijuna milja (= 5600 mil. km.) Sirius je od prilike 5000 puta svjetliji od svoga pratioca — dovoljan razlog, zašto ga opaziše tek novi ogromni teleskopi.

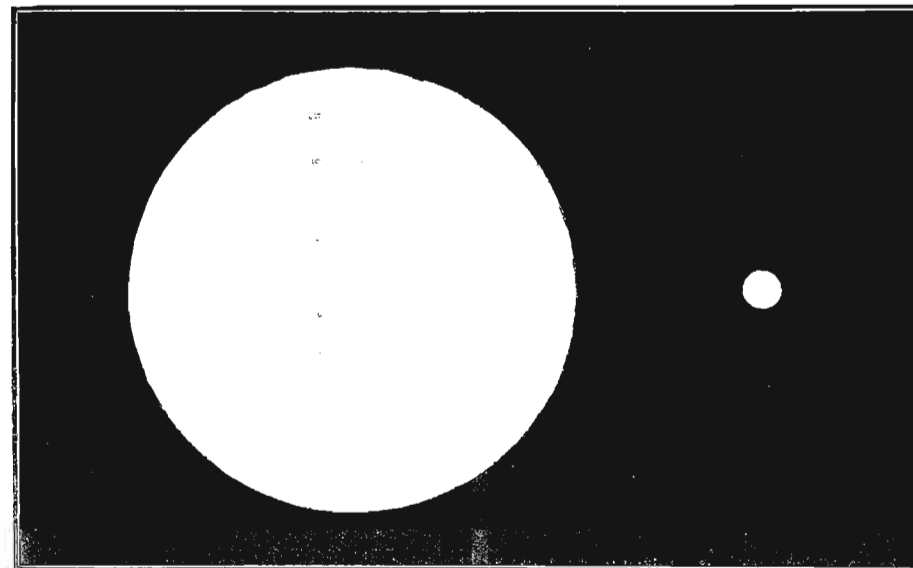
Auwers je na temelju Besselove hipoteze išao i za Procyona računati stazu oko tamnog mu pratioca. Staza je po njegovu računu jako nalik na kružnicu, kao i kod naših velikih planeta i put traje gotovo 40 godina. L. Struve potvrdio je kasnije Auwersove račune, pa danas nitko ne dvoji o tom, da je i Procyon dvostruka zvijezda kao i Sirius, samo mu je pratioc mnogo manji od Siriusova. Do danas još nije sagradjen orijaš-teleskop, koji bi našem tjelesnomu oku pokazao pratioca Procyonova, pak je u ovom slučaju i pitanje, hoće li se ikada, za astronoma doduše suvišni direktni dokaz, da postoji pratioc, moći provesti. A možda je to i dobro, jer astronom može i sada svaki čas pokazati na točno određeno mjesto saspa blizu Procyona, gdje se pozitivnom sigurnošću nalazi zvijezda, koje oko smrtnika još nije ugledalo, a Bog zna, hoće li ga ikada ugledati! Ako se još sjetimo, da je paralaksa Siriusa 0.19 sekunde t. j. da je Sirius od nas 17 godina svjetla daleko, a Procyon još kud i kamo dalji, možemo omjeriti i pojmiti veliki triumf ljudskoga uma, koji stoji u tom, da i u ovim neponjatnim gotovo daljinama može pratiti korak po korak gibanje nigda nevidjenog nebeskog tiela!

Nu predaleko se već zaletjesmo u stručnu astronomiju. Bacimo radije još jednoč oko na najkrasniju zvijezdu cieloga neba i promjerimo njezinu okolicu, koju sada potanko jur poznajemo.

Zvjezde Kapella u Kočijašu, Aldebaran (α) u Biku, Rigel (β) u Orionu, Sirius (α) u Velikom Psu, Procyon (α) u Malom Psu i Pollux (β) u Blizancima čine na nebeskom svodu dosta pravilan, samo nešto u dužinu raztegnut šesterokut, komu su vrhovi obilježeni samim sjajnim zvjezdama prvoga reda. Gornji mu je vrh Kapella, a donji Sirius. U taj sjajni šesterokut ulaze sa protivnih strana dva zvjezdišta Blizanci i Orion gotovo do njegove sredine, razdijeljena samo sa ovdje veoma sjajnom Kumovskom Slamom, koja prolazi kroz cieli šesterokut odozgo dolje. Ovim šesterokutom omeđeni prostor nebeskoga svoda krije u sebi osim jur navedenih 6 zvijezda prvoga reda, još jednu zvijezdu 1. reda

(Beteigeuze u Orionu), 8 zvijezda 2. reda i više nego 12 zvijezda 3. reda. To je uzrok, da je ovo najsajjnija partija našega noćnoga neba, koja zapanjenomu oku u vedrim zimskim noćima svoj cieli blistavi sjaj otkriva.

Na koncu smo našega izleta na nebo o novoj godini! Nu ne nadjosmo medju zvjezdama nigdje našega sunca. Mjesto mu je o novoj godini očito negdje na drugoj polovici svoda nebeskoga, koja je o novoj godini u 9 sati na večer izpod našega horizonta. Da nam je sjediti i motriti nebo do pred zoru, mogli bismo baš i



Sl. 17. Vjerojatna veličina Siriusa spram našega sunca.

konstatovati, u kojem je zvjezdištu dne 1. siečnja. Našli bismo ga u zvjezdištu Jarca. Nu do tog nam sada nije. Poznato nam je od svakdanjeg izkustva, da ne vidimo preko cieloga ljeta iste zvijezde nad nama, pa odtuda već zaključujemo, da sunce preko ciele godine ne ostaje u istom zvjezdištu, nego se seli iz jednoga u drugo. obišavši u godini dana cielo nebo. Biti će dakle po svoj prilici i vrijeme u godini, kad će se sunce naše seliti po zvjezdištima, što smo ih o novoj godini nad sobom gledali. I zaista je tako. O početku proljeća (21. ožujka) bit će sunce naše baš na produženju

poznate nam stranice δ γ u kvadratu Pegaza prama horizontu i gotovo je isto tako daleko od γ u Pegazu kao i od δ u Pegazu. Odavde prolazi kroz zvjezdište Ribaa, kraj repa u Ovnu baš između Plejada i Hijada u zvjezdište Blizanaca, kamo stigne oko 21. lipnja. Prosieće cijelo zvjezdište Blizanaca i ulazi u zvjezdište Rakaa, pa prolazi baš kraj opisanih Jaslica (Praesepe) u Raku. Odovud udari u zvjezdište Velikoga Lava i prolazi tik kraj Regula, oko 21. augusta svake godine i mjesec dana kasnije već je sunce odmaklo od Regula dalje k istočnom horizontu. Ovu stazu, koju će sunce od 21. ožujka do 21. rujna prevaliti, mi baš o novoj godini vidimo svu na našem noćnom nebu. Dobro će biti, da si ju što čvršće upamtimo, obišavši okom nekoliko puta spomenuta zvjezdišta od zapada do iztoka. Sunce je dakle u tom cielom polugodištu na sjevernoj polukruglji nebeskoj, jer mu staza nigdje nije 90° daleko od polarne zvijezde. Zovu tu stazu u astronomiji ekliptikom. Ona je očito krug na nebeskom svodu, od kojega mi o novoj godini mogosmo pregledati tek polovicu. Bit će vrijeme, kad će nam se na noćnom nebu razapeti i druga polovica toga kruga. Strpimo se do onda!

Saberemo li još jednoč sva zvjezdišta, što smo ih upoznali na našem noćnom nebu dne 1. siečnja oko 9 sati na večer, nabrojiti ćemo ova:

A. Cirkumpolarna zvjezdišta.

1. Veliki Medvjed; 2. Mali Medvjed sa polarnom zvijezdom; 3. Zmaj; 4. Kassiopeja i Cefej kraj nje.

B. Zvjezdišta uzduž Kumovske Slame.

5. Labud ili Sjeverni Križ; 6. Perzej; 7. Kocijaš sa Kapellom; 8. Blizanci sa Kastorem i Polluxom; 9. Bik sa Plejadama, Hijadama i Aldebaranom; 10. Orion sa Beteigeuze i Rigelom; 11. Mali Pas sa Procyonom; 12. Velki Pas sa Siriusom (α₁ = svietac, sjajan).

C. Zvjezdišta izvan Kumovske Slame.

a) na zapadnom su nebu:

13. Pegaz; 14. Andromeda; 15. Sjeverni Trokut; 16. Ovan.

b) na istočnom se nebu uzdižu:

17. Veliki Lav sa Regulom; 18. Rak sa Praesepe.

S razloga, koji će nam biti poslije jasniji, iztičemo, da se isto noćno nebo, kao netom opisano, vidi i 15. siečnja ali oko 8 sati na večer ili 1. veljače već u 7 sati na večer ili opet i 15. prosinca ali tek u 10 sati na večer ili 1. prosinca u 11 sati na večer ili napokon 15. studenoga o ponoći!

Nisi dakle vezan sa opisanim izletom baš na dan 1. siečnja; vidjet ćeš točno isto noćno nebo i na druge spomenute dane, ali se moraš potruditi o drugoj uri na otvoreno mjesto, s kojega kaniš gledati nebo. Spomenut ću još i to, da će početnik dobro uraditi, ako ne potraži sva nabrojena zvjezdišta u jednoj večeri, nego ako si posao razdieli na više dana, možda onako, kako su nabrojena zvjezdišta čas prije u priegledu. Operno staklo povećati će mu užitek gledanja i za hrpe zvijezda i magle!



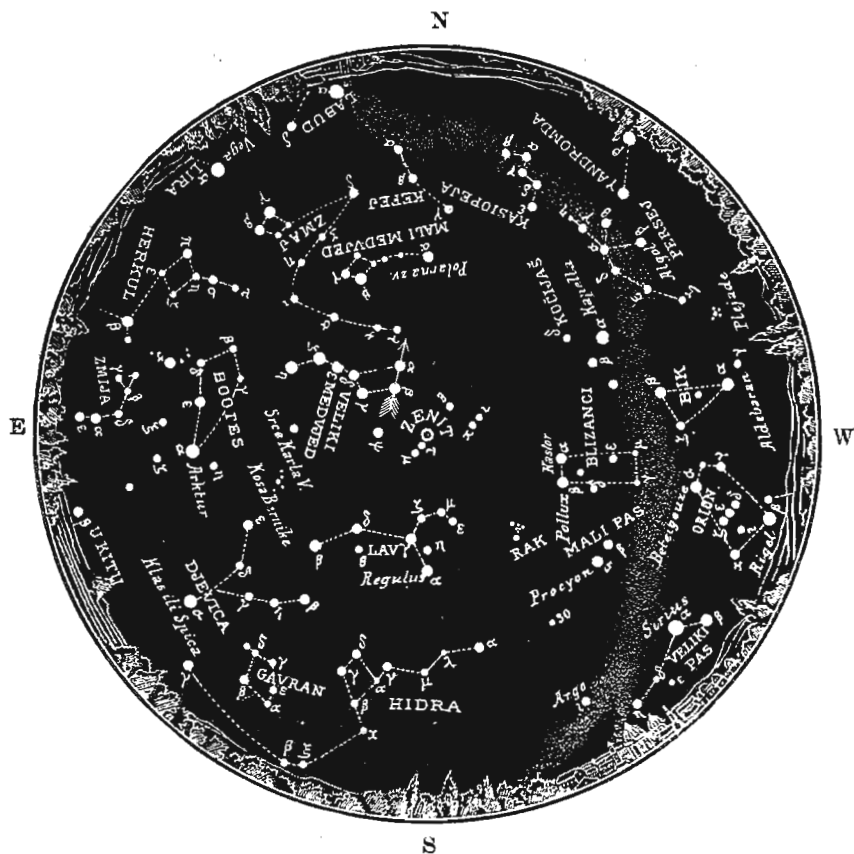
IV.

Naše noćno nebo dne 1. travnja svake godine u 9 sati na večer.

Godišnja vrtnja nebeskoga svoda. — Novi položaj jur poznatih zvjezdišta. — Bootes. — Sjeverna kruna. — Lovački psi i kosa Berenikina. — Djevica (Gavran i Vrč). — Priegled neba dne 1. travnja.

Izadjimo tri mjeseca iza 1. siečnja u isto doba večeri na otvoreno mjesto pod svod nebeski, pak obidjimo okom opet naše stare znance od 1. siečnja! Ako je istina, da se cijeli svod nebeski točno za 24 ure okrene jedan put oko nebeske osi, nama jur dobro poznate, očekujemo, da ćemo i 1. travnja u 9 sati na večer vidjeti (sl. 18.) sva opisana zvjezdišta, svako na svom prijašnjem mjestu: Velikoga

Medvjeda n. p. tražimo na sjevero-istočnom horizontu i još smo si dobro upamtili, kako su tri zvijezde u njegovu repu dne 1. siečnja baš okomito stajale na horizontu; Kasiopeju tražimo visoko na nebu nama gotovo nad glavom. Al gle jada iznenada! Nema njih na svom starom mjestu, i ako nam se je slika noćnoga neba od 1. siečnja dosta živo utisnula u dušu, nemir nas neki i smetnja



Sl. 18. Naše noćno nebo dne 1. travnja svake godine oko 9 sati na večer.

hvataju s poremećenog reda na nebu, pa nije druge nego i toj promjeni s bližega pogledati u oči.

Orijentirajmo se s toga najprije prema stranama svijeta! Licem obrnuti k sjeveru tražimo najprije polarnu zvijezdu: i gle ona je na svom starom mjestu. Prava od nje u naše oko isti je kao pred

tri mjeseca, os nebeska, oko koje se zbiva dnevna vrtnja svoda nebeskoga, nije ni malo promienila svoga položaja. To nas već donekle umiruje: pometnja starog reda za stalno nije posvemašnija! I vertikalna ravnina, koju polažemo kroz polarnu zvijezdu i naš zenit, — ravninom je astronomičkoga meridijana okrstismo — ostala je na svom mjestu: pred nama je točni sjever, gdje ova ravnina sieče horizont, za ledjima nam je jug, o desnoj ruci iztok, a o lijevoj zapad.

Što se dakle dogodilo sa svodom nebeskim, da nam se pobrkao red i položaj zvijezda od 1. siečnja toliko, te se u prvi mah ni ne snadjosmo na nebu?

Da proučimo novi nam pojav nebeski, potražimo opet po poznatom alignementu najglavnija zvjezdišta cirkumpolarna: Velikoga i Maloga Medvjeda i Kasiopeju. Što za njih nadjemo, vriedi i za sve druge zvijezde na svodu nebeskom: ta one su za nas još uvijek o svod prikovani sjajni dragulji.

Veliki Medvjed nije više duboko kod horizonta: njegove zvijezde α i β stoje visoko, gotovo prolaze u 9 sati kroz meridijan, a one karakteristične 3 zvijezde u repu Medvjedovu ϵ , ζ , η ne stoje već na horizontu okomito, nego pokazuju posvema prema iztoku. Očito je dakle, da se je svod nebeski za ova 3 mjeseca oko iste osi nebeske polako okretao od iztoka k zapadu. To nam potvrđuje i Mali Medvjed. Poznato nam kazalo vječne ure nebeske, koje spaja polarnu zvijezdu sa zadnjom zvijezdom γ u Malom Medvjedu pokazivalo je dne 1. siečnja u 9 sati na večer gotovo posvema točno okomito na horizont k pravom sjeveru. A danas? Potraži ga samo, pak ćeš odmah vidjeti, da danas (1. travnja u 9 sati na večer) stoji gotovo horizontalno pokazujući posvema na iztok: i ovo kazalo dakle potvrđuje, da se je svod nebeski u ova 3 mjeseca okretao po malo od iztoka k zapadu — po malo, jer je tek duže vrijeme nama ovo okretanje moglo pokazati.

I Kasiopeja na drugoj strani polarne zvijezde nam istu činjenicu potvrđuje: dne 1. siečnja vidjeli smo ju visoko nad našom glavom, nešto na lijevo od meridijana, a danas eno je nama na lijevu ruku duboko na sjevero-istočnom nebu, ali još uvijek baš na protivnoj strani polarne zvijezde spram Velikoga Medvjeda: i Kasiopeja se je okretala za ova 3 mjeseca od iztoka k zapadu, kao i Veliki i Mali Medvjed. Nije dakle druge nego konstatovati novu činjenicu: Osim dnevne vrtnje, koja traje 24 sata,

pokazuje nam svod nebeski još nekakvu polaganu vrtnju od iztoka k zapadu tečajem godine oko iste osi nebeske. Zvat ćemo ju godišnjom vrtnjom neba i ona je očito uzrok, što ne vidimo zvijezda dne 1. travnja u 9 sati na večer na onom mjestu, gdje su bile 1. siječnja u isto doba. Za sada ne izpitujemo dalje, odkuda ta nova vrtnja nebeskoga svoda, nego se tek pitamo, bismo li mogli odrediti, koliko li vremena ta nova vrtnja traje?

Pogled na kazalo nebeske ure naše rješava to pitanje. Pravač: polarna zvijezda — γ u Malom Medvjedu (to je naše kazalo) pokazivao je dne 1. siječnja u 9 sati na večer gotovo posvema točno okomito na horizont, a danas u 9 sati na večer eno stoji gotovo horizontalno; opisalo je dakle naše kazalo za ova 3 mjeseca kut i luk od 90° (od prilike). Prema tomu (ako je vrtnja jednolika) trebat će druga 3 mjeseca za danjih 90° i za 4×3 mjeseca, t. j. upravo za godinu dana opisat će naše kazalo podpuni krug od iztoka k zapadu.

Kad dodje 1. siječanj sljedeće godine, mi ćemo, ako nas Bog poživi, vidjeti naše kazalo nebeske ure u 9 sati na večer posvema točno na onom istom mjestu, gdje smo ga vidjeli i prošloga 1. siječnja. A i Veliki Medvjed i Kasiopeja u istom su položaju kao i nazad godinu dana. Punu dakle godinu dana treba svod nebeski za ovu drugu svoju vrtnju, pa je s toga opravdano, da ju zovemo godišnjom vrtnjom nebeskoga svoda. Ova u svezi sa poznatom nam jur dnevnom vrtnjom proizvodja promjene u licu našega noćnoga neba tečajem godine dana, koje se od godine do godine ponavljaju točno istim redom i istom tišinom, otkad pamte ljudi.

Utvrdivši ovako činjenicu, da se svod nebeski tečajem godine vrti polako od iztoka k zapadu oko iste osi nebeske, razumijemo sada, da dne 1. travnja u 9 sati na večer već ne ćemo naći svih zvijezdišta, na nebu, koja smo vidjeli 1. siječnja. Sva zvijezdišta, koja su onda bila blizu zapadnoga horizonta, danas su potonula pod nj; jedva ćeš vidjeti na sjeverozapadnom horizontu sjajnu Vegu, a nema ni Labuda ni Pegaza, ni Riba ni Kita, a i Andromeda se je gotovo sva spustila pod horizont, tek nekoliko zvijezda od nje jedva da možeš naći na sjevero-zapadnom nebu. Baciš li pak oko na istočno nebo, vidiš, gdje se je Lav sa sjajnim Regulom popeo već visoko prema meridijanu, a na iztoku se eno svietle nove sjajne zvijezde, kojih 1. siječnja ne vidjesmo! Nije li dakle vrijedno,

da i 1. travnja u 9 sati na večer ponovno obidjemo u zajednici nebo? Učinimo to, ne ćemo požaliti.

Na sjevero-zapadnom se horizontu još vide nekoje zvijezde od Andromede, Sjeverni Trokut i svietle zvijezde u glavi Ovna; Plejade i Hijade u Biku spustile su se eno već dosta nizko k zapadnomu horizontu a s njima u društvu se je i prekrasni Orion smjestio na nizko na zapadnom horizontu, a nešto malo na jugo-zapad eno još sja u podpunom sjaju Sirius uz druge zvijezde u Velikom Psu. Nešto više nad jugo-zapadnim horizontom, bliže k našem zenitu naći ćeš lako Procyona u Malom Psu, a ne daleko od njega Kastora i Polluksa u Blizancima. Na južnom će ti opet nebu visoko nad horizontom zapeti oko o poznati jur srp u Velikom Lavu, gdje u velike sada sja Regulus. Nije daleko od njega ni sitno zvijezdište Raka sa ubavim Jaslicama (Praesepe). Upotrebiš li alignemente, što smo ih za dan 1. siječnja opisali, lako ćeš se medju ovim svim zvijezdama, tvojim starim znancima, snaći i u glavnim crtama bar pregledati, da uhvatiš najprije sveukupnu sliku neba za dan 1. travnja.

Sada se tek obrnimo licem opet k sjeveru, da s bližega promatramo položaje pojedinih zvijezdišta. Na lievu ruku tvoju vidjet ćeš, gdje se spuštaju k horizontu zvijezde Kasiopeje i Perseja, a nestalo je već pod sjevernim horizontom posvema Labuda. Ustavimo se opet kod Velikoga Medvjeda pa se ogleđajmo nešto točnije po nebu i povucimo naše alignemente. Zvijezdište je Velikoga Medvjeda sada gotovo u svom najvišem položaju, zvijezde su u njegovu repu sada okrenute na desnu ruku gotovo sasna na iztok. Produžimo li stranicu prednju $\beta\alpha$ u četverokutu Velikoga Medvjeda k sjevernom horizontu, proći će najprije kraj zvijezde 3. reda u Zmaju, onda kroz polarnu zvijezdu (2. reda), prosjeći će zvijezdište Cefeja i proći na desnoj strani kraj Kasiopeje. U susjedstvu ćemo Velikoga Medvjeda poradi promijenjenoga mu položaja moći opisati nekoja nova zvijezdišta, koja su se 1. siječnja još krila pod horizontom, a to su u prvom redu Bootes i Sjeverna Kruna.

Tri zvijezde u repu Velikoga Medvjeda ϵ , ζ , η , kad se spoje, daju krivu crtu. Produžiš li ju preko η dalje na desnu ruku u istom zavoju, udarit će ova crta o sjajnu zvijezdu 1. reda, koja sja

rumenim žarom nad istočnim horizontom. To je Arcturus, a po njem smo ušli u zvjezdište

16. Bootes

(lat. Bootes; franc. le Bouvier; njem. Bootes, po Heisu 89 zvijezda),

koje nam valja iz bližega proučiti.

Produžimo pravac ζ τ u repu Velikoga Medvjeda preko η , pa ćemo proći kroz liep peterokut od zvijezda, sačinjen od jedne zvijezde ε (2. reda), 3 zvijezde β , γ , δ (3. reda) i dvie veoma blize zvijezde ρ (4. reda) i σ (5. reda). Zvat ćemo ga peterokutom Bootesa, jer je po ovom karakterističnom liku najlakše upamtiti glavne zvijezde njegove. Produžimo li stranicu δ ε toga peterokuta preko ε , udarit će taj pravac ravno na sjajnu i rumenu zvijezdu 1. reda. To je Arcturus (α Bootis), kraj kojega ćeš lako otkriti s jedne i druge strane dva trokutića od zvijezda; istočno od njega čine takov trokutić zvijezde ζ (3. reda), π (4. reda) i ξ (5. reda), a zapadno od njega zvijezde ν (3. reda), υ (4. reda) i τ (5. reda).

Ovo su od prilike najglavnije zvijezde u Bootesu, a među njima je i po svom sjaju i po svojoj zanimljivosti najprvi Arktur. Ova nam stajačica naime pokazuje vanredno veliko gibanje na nebeskom svodu, ako ju izporedimo sa drugim stajačicama, koje su kao prikovane na svom mjestu, otkad pante ljudi. (Sl. 19.) Za Arktura pak nadjoše astronomi sa svojim najoštrijim instrumentima, da se on u godini dana pomakne na nebeskom svodu za luk — od ciele $2\frac{1}{4}$ sekunde! Nije li to veliko gibanje? Čovjek se upravo mora čuditi savršenim instrumentima, koji mogu ovako sitne lukove još izmjeriti. Pa ipak je i ovo sićušno gibanje Arktura tek laki odsjev njegova užasnoga lećenja kroz svemir. Da je Arktur od nas daleko jednu zvjezdnu daljinu, vidjeli bismo s njega polumjer zemaljske staze (20 mil. milja) kao luk od jedne sekunde. Prema tomu bio bi godišnji put Arkturov u toj daljini od nas jednak $2\frac{1}{4}$ polumjera zemaljske staze (t. j. od prilike 50 mil. milja). Nu Arktur je od nas kud i kamo dalje.

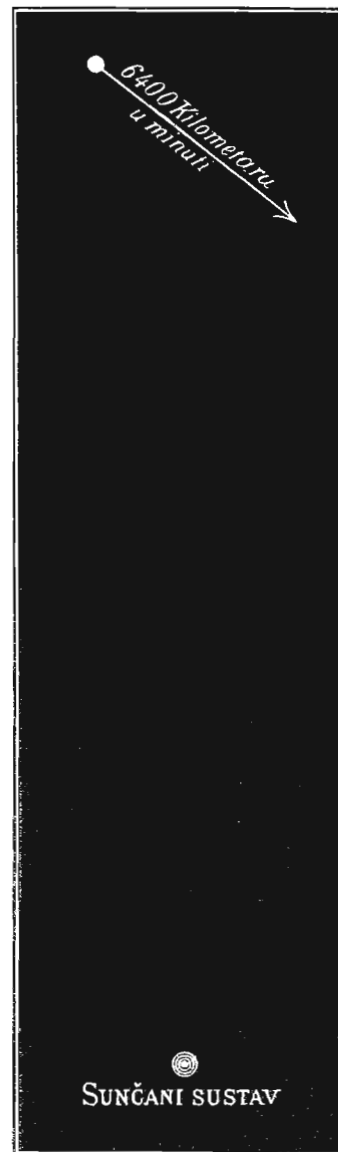
Po Petersu je njegova paralaksa tek $\frac{1}{3}$ sekunde (i to najviše!) dakle je on od nas daleko 5 zvjezdni daljina. U ovoj peterostrukoj daljini od nas on još uvijek opisuje na nebu luk od $2\frac{1}{4}$ sekunde u godini dana. Tomu luku odgovara sada u istinu

put od $5 \times 2\frac{1}{4}$ polumjera zemaljske staze ili put od 250 milijuna geogr. milja u godini dana! To će reći: Arktur leti u svemiru brzinom od preko 7 geogr. milja u sekundi, dok naša zemlja na pr. oko sunca leti tek brzinom od 4 milje. Pak uzprkos toj užasnoj hitnji, što mislite, za koliko je Arktur u zadnjih 800 godina promienio svoje mjesto na nebeskom svodu? Za ciele jednu širinu mjeseca!

Još je nešto, čim se u velike odlikuje zvjezdište Bootesa. U njem je velik broj sjajnih i liepe boje dvostrukih zvijezda. Sunca, što čine dvostruku zvijezdu ε , sjaju u žutom i modrom svjetlu; sunca zvijezde α u zelenom i modrom svjetlu, a oba sunca zvijezde ξ imadu narančastu i rumenu boju.

Odkuda mu ime Bootes? Aratus ga u spomenutoj jur pjesmi zove čuvarom obiju Medvjeda i predstavlja si Velikoga Medvjeda kao jaram volova, a tjera ga Bootes. Po drugima taj Bootes nije nitko drugi nego Ikarus (sin Dedala i otac Erigone), koji se je oslobodio sužanjstva umjetnim krilima od voska; ali mu se raztališe, kad se je poletjevši previsoko primaknuo suncu i on pade u more.

Izpod peterokuta Bootesa lako ćeš naći i prepoznati ubavi vienac ne presjajnih zvjezdica, koje čine ne doduše veliko i sjajno, ali zato ne manje liepo zvjezdište, koje se zove



Sl. 19. Gibanje Arktura u svemiru.

17. Sjeverna Kruna

(lat. Corona borealis; franc. la Couronne boréale; njem. die nördliche Krone; — po Heisu 25 zvijezda).

Oblik mu je veoma karakterističan: jedna zvijezda drugoga reda Gemma (dragulj ili α Coronae), 5 zvijezda 4. reda i jedna zvijezda 5. reda čine gotovo podpuni krug, liep mali vienac, u kojem Gemma zaista sja kao dragulj. Kako je ovo liepo zvijezdište tik do peterokuta Bootesa (njemu na iztok) gotovo ni ne treba posebnoga alignementa, da ga nadješ, jer mu je oblik tako karakterističan. Za početnika ipak pripominjemo, da dijagonala od γ u peterokutu Bootesa produžena preko δ za svoju dužinu baš prosieca Krunu i doseže do zvijezde ϵ . — U Kruni se je pojavila u svibnju godine 1866. znamenita u povjesti astronomije nova zvijezda „Nova Coronae“, znamenita s toga, što je to bila prva nova zvijezda, na koju su mogli astronomi upotrebiti spektralnu analizu. Prvih je dana sjala sjajem većim od Gemme, nu već nakon 4 dana bila je zvijezda 4. reda, a nakon 8 dana bila je 6. reda; za 3 tjedna spala je na zvijezdu 9. reda, koja se mogla vidjeti tek u jakim teleskopima. Čini se, da joj je nenadani sjaj potjecao od silne erupcije vodika, koji se je zapalio.

Ako podješ okom od Gemme prema sjevero-istočnom horizontu duboko dolje, pozdravljat će te velikim svojim sjajem zvijezda prvoga reda Vega u Liri, koja se diže iz magla na horizontu, a medju Vegom se i Gemmom stere veliko doduše ali slaboga sjaja zvijezdište Herkula. Nu kako su i Herkules i Lira još prenizko u maglama horizonta, a da bisao im mogli uhvatiti dosta savršenu sliku, ostavit ćemo opis njihov za kasnije vrijeme. Povratimo se radije opet k Velikom Medvjedu i polarnoj zvijezdi!

Spojimo li opet zvijezde β α u Velikom Medvjedu sa polarnom zvijezdom, pa na tom pravcu u polarnoj zvijezdi osovimo okomicu, ali na lievu ruku, dakle prema zapadnom horizontu, ta će nas okomica dovesti baš do Kapelle, koja velikim sjajem sja na sjevero-zapadnom našem horizontu. Kraj Kapelle naći ćeš lako mali trokut, koji čini Kozliće i ostale 4 nama jur poznate zvijezde (2. i 3. reda), koje čine sa Kapellom nama jur od 1. siečnja dobro poznati peterokat Kočijaša, koji sada podaje osobit ukras sjevero-zapadnomu našem nebu. — Produžiš li pravac β α ovoga peterokuta preko Kapelle (α) prama sjevernomu horizontu, prolazi on kroz glavne

zvijezde nama poznatog Perzeja. Tri glavne zvijezde njegove čine luk, koji je u Kumovskoj Slami. Srednja je zvijezda u tom luku Algenib (2. reda); druge dvie γ i δ su 3. reda: kod zvijezde se δ luk dieli u dvoje. Duži se krak spušta k zapadnom horizontu k Plejadama, koje ćeš lako naći tamo duboko na sjevero-zapadnom horizontu: još ura dvie, pak će potonuti pod horizont. Potražimo još i znamenitog Algola u Perzeju. To je zvijezda 2. reda u središtu Perzejeva luka α δ ϵ i glavna zvijezda u glavi Meduze. — Tko je veoma vješt poznavanju neba, opazit će još izpod Algola nekoje zvijezde u Andromedi.

I opet se povratimo k Velikom Medvjedu! Produžimo li dijagonalu u četverokutu Velikoga Medvjeda, koja spaja slabu zvijezdu δ sa sjajnom β , preko β prama zapadnomu nebu, udarit će ovaj pravac baš kraj Kastora i Poluksa u Blizancima, a ovi čine sa još 5 zvijezda u istom zvijezdištu nama jur poznatu dugačku pačetvorinu, koja se sa dugačkim svojim stranicama spušta prama Orionu, koji stoji nizko na zapadnom horizontu. Još malo, i ovo će sjajno zvijezdište zaći pod naš horizont.

Veliki Medvjed neka nas opet vodi k poznatomu zvijezdištu Velikoga Lava, koje sada visoko stoji na istočnom nebu: gotovo u meridijanu. Produžimo u tu svrhu samo pravac, što spaja zvijezde α i β u Medvjedovu četverokutu preko zvijezde β (dakle prama jugu) i okrenimo se licem k jugu: vidjet ćemo, gdje taj pravac prosieca zvijezdište Velikoga Lava, pošto je prošao kroz neke sitnije zvijezde Velikoga Medvjeda i Maloga Lava. Eno tamo sja velikim sjajem Regulus i čini sa 5 zvijezda 2. 3. i 4. reda poznati nam lik srpa. Sjajne zvijezde u tom srpu Regulus i γ čine sa dvie zvijezde, koje su više na iztok, odugačak četverokat, koji se stere prama istoku od Regula. One dvie zvijezde δ i θ čine sa Denebom (β 2. reda) pravokutan trokut u repu Velikoga Lava. Izmedju triju zvijezda u repu Medvjedovu (ϵ , ζ , η) i Denebole (β) u Velikom Lavu možemo sada lako naći dva nova neznaatna, ali zanimljiva zvijezdišta, a to su:

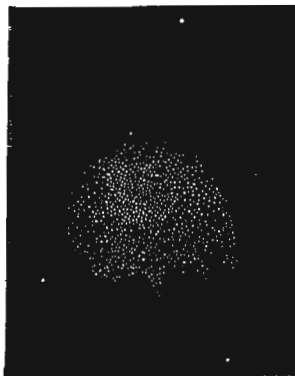
18. Lovački Psi i Kosa Berenikina

(lat. Canes venatores et Coma Berenices; franc. les Léviérs et la Chevelure de Bérénice; njem. die Jagdhunde und das Haar der Berenice).

U zvijezdištu je Lovačkih Pasa nešto sjajnija tek jedna zvijezda α , koja se zove takodjer Srce Karla Velikoga (Cor Caroli). Dva su

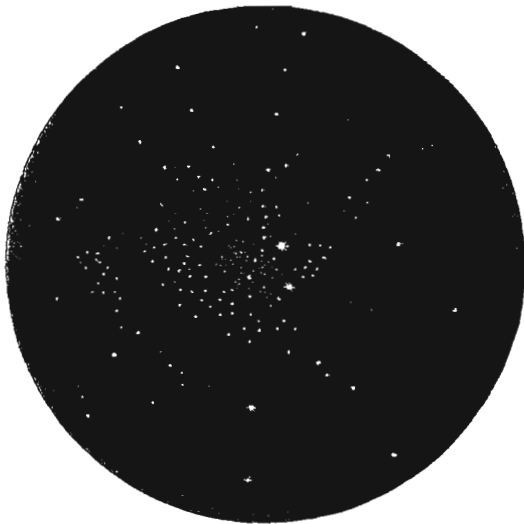
Kučera: Naše nebo.

zgodna načina, da ju sigurno nadješ. Zvezde (ϵ , ζ , η u Medvjedovu repu, kad ih spojiš krivuljom, leže na kružnom luku; potraži središte toga kružnoga luka, pa ćeš u njem naći Srce Karla Velikoga (α Canum venatorum). Drugi alignment iz Velikoga Medvjeda na



Sl. 20. Mala hrpa od 10.000 sunaca u Lovačkim Psima.

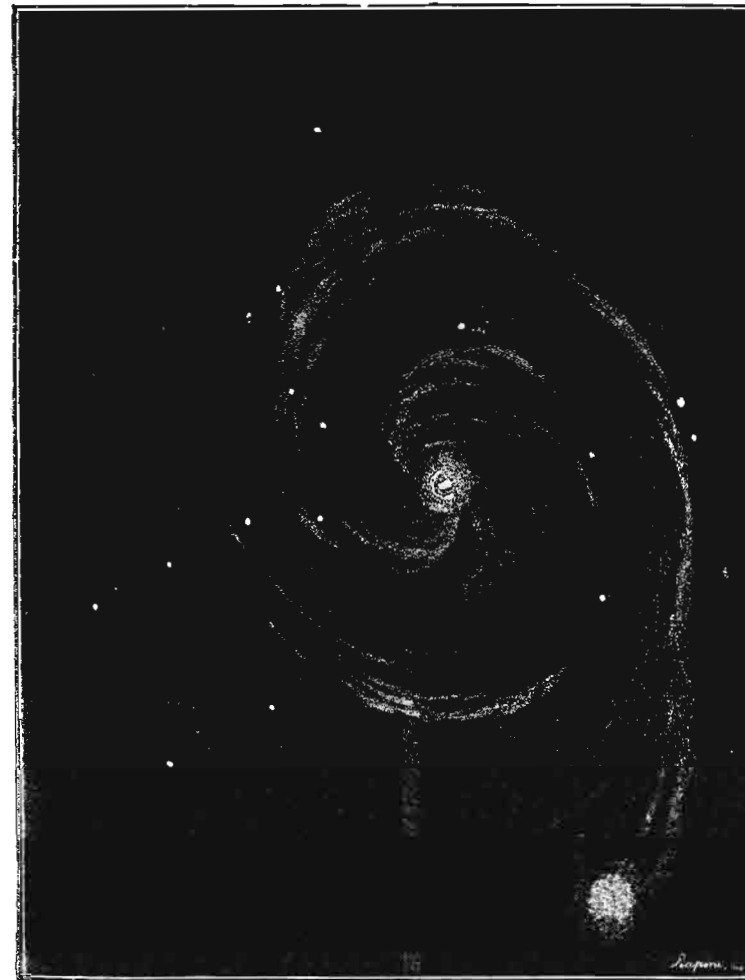
zvezdište prem nezatno po svojim zvezdama, odlično je sa velike množine maglica i hrpâ zvezda. Izmedju Srca Karlova i Arktura,



Sl. 21. Hrpa zvezda u Lovačkim Psima u velikom teleskopu.

Lovačke Pse je ovaj: Ako u Medvjedovu četverokutu povučesh dijagonalu α γ pa ju produžiš preko γ , proći će taj pravac kroz zvezdište Lovačkih Pasa tik kraj spomenutoga Srca Karla Velikoga. Malo na zapad od ove zvezde vidjet ćeš zvezdicu četvrtoga reda, i te su dvie zvezde glavne zvezde ovoga zvezdišta. Produžiš li isti pravac još dalje, udarit će o malu, ali bogatu hrpu sitnih zvezdica, u kojoj je Argelander mogao nabrojiti prostim okom 39 zvezdica. Obično ih oko može razabrati 7 u gustoj hrpi. Ovo

bliže k ovomu, vidi se (običnim teleskopom maglica u obliku kruglje (sl. 20.) sa promjerom od nekih 6 minuta. Nu veći ju teleskop već dieli u gustu hrpu od nekih 10.000 sunaca! (Sl. 21.) Stariji Herschel veli o njoj: „To je hrpa veoma gusto poredjanih zvezdica

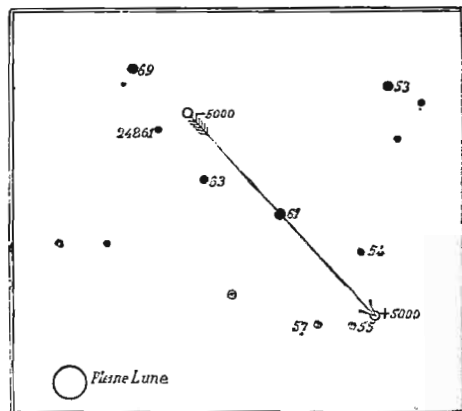


Sl. 22. Svemirska spiralna maglica u Lovačkim Psima.

i jedan od najljepših predmeta, što sam ih ikada vidio na noćnom nebu. Ja ju vidim kao kruglju, koja je sastavljena od veoma sitnih zvezdica jedna tik druge; sjaj se jedne prelieva u drugu, pak se

stotela i cielu njegovu školu. Danas je (g. 1880.) od prilike $1^{\circ} 14'$ daleko od zvijezde 63, a nema tomu 2000 godina, pa je bila od nje daleko tek $40'$. Naša sličica (sl. 24.) pokazuje put njezin za 10.000 godina. 5000 godina nazad bila je između zvijezda 69 i 63, a za 5000 godina biti će tik zvijezde 55. To je jedini primjer na cielom nebu, gdje se prostim okom dalo ustanoviti, da stajačica mjenja svoje mjesto na nebeskom svodu: nama opomena, da nas sjetila jamačno varaju, kad nas uče, da su zvijezde na nebu prikovane sjajne točke!

Nu čim se osobito Djevica odlikuje, to su mnoge svemirske maglice u njoj. Na malom prostoru između zvijezda ϵ , δ , γ , π , σ , i β u Kosi Berenikinoj nabrojiše do 500 svemirskih maglica!



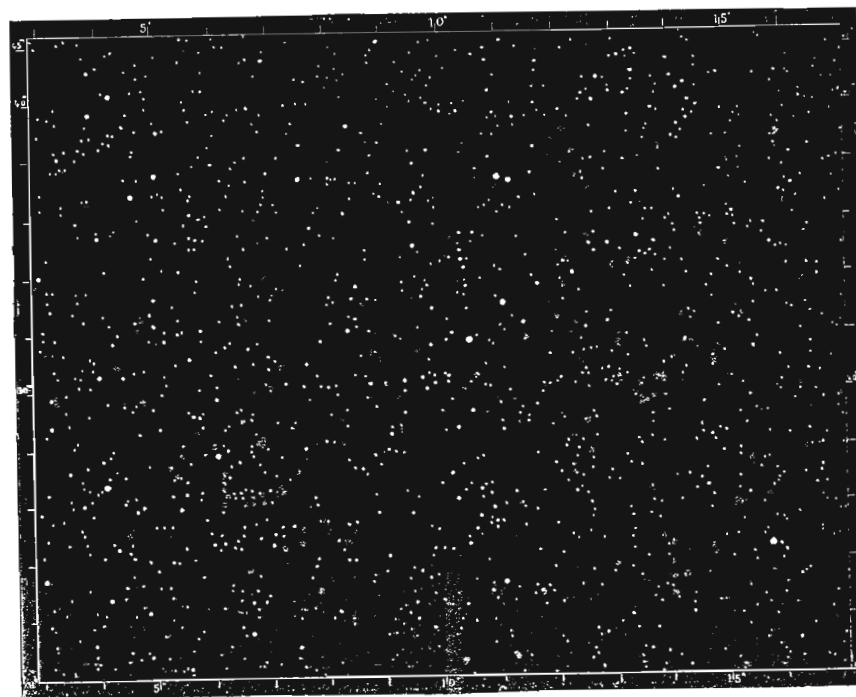
Sl. 24. Gibanje zvijezde 61 u Djevici za 10.000 godina.

(Sl. 25.) Broj maglica potamnjuje broj zvijezda. Kakove li nam se misli roje u glavi, kad gledamo ovo bogatstvo materije u bezkrajnoj dubini svemira? Je li svaka ova maglica sunčani sustav, koji tek postaje? Jesu li se tamo negdje izgubile na dnu neizmjernoga prostora, u neizmjerenoj daljini daleko, daleko iza naših zvijezda? Ili su se možda umješale među sunca, što stoluju na našem nebu? Možda su nam i bliže, nego ostale zvijezde našega neba? ... Možeš li misliti na ove daleke svietove, na ove neizmjerene daljine i po prostoru i po vremenu, a da se ne osjetiš prenesen na krilima mašte sa naše sićušne krugljice u tajne krajeve bezkrajnosti i vječnosti!

Tko raspolaže nešto većim teleskopom, moći će za lijepe proljetne večeri, ako nema mjesečine, u ovom kraju naći velikih uži-

taka. Spominjemo tek lietom dvostruku maglicu, koja nas podsjeća dvostrukih zvijezda: zametak dvostrukoga sunca, koje će možda dozreti nakon tisuća i tisuća godina. Malo dalje (kod zvijezde 6 Comae) evo čudne spiralne maglice sa jasno izraženom jezgrom (sl. 26.).

Nu čudo nad sva čudesa u tom zvjezdištu je svojom krasotom dvostruka zvijezda γ u Djevici. Oba su sunca velikoga sjaja: trećega reda, a jedno jedva $5''$ daleko od drugoga. Već je Bradley ovaj par zvijezda g. 1718. razstavio i od onoga su ga vremena s osobitom



Sl. 25. Velika hrpa svemirskih maglica u Djevici, dio crtnje Proctorove.

pomnjom astronomi pratili. Pak što li sve na tom dvosuncu nadjoše! Prvi motritelji bilježe boje objema jednako žutkaste i sjaj jednak. Nu g. 1819. bijaše jedna znatno slabija od druge, g. 1833. opet jednakoga sjaja a g. 1835. opet mnogo slabija. I boja im se mjenjala. Glavna je zvijezda uvijek ostala žuta, nu pratilac joj prelazi u zelenu boju. Nu još više: jedno sunce obilazi oko drugoga u elipsi i treba za to nekih 170 godina. Godine 1893. bilo je ondje, gdje

čini, kao da se razlilo more svjetla po cijeloj hrpi.“ Evo opet jednog dalekog svemira, koji nas iz neizmernih dubina prostora pozdravlja! U ovom je zvjezdištu Messier dne 13. listopada 1773. našao jednu od najzanimljivijih maglica svemirskih. U ogromnom teleskopu lorda Rosse-a (sl. 22.) prikazivala se sa okruglom svjetlom jezgrom, iz koje izlaze na sve strane spiralni zavoji maglene tvari, a te se spirale u slabijem teleskopu pokazuju kao magleni obruč oko jezgre (sl. 23.).

Spojiš li Srce Karlovo sa poznatom nam Denebolom u Lavu, naći ćeš u sredini toga pravca hrpu od 7 malih zvjezdica 4. reda, koje čine posebno zvjezdište: Kosu Berenikinu. Doći ćeš do te

ubave hrpice zvjezdica takodjer, ako spojiš Mizara (srednju zvijezdu u repu Medvjedovu) sa Srcem Karlovim, pa taj pravac produžiš preko Karlova Srca za njegovu dužinu.

I ova su dva zvjezdišta grčkoga podrijetla. Lovački su Psi iz mitologije poznati Asterion i Chara, a u obratniku Chare stoji spomenuta zvijezda α ili Srce Karla Velikoga — ime, koje su joj u srednjem vijeku nadjenuli.

Berenike t. j. donositeljica pobjede (po grčkom) bila je žena kralja egipatskoga Ptolomeja Energetesa, koji je živio

Sl. 23. Svemirska maglica u Lovačkim Psima po Sir Herschelju.

u trećem stoljeću prije Isusa. Kad je pošao ratovati u Siriju, zavjetovala se je Berenike, da će svoju krasnu kosu žrtvovati bogovima, ako joj se muž povrati zdrav. Tako je i bilo. Ptolomej se vratio zdrav i pobjednik, a Berenike odrezala krasnu svoju kosu, da ju žrtvuje bogovima u hramu Afrodite, božice ljepote i ljubavi. Za malo se posvećena kosa izgubila, a astronom Konon sa otoka Samosa razturio po svietu glas, da su je bogovi preneli na nebo kao zvjezdište. Stoga se ova hrpa od 7 zvjezdica zove Kosa Berenikina.

Kako si okrenut licem prama južnomu nebu, zapet će ti oko tamo sasna nisko na jugoistočnom horizontu o veoma sjajnu zvijezdu

prvoga reda, koja se je tek digla iz magla oko horizonta; još veoma jako titra, ali se nada sve zvijezde u onom kraju odlikuje svojim sjajem, ma da je još tako niska. To je Spica ili Klas, najsjajnija zvijezda u velikom zvjezdištu Djevice, koje se je baš diglo nad istočni horizont, te ga svega možemo pregledati. To nam je povod, da poblizhe proučimo i ovo za nas još novo zvjezdište.

19. Djevica (Gavran i Vrč)

(lat.: Virgo; franc.: la Vierge; njem.: Die Jungfrau; po Heisu 120 zvijezda).

Poznata nam jur zvjezdišta Bootesa i Velikoga Lava daju nam u ruke sredstva, da možemo prepoznati najsjajnije zvijezde u ovom velikom zvjezdištu, koje se sada (1. travnja) stere od Velikoga Lava pa sve do horizonta na jugoistočnom nebu. Evo nekih od onih sredstava. Pravac, koji spaja zvijezde δ , ϵ α (Arcturus) u Bootesu, produžen preko Arktura prolazi tik kraj spomenute glavne zvijezde u Djevici, kraj Klasa u Djevici (lat.: Spica ili α Virginis). Taj isti pravac sieče i trokut, što ga Klas čini sa zvjezdama ζ (3. reda) i δ (4. reda).

Nešto malo na sjeverozapad od ovoga trokuta naći ćeš lako 5 zvijezda 3. reda (β , η , γ , δ , ϵ), koje daju lik jako otvorenoga latinskoga slova V, kojemu je otvor obrnut k Deneboli u repu Velikoga Lava. — Spojiš li opet δ u četverokutu Velikoga Lava sa Denebolom, pak produžiš taj pravac preko Denebole, prolazi i on najprije kroz otvoreni V, onda tik kraj Klasa. — Treći alignment, koji će te opet dovesti do prve zvijezde u Djevici, polazi od Velikoga Medvjeda. Produžiš li luk, što ga čine tri zvijezde u Medvjedovu repu (ϵ , ζ , η) u istom zavoju, udarit će ova krivulja ponajprije na Arktura u Bootesu, a nastaviš li ju dalje preko Arktura opet sa istim od prilike zavojem, udarit ćeš baš na Klas u Djevici. Kad si pak ovu najsjajniju zvijezdu u Djevici našao, lako ćeš naći i trokut α , ζ , δ i karakteristični V sa zvijezdom γ u onoj točki, gdje se kraci slova V razilaze. Klas (α) sa svojim trokutom i ovaj V jesu najglavnije zvijezde u ovom zvjezdištu. I u Djevici nam se je na čas ustaviti, jer je za prijatelja neba puna zanimljivih stvari. Najprije zvijezda 61 u Djevici. U staro je vrijeme bila posvema uz zvijezdu 63, kako je danas Alkor uz Mizara u Velikom Medvjedu. Nu ostavila je tečajem stoljeća svoga druga i brzim je lietom poletjela k jugo-zapadu. Stajačica pa leti po nebu! Smela je s toga već Ari-

ga je vidio Bradley g. 1781. (sl. 27.). Kako je ciela staza slučajno k nama licem okrenuta, vidimo ju i mjerimo ju posvema točno. Ako svako od onih sunaca imade svojih planeta, kao što ih ima naše. kakov li je život na planetima, obasjanim sa dva tako jaka sunca?

Još niže prama južnom horizontu izpod Djevice možeš razabrati već sasna blizu horizontu mala zvjezdišta Gavrana, Vrča, jedan dio Hidre i glavu Centaura.

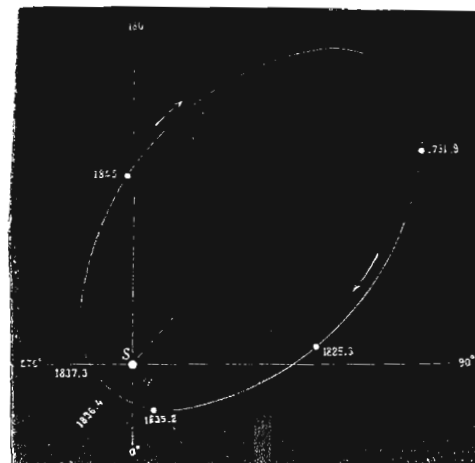


Sl. 26. Spiralna maglica u Djevici po lordu Rosse-u.

Najbliži je Djevici i nešto na jugozapadu od Klasa u Djevici stoji Gavran; to je četverokut sastavljen od 4 sjajne zvijezde i to 3 zvijezde 2. reda (δ , γ , β) i jedne 3. reda (ϵ). Podješ li od Gavrana nešto na zapad, naći ćeš još uvijek dosta nisko nad južnim horizontom slabo svietleću hrpicu od 7 zvjezdica 4. i 5. reda; gornjih 5 (θ , ϵ , δ , γ , ζ) čine gornji dio, zdjelicu ili trbuh Vrča, a δ , α , γ , β čine nogu na tom vrču. — Od Hidre ili Vodene

Zmije lako ćeš naći najsjajniju joj zvijezdu Alphard (α Hydrae). Baciš li naime oko opet na srp u Velikom Lavu, vidjet ćeš ga, gdje mu držak stoji pred tobom baš okomito na južnom horizontu. Regulus na lijevoj strani meridijana, a Procyon u Malom Psu i Polluks u Blizancima čine jedan veliki trokut na južnom nebu, a na desnoj strani meridijana isti Regulus i Procyon čine sa Alphardom (1.—2. reda) u Hidri, koji je sada gotovo sasna točno u meridijanu, ali južno od pravca Regulus-Procyon, drugi trokut sjajnih zvijezda na južnom nebu. Ostale su zvijezde Hidre i preslabe i prenizke, da bismo ih ove večeri mogli točnije upoznati.

Spomenuti pravac Regulus-Procyon daje nam povoda, da se ponovno sjetimo poznatog nam zvjezdišta Raka i u njem liepe hrpe



Sl. 27. Staza dvostruke zvijezde γ u Djevici po Herschelu.

zvijezda Praesepe ili Jaslica. Nešto iznad pravca Regulus-Procyon lako ćeš naći ovu ubavu hrpicu zvijezda.

Na koncu našega puta po noćnom nebu, kako nam se ukazuje dne 1. travnja na večer u 9 sati, svrnimo okom još jednoć na jugozapadno nebo. Tamo nas još pozdravlja, ali već sasna blizu horizontu, sjajni Orion i Veliki Pas sa zvjezdama 1. reda Beteigeuze, Rigeli i Sirius. Ali ne će dugo potrajati vrijeme, pak će ova najsjajnija partija našega noćnoga neba utonuti pod horizont; imadeš li strpljivosti, da čekaš jednu uru ili dvie, možeš

sasma liepo vidjeti, kako nestaje jedne sjajne zvijezde Orionove za drugom; nebeski se svod tiho doduše, ali postojano, vrti oko poznate osi od iztoka k zapadu!



V.

Naše noćno nebo dne 1. srpnja svake godine u 9 sati na večer.

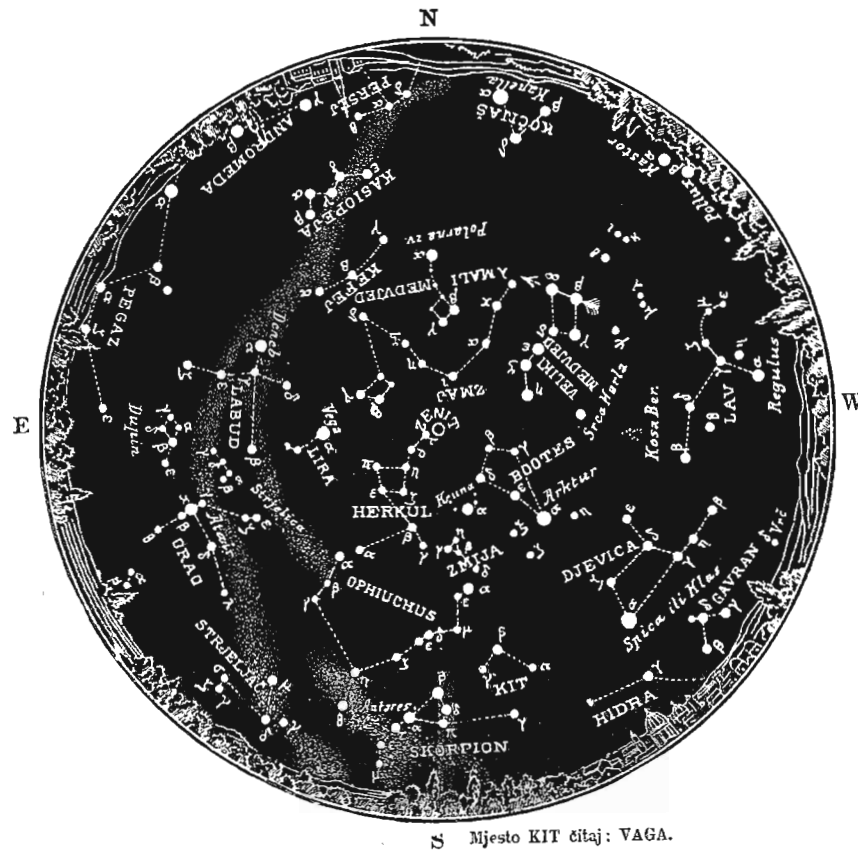
Pregled neba. — Cirkumpolarna zvjezdišta. — Lira sa Vegom. — Herkule. — Dupin. — Ophiuchus i Zmija. — Skorpion ili Štipavac. — Vaga.

Ako izadjemo na dan 1. srpnja u 9 sati na večer na otvoreno mjesto pod vedri svod nebeski, odmah će nam zapeti o oko pojav, da svod nebeski u obće nije tako pun zvijezda, kako smo ga bili navikli gledati dne 1. siječnja i 1. travnja u isto doba, a i one zvijezde, što se vide, nisu tako jasne i sjajne kao prije: dan je dug i u 9 sati još je jaki sumrak, koji umanjuje sjaj zvjezdama. Nu to nas ne će odvratiti od izleta po ovom siromašnom nebu srpanjskom, a što nam otežčava izlet slabiji sjaj zvijezda, to nadomješta jur stečeno poznavanje neba, po kojem ćemo se lakše snaći na nebu i uz manji sjaj zvijezda. Ta naći ćemo i stare naše znance, a uz njih ćemo steći i novih!

Obrnimo se licem najprije k sjeveru i potražimo cirkumpolarna zvjezdišta. (Sl. 3.) Na istom, dobro poznatom mjestu, eno stoji polarna zvijezda, u istom je dakle položaju i os nebeska, što polazi od polarne zvijezde kroz tvoje oko. Položi si opet u duhu i vertikalnu ravninu meridijana kroz polarnu zvijezdu i tvoj zenit. Koliko li se u ovo tri mjeseca promienio položaj cirkumpolarnih zvjezdišta, osobito Velikoga Medvjeda, Kasiopije i Maloga Medvjeda!

Uzalud ćeš tražiti Velikoga Medvjeda na desnoj (istočnoj) strani meridijana: tri zvijezde u njegovu repu ne pokazuju više na iztok. Veliki je Medvjed za ova tri mjeseca već prošao kroz meridijan, eno ga na lijevoj (zapadnoj) strani neba. (Sl. 28.) Vještije oko tvoje smjesta će ga ondje naći, ali gle, kako mu se promienio namještaj! Tri zvijezde u njegovom repu ne stoje više horizontalno, nego po-

kazuju sada gore prama tvomu zenitu, a prednja strana u četverokutu (β , α) stoji sada najniže na nebu i gotovo horizontalno. Produžiš li stranicu β α preko α (dakle na desnu ruku), doći ćeš do polarne zvijezde, koja te vodi medju slabije zvijezde Maloga Medvjeda. I ove se od polarne zvijezde sada uzpinju gotovo sasna točno u meridijanu k tvomu zenitu i završuju se sa one dvie sjajnije



Sl. 28. Naše noćno nebo dne 1. srpnja svake godine oko 9 sati na večer.

zvijezde 2. i 3. reda, koje se zovu čuvari (β , γ). Potražimo i ponovno iztahnuto kazalo nebeske ure, koje dobijemo, ako spojimo polarnu zvijezdu sa zvijezdom γ u Malom Medvjedu. To je kazalo dne 1. siječnja u 9 sati na večer pokazivalo gotovo posvema točno okomito na horizont k pravomu sjeveru. Dne 1. travnja pak u 9

sati na večer stajalo je posvema horizontalno, pokazujući na iztok. A danas? Eno ga gotovo posvema u meridijanu, gdje pokazuje prema tvomu zenitu potvrđujući time ponovno, da se je svod nebeski oko poznate osi dalje okretao od iztoka k zapadu — nu prilično polako, jer se kazalo za ova tri mjeseca opet pomaklo samo za 90° od prilike: svod se nebeski dakle tečajem godine jednoliko okreće, svaka tri mjeseca za 90° .

Medju Velikim se i Malim Medvjedom stere dugačko i tegotno zvjezdište Zmaja, pa kako je sada cielo visoko na nebu, vriedno je, da ga još jednoć obidjemo i potražimo, kako bi mu lik bolje upamtili.

Spojiš li stranicu β α u Velikom Medvjedu sa polarnom zvijezdom, proći ćeš u prvoy trećini puta kraj zvijezde 3. reda λ u zmaju. Podješ li okom od nje dalje gore k zenitu, naći ćeš i druge dvie zvijezde u Zmajevu repu α i α gotovo istoga sjaja kao i λ . Zvijezda α sada je gotovo točno u meridijanu. Produžiš li ertu λ α sa istim od prilike zavojem dalje prama zenitu, udarit ćeš o zvijezdu ϵ u prvom zavoju njegova tiela, a uz nju ćeš naći i zvijezdicu δ . Tu mu se struk savija oko četverokuta u Malom Medvjedu i prelazi na desnu stranu od meridijana, spuštajući se prama polarnoj zvijezdi. Tu su zvijezde η , ζ , pa onda na hrpi tri zvijezdice (ψ , χ , ϕ) 4. reda, koje su u trokutu. Od ovoga se trokutića okreće tielo gotovo horizontalno na iztok k zvijezdi 3. reda δ , a nešto izpod nje ϵ (4. reda). Kod ovih se zvijezda tielo Zmajevu ponovno savija, ali sada opet gore prema zenitu i pravac ϵ , δ , produžen preko δ , pokazuje upravo prema glavi Zmajevoy, koju sastavijaju četiri zvijezde β (2. do 3. reda), γ (2. reda) i ξ (2.—3. reda), koje skladaju istokračan trokut, a u njemu je podnica β γ sada najviša na nebu. Kraj lievoga kraka toga trokuta (ξ β) stoji mala zvijezdica ν (4. reda).

Nu vratimo se opet k Velikome Medvjedu i potegnimo u duhu po nebu poznate pravce, da najprije stare naše znance obidjemo! Spojimo li i opet stranicu β α u Velikom Medvjedu sa polarnom zvijezdom, pak osovimo u polarnoj zvijezdi okomicu na tom pravcu, ali na gornju stranu neba spram zenita, prosjeći će ona najprije zvjezdište Maloga Medvjeda, proći će dalje kraj maloga trokuta (ψ , χ , ϕ) u tielu Zmajevu, i kraj trokuta (β , γ , ξ) u glavi Zmajevoy. Na svom daljem putu ova okomica prolazi lievo kraj sjajne Vege u zvjezdištu Lire i završuje se nama nad glavom u zvjezdištu Herkula. Ta su dva zvjezdišta sada na nebu tako liepo postavljena, da je najugodniji čas s njima se pobliže upoznati.

20. Lira ili Orao sa lirom

(lat.: Lyra; franc.: la Lyre ou le Vantour tombant; njem.: Die Leier oder der Geier mit der Leier; po Heisu 112 zvijezda do 6. reda).

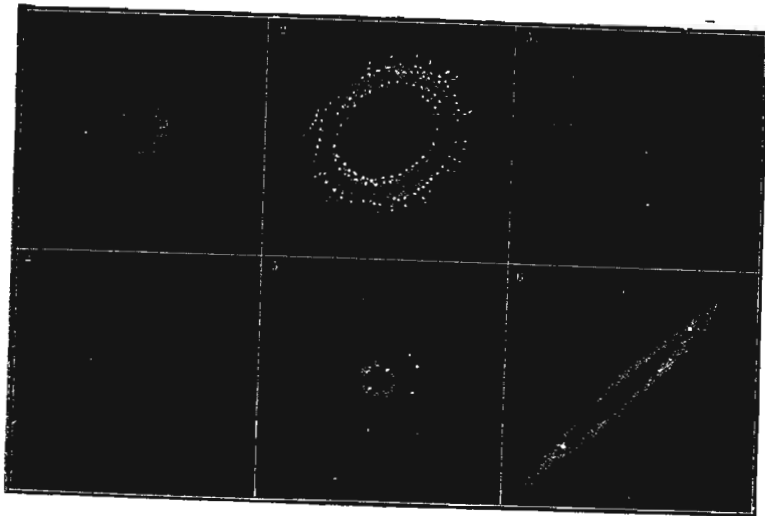
Lira je doduše po svom prostiranju na nebu maleno, nu s toga zvjezdama obilno i veoma liepo zvjezdište, koje si na nebu s mjesta našao, ako si prepoznao glavnu zvijezdu u njem Vegu, veoma sjajnu zvijezdu bieloga svjetla 1. reda. Prije spomenuta okomica prolazi kraj nje lievo i ona nadmašuje sjajem svojim toliko sve ostale zvijezde u onom kraju neba, da je ne možeš mimoći po onom ali-gnementu. (Vidi sl. 3.)

Nešto na iztok, ali sasna blizu sjajne Vege naći ćeš mali tupokutni trokut od zvijezda 4. reda (ϵ , δ , ζ , vidi priloženu kartu neba), a nešto na jug od obiju zvijezda δ i ζ vidjet ćeš drugi par zvijezda, nešto sjajniji, koji stoji paralelno sa δ i ζ . Te su zvijezde β i γ (3.—4. reda), koje sa zvjezdama δ i ζ tvore nešto dugoljast paralelogram, po kojem je lako zvjezdište Lire prepoznati. Na vrhu ζ toga maloga paralelograma stoji sjajna Vega. Neka bude spomenut i treći par zvijezda u Liri θ η , koji stoji nešto prema iztoku od para δ , ζ .

I inače je ubavo zvjezdište Lire zanimljivo. Zvijezda se ϵ razpada u dobrim teleskopima u dva para dvostrukih zvijezda, α i ζ i η su sâme dvostruke zvijezde. Jedna od najzanimljivijih svemirskih maglica je u zvjezdištu Lire od prilike u sredini izmedju zvijezda β i γ . To je glasovita prstenasta maglica u liri. Naša ju slika (sl. 29.) pokazuje uz druge slične maglice pod brojevima 1 i 2 onako, kako ju vidimo u malom (br. 1.) i velikom teleskopu (br. 2.). U malim se teleskopima pokazuje kao eliptičan prsten ili obruč sa promjerom od $1'$. Veći teleskopi već pokazuju, da je i nutrinja ovoga obruča izpunjena maglovitom tvari nešto manjega sjaja; nekoji misle, da im je pošlo za rukom maglicu razdijeliti u veliku hrpu svetlih točaka, dakle maglicu pretvoriti u gustu hrpu zvijezda, nu ipak se čini, kao da to ne stoji. Fotografija je medjutim čudan pojav u ovoj maglici otkrila. Na svim je pločama slika ove maglice u sredini svojoj pokazivala veoma jasnu jezgru, oko koje se sva ostala materija slegla; a ipak te jezgre ne pokazase ni najveći teleskopi na svijetu. Čini se ipak, da ju najnoviji orijaški teleskopi (Lick'ov u Kaliforniji) pokazuju. Još se jednom svrnimo k sjajnoj Vegi (α Lyrae), koja u velikim teleskopima pokazuje slabog pratioca od 10. reda. Po velikom joj sjaju rekao bi čovjek, da nam je blizu. Na gle:

njezina je paralaksa tek 0.16 sekunda, a to će reći, da je Vega tako daleko od nas, da bi nam se premjer zemaljske staze oko sunca (t. j. pravac dugačak 40 milijuna geogr. milja) gledan sa Vege, ukazao pod sićušnim kutom od 0.16 sekunde! Prema tomu je Vega od nas daleko 10 zvjezdanih daljina ili svjetlo njezino treba punih 20 godina, dok stigne u naše oko! Koliko li mora biti to sunce Vega, da nas još iz ove užasne daljine pozdravlja ovako velikim i bielim sjajem?

Tko ima fantazije, moći će si iz zvijezda Lire zaista sastaviti antiknu liru. Tu je na nebo premještena glasovita lira Orfejeva, koji je i najdivljije zvijeri sa glasovima svoje lire umio ukrotiti. Vega



Sl. 29. Prstenaste svemirske maglice. 1. U Liri po Herschel. — 2. U Liri (ista) po lord Rosseu. — 3. U Labudu. — 4. U Ophiuchu. — 5. U Skorpijonu. — 6. Prstenasta maglica kraj zvijezde γ u Andromedi.

dobila je svoje ime od arapskih rieči el-nesr el-waki t. j. padajući orao. Biela Vega, blijedo-žuta polarna zvijezda i veoma rumeni nama jur poznati Arktur u Bootesu čine veliki istokračni trokut, u kojemu je Arktur na vrhu, a pravac Vega — polarna zvijezda je podnica trokuta.

Medju zvjezdištem Lire i Krune, a od glave Zmajeve na jug stere se veliko zvjezdište, koje početnicima u proučavanju neba zadaje dosta muke, jer nema u njem sjajnih zvijezda, po kojima bi ga bilo lako prepoznati i upamtiti. To je

21. Herkule

(lat.: Hercules; franc.: Hercule; njem.: Hercules; po Heissu 151 zvijezda).

Da ovo zvjezdište s bližega proučimo, povratimo se najprije ponovno k Velikom Medvjedu i našim starim znancima Bootesu i Sjevernoj Kruni, pa ih potražimo u sadanjem položaju.

Crta ε , ζ , η u repu Velikog Medvjeda, produžena s istim zavojem η prema našem zenitu, pogodit će najprije sjajnoga Arktura, sada nama gotovo nad glavom; do njeg prostro se poznati nam veliki peterokut Bootesa (γ , β , δ , ε , ρ) sa vrhom u β . Tik do ovoga peterokuta gotovo sasama u meridijanu stoji nama nad glavom ubavi vienac zvijezda, što čini Sjevernu Krunu, a medju njima sja najviše Gemma. Kako je Kruna baš na najvišem svom mjestu, vidjet ćeš lako cieli vienac njezinih zvijezda.

Da nadjemo sve glavnije zvijezde Herkula, pamtimo si ovaj glavni alignment: Pravac, potegnut od Gemme u Sjevernoj Kruni do Vege u Liri, sieče zvjezdište Herkula, koje se stere od sjevera k jugu, poprieko — gotovo u sredini njegovoj. — Zvjezdište se Herkula najzgodnije dieli u tri četverokuta. Spomenuti pravac od Gemme do Vege sieče srednji četverokut (vidi priloženu kartu neba), što ga čine zvijezde ε , ζ , η , i π sve 3. reda. Nešto malo na iztok od π stoji zvijezda 4. reda ρ . Na stranicu η π ovoga četverokuta priključuje se prema glavi Zmaja drugi veliki četverokut, komu je prva stranica baš pravac η π , druga (zapadna) η τ , treća (istočna) τ ι , a četvrta (najveća) ι π usporedna je sa stranicom η π . Zvijezda ι čini sa trimaz zvjezdama u poznatoj nam glavi Zmajevoj β , γ , ξ gotovo pravilan rombus, koji je dosta lako prepoznati. Gotovo u sredini stranice η τ stoji još zvijezda 4. reda σ (4. reda), a kraj zvijezde τ dvie sitne zvjezdice ρ i υ (4. i 5. reda), koje čine sa τ mali pravokutni trokut.

Prije opisanomu srednjemu četverokutu (ε , ζ , η , π) u Herkulu priključuje se prema jugu treći četverokut, komu je sa srednjim zajednička stranica ε ζ , druga mu je stranica (zapadna) ζ β , treća (istočna) ε δ , a četvrta (koja ide od zapada k iztoku) β δ . Produžiš li ovu stranicu β δ preko δ (na iztok), udarit ćeš o zvijezdu μ (3. reda) i mali trokut kraj nje ν , ξ , o od zvijezda 4. reda u ruci Herkulovoj. Zvjezdište naimo predstavlja Herkula gdje kleči, glava mu je obrnuta prema horizontu, a noge su okrenute k polarnoj zvijezdi. U lievoj ruci drži grančicu maslinovu i male zmije. Prva

oblaku u Kumovskoj Slami, koji se vuče od Ataira do ϵ u sjevernom Križu. U tom su oblaku smjestili dva mala zvjezdišta: Lisicu sa Gaskom i Strjelicu. — Ostale sjajnije zvijezde Orlove δ , η , ζ (3. reda), lako ćeš naći, podješ li od Ataira uzduž Kumovske Slame k jugu. Neka bude spomenuto, da su zvijezde Orlove α , ϑ , δ i ζ vrhovi gotovo pravilnoga rhombusa. Orla pomišljamo da leti sa razširenim krilima, a u prsima mu stoji Atair.

I ovo je zvjezdište podrijetla grčkoga. Po jednoj bi priči to bio onaj orao, koji je krasnoga mladića Ganimeda, sina frigijskoga kralja Trosa, odveo sa briega Ide kraj Troje, te ga digao u sielo bogovlje, gdje je služio najvećega boga Zeusa i bio mu ljubimac. Po drugoj pak priči imao bi to biti Merops, kralj na otoku Kosu u grčkom arhipelagu, koji je pretvoren u orla i smješten među zvijezde.

Sa zvjezdištem Orlovim u svezi je i malo zvjezdište Antinoj, koje neki uzimlju kao posebno zvjezdište, a drugi ga sastavljaju u jedno s Orlom. Tik je do Orla. Ako produžiš pravac γ , α , β u Orlu preko β , udarit ćeš nedaleko o zvijezdu ϑ (3. reda), koja je već u ruci Antinojevoj. Druge dvie sjajnije zvijezde Antinojeve η i δ (obje trećega reda) zapadno su od ϑ i leže s njom u pravcu, koji sa pravcem, potegnutim od Ataira na ϑ , čini veliki latinski V. I Antinous je bio krasan mladić, i to iz Klaudiopolisa u Bitiniji, kojega je sebi rimski car Hadrijan (od g. 117—138. po Is.), nasljednik Trajanov, odabrao ljubimcem. Bio je uvijek uz cara Hadrijana, pratio ga na svim njegovim putovima, ali mu ovaj život dosadio, pak se nedaleko od Bese u donjem Egiptu bacio u Nil. Hadrijan, sav očajan sa smrti svoga miljenika, smjesti lik njegov među zvijezde, a kraj Bese sagradi grad, koji se zvao Antineopolis.

Zvjezdište je Orlovo i Antinojevo doduše maleno, no i u njem je nekoliko zanimljivih objekata. Zvijezda η u Orlu je promjenljiva. Period je vrlo pravilan i traje 7 dana 4 sata i 14 minuta; dva dana i 9 sati iza svoga minima, u kojem je od prilike 5. reda, zvijezda dodje do najvećega svoga sjaja, te je onda od prilike zvijezda 3. do 4. reda.

U malom zvjezdištu Lisice i Guske, nedaleko od zvijezde β u sjevernom Križu, pojavila se g. 1670. nova zvijezda 3. reda, koja je za 2 mjeseca spala na zvijezdu 5. reda i malo se zatim izgubila. No već 17. ožujka 1671. opet ju vidio Dominik Cassini kao zvijezdu 4. reda. Te je godine opet nestala, ali se 29. ožujka 1672. ponovno

pojavila kao slaba zvijezdica 6. reda. Kratak čas poslije toga opet se izgubila i od onda je čovječje oko nije više vidjelo!

U tom je zvjezdištu i jedna od najčudnovatijih svemirskih maglica (AR = 298° 13', D = 22° 20'), koja imade oblik elipse, ali kroz sredinu joj prolazi svjetla pruga u obliku Ω . Herschel joj je nadjenao ime *Dumb-Bell maglica*. (Sl. 30.) Čini ti se kao da vidiš trak od dima, kojim je vjetar čudno zanjihao. Ovaj lahki dim kao da je posebni svemir, koji tek postaje. Već se sada iztiču dva središta, oko kojih se kupi materija magle. Koji bi geometar umjeo odrediti sile, što djeluju u toj čudnoj magli i mogao proreći konačni oblik, koji će se izleći u budućim stoljećima? Već u ovo



Sl. 30. Svemirska magla u Štitu Sobieskoga. — Po Herschelu.

50 godina, što ju motre astronomi, čini se, da je znatno promijenila svoj oblik.

Nešto na iztok od Orla, ali ne daleko, ukrasuje iztočno nebo noćno u ovo doba maleno doduše, no ubavo zvjezdište, koje se zove

22. Dupin

(lat. Delphinus; franc.: le Dauphin; njem.: der Delphin; po Heisu 21 zvijezda).

Dupin je liepa hrpica od 4 zvijezde (α , γ , δ , β) (jedna 3. a druge tri 4. reda), koje čine mali rhombus, a kraj njega se još

zvijezda u glavi Herkulovoj (α) promjenljivoga sjaja (Ras Algethi joj je ime), daleko je dosta na jugu od stranice β δ zadnjega četverokuta Herkulova i bolje bi pristajala u bližnje zvjezdište Ophiucha, koje ćemo čas kasnije upoznati, jer s nekojima njegovim zvjezdama čini naravnu hrpu. Naći ćeš ga medjutim lako, ako pravac π δ produžiš preko δ (dakle na jug) gotovo za njegovu dužinu. Ras Algethi čini sa tri zvijezde Ophiucha α (Ras Alhague, 2. reda), β (3. reda) i γ (3. reda) veoma pravilan trapez, koji je lako prepoznati na jugoistoku od Herkula. Da nadješ taj za ovaj dio neba veoma karakteristični trapez zvijezda, povuci u srednjem četverokutu Herkula dijagonalu od η do ε i produži ju preko ε . Najprije će udariti na poznatu nam jur zvijezdu δ u južnom četverokutu Herkula, a još dalje na jug produžena dolazi do zvijezde α u glavi Ophiucha, a tim si našao ovaj karakteristični trapez (α Herculis, α , β , γ Ophiuchi), koji će nam kasnije dobro poslužiti za orientaciju. (Pogledaj priloženu na kraju kartu neba.)

Ako se pak ograničimo na svjetlije zvijezde Herkulove, možemo reći, da čine dva velika luka, koji su si izbočene strane jedan drugomu okrenuli i tvore lik slova \mathcal{C} . Zapadni luk čine zvijezde: π , η , ζ i β , a istočni zvijezde: ε , π , ε i α , dok δ ostaje nešto na strani. Priečka ε ζ spaja ove lukove, pa te tako lik cieloga Herkula opominje na pisano slovo \mathcal{C} .

Medju osobitim objektima u ovom zvjezdištu izdijelimo ove: Zvijezda ζ je dvostruko sunce; veće je sunce 3. reda i žuto, a manje 6. reda i crvenkasto; jedno sunce obidje drugo za 344 godina. — U zvjezdištu Herkula se nalazi i ona točka neba, prema kojoj se giba naše sunce zajedno sa cielom svojom obitelji (A. R. 267° i dekl. + 31° kraj pravokutnoga trokuta ν , ξ , σ). Kakovo je to gibanje sunca i kojom brzinom sunce naše leti prema toj točki, o tom danas možemo tek nagadjati. Glavna zvijezda u Herkulu α (Ras Algethi) ne pokazuje samo nepravilne promjene u svom sjaju, nego je takodjer i dvostruka, glavno je sunce 3. reda i žuto, a drugo 6. reda i crveno. I zvijezde δ , κ , μ i ρ su dvostruke. Veoma se lijepa i velika hrpa zvijezda vidi u Herkulu na jak teleskop. Nabrojili su u njoj do 6000 zvijezda (10. do 15. reda) i sve se do središta dobro razabiraju. Mjesto joj je AR = 249°, dekl. + 36°45'.

Povratimo se sada na časak opet k Velikom Medvjedu i polarnoj zvijezdi, da obidjemo i naše stare znance na istočnom nebu u njihovom novom položaju. Spojimo li opet α β u Velikom Med-

vjedu sa polarnom zvijezdom, pak u toj točki osovimo opet okomicu, ali sada licem okrenuti k sjeveru tako, da se ova okomica spušta k sjevernom horizontu, proći će ona sasma blizu horizonta medju Kapelom u Kočijašu, koja sja sasma duboko na sjevernom horizontu, i poznatom grupom u Perzeju i ući u Kumovsku Slamu, koja se baš na sjeveru spušta na horizont.

Spojimo li opet δ u Velikom Medvjedu sa polarnom zvijezdom i produžimo taj pravac preko nje k istočnom horizontu, sjeći će taj pravac poznati W Kasiopeje, koja je sva u Kumovskoj Slami, ali dosta nizko nad sjeveroistočnim horizontom. Idući dalje tragom Kumovske Slame, koja se pomalo uzpinje nad istočni horizont, naći ćemo u njoj naskoro staroga znanca, kojega smo prije pô godine vidjeli baš na protivnoj strani neba, zvjezdište Labuda ili Sjevernoga Križa: α (Deneb), γ i β , koje čine veliku os križa, stoje sada horizontalno, i kod Deneba se Kumovska Slama dieli u dvoje. Druga je os križa δ , γ , ε , i pokazuje baš prama istočnoj točki horizonta. Zvijezde Deneb, Vega i svjetla zvijezda γ u glavi Zmajevoj čine pravokutan trokut, u kojem je Vega vrh pravoga kuta.

Medjutim su se nad istočnim horizontom dovoljno uzpela neka nova zvjezdišta, te je sada vrijeme, da ih s bližega upoznamo. To su zvjezdišta Dupina, Orla, Ophiucha sa Zmijom, Skorpiona i Vage.

21. Orla i Antinous

lat.: Aquila et Antinous; franc.: L' Aigle et Antinous; njem.: Der Adler und Antinous; po Heisu 79 zvijezda.

Tko poznaje zvjezdište Lire sa sjajnom Vegom, lako će naći i glavne zvijezde Orlove po ovom glavnom alignmentu. Spojiš li Vegu sa Denebom (α u Labudu ili Sjevernom Križu) pravcem, pak osovish na tom pravcu okomicu u Vegi prama južnom horizontu, udarit će ova okomica o sjajnu zvijezdu prvoga reda Atair, koja je ujedno glavna zvijezda u zvjezdištu Orlovu (α Aquilae). Atair je gotovo u sredini izmedju druge dvie zvijezde β (4. reda) i γ (3. reda), koje takodjer pripadaju zvjezdištu Orlovu. Sve tri zvijezde β , α , γ čine pravac sa Atairom u sredini. Medju Vegom i Atairom se provlači Kumovska Slama, koja se je već kod Deneba razdielila u dva traka, što se gotovo horizontalno vuku k južnom horizontu. Sve tri glavne zvijezde Orlove γ , α (Atair) i β sasma su blizu svjetlom

Kučera: Naše nebo.

vidi mala zvjezdica δ . reda (ζ). Na jug od ovoga rhomba naći ćeš lako još dvie zvjezdice α (5. reda) i ε (4. reda), koje zajedno sa rhombusom daju celom zvjezdištu karakteristični oblik papirnata zmaja. Naći ćeš ga takodjer lako, ako polarnu zvezdu spojiš sa Denebom u Labudu, pak taj pravac produžiš preko Deneba do kraja Kumovske Slame. Ovo zvjezdište prikazuje onog dupina, koji je Ariona, prvoga majstora na harfi, kad su ga suputnici bacili u more od nenavisti i želje, da se obogate, digao na svoja ledja i ponio do obale. Kralj je naime korintski Perijandar Ariona (oko 620. pr. I.) poslao kao slavna pjevača i majstora na harfi u Italiju, da se natječe. On je i pobedio u Tarentu. Kad se je bogat vraćao na korintskom brodu, odluče brodari, da ga ubiju, kako bi se dokopali njegova blaga. Apolon mu u snu objavi pogibao. Arion zamoli suputnike, da smije još jednoć udarati u harfu. Svečano odjeven i nakićen izadje s harfom u ruci na palubu, odpjeva pjesmu i baci se sam u more. Dupini se bjehu skupili oko broda i slušali pjesmu njegovu, te ga jedan primi na ledja i ponese do rta Tainaros, odkuda je pješke došao u Korint. Mornare, koji su tek kasnije stigli u Korint, dao je Perijandar razapeti na križ, a dupin, koji je spasio Ariona, dospio je kasnije medju zvezde, da mu bude vječna uspomena.

23. i 24. Ophiuchus i Zmija

(lat. Serpentarius; franc.; Ophiuchos ou Le Serpente et le Serpent; njem.: Ophiachos oder der Schlangenträger und die Schlange; po Hehu 136 zvezda).

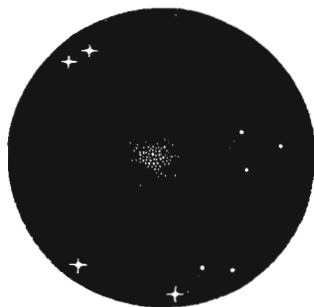
Kada se je ciele Ophiuchus sa Zmijom podigao nad horizont južnoga našega neba, prikazuje nam se kao ogroman kružni luk, a u sredini mu je liepi, kod Herkula već spomenuti trapez zvezda, po kojemu se i najlakše nadju glavne zvezde Ophiuchusa i Zmije. Da nadješ na nebu bar glavne zvezde ovoga zvjezdišta, povrati se na zvjezdište Herkulovo. Pravac, koji spaja Gemmu u Sjevernoj Kruni sa Vegom u Liri, prosjeca srednji četverokut Herkulov π , τ , ε , ζ . Ovomu se četverokutu u Herkulu priključuje na jug drugi nama već poznati: ε , ζ , δ , β sastavljen od samih zvezda 3. reda. Ako si našao ovaj četverokut u Herkulu, imadeš i glavni alignment, koji te vodi na Ophiucha i njegovu Zmiju. Evo ga: (pogledaj kartu neba na kraju knjige) produži istočnu stranicu spomenutoga četverokuta ε δ preko δ , pa ćeš doći do dviju

zvezda α i β , koje čine istočnu stranicu u karakterističnom trapezu Ophiuchovu. Zvezda je α (2. reda) u glavi, a zvezda β (3. reda) u plećima Ophiuchovim. Nastavak stranice α β prelazi u luk malih zvezdica u obliku slova s, koji je već u Kumovskoj Slami. Sada ćeš lako naći i zadnju stranicu ovoga trapeza, koju čini spomenuta promjenljiva zvezda Ras Algethi (α Herculis) u glavi Herkulovoj sa zvezdicom α takodjer u plećima Ophiuchovim. Ovaj karakteristični trapez: α Herculis, α Ophiuchi (Ras Alhague) i onda β i α Ophiuchi čine glavne zvezde Ophiucha ili, kako ga takodjer zovu, Zmijonosca. Stranica α α produžena preko α prolazi najprije kroz zvezdu λ (3. reda) i onda malo dalje kraj dviju bližih zvezda δ i ε (3. reda), koje su u desnoj ruci Ophiuchovoj.

Pomišljaju ovo zvjezdište tako, da Ophiuchus u rukama svojim drži veliku zmiju, koja svojom glavom seže gotovo do Sjeverne Krune, a repom gotovo do Ataira u Orlu. Glavne joj zvezde čine onaj ogroman luk, koji se savija oko trapeza u Ophiuchu. Potražimo najprije glavu i gornje tielo te Zmije, a to nam je lako uz pomoć više puta iztanutoga četverokuta u Herkulu ε ζ β δ . Zapadna njegova stranica ζ β produžena preko β nastavlja se u mali luk, što ga čine zvezde β i γ u Herkulu pa dalje γ (4. reda) i β (3. reda) u Zmiji. U posljednjoj zvezdi β ovaj se luk sastaje sa drugim malim lukom zvezdica 4. i 5. reda (π , ρ , α) u Zmiji, koji polazi baš izpod Gemme u sjevernoj Kruni. Oba ova luka daju otvor slova y, koji je baš izpod zvjezdišta Krune i taj otvor je ujedno glava Zmijina. Noga toga y savinuta je: počinje se kod zvezde β i nastavlja se preko δ (3. reda), i α (2. reda) do ε (3. reda), koje su zvezde u gornjem tielu Zmijinu. Sa zvezdom δ započinje se sada onaj veliki karakteristični luk zvezda u donjem tielu i repu Zmijinu, koji se savija izpod trapeza Ophiuchova u smjeru jugoistočnom, pa se onda opet diže prema Atairu u Orlu. Tvore ga najprije obje zvezde u desnoj ruci Ophiuchovoj δ i ε , zatim ζ , η , ξ i napokon ν , τ , θ . Najjužnije su zvezde u tom luku τ (2. reda) i ξ (4. reda), a kod ove se zvezde počinje luk dizati prema Atairu. Sve zvezde ovoga velikoga nebeskoga luka (dobro će ih oko nabrojiti 11, ako računa od α) jesu 2., 3. i 4. reda i pripadaju ili Ophiuchu ili Zmiji. Onaj dio neba, koji je u ovom luku, dosta je slabo izpunjen zvezdama, no u sredini toga prostora eno sja liepim sjajem opisani trapez Ophiuchov, koji sa lukom sačinjava glavne zvezde ovoga razprostranjenoga zvjezdišta.

I u ovom nam je zvjezdištu zabilježiti nekoliko zanimljivih objekata. Zvijezda γ (3. reda) je dvostruko sunce; obhodno je vrijeme jednoga sunca oko drugoga 89 godina. Na medji gotovo između Zmije i Vage (AR — 227° 45' i D = + 2° 40') stoji izvanredno lijepa i gusta okrugla hrpa zvjezdica sa promjerom od 2 $\frac{1}{2}$ minute; na rubu samom možeš u teleskopu nabrojiti bar 300 zvijezda! (Sl. 31.)

Godine 1604. napokon pojavila se je u desnoj nozi Ophiuchovoj (AR = 259° 42' i D = — 21° 15') nova zvijezda, koju je astronom Brunovski, učenik Keplerov, neprestano motrio, dok je nije opet nestalo. Bila je sjajnija od svih stajačica prvoga reda, pače još sjajnija od planeta Jupitera i Saturna. Godine 1605. bila je još uvijek sjajnija od Antaresa u Skorpionu, no početkom ožujka god. 1606. nestalo je bez traga.



Sl. 31. Hrpa zvijezda u Ophiuchu.

Upoznavši dobro veliki luk Zmije nije teško na južnom nebu, dosta nisko, naći dva zvjezdišta, koja su mu neposredni susjedi: Skorpiona ili Štipavca i Vagu.

25. Skorpion ili Štipavac

(lat.: Scorpium; franc.: le Scorpion; njem.: der Scorpion; po Heisu 39 zvijezda).

Ispod velikoga luka u Ophiuchu lako ćemo naći glavne zvijezde Skorpionove (vidi kartu neba) po ovom alignementu. Povratimo se k poznatom nam za ovaj dio neba karakterističnom trapezu u Ophiuchu. Zapadna njegova stranica α α produžena preko α prama zvijezdama λ , δ , i ϵ u Zmiji (dakle k jugu) daje pravac, koji prolazi između dvaju susjednih zvjezdišta Vage i Skorpiona. Glavne zvijezde Skorpionove su na istočnoj strani toga pravca. Ako od zvijezde α u glavi Ophiuchovoj potegnemo pravac, koji prolazi baš u sredini

među zvijezdama Zmijinim η i ζ , udarit će taj pravac o sjajnu zvijezdu prvoga reda, koja rumenim svjetlom sja na južnom nebu nad sve ostale zvijezde. To je Antares* ili α Scorpion, glavna zvijezda u Skorpionu, koja stoji u srcu njegovu. Kad si našao Antaresa, lako ti je odrediti još nekoliko glavnijih zvijezda Skorpionovih, da mu možeš upamtiti lik. Antares je u sredini među druge dvije zvijezde σ i τ (obje 3. reda), a na istok od ovih triju zvijezda stoji lijep luk zvjezdani, sačinjen od dviju zvijezda 2. reda β i δ i jedne zvijezde 3. reda π sve u glavi Skorpionovoj. Ako napokon pravac σ — Antares — τ produžiš preko τ , doći ćeš još do zvijezde 3. reda ϵ , koja je već u repu Skorpionovu. I tim si odredio 7 glavnih zvijezda Skorpionovih, po kojima možeš lako upamtiti karakteristični lik toga zvjezdišta: tri zvijezde (β , δ , π) daju lijep zvjezdani luk, a od prilike u središtu toga luka stoji rumeni Antares, koji sa još 3 zvijezde (σ , τ , ϵ) stoji u nešto savitoj crti, koja se pruža u rep Skorpionov. — Antares dobio je ime od svoga rumenoga svjetla, jer su ga s te strane suprotstavljali planetu Martu, koji se također odlikuje rumenim svojim sjajem. Među zanimljivim objektima u ovom zvjezdištu istaknuti nam je samo Antaresa, koji se u teleskopu očituje kao dvostruko sunce; pratilac mu je zvijezda 7. reda tek 3 sekunde daleko od Antaresa. I zvijezda β u glavi Skorpionovoj (gornja u luku) je dvostruko sunce sa pratiocem 4. reda 14 sekunda daleko od β — u teleskopu vrlo lijep objekt. — Kaki je to Skorpion, koji je na nebo smješten, nije poznato. Ovid pripovijeda, da je to ona neman, koje se je Phaëton prestrašio, kad je kušao voziti sunčana kola po nebu, a druga priča opet kazuje, da je to onaj Skorpion, koji je ugrizao Oriona u času, kad je gotovo dostigao Dianu, koju je progonio.

Neposredni je susjed Skorpionu

26. Vaga

(lat.: libra; franc.: la Balance; njem.: die Waage; po Heisu 29 zvijezda).

Ovo zvjezdište imade samo dvije zvijezde većega sjaja (2. reda), koje su za nj karakteristične. Spomenuti pravac α α u trapezu Ophiuchovu ostavlja ove dvije glavne zvijezde β i α Vage na zapadu; lako ćeš ih prepoznati, jer su jedine sjajnije zvijezde u onom kraju.

* Od grčkoga Ant-Ares = Anti-Mars.

Da budeš još sigurniji, upotrebi i ovaj alignment: pravac, koji spaja Antaresa sa δ (srednjom zvijezdom u laku Skorpionovu) produžen preko ove posljednje zvijezde δ proći će baš među objema zvijezdama β i α u Vagi, koje su u zdjelicama njezinim. Zvijezdu β zovu također Zubenelschemati (arapski: lijeva [sjeverna] zdjelica), a zvijezda α Zubenelgenubi (desna [južna] zdjelica). — Zvijezdište je ovo po svojoj prilici dobilo ime po tom, što su dan i noć u jesen jednaki, kad je sunce u ovom zvijezdištu. Po drugoj pak priči ima da podsjeća ovo zvijezdište na nekog starog egipatskog kralja Mochosa, koji je tobože obreo vagu i uteze. — U zvijezdištu Vage istaknut ćemo trostruko sunce ξ , sastavljeno od jedne zvijezde 4. reda, jedne 5. i jedne 7. reda. Mädler je mogao odrediti, da bliža obidje glavnu zvijezdu za 105 godina i 191 dan!

Opisavši nova zvijezdišta, što nam se na istočnom nebu dne 1. srpnja u 9 sati na večer ukazaše u zgodnom položaju, hajde da obidjemo još i stare naše znance, koji nam se nad glavom i na zapadnoj polovici neba još nalaze nad horizontom. — Obrnimo se u tu svrhu opet licem k sjeveru (k polarnoj zvijezdi) i potražimo Velikoga Medvjeda. Pravac α Velikoga Medvjeda produžen prema zapadnom horizontu vodi nas u opisano već zvijezdište Velikoga Lava. Spomenuti pravac sieća četverokut u Velikom Lavu, a karakteristična za Lava hrpa zvijezda, koja imade oblik srpa, stoji sada na zapadnom horizontu i okrenula je konkavnu stranu srpa horizontu.

Orta, što spaja tri zvijezde u repu Velikoga Medvjeda, produžena preko γ , prolazi kroz poznati nam peterokut u Bootesu. Čine ga 3 zvijezde 3. reda, jedna 4. reda i jedna 2. reda; priključuje mu se trokut zvijezda, u kojem na vrhu stoji rumeni i sjajni Arcturus, prva zvijezda u Bootesu, a kraj njega stoje na lijevo i na desno po jedna zvijezda 3. reda. —

Ako pak na pravcu, koji spaja zadnju zvijezdu na repu Medvjedovu (γ) sa srednjom (ζ), u njegovoj sredini osovimo okomicu prema zapadnom horizontu, sjeći će ovaj pravac zvijezdište Djeviceu i proći će sasna blizu kraj glavne zvijezde u ovom zvijezdištu, koja se zove Spica (Kias). Po njoj ćeš lako odrediti i ostale zvijezde Djevičine. Vriedno je, da upamtiš i to, kako Spica, Arcturus i Denebola u Lavu čine gotovo istokračan trokut. Ispod Djevice, sasna blizu horizontu, vidjet ćeš još, ako je nebo sasna čisto, sjajni četverokut Gavrana, koji baš hoće da zadje pod horizont.

Okrenimo se napokon još jednoć k sjeveru i bacimo oko na sjeveroistočnu stranu neba! Tamo se u Kumovskoj Slami baš uzdiže nad horizont Perzej, malo više nad njim stoji Kasiopeja, a njoj se opet u Kumovskoj Slami priključuje opisani Labud ili Sjeverni Križ; duga je os Križa sada gotovo horizontalna, a kratka pokazuje baš prama istočnoj točki horizonta. Glavna zvijezda u Labudu Deneb, pa onda Vega u Liri i γ u Zmaju čine pravokutan trokut.

I tim dodjosmo opet na istočnu i južnu stranu neba, koju smo već obširno opisali.



VI.

Naše noćno nebo dne 1. listopada svake godine u 9 sati na večer.*

Pregled poznatih zvijezda — Strjeljač i Štit Sobjeskoga. — Pegaz. — Ribe. — Kit. — Jarac. — Vodenjak. — Južna Riba (Fomalhaut).

Od zvijezdišta, što smo ih dne 1. srpnja u 9 sati na večer vidjeli na našem noćnom nebu, liep se je broj skrio pod horizontom: nema više Blizanaca, Raka, Lava, Djevice, nema ni Gavrana, ni Vage, ni Skorpiona, nema ni Kose Berenikine, a i od Bootesa skrio se je dobar dio. Nu zato su se na istočnoj polovici neba pojavila nova zvijezdišta, kojih dne 1. srpnja ondje ne vidjesmo, a stranom su nam stari znanci od 1. siečnja, stranom opet posvema novi gosti, koji nas za zadnji put pozivaju na šetnju po nebeskom svodu. To su Andromeda, Pegasus, Ribe, Vodenjak, Jarac, Južna Riba, Sjeverni Trokut, Perseus, Ovan, Plejade i Hijade i napokon Kit.

Potražimo opet najprije cirkumpolarne zvijezde (sl. 32.), kako su

* Isti položaj zvijezda naći ćeš: dne 15. rujna u 10 sati na večer; dne 1. rujna u 11 sati na večer, i 15. kolovoza o ponoći. Onda opet: dne 15. listopada u 8 sati na večer; dne 1. studenoga u 7 sati na večer i dne 15. studenoga u 6 sati na večer

se sada poređjale oko polarne zvijezde. Sedam je svjetlih zvijezda u Velikom Medvjedu zauzelo svoj najniži položaj spram horizonta. Tri zvijezde u njegovu repu stoje gotovo horizontalno i pokazuju prema zapadu. Crta produžena istim zavojem preko njih na lijevu tu ruku proći će kraj peterokuta u Bootesu i udarit će o rumeni Arcturus, koji je sasna blizu horizontu, pak će za koji čas zaći.



Sl. 32. Naše noćno nebo dne 1. listopada svake godine u 9 sati na večer.

Zvijezde Maloga Medvjeda sa polarnom zvijezdom na čelu naći ćeš opet, ako pravac $\beta \alpha$ u Velikom Medvjedu preko α (dakle gore) produžiš. Polarna je zvijezda opet na svom prijašnjem mjestu, no ostale su zvijezde Maloga Medvjeda znatno promijenile svoj po-

ložaj od 1. srpnja amo. Dok je 1. srpnja cijeli Mali Medvjed bio iznad polarne zvijezde, sad je sav na lijevu ruku od nje (prama zapadu): kazalo nebeske ure (pravac $\alpha \beta$ u Malom Medvjedu) okrenulo se u ova tri mjeseca opet za 90° od istoka k zapadu, a s njim i cijeli svod nebeski. — Medju oba Medvjeda provlače se zvijezde u repu Zmajevu gotovo horizontalno na lijevu tu ruku, a zatim se opet uzdižu zvijezde u struku Zmajevu prama zenitu (ι , θ , η , ζ i ψ) obilazeći na lijevoj strani Maloga Medvjeda; od zvijezde se δ opet Zmaj savija na lijevu stranu (prama zapadu) i završuje sa trokutom $\beta \gamma \xi$ u glavi njegovoj. Alignemente za ova 3 zvjezdišta već smo ponovno isticali.

Na lijevoj strani peterokuta u Bootesu, koji sada stoji nizko na sjevero-zapadnom horizontu, otkrit ćeš lako poznati nam liepi vienac zvijezda, koje čine Krunu, a medju njima je prva Gemma (dragulj). Još malo dalje na lijevo od Krune vidiš zvijezde u glavi Zmijinoj, a tvore slovo Y, koje se spušta prama zapadnom horizontu, ali mu se noga najednoć kod zvijezde δ okrene na lijevo. Lako možeš sada dalje pratiti onaj ogromni luk zvijezda, koji se sada sasna blizu zapadnom horizontu neba vuče od zapada k jugu, a pripada što Zmiji, što Ophiuchu (zmijonoscu); glavne su zvijezde u tom luku δ , α , ϵ , δ , ϵ , ζ , η , ζ , ν , η , θ . — Visoko na zapadnom nebu sja sjajna zvijezda Vega u zvjezdištu Liri, a medju Lirom se i Krunom stere poznati nam Herkul. Pravac, što spaja Gemmu sa Vegom prosieca srednji četverokut Herkulov (ϵ , ζ , η , π); nad njim prama glavi Zmajevoj stoji gornji četverokut (η , π , ι , τ) a najviša zvijezda u tom četverokutu (ι) već je sasna blizu glavi Zmajevoj (β , γ , ξ) i čini sa ovim zvjezdama poznati nam veoma pravilni rombus. Niži pak četverokut Herkulov (ϵ , ζ , δ , β) vodi nas svojom istočnom stranicom (ϵ , δ) na liepi trapez u Ophiuchu (α Herculis, α Ophiuchi, β , κ), koji izpunjuje prazninu iznad velikoga luka u Zmiji. Ovaj se karakteristični trapez još liepo sja na zapadnom nebu ispod Herkula, usporedne njegove stranice (α , α i β , κ) stoje gotovo horizontalno i tik do Kumovske Slame, koja u ovo doba godine našem jugo-zapadnom nebu podaje osobiti sjaj: neizmjereno se carstvo zvijezda diže iz svjetlih oblacića dosta sjajne Kumovske Slame, koja se ovdje spušta k južno-zapadnom horizontu razdijeljena u dvie grane. Baš ondje, gdje Kumovska Slama zalazi, jesu zvijezde jednoga dosta liepoga zvjezdišta, koje se nad naš horizont uobće tek malo popeti može, jer je daleko na jugu. To je

dine nije bilo dobre prilike, da ih proučimo. Najprije potražimo poznatu nam Andromedu i Ovna.

Pravac, što spaja polarnu zvijezdu sa krajnom zvijezdom β u Kasiopeji, udarit će, ako ga za njegovu dužinu produžiš preko β , baš o zvijezdu α u Andromedi (2. reda). Spojiš li pak polarnu zvijezdu sa drugom krajnom zvijezdom Kasiopeje, sa zvijezdom ϵ , pak taj pravac opet produžiš preko ϵ , ali sada za dvostruku njegovu dužinu, udarit će on o drugu sjajnu zvijezdu γ u Andromedi. Između α i γ gotovo u sredini stoji β . glavna zvijezda Andromedina β (2. reda) i čini sa α i γ nama već poznatu slomljenu crtu $\alpha\beta\gamma$.

Pravac ϵ Kasiopeje γ Andromede, produžen preko ove zadnje zvijezde prema istočnom horizontu, udarit će najprije na malo zvjezdište sjevernog trokuta, a onda još dalje produžen i niže prema horizontu na zvjezdište, također nama već poznato, Ovna, koje je obilježeno sa 3 zvijezde α (2. reda), β (3. reda) i γ (4. reda) u glavi Ovnovoj. Te tri zvijezde čine tupokutan trokut sa tupim kutom u β .

Ako si dobro uočio Andromedu sa trokutom i Ovnom, možeš pouzdano pristupiti k izučavanju novih zvjezdišta, koja rese naše istočno i južno nebo na dan 1. listopada u 9 sati na večer. To su u prvom redu Pegaz, Kit, Ribe, Vodenjaka, Jarac i Južna Ribica, s kojima ćemo naš godišnji put po nebeskom svodu završiti.

28. Pegaz

(lat.: Pegasus; franc.: Pégase; njem.: Pegasus; po Heisu 112 zvijezda).

Andromedi se neposredno priključuje zvjezdište Pegaz, koje ćeš najlakše upamtiti po karakterističnom kvadratu, što ga čine glavne zvijezde Pegazove, a zove se u narodnom govoru Stol.

Povučeš li pravac od polarne zvijezde kroz sredinu Kasiopeje, pak ga produžiš za njegovu dužinu k jugu, naći ćeš se u zvjezdištu Andromede i Pegaza. Glavne zvijezde njihove čine veliku grupu zvijezda, koja je donekle nalik na Velikoga Medvjeda, samo je mnogo veća i na protivnoj strani od polarne zvijezde. Četverokutu Velikoga Medvjeda odgovara ovdje četverokut Pegazov, koji je mnogo sličan kvadratu te se neposredno priključuje zvijezdi α u Andromedi njoj na desnu ruku. Čine taj veliki kvadrat tri zvijezde, koje pripadaju Pegazu: β (2. reda), α (2. reda) i γ (3. reda); četvrta je zvijezda

toga kvadrata poznata nam zvijezda α Andromede (2. reda). Po sađanjem položaju na nebu je pravac α Andromedae — γ Pegasi iztočna, a β α zapadna stranica kvadrata, a druge dvije stranice α Andromedae — β Pegasi i α γ Pegasi teku gotovo horizontalno od iztoka k zapadu. Cijeli kvadrat stoji već povisoko na nebu blizu ravnine meridijanove, — njoj nešto na lievu ruku, ako gledaš kvadrat licem obrnut k jugu. Kvadrat Pegazov obuhvata na nebu prostor, u kojem za čudo nema gotovo nikakvih zvijezda, koje bi mogao vidjeti prostim okom. Ako i jest kvadrat Pegazov onaj dio ovoga zvjezdišta, na koji ćemo pomišljati spominjući odsele Pegaza, ipak nam je iztaknuti, da je ovaj kvadrat tek manji iztočni dio ovoga zvjezdišta; zapadni njegov dio imade lik mnogokuta ili poligona, koji se neposredno priključuje ovomu kvadratu i to njegovoj zapadnoj stranici β α Pegasi. I njegove je glavnije zvijezde sada lako naći: potegneš li u kvadratu diagonalu α Andromedae — α Pegasi, pak ju produžiš preko potonje zvijezde, udarit će taj pravac o dvie zvijezde ζ i θ (3. reda) u vratu i glavi Pegazovoj. (Vidi kartu neba.) Produžiš li pak južniju stranicu kvadrata γ α preko α za njezinu dužinu, proći će taj pravac nešto iznad zvijezde 2. reda ϵ na nosu Pegazovu. Produžiš li napokon sjevernu stranu kvadrata α u Andromedi k β u Pegazu preko ove potonje zvijezde, proći će ovaj pravac najprije izpod zvijezde η (3. reda) i udariti o zvijezde ι i κ (4. reda). Zvijezda β čini sa η i ϵ parom zvjezdica λ η (4. reda) mali gotovo istostraničan trokut, a pravac β η produžen preko η udara o zvijezdu π (4. reda).

Stranica dakle zapadna u kvadratu Pegazovu β α čini sa zvjezdama ζ , θ , ϵ , κ , π , η nepravilan mnogokut, i to je drugi veći dio ovoga zvjezdišta.

α u Pegazu zove se također Markab. — I Pegaz je iz grčke mitologije došao na nebo. Po njoj je Pegaz onaj mitični krilati konj pjesnički, koji je postao iz krvi Meduze, što ju je ubio Perzej blizu izvora oceanovih (grč. pegai = izvori). Jednim udarcem njegovoga kopita otvorilo se ono znamenito vrelo na Helikonu u Beotiji, za koje vele, da je ljude oduševljavalo na pjesništvo, kad bi se iz njega napili vode. — Po drugoj bi priči Pegaz bio onaj konj, što su ga bogovi poklonili Belerofonu, sinu Glaukovu iz Korinta. S pomoću ovoga konja savladao je grđu neman likijsku Himera (od grč. himaira = koza), koja je sprieda bila lav, u sredini koza, a na kraju zmaj. Objestan sa svoje pobjede poletio je

27. Strjeljač

(lat.: Arcitenens; franc.: le Sagittaire; njem.: Der Schütze; po Heisu 73 zvijezde).

Da mu nadjemo glavne zvijezde, potražimo opet karakteristični trapez u Ophiuchi. Ako mu produžiš stranicu α , preko β prama horizontu, udarit će taj pravac na dvostruko savijenu crtu od 6 zvijezda 3. i 4. reda, koje čine luk i strjelicu Strjeljčevu. Te su zvijezde: μ , (4. reda), λ (3. red a) i δ (3. reda), a desno od njih γ (3. reda), koja je na vrhu strjelice. Ispod ovoga luka (μ , λ , δ , γ) stoji ε (3. reda) sasna na horizontu, da za koji čas zadje. Nešto na iztok od one savijene crte stoji već izvan Kumovske Slame četverokut od zvijezda σ (2. reda) ζ (3. reda), τ (4. reda) i ς (4. reda) Nad njim ćeš lako još nešto više na istok naći liep luk od 6 zvijezda, — medju njima je jedna 3. reda (π) i tri 4. reda (ν , ρ , ξ), — koji se spušta k spomenutom četverokutu. Tik kraj ovih zvijezda spušta se k horizontu Kumovska Slama, koja se ovdje odlikuje osobitim prekrasnim sjajem i najvećom svojom širinom.

Neka nadje ovdje mjesto i Štit Sobieskoga. neznatno zvjezdište iznad Strjeljača. Podješ li okom uzduž Kumovske slame od horizonta gore, opazit ćeš odmah u Kumovskoj slami ovelič svjetli oblak, koji je na gornjoj strani obrubljen viencem slabih zvjezdica, koje pripadaju Štitu Sobieskoga (Scutum).

U Strjeljaču možeš vidjeti na teleskop 9 hrpa zvijezda i 7 svemirskih maglica! Osobito se ističe kuglovita hrpa zvijezda od 12. do 20. reda, koja je prama sredini sve svjetlija (AR = 276° 48', D = — 24°), onda kao vilica u troje rascjepana magla (268° 18', D = — 23° 1') sa dvostrukom zvijezdom u njoj, i napokon liepa eliptična magla (AR = 272° 3', D = — 19° 56') kojoj je u svakom žarištu mala zvjezdica. U Štitu Sobieskoga osobito se ističe velika magla (AR = 273°, D = — 16° 16') koja imade oblik grčkoga slova Ω .

Tko je taj Strjeljač? I on je znamenita ličnost u grčkoj mitologiji. Ima da nas podsjeti na Hirona, obretnika jahanja, koji je bio sin Kronosa i Filire. Za Hirona veli priča, da je bio najmudriji medju centaurima (Centaur = neman; pola čovjek pola konj). Bogovi ga izučiše osobito lov loviti, stoga ga smatrahu u heroično doba simbolom svega znanja. Već u Homeru ga nalazimo, gdje uči Ahila liečničtvu, a uza to je bio i majstor u muzici. Njegovi su učnici bili Eskulap, Nestor, Tezej, Odisej, Kastor i Poluks, Bakho

i dr. — Štit Sobieskoga metnut je na nebu u novije vrieme za vječnu uspomenu na hrabroga poljačkoga kralja, koji je oslobodio Beč od Turaka.

Još bismo jednoć ovdje upozorili na krasotu Kumovske Slame: iz mnogiu oblačića, što u njoj svjetlucaju, snatrećem oku izlazi u susret bezbroj zvjezdica, osobito ako je oko oružano kazališnim staklom, koje povećava samo 4—6 puta, pa onda od Strjeljača prati Kumovsku Slamu gore prama zenitu do onoga mjesta, gdje u njoj stoji Labud ili Sjeverni Križ. Križ, načinjen od zvijezda α γ β (duga os) i ε γ δ (kraća os) visoko je sada na nebu, nama gotovo nad glavom: gotovo se vertikalno postavio nad nama sa dužom osi, a kraća os je horizontalna. Noga mu je (β , Albireo), baš usred sjajnoga oblaka u Kumovskoj Slami. — Nešto na desno od Labuda eno svijetli ubava Lira sa sjajnom Vegom; njoj na lievo i nešto niže naći ćeš mali rombus u Dupinu. Pod njima stoje 3 glavne zvijezde Orlove u pravcu; srednja, Atair, čini sa Vegom i Denebom (u Labudu) velik istokračan trokut, u kojem su mala i neznatna zvjezdišta: Lisica sa Guskom i Strjelica.

Obrnimo se sada na sjeveroiztok. Ondje se diže nad horizont Kumovska Slama, ali joj je sjaj veoma slab spram sjaja na protivnoj strani neba. Sasna nizko nad horizontom stoji poznati nam peterokut u Kočijašu (α , β , δ , ι u Kočijašu i γ u Biku). Osobito sja ondje sjajna Capella, a kraj nje ćeš naći trokut (ε , ν , ζ) koji označuje Kozliće. — Nad zvjezdištem Kočijaševim, ali takodjer u Kumovskoj slami, naći ćemo zvijezde poznatog nam Perzeja, koje čine luk u obliku slova S, a savija se prama sjajnoj Capelli: drugi se luk zvijezda odjeljuje od sjajnoga Algeniba u Perzeju na drugu stranu dolje prama sjeveroiztočnom horizontu, gdje stoji ubava hrpica Plejada u Biku. Južno od Plejada sasna blizu horizontu stoji druga hrpa zvijezda u Biku, Hijade, koje imadu oblik slova V, a medju njima sja zvijezda 1. reda, koja se je baš uspela nad horizont, Aldebaran žarka rumena svjetla.

Kreneš li okom još malo više gore u Kumovskoj Slami, naći ćeš iznad Perzeja poznato ti cirkumpolarno zvjezdište Kasiopuju sa karakterističnim oblikom slova W. I tako dodjemo opet u susjedstvo polarne zvijezde, koja eno stoji od prilike u sredini izmedju Kasiopuje na istočnoj i Velikoga Medvjeda na zapadnoj strani ravnine meridijanove. To nam je povod, da izbližega upoznamo na istočnom nebu nekoja nova zvjezdišta, za koja cieie go-

na ovom krilatom konju do stanova bogovskih, no tu je objest platio životom: survao se u ponor.

Ako od kvadrata Pegazova kreneš na lijevo okom k Andromedi, lako ćeš sada sastaviti prije spomenutu hrpu zvijezda, koja ima oblik nalik na Velikoga Medvjeda. Kvadrat Pegazov sam odgovara Medvjedovu četverokutu, a zvijezde β i γ u Andromedi i poznati nam od Perzeja Algol ili β u glavi Meduzinoj čine slomljena ertu nalik na onu ertu, što je u repu Velikoga Medvjeda. Dobro upamti ovu grupu, jer je za orijentaciju u ovom kraju neba veoma značajna!

Izpod Andromede i Pegaza stere se dosta dugo, ali od samih slabih zvijezdica sastavljeno zvjezdište, koje se zove

29. R i b e

(lat.: Pisces; franc.: les Poissons; njem.: Die Fische; po Heisu 80 zvijezda).

Razasute i dosta slabe zvijezde obiju Riba, koje sobi predstavljamo svezane vrpcom (vidi kartu), lako je naći, kad poznaješ Andromedu i kvadrat Pegazov: jedna je Riba izpod južne stranice Pegazove γ α , a druga je izpod srednje zvijezde β u slomljenoj erti Andromedinoj α β γ . Svezane su vrpcom, sastavljenom od slabih zvijezdica gotovo u pravom kutu.

Izpod pravca, koji spaja α i β u Andromedi, lako ćeš otkriti hrpu zvijezdica 4. i 5. reda, koja imade oblik maloga latinskoga slova γ sa nešto svinutom nogom. Zvijezde σ , τ , υ , ϕ , χ čine lijevi, a zvijezde ϵ , ζ , η , ψ , χ desni krak slova. Oba se kraka sastaju kod χ i nastavljaju u nešto dužu slabo svinutu ertu, koja teče preko zvijezda ρ (5. reda), dviju zvijezda η i \circ (4. reda) do zvijezde α (3. reda), koja je u uzlu obiju vrpaca i ujedno najsajjnija zvijezda u cijelom zvjezdištu. Spomenute zvijezde χ , ρ , η , \circ i α daju iztočnu vrpceu obiju Riba. Od uzla α vuče se pod južnu stranitu γ α Pegazova kvadrata gotovo upravna ertu preko zvijezda ζ (4. reda) ν , η , ζ (5. reda) i ϵ , δ , ω (4. reda) do druge Ribe, koja je baš izpod stranice γ α u Pegazu horizontalno položena. Pet zvijezdica u ovoj Ribi ι , ϑ , γ (4. reda) i λ α (5. reda) daju dosta pravilan peterokut.

Ove su Ribe uspomena na Veneru i Kupida, koji su se jednom prilikom, kad ih je poplašio Tifon, orijaš, koji je nosio nesreću, bacili u valove Eufratove, da se izbave nevolje.

U neposrednom susjedstvu Andromede i Ovna, nešto dalje na

jug, vidi se već dosta blizu iztočnom horizontu veliko zvjezdište, koje se izpod Andromede i Pegaza stere prema zapadu, ali ni u njemu nema osobito sjajnih zvijezda ni karakterističnih figura, zato ga je teže upamtiti. To je

30. K i t

(lat. Cetus; franc. la Baleine; njem.: Der Wallfisch; po Heisu 110 zvijezda)

Zgodno ćemo ovo zvjezdište razdijeliti u dvie hrpe: iztočnu i zapadnu. Ako iz srednje zvijezde β u Andromedi povučemo pravac do β u Ovnu, pa ga produžimo preko potonje zvijezde prema horizontu, prosieca taj pravac mali trokut od zvijezda α u Kitu ili Menkar (2. reda), γ (3. reda) i δ (4. reda), koje su sve u glavi Kitovoj (vidi kartu). Produžiš li pravac α δ preko δ , dakle na desnu ruku, proći će on najprije kraj znamenite promjenljive zvijezde \circ u Kitu (zovu ju Mira Ceti = čudna) i ulazi u drugu zapadnu hrpu ovoga zvjezdišta, koja u svem sastoji od sedam zvijezda (njih šest 3. reda, a jedna [3] 2. reda); ovih sedam zvijezda imade oblik velikoga spruženoga nepravilnoga sedmerokuta, koji se raztvora u peterokut i četverokut Peterokut čine zvijezde τ , ζ , ϑ , η (3. reda) i β (2. reda), a njemu se priključuje četverokut od zvijezda β , η , i dviju zvijezdica 4. reda.

U ovom nam je zvjezdištu iztaknuti posebice zvijezdu \circ ili „Mira Ceti“. Dne 12. kolovoza 1596. opazio je župnik D. Fabricius u Kitu zvijezdu 2. reda, koje prije nije nikada vidio, pa ju je i u listopadu sljedeće godine uzalud tražio. Holvarda u Franekeru, koji ju je opet u prosincu g. 1638. vidio kao dosta sjajnu zvijezdu 3. reda, a ljeti je g. 1639. opet nije mogao vidjeti, spoznao je, da imademo posla sa zvijezdom, koja čudnim i nepravilnim načinom mjenja svoj sjaj. Te se promjene u sjaju zbivaju od prilike tečajem jedne godine. Veći dio godine prosto oko je ne vidi, a i u ono par tjedana, što ju vidimo, sjaj joj se znatno znade mjenjati. Gdjekada se znade, kad je najsajjnija, popeti do sjaja zvijezde 2. reda, drugda pak samo do sjaja zvijezde 4. reda. I vrijeme, što ga treba, da od najvećega svoga sjaja dodje do najmanjega (minimum), veoma se nepravilno mjenja. To je uzrok, da je dobila ime „Mira Ceti“, koje joj je i ostalo. Danas znademo, da imamo na nebu nekoliko stotina ovakvih „promjenljivih zvijezda“.

I ovo je zvjezdište u svezi sa pričom o Andromedi. Cetus je Kučera: Naše nebo.

naime ona morska neman, kojoj su Andromedu privezanu uz pećinu na žalu morskom htjeli žrtvovati, ali ju je spasio Perzej. Cassiopea, Cepheus, Andromeda, Perseus i Cetus pripadaju dakle istoj hrpi grčkih priča.

31. J a r a c

(lat.: Caper ili Capricornus; franc.: le Capricorne; njem.: Der Steinbock; po Heisu 52 zvijezde).

Poznato nam zvjezdište Oraj dovest će nas najbolje do zvjezdišta Jarca, koje je za početnika obilježeno sa dvie zvijezde 3. reda u glavi Jarčevoj. Glavne tri zvijezde Orlove leže, kako znamo, u pravcu: u sredini je toga pravca sjajni Atair (α Aquilae), a s jedne su i druge strane β i γ . Produžiš li ovaj pravac γ α β preko β (dakle prama jugu), udarit će on najprije o jednu zvijezdu 3. reda δ u Antinoju, koji se obično spaja s Orlom, onda će, još dalje produžen k jugu, udariti na dvie zvijezde 3. reda, jedna kraj druge, a to su baš najglavnije zvijezde α i β u glavi Jarčevoj, po kojima ćeš uvijek najlakše naći ovo zvjezdište. Još dalje produžen k jugu proći će ovaj pravac kraj dviju zvijezda 4. reda ψ i ω u prednjim nogama Jarčevim. Želiš li naći još nekoje zvijezde u Jarcu, a ti potegni u kvadratu Pegazovu (vidi kartu) od sjeveroistočne zvijezde δ k jugozapadnoj α diagonalu, pa ju produži prama horizontu. Proći će taj pravac najprije kraj zvijezde ζ u poznatom poligonu Pegazovu, proći će dalje kraj nekih zvijezda u Vodenjaku, koji ćemo čim kasnije opisati, i prosjeci će napokon baš u sredini zvjezdište Jarca, gdje gotovo u pravcu stoji 5 zvijezda Jarčevih, a to su: δ (3. reda) i γ (4. reda) u repu, zatim ϵ i θ (4. reda) u ledjima i β (3. reda) u glavi Jarčevoj.

Zvjezdište Jarac imalo bi predstavljati kozu Amaltea, koja je Jupitera na otoku Kreti hranila svojim mliekom, kad ga je majka skrivala od oca Saturna, koji je običavao pojesti svoju djecu. Drugi misle, da se je tako zvala nimfa, koja je onu kozu čuvala.

Kako su sve zvijezde u Jarcu dosta slaba sjaja, početnik će najbolje uraditi, upamti li od njega samo one dvie najprije spomenute α i β , na koje ga sigurno vodi allignement od Oria.

32. V o d e n j a k i J u ž n a R i b a

(lat.: Aquarius; franc.: le Verseau; njem.: Der Wassermann; po Heisu 101. zvijezda do 6. reda).

Spomenuta dijagonala u Pegazovu kvadratu δ α prolazi između dviju zvijezda 3. reda α i ζ u lievim plećima i u ruci Vodenjakovoj; zvijezda je ζ u sredini maloga trokuta, što ga čine dvie zvijezdice 4. reda (η i γ) i jedna zvijezdica 5. reda π , a taj je trokut u Vodenjakovu vrču. Kad si našao ovaj za Vodenjaka karakteristični trokutić sa zvijezdom ζ u sredini njegovoj, ne će biti teško odrediti još nekoliko zvijezda ovoga dosta u dužinu pruženoga zvjezdišta. Evo ih nekoliko za dalji studium: Spojiš li zvijezdu ζ sa zvjezdama α i β u glavi Jarčevoj, prolazi taj pravac kraj dviju zvijezda 3. reda α i β u plećima Vodenjakovim, a zatim kraj zvijezde ϵ (4. reda). Taj je pravac duža os velikoga Malteškoga krsta; kraća popriečna os prolazi kroz zvijezdu β u Vodenjaku, a krajeve joj označuju na sjevernoj strani 4 zvijezdice u neznatnom zvjezdištu Ždrebeta, na južnoj pak zvijezde δ i γ u repu Jarčevu. Dosta je lako prepoznati lik ovoga velikoga krsta, komu se obje osi pri krajevima ciepaju u dvie grane poput Malteškoga krsta. Ostale su zvijezde Vodenjakove južno izpod zapadne RIBE, koja je opet izpod stranice α γ u Pegazovu kvadratu. Spojiš li na primjer par zvijezda α β u glavi Jarčevoj sa parom δ γ u njegovu repu, pa taj pravac produžiš preko δ γ , pogedit ćeš baš zvijezdu δ (2.—3. reda) u Vodenjaku, koja se zove Šeat i stoji u nozi Vodenjakovoj; od Šeata se vuče luk zvijezda, istočno od njega, koji predstavlja vodu, što ju Vodenjak prolieva iz vrča. Ta voda teče u usta južnoj Ribi, koja su obilježena sjajnom zvijezdom 1. reda duboko na južnom horizontu (sada nešto na desno od meridijana), a zove se Fomalhaut ili α u Južnoj Ribi. Kako su ostale zvijezde ovoga zvjezdišta gotovo sasvim na južnom horizontu, gube se ondje u maglama, te ih s toga poblize ne opisujemo. Za nas je ovo zvjezdište obilježeno najjužnijom zvijezdom prvoga reda, koja se uzdiže nad naš horizont, a to je Fomalhaut.

Zvjezdište Vodenjak ovjekovječilo je Deukaliona, sina Prometeja i Pandore. — Ovaj — Homer ga doduše ne poznaje — mitički otac Helenov i praotac Helenâ dovec je koloniju iz Azije u Grčku i nastanio se na Parnasu. Tu ga nadje u Heladi po njem nazvani veliki potop, koji je uništio prvo koljeno ljudsko. Deukalion se sa

svojom ženom Piron spasao na vrhu Parnasovu. Kad je voda otekla, zapitaše spaseni proročište, kako bi opet zemlju napučili, a ovo im odvrati, da bacaju kosti svoje majke za sobom. Ovu su nejasnu izreku tako tumačili, da im je zemlja mati, a kosti su joj — kamenje. Učiniše, kako je proročište zapovjedilo, pa gle, iz kamenja, što ga je za ledja bacao Deukalion, postadoše muževi, a od Pirina kamenja postadoše žene, i tako se obnovio ljudski rod!

* * *

I od onoga vremena do dana današnjega koliki su milijuni obraćali i obraćaju još danas oči svoje k noćnom nebu?

I čitatelje naše pozvali smo u ovom kratkom nizu članaka na godišnji izlet po noćnom nebu, pa ne sumnjamo, da će i njih noćno nebo sve više privlačiti, ako budu samo nekoliko jasnih večeri preko godine žrtvovali proučavanju i poznavanju zvijezda. Sama će se od sebe u njima razviti želja, da zvijezdišta još točnije poznadu, nego što su ovdje opisana, da opreznije motre i porađe sjaj i boju pojedinih zvijezda, da se više puta ogledaju po sjajnom svodu nebeskom, nije li tu ili tamo iz dubina svemirskih iznenada zasjalo koje novo, do sada nevidjeno sunce, živo svjedočanstvo vječite miene u svemiru i onih tvornih sila u njemu, koje na jednoj strani stare tvorbe ruše, da na drugoj iz oslobodjenih elemenata nove sagrade. I što jače bude naša duša ronila u velika čudesa noćnoga neba, to će se više svraćati u nju neki viši mir, kao da ju je zahvatio dah božanstva. S toga joj dovikujemo s pjesnikom:

„Digni oči nebeskoj vedrini,
Zagledaj se u svjetla nebeska,
Iz kojih ti vječna ljubav bljeska,
Iz njih čitaj, iz zlatnih pismena,
Zlatnu pjesmu zlatnih uspomena!“

Dodatak : Pregled glavnih zvijezdišta našega noćnoga neba i kada se vide u nas.

Zvijezdište:	Kada se vidi?	
	Cielu godinu.	
Mali Medvjed	"	"
Veliki Medvjed	"	"
Zmaj	"	"
Kasiopeja i Kefej	"	"
Lovački Psi	Od siečnja	do rujna.
Kosa Berenikina	" veljače	" rujna.
Bootes (Arcturus)	" ožujka	" rujna.
Sjeverna Kruna	" ožujka	" listopada.
Herkules	" travnja	" studenoga.
Lira (Vega)	" svibnja	" prosinca.
Sjeverni Križ ili Labud (Deneb)	" svibnja	" siečnja.
Kočijaš (Kapella)	" rujna	" lipnja.
Perzej (Algol)	" kolovoza	" svibnja.
Andromeda	" srpnja	" ožujka.
Pegaz	" kolovoza	" veljače.
Dupin	" lipnja	" studenoga.
Orao (Atair)	" lipnja	" studenoga.
Ophiuchus i Zmija	" svibnja	" listopada.
Ribe	" kolovoza	" veljače.
Ovan	" rujna	" ožujka.
Bik (Adelbaran)	" listopada	" ožujka.
Plejade	" listopada	" travnja.
Blizanci (Kastor i Pollux)	" studenoga	" svibnja.
Rak	" studenoga	" srpnja.
Veliki Lav (Regulus)	" prosinca	" srpnja.
Djevica (Klas ili Spica)	" siečnja	" kolovoza.
Vaga	" veljače	" rujna.
Skorpion (Antares)	" ožujka	" listopada.
Streljač	" travnja	" studenoga.
Jarac	" svibnja	" prosinca.
Vodenjak	" lipnja	" siečnja.
Mali Pas (Procyon)	" srpnja	" svibnja.
Orion	" prosinca	" travnja.
Hydra, Gavran i Vreć	" studenoga	" lipnja.
Veliki Pas (Sirius)	" veljače	" travnja.
Kit (Mira Ceti)	" siečnja	" veljače.
Južna Riba (Fomalhaut)	" listopad i studeni.	



Sunce, Mjesec i planeti na nebeskom svodu.

Zodijak ili životinjski pojas. — Stanovi Sunca u zodijaku. — Ekliptika i prividno gibanje Sunca u ekliptici od zapada k iztoku. — Gibanje Mjeseca po zodijaku. — Stanovi Mjeseca. — Zvezde lualice po zodijaku: Merkur, Venus, Mars, Jupiter i Saturn.

Dvie će stvari svaki prijatelj našega noćnoga neba i njegovih čudesa zamietiti, ako posveti ovo nekoliko večeri proučavanju neba: obišavši cielo nebo za godinu dana ne mogosmo ni u jednom zvjezdištu naći našega Sunca, a ipak nema dvojbe, da smo obišli sva zvjezdišta na našem nebu, jer ćemo na dan 1. siečnja sljedeće godine a ma na dlaku vidjeti isto nebo kao i godinu dana prije. Gdje je dakle naše Sunce? U kojem se je zvjezdištu smjestilo?

Da se je Sunce stalno nastanilo u ma kojem od opisanih naših zvjezdišta, mi toga zvjezdišta nigda ne bismo mogli vidjeti na našem noćnom nebu, jer bi ga žarki traci sunčani za naše oko zastirali, čim bi se Sunce s njim u zajednici diglo nad naš iztočni horizont. Nu takovoga zvjezdišta na našem nebu nema! Sva smo ih tečajem jedne godine vidjeli na našem noćnom nebu. Nije dakle druge nego zaključiti, da naše Sunce na nebeskom svodu nema stalnoga mjesta, nego da se tečajem jedne godine seli iz jednoga zvjezdišta u drugo: svaki mjesec u godini dana ima Sunce naše svoj „stan“ u drugom zvjezdištu, ali nakon jedne se godine opet povraća u svoj prvi stan: Apollon mienja svoju rezidenciju svaki mjesec, da se na proljeće opet vrati u prvu rezidenciju! Već je stari latinski pjesnik ove mjesečne stanove Sunca liepo složio u dva heksametra:

Sunt: Aries, Taurus, Gemini, Cancer, Leo, Virgo,
Libraque, Scorpius, Arcitenens, Caper, Amphora, Pisces.

Ili hrvatski: Jesu: Ovan, Bik, Blizanci, Rak, Lav, Djeвица,
Vaga, Skorpion, Streljač, Jarac, Vodenjak i Ribe.

Sunce je dakle u živoj opreci sa svim zvjezdama, što ih do sada na našem izletu upoznasmo: gledaš li te hiljade zvezda na noćnom nebu od prve svoje mladosti pa sve do groba, vidjet ćeš ih od godine na godinu uvijek u istom uzajamnom položaju, kao da su sve prikovane na svod nebeski. Jedino Sunce naše, taj izvor svemu životu na zemlji, nema na tom svodu stalnoga mjesta:

sudjeno mu je, da se seli medju zvjezdama, da medju njima luta kao izgubljena ovca! Vriedno je svakako, da mu stanove iz bližega ogledamo. Na večer dne 1. siečnja možeš liepo pregledati šest mu stanova, u koje će se seliti od proljeća do jeseni.

Na početku proljeća (oko konca ožujka) Sunce je u Ribama, mjesec dana kasnije eno ga već u Ovnu, opet se polako seli za mjesec dana do Bika, da prošavši kroza nj priedje u Blizance, a odavde dalje u Raka i Lava. Oko konca rujna prelazi Sunce u Djevicu i odavde u zimske svoje stanove Vagu, Skorpiona, Streljača, Jarca i Vodenjaka, da se početkom proljeća opet nadje u Ribama, pa da svoj godišnji put točno opet nastavi po starom redu.

U priloženoj karti pokazuje onaj krug, što sieče nebeski ekvator kod 0° i 180°, put Sunca po nebu. On prolazi kroz onih 12 zvjezdišta, koja čine onaj uzki pojas na nebu, koji se od pamtivieka zove zodijak ili životinjski pojas.

Pratimo li sada taj godišnji put Sunca, kojemu su astronomi nadjenuli ime — ekliptika, iz bližega, otkrivamo za nas posvema novi pojav na nebu: dok se cieli svod sa tisućama svojih zvezda vrte oko osi nebeske od iztoka k zapadu, Sunce naše polako stupa po tom svodu nebeskom od zapada k iztoku; svaki se dan pomakne od prilike za 1 stupanj (korak) prema iztoku, dakle se za godinu dana mora vratiti na isto mjesto u svom krugu (360°). Za sada ovaj pojav, jedan od najstarijih pojava nebeskih za čovjeka, samo konstatiramo, ne usudjujući se, da ga podjemo tumačiti.

Nu jedna nam je stvar na nebu sada ipak jasna.

Da je i Sunce na nebeskom svodu prikovano, uvijek bi nam na istom mjestu izlazilo i zalazilo, svi bi naši dani bili jednaki, a naše bi noćno nebo obasjavale iste zvezde: za naše bi oči postojala samo jedna polovica noćnoga neba, drugu bi polovicu uvijek zastirali žarki traci sunčani.

Poznajemo dobro Regula, najsjajniju zvezdu u Velikom Lavu. Pogledajmo ga dne 22. ožujka oko 10 sati na večer! Vidjet ćemo ga, gdje baš prolazi našim meridijanom. Nu mjesec dana kasnije t. j. 22. travnja on u 10 satih na večer nije više u meridijanu, nego je već dvie ure na zapadnoj strani neba, kroz meridijan prošao je već u 8 satih na večer! Dne 22. svibnja prolazi već u 6 satih na večer kroz meridijan, dakle dok je još Sunce nad našim horizontom, mi ga dakle ne možemo više ni vidjeti prostim okom, kada

prolazi kroz meridijan. Koncem lipnja prolazi već u 4 sata po podne, dakle po bielom danu, kroz naš meridijan i mi ćemo ga, kad sjedne Sunce, u sumraku otkriti duboko na zapadnom horizontu. Koncem srpnja pak već ga u sumraku nestaje na zapadnom nebu i Regul se u to doba godine posvema gubi u sunčanim zrakama: mi ga ne vidimo. Očito je dakle, da se je Sunce od 22. ožujka amo sve više primicalo Regulu sa zapadne strane, dok mu se je napokon u kolovezu toliko primaknulo, da ga već ne vidimo.

Jednostavni bi nas račun uvjerio, da Regul dne 21. kolovoza kroz naš meridijan prolazi baš o podne, kad i sunce prolazi: Regul i sunce su se sastali, pak da nisu prejaki traci sunčani, mi bismo zaista o podne vidjeli Regula tik iznad Sunca i toga dana izlazi i zalazi Regul zajedno sa Suncem. Nu jedva su jedan dan zajedno! Već se je sutra dan Sunce nešto odmaklo od Regula na iztok i Regul će izaći nešto prije njega. Sunce putuje sve dalje na iztok, a Regul izlazi sve ranije od njega, dok napokon u veljači ne izlazi baš onda, kad Sunce sjeda, a zalazi, kad svane dan. Koncem ožujka Regul opet prolazi našim meridijanom točno u 10 sati na večer. Iza godine su dana dakle Regul i Sunce opet na istim mjestima, ali je u tom vremenu Regul izišao i zašao 365 puta, a Sunce samo 365 puta! Izgubilo je dakle Sunce radi svoga polaganog gibanja na iztok jedan cieli dnevni okret oko nebeske osi!

Uzrok dakle tomu, što u razno doba godine vidimo u 9 sati na večer druga zvjezdišta na našem nebu, nije u tom, što se cieli svod giba od dana na dan za 1 stupanj od iztoka k zapadu, nego u tom, što se Sunce od dana na dan seli od zapada k iztoku za 1° od prilike! Svod se nebeski ne okreće tečajem godine polako od iztoka k zapadu, nego se Sunce po njemu giba od zapada k iztoku za 1 stupanj svaki dan. Tako nas uče naše oči! Stazu, na kojoj sunce ide po nebeskom svodu, zovemo „ekliptika“ i zabilježili smo ju na našoj karti, dodanoj ovoj knjizi, posebnom kružnicom, koja sieće dva put nebeski ekvator.

Ona godišnja vrtnja nebeskoga svoda bila je dakle samo prikaza, varka naših sjetila: istina je pak samo to, da se Sunce pomicalo od zapada k iztoku. Prvi se put u našem izletu na nebu sastasmo sa spoznajom, da nije ono istina, što nam oči pokazase na nebu, da nas prevariše naše oči. Nije li onda na mjestu pitanje, a je li bar ono polaganog gibanje Sunca po nebeskom svodu sušta istina? Ili je možda i to druga varka naših sjetila? Treba da smo

svakako na oprezu, tumačeći ono, što nam oči vide na nebeskom svodu! To nam je povod, da se još bolje zadubemo u to proučavanje neba, ne bismo li se kako dovinuli spoznaji prave istine. Ta svako diete danas znade, da nije ni to istina, da se Sunce giba po nebeskom svodu: i to je druga ponovna varka naših očiju. Što je dakle istina?

Prošle su tisuće godina i sav je sviet vjerovao svojim očima, da se Sunce zaista polako pomiče po nebeskom svodu.

I prijazni čitatelj neka za čas ostane u toj vjeri. Kad prolista ovu knjigu dalje, vidjet će i sam, kako su ga varale oči.

A sada ćemo da ga još jednoć povedemo pod vedro nebo noćno!

Nije Sunce jedino tielo na nebeskom svodu, što medju zvjezdama zodijaka ovako luta tečajem godine. I naš noćni pratilac Mjesec to isto radi. Gotovo istom stazom kao i Sunce i on se po nebu šeće! Evo primjera tomu iz god. 1894., a takovih će svatko lako u izobilju smoći, ako se potruđi, da prati Mjesec po nebu samo 14 dana. Tko je dne 13. studenoga g. 1894. na večer pogledao Mjesec, mogao je vidjeti, da je pun, a po položaju zvjezda mogao je lako odrediti, da je u zvjezdištu Bika bio. Nu dva sliedeća dana vidio ga je u Blizancima, opet dva dana i to 16. i 17. u Raku. Dne 17. i 18. prošao je kroz zvjezdište Lava; dva se je dalja dana zabavio u Djevici, opet samo 3 dana u nešto dužem zvjezdištu Vage. Dne 25. i 26. bio je u pohodama kod nešto neugodnoga domaćine Skorpionu, ali se je već 27. preselio k Streljaču, i pri tom je postao mladji. Nu već 29. i 30. studena mogao si uzki srp rastućega Mjeseca vidjeti u Jarcu, gdje je još i 1. prosinca boravio. Dva se dalnja dana svratio k Vodnjaku (2. i 3.) i sve veći postajao. Dne 4. i 5. bio je u Ribama i toga dana narastao do prve četvrti. Još je i 6. prosinca tu bio, nu 7. i 8. već si ga mogao vidjeti u Ovnu, a 9. i 10. bio je opet u Biku, ali još nije narastao sasna do uštapa, gdje si ga prije mjesec dana od prilike u isto doba večeri našao. I Mjesec se dakle giba medju zvjezdama od zapada k iztoku, i za čudo bira za stanove svoje baš ista zvjezdišta kao i Sunce. Samo Sunce u svakom stanu ostaje po mjesec dana, dok ih Mjesec pohadja na dva, najviše tri dana. Što li su practi naši mislili, kad su prvi put otkrili ovu istinu? Nije li im se Mjesec pričinio kao sluga Suncu, koji neprestano nadgleda i priređuje stan svome gospodaru?

II.

Svod se nebeski giba.

Prva orijentaciju na nebu. — Polovi nebeskoga svoda. — Zenit. — Dnevna vrtinja nebeskog svoda. — Posljedice toga pojava.

Ali gle neprilike! Tek što smo se nekako snašli motreći bezbroj zvijezda razasutih po nebeskoj polukruglji, što nam se razapela nad glavom, opazamo, da taj svod nebeski nije na miru! Medjusobni je položaj zvijezda doduše uvijek isti, kao da su zaista prikovane na svodu, ali pô ure motrenja dosta je, da opaziš, kako se je cio svod sa svim zvjezdama zajedno nešto pomaknuo. Osobito ćeš jasno opaziti taj pojava, ako si oko bacio onamo, gdje se na iztočnoj strani neba dotiče prividno svod nebeski horizontalne (vodoravne) ravnine zemaljske. Zvijezde, koje su prije pô ure jedva bile na horizontu, sada su se već mnogo više uzpele nad horizont, i što duže motriš, sve se više uzpinju. Obratni ćeš pojava moći konstatovati, baciš li oko na zapadnu stranu horizonta: zvijezde se tamošnje sve više primiču horizontu, i budeš li dosta strpljiv, da koju od svjetlijih pomnije pratiš, moći ćeš na svoje oči vidjeti, kako će je napokon nestati. Upoznao si i sâm našao jedan od temeljnih pojava nebeskih: Svod se nebeski zajedno sa milijunima na njem prividno prikovanih zvijezda vrti, i to od iztoka k zapadu. U središtu te šuplje kugle nepomično stojimo mi na zemlji. Tako nam se bar neposredno pokazuje ovaj pojava.

A kako se tek sbiva ovo gibanje te veličanstvene kupole! Nema tu nikada ni najmanjega trzanja, nema tu ni traga kakovu šuštanju ili kakovoj buci, koje smo vikli slušati i pri najtišim gibanjima zemaljskim: tiho i dostojanstveno, pače tajanstveno i neprekidno se okreće kupola od iztoka k zapadu. Gledajući ovo veličanstveno gibanje svemira oko tebe teško se otimlješ zanosnim čuvstvima. —

U prvi nam je mah ova spoznaja nešto neprilična; stadosmo na otvorenom polju pod svod nebeski, da se duhom svojim po njem prošećemo, kako bismo se snašli u bezbroju zvijezda prosutih po njem, ali — eto jada iznenada — zvijezde nam pred očima odmiču, jedne nam se skrivaju, a druge nam se nove na drugoj

strani javljaju. Kao da „bogovima“ nije dosta bilo, što su ljudima ukrasili noć onako krasnom kupolom, oni im žele pribaviti užitak, što ga sa sobom nosi svaka promjena liepe panorame.

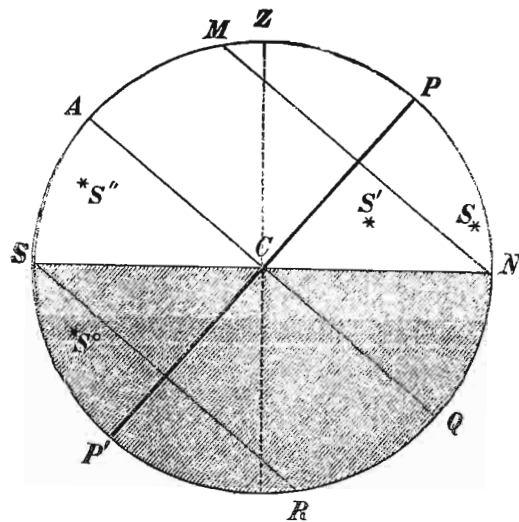
Istina je, mi bismo se kud i kamo lakše snašli na nebu, da je svod nebeski od mraka do zore miran nad nama; no kad nije tako, pogledajmo i ovoj maloj neprilici iz bližega u brk. Ni ona nam ne će dati, da sustanemo odmah na početku izleta našega na svod nebeski. Raznolika te oblietaju pitanja. Kako se giba svod nebeski? Kojom brzinom? U kolikom vremenu? Pa što bi na koncu moglo biti uzrok tomu čudnomu, tihomu i neprestanom gibanju?

Posmatranje neba jedno dvie ure bit će dovoljno, da te uputi o naravi toga gibanja. Razbiraš naskoro, da imade na svodu točka, koja se ne giba. Lako ćeš ju i naći. Produžiš li osovni smjer, što ti je zadan tvojim tielom, nad svoju glavu, sjeći će on svod nebeski u jednoj točki, koju zovu zenit ili tjemenište nebeske kruglje za ono mjesto. Okreneš li se sada licem točno na sjever, pa u duhu opišeš po svodu nebeskom luk od zenita do horizonta, naći ćeš gotovo u sredini toga luka točku, koja se nikuda ne pomiče, ma kako ju dugo motrio. Zvat ćemo ju polom ili stožerom nebeske kruglje. Oko nje kao da se okreću sve ostale zvijezde, svaka u krugu sa to većim polumjerom, što je dalja od toga pola. Lako će biti oponašati to gibanje nebeskoga svoda pokusom. Protakni kroz sred jabuke drvenu os, pak ju uhvati medju dva prsta i okreći jabuku oko nje. Točke, gdje os izlazi iz jabuke, ne vrte se ništa, druge pak opisuju oko polova kružnice to veće, što su dalje od polova. Prema tomu ti je sad i narav nebeskoga gibanja jasna. Čini ti se, kao da je kroz cielu nebesku kruglju protaknuta nekakova idealna os od pola kroz zemlju pa do površine nebeske kugle na drugoj strani. Oko te se osi nebeski svod neprestano vrti smjerom od iztoka na zapad. Ona nije na horizontalnoj ravnini okomita, ne prolazi kroz naš zenit, nego stoji koso na horizontalnoj ravnini u kutu od 45 stupanja od prilike.

Ako je na pr. u priloženoj slici 1. S N horizontalna ravnina, a mi stojimo u C u središtu okrenuti licem k sjeveru N, predočuje nam S A M Z P N polukruglju nebesku nad nama, a izvučeni dio S P R Q N drugu polovicu nebeske kruglje pod nama, koje ne vidimo poradi zemlje. Z je zenit naš, a u sredini luka ZN je pol nebeski P. Sva se nebeska kruglja neprestano vrti oko osi P C P' s iztoka na zapad. Tik kraj pola P stoji svjetla zvijezda drugoga

reda, zvat ćemo ju polarnom zvijezdom, a kako se ona još i drugim načinom nadje, čut ćemo kasnije.

Ako to stoji, a o tom sada za nas nema sumnje, da se sva nebeska kruglja neprestance vrte oko nekakove osi, stoji i to, da će trebati neko određeno vrijeme svaka njezina točka, da opiše podpun krug ili da se jedanput kruglja okrene oko te osi. U naravi je stvari, da će to vrijeme biti isto za sve zvijezde na nebeskom svodu, jer nam se one čine kao prikovane na svodu. Bismo li mogli saznati, koliko li vremena treba nebeski svod, da se jednoč okrene oko svoje osi? Ništa lakše! Uočimo ma koju zvijezdu blizu zapadnoga horizonta, pa zabilježimo čas, kada se je spustila pod



Sl. 1. Svod nebeski.

horizont, i upamtimo mjesto, gdje se je to zbililo. Mi je tjelesnim okom našim doduše već ne možemo pratiti, ali duševno ju oko naše sada već sasvim sigurno znade slijediti. Zvijezda se zajedno sa svodom vrte oko nebeske osi izpod moga horizonta; ja očekujem, da će se iza nekoga vremena na istočnoj strani opet dignuti nad horizont, da će se dizati nada nj sve više, te će se onda opet polako spuštati k zapadnom horizontu, i kad je prošlo određeno neko vrijeme, vidjet će ju opet, gdje se na istom baš mjestu ponovno spušta pod horizont: zvijezda je opisala do toga časa podpun krug, nebeska se je kruglja jedanput okrenula oko svoje osi. U prastaro su već vrijeme ovako saznali, da nebeska kruglja treba baš jedan dan, dok se jedanput okrene oko svoje osi: zvijezda, koja je večeras zašla baš u 9 sati na večer, i sutra će opet zaći na istom mjestu i u isti čas. Otkad ljudi motre nebo, to se trajanje jedne vrtnje nebeske kruglje nije promijenilo ni za dlaku: nebeski se svod od pamtievjeka vrte jednoliko oko nebeske osi za jedan dan. To se gibanje zove dnevna vrtnja nebeske kruglje.

Poznavajući ga ovako pobolje, ne će nas pri izletu na nebu sada smetati pojav, što ćemo oko devet sati na večer na pr. vidjeti jedno zvjezdíšte na istočnom horizontu, a šest sati poslije, oko tri sata u jutro, stajat će nam nad glavom. Takove nas promjene sada već ne smetaju u našoj težnji, da upoznamo nebo, jer smo ih duševnim okom svojim pronikli.

No prije nego što ćemo odpočeti taj izlet, bit će dobro, da se na časak ustavimo kod ovoga temeljnoga pojava nebeskoga. Os, oko koje se vrte nebeski svod, stoji koso na horizontalnoj ravnini — tako nas je izkustvo za kratak čas naučilo — a slika 1. nam i pokazuje od prilike pravcem PP' položaj te osi spram horizonta. Ovaj osobiti položaj nebeske osi spram horizontalne ravnine krije u sebi neke osobite pojave, koji su za nas putnike po nebu dosta važni. Nema s toga druge, nego i njima zagledati u lice. — Da bude na pr. nebeska os u nas okomita na horizontu, kako pokazuje pravac ZC , što bismo onda vidjeli na noćnom nebu? Pojavi bi nebeski imali sasvim drugo, manje zanimljivo lice: noćno bi nam nebo bilo mnogo više monotono, nego sada. Zvijezda bi Z nad našom glavom stajala uvijek na svom mjestu, a sve ostale kolale bi oko nje u krugovima uzporednim sa horizontom od iztoka k zapadu: ponajljepšeg pojava na nebu, izhoda i zalaza zvijezda na našem noćnom nebu ne bi bilo! Pače još više: ciela donja polovica nebeskoga svoda za uvijek bi nam ostala skrivena, zvjezdâ na polukruglji $S P' R Q N$ nikada naše oko ne bi moglo gledati, a tim bi i čar i raznolikost noćnoga neba silno izgubili. Još nešto. Među milijunima stajačica jedna je — za nas kud i kamo najznamenitija — sunce naše. I sunce možemo smatrati — za čas — prikovanim negdje na svodu nebeskom među ostalim družicama svojim, i sunce naše opiše oko nebeske osi svoj krug za jedan dan. Čudnih li pojava sa suncem, da bude os nebeska okomita na horizontu! Recimo, da je sunce naše smješteno negdje na gornjoj polukugli nebeskoj na pr. u S . Uvijek u istoj visini nad našim horizontom slalo bi nam 24 sata iste jakosti zrake svoje, i mi bismo bili vidoci podpunog mu puta oko osi. Vječni bi nam dan obasjavao krajeve, uvijek ista toplina grijala bi hladne grudi zemaljske kore, ali krasno nebo noćno bilo bi za nas — terra incognita, za nas cio svemir ne bi ni postojao. Tko bi se usudio risati sliku života uz takove prilike?

No što bi istom bilo, da je sunce uz okomitu os nebesku

smješteno negdje na donjoj polovici nebeske polukruglje, na pr. u S^0 ? Nigda nam oko ne bi moglo pozdraviti sunca; „zora puea. bit će dana“ ne bi mogao pjesnik zapjevati: vječna bi noć, vječna bi studen bile žalostne pratilice tužnih naših dana, pa i ti tužni dani bili bi u brzo odbrojeni, a kako bi tek onda užasno zvonile rieči pjesnikove onoj sili u svesilju najjačoj:

„Sve obimlje tvoga srpa mah,
Svi stvorovi svi su tvoje roblje,
Svi prostori samo tvoje groblje,
U svemiru svud tvoj mori dah!“

Odrnimo se od te tužne slike, pa pomislimo za čas, da je os, oko koje se vrti svod nebeski, slučajno u nas položena horizontalno, u slici pravac N S. Slika bi i neba i života bila posvema drugačija. Dvie bi zvijezde, jednu u N, a drugu u S vidjeli uvijek na svom mjestu, a sve bi se ostale okomito uzpinjale nad iztočni horizont; dvanaest bi sati bile iznad horizonta, a drugih bi dvanaest sati bile skrivene pod njim; dakle bi nam i sunce sjalo uvijek dvanaest sati: dan bi se i noć uvijek jednako izmjenjivali, nigdje na zemlji ne bi bilo vječnoga dana ili vječne noći. —

Nu os nebeska u nas niti je okomita na horizontu, niti je horizontalna, nego je nagnuta u kutu od 45° . Kakovu nam mora sada pokazivati panoramu svod nebeski? Opet posvema drugačiju! Ponajprije nam je jasno, da zvijezde, koje su smještene po krugljinoj kاپici N P M kao na pr. zvijezda S, za nas nikad ne mogu zaći pod horizont. Kad bi se na pr. moglo dogoditi čudo, da u nas utrne sunce na 24 sata, mi bismo mogli očima svojima pratiti zvijezdu S na čitavom putu njezinu oko pola P. Kad bi pak negdje na toj kاپici bilo smješteno sunce, opet bi za nas bio vječni dan, ali ne uvijek jednake topline, jer bi se sunce jedno vrijeme penjalo sve više nad horizont, a drugo bi se opet vrijeme spuštalo k njemu, a prema tomu mienjala bi se i razsvjeta i toplina. Srećom sunce nije na kاپici N P M, i mi možemo uživati blagotvornu izmjenu dana i noći.

Obrnimo se sada k drugom polu nebeskoga svoda P'. Sve zvijezde smještene po krugljinoj kاپici S P' R ostaju za uvijek pod horizontom, naše ih oko nikad ne vidi. Nemila nam je dakle posljedica kosoga položaja nebeske osi, da mi nikad ne možemo vidjeti celoga svoda nebeskoga: zvijezda na pr. S^0 za uvijek je skrivena našim očima. Šteta, jer baš na onoj kاپici ima nekoliko

liepih zvjezdišta! — Sve napokon zvijezde, što su smještene po krugljinu pojasu M A S R Q N, kao na pr. zvijezde S' i S'' na svom dnevnom putu oko osi P P', pokazuju nam liepe pojave izhoda i zalaza: koso se uzpinju nad horizont na iztočnoj strani neba, sve se više uzpinju nada nj, dok ne dospiju do najviše točke nad njim, s koje se opet polako spuštaju u luku k zapadnom horizontu, da se ondje za naše oko izgube, ali ne za uvijek: nastavivši svoj dnevni put neko vrijeme pod horizontom javit će nam se opet poslije 24 sata na istom mjestu iztočnoga neba blagim svojim svjetlom. Nu i u tom je gibanju razlika. Zvijezda S', koja je bliža polu P, boravit će većinu svoga dnevnoga puta nad našim horizontom, a tek mali dio puta svoga bit će skrivena našim očima. Zvijezda pak S'', koja je daleko od pola P, pokazivat će nam baš protivuu pojavu: samo malo će se uzdignuti nad naš horizont tamo negdje na južnom nebu, nekoliko će sati nad njim ostati, a veći će dio svoga puta ostati skrivena našim očima boraveći pod horizontom. Samo zvijezde, koje su slučajno jednako daleko od oba nebeska pola P i P', t. j. zvijezde poredjane po nebeskom ekvatoru A Q bit će baš polovicu svoga puta nad našim horizontom, a drugu polovicu pod njim: dvanaest ih sati možemo vidjeti, a dvanaest su nam sati skrivene. Da je na pr. naše sunce stalno smješteno na tom nebeskom ekvatoru, svi bi naši dani bili jednaki, sve bi naše godišnje dobi bile jednake. Toga nema, ali sunce ipak u nas svaki dan izlazi i zalazi, mora dakle da je smješteno svakako negdje u pojasu nebeskoga svoda M A S P R Q N. Gdje je upravo smješteno, o tome poslije, kad smo se već snašli u bezbroju ostalih sunaca.



III.

Naše noćno nebo dne 1. siječnja svake godine u 9 sati na večer.*

Cirkumpolarna zvjezdišta — Veliki Medvjed. — Mali Medvjed. — Zmaj. — Kasiopeja. — Labud. — Persej. — Kočijaš. — Bik. — Orion. — Andromeda i Trokut. — Ovan. — Veliki Lav. — Blizanci. — Mali Pas i Rak. — Veliki Pas. — Priegled neba dne 1. siječnja.

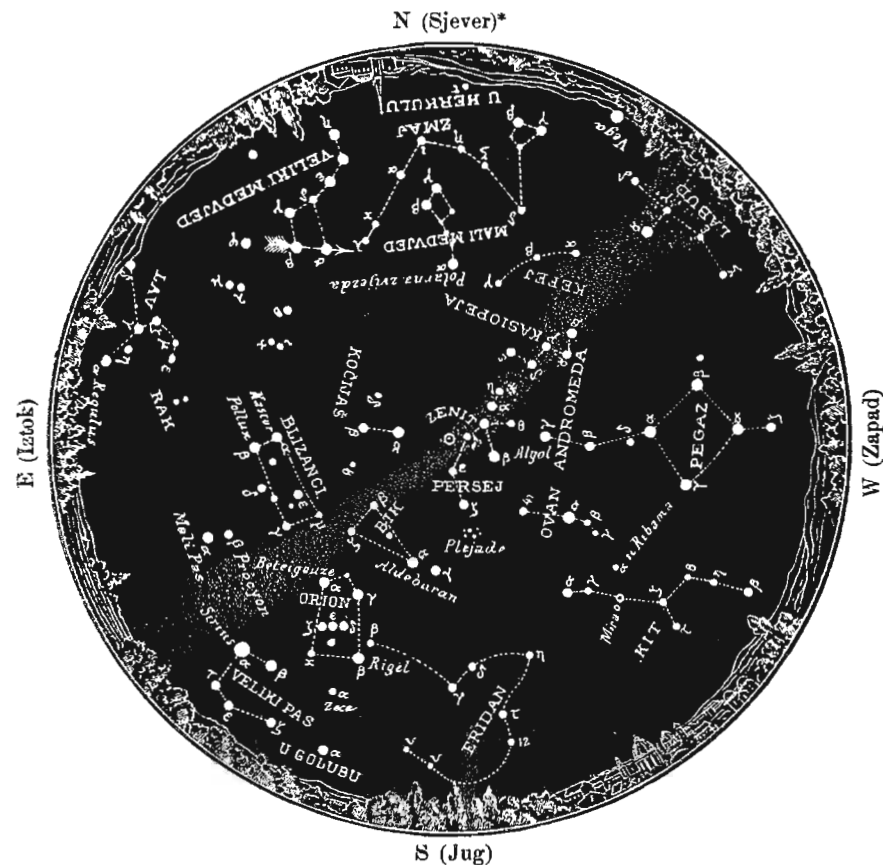
Od pamtiveka su ljudi marljivo motreći nebo, sjajnije obližnje zvijezde spajali u grupe ili hrpe, da ih s jedne strane neukima lakše opišu, a s druge da ih lakše i brže na nebu nadju. Ovim u nekim slučajevima veoma prirodnim grupama podmetnuše ili upisaše ljudske ili životinjske likove s razloga nama nepoznatih: možda s toga, da i nebo ospu životom ili pak s vjerskih razloga. Tako postadoše već u prastaro doba zvjezdišta (konstelacije). Imena njihova i oblike opisali su nam stari grčki pisci više puta, među njima se osobito iztiče liepi poetički opis Arata, koji je u ovećoj pjesmi tadašnju nauku o zvjezdama, kako ju je predavao Eudoxus, učenik Platonov, izložio liepim jezikom za širu publiku. Ovu u starom svijetu mnogo čitanu pjesmu, koju je poznavao i sv. Pavao, preveli su poslije Rimljani, među njima i Ciceron u djelu: „de natura deorum“. Poznije su generacije donekle mienjale te grupe i nova zvjezdišta dodavale, i tako je danas ciela nebeska kruglja izpredena mrežom od 86 zvjezdišta, od kojih otpadaju na sjevernu polutku nebesku 32, a u našem ih kraju možemo svega vidjeti 54.

Nije naša zadaća, da ih sve opišemo potanko našim čitateljima: izabrat ćemo tek najočitije grupe i najsjajnija zvjezdišta, ali dodajemo i to: tko ova poznaje i u svako doba noći i godine na nebu znade naći, tomu je traženje ostalih, na temelju makar koje nebeske karte, lak posao.

Znajući, da cieli svod nebeski tečajem svake noći znatno mienja svoj položaj prema zemlji, odabiramo odredjeni sat za promatranje zvijezda, a s razloga, koje će nam tek bolje poznavanje neba otkriti, i odredjeni dan u godini. Izadjimo dakle o novoj godini u 9 sati na večer, ako je nebo vedro, a mjeseciina ne smeta

* Koji dan prije ili poslije nove godine ne mienja mnogo na obćenom obliku neba.

motrenje slabijih zvijezda, na otvoreno mjesto, s kojega vidimo na sve četiri strane svijeta, da možemo pregledati cielu polukruglju nebesku, koja nam se nad glavom razapela. Okrenimo se licem od prilike k sjeveru, pak potražimo najprije zvjezdišta, za koja već znamo, da nikad u našem kraju ne zadju pod horizont, za koja



Sl. 2. Naše noćno nebo dne 1. siječnja svake godine u 9 sati na večer.

smo dakle sigurni, da ih moramo na nebu naći u svakoj vedroj noći. Astronomi im nadjenuše ime cirkumpolarne zvijezde.

Pravei, što spajaju pojedine zvijezde u ovim zvjezdištima, bit će nam najbolje pomagalo, da nadjemo brzo i sigurno u svako

* U astronomiji rabimo za strane svijeta kratice englezke: N = North (sjever); S = South (jug); E = East (iztok); W = West (zapad).

doba noći i ostala zvjezdišta, koja nisu uvijek nad našim horizontom. U duhu ćemo dakle zvijezde spajati pravcima i ově prema potrebi produživati, da od poznatih dodjemo do nepoznatih zvijezda i zvjezdišta, i one ćemo pravce po običaju astronoma zvati *alignementi*.* Veoma će dobro doći prijatelju neba i slika, što stoji na čelu ovoga članka (sl. 2.) i koja prikazuje položaj najglavnijih zvjezdišta u našem kraju dne 1. siečnja oko 9 sati na večer. Za primjenu (uporabu) ove slike spominjemo: Ako dignesh knjigu nad glavu, i obrnesh tako, da ona točka, koja je označena sa „zenit“, bude tebi baš nad glavom, pa ako namjestiš strane slike prema stranama neba, kako je zaobilježeno, stoje ti na slici uilježena zvjezdišta baš onako nad glavom, kao i na nebu. Znadesh po tom odmah, u kojem kraju neba da tražiš koje zvjezdište.

1. Veliki Medvjed

(lat. Ursa major; franc. la Grande Ourse ou le Chariot de David; njem. der grosse Bär oder der grosse Wagen; po Heisu 227 zvijezda do 6. reda).

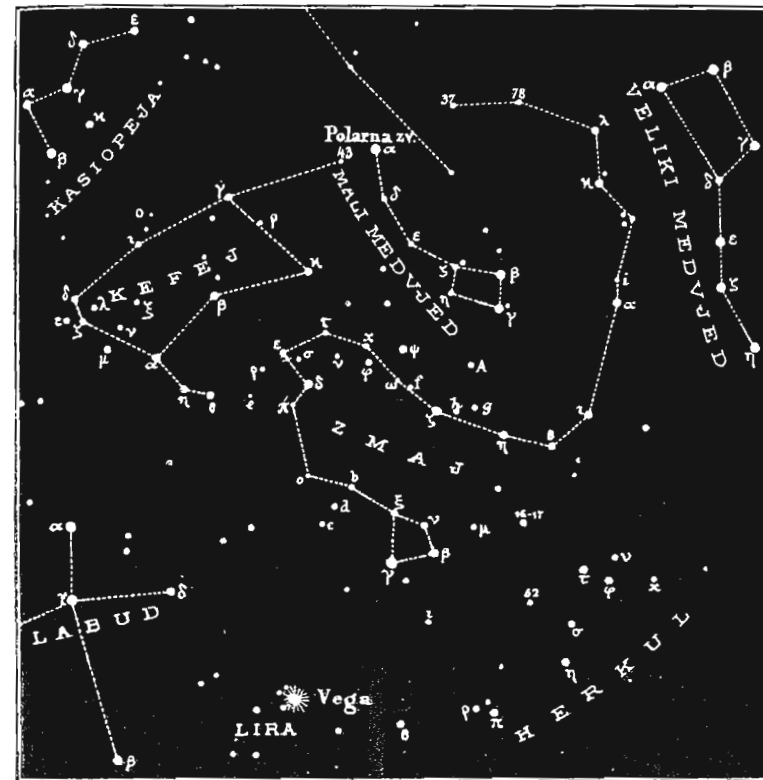
Okrenuti k sjevernoj strani neba lako ćemo opaziti gotovo svakomu čovjeku poznatu grupu od 7 sjajnih zvijezda. (Sl. 3.) Njih četiri naime α (Dubhe), β (Merak), γ (Phegda) i δ (3. reda, Megrez) čine četverokut, koji imade gotovo oblik trapeza.** Od najslabije zvijezde δ ovoga četverokuta, a u smjeru diagonale, koja ide od β k δ , polazi gotovo okomito k horizontu nešto savijena erta od tri isto tako sjajne zvijezde (2. reda) ϵ (Alioth), ζ (Mizar) i η (Benetnaš). To je sedam glavnih zvijezda u prvom zvjezdištu, koje će nam biti izhodištem za šetnju po nebu, a zovu ga Veliki Medvjed. Ovo su dakako samo najsjajnije zvijezde u zvjezdištu. U svem ih je nabrojio Heis do 6. reda u njem 227, te je po tom Veliki Medvjed jedno od najvećih i najljepših zvjezdišta na sjevernoj polucei neba, u kojem imade više zanimljivih grupa. One četiri zvijezde u četverokutu jesu u tielu, a one druge tri u repu Medvjedovu. Druge su grupe manjih zvijezda u glavi i nogama podmetnutoga lika medvjedskoga, i traženje ovih spada već na dublji studij. Neka bude ovdje samo spomenuto, da po pučkom pričanju

* Predpostavljamo, da će čitatelj uz ovaj opis upotrebiti prije gledanja neba i priloženu ovaj knjizi nebesku kartu.

** Kraće su stranice trapeza gotovo uzporedne sa horizontom, a duže se spuštaju okomito k horizontu.

tvore one četiri zvijezde u četverokutu kotače, a ona tri u slomljenoj crti rudo Velikih Kola.

Upozorit ćemo motritelje još na to, da oštro oko vidi uz srednju zvijezdu u repu Medvjedovu Mizar malu zvijezdicu 6. reda, zove se Alkor ili jahač, a Arapi je zvalu Saidak, t. j. mjerilo vida. S tom je zvijezdicom u svezi grčka priča, koju ćemo

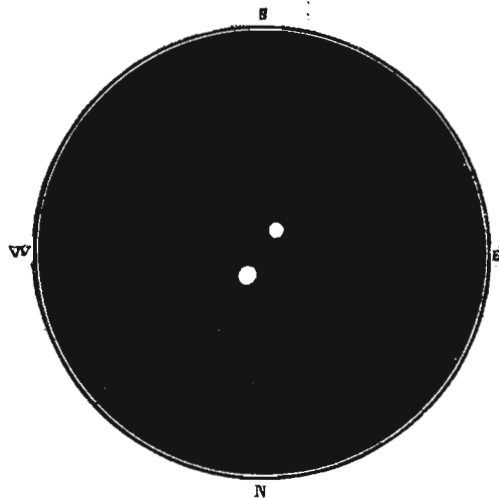


Sl. 3 Cirkumpolarna zvjezdišta.

na drugom mjestu spomenuti. Mizar pako sâm, kad ga gledaš kroz teleskop, pokazuje ti se kao dvostruka zvijezda (sl. 4.). Prvi nas put pozdravlja iz svemira dvostruko sunce!

Spojimo li u duhu gornje dvie zvijezde u četverokutu Velikoga Medvjeda β (Merak) i α (Dubhe) pravcem, pak taj pravac preko α , dakle na lijevu ruku, produžimo, proći će on najprije kraj nešto

slabije zvjezdice 3. reda, pak će udariti na osamljenu sjajnu zvijezdu 2. reda, u peterostruko od prilike daljini stranice β z. To je polarna zvijezda, koja doduše ne stoji posvema točno u polu nebeske osi, ali mu je tako blizu, da prostim okom na toj zvijezdi ne opažamo nikakova gibanja. Za naše svrhe možemo reći: pravac, što spaja polarnu zvijezdu sa svojim okom, produžen kroz zemlju do protivne točke na nebeskom svodu, jest os, oko koje se za svaka 24 sata jedan put okrene cijeli svod nebeski. Sada nam je i točnija orijentacija prema stranama svijeta laka. Položimo li kroz naše oko i polarnu zvijezdu osovnu ravninu, pak je pomislamo produženu do svoda nebeskoga pred nama i za ledjima, imademo zna-



Sl. 4. Dvostruko sunce Mizar u teleskopu.

menitu astronomičnu ravninu, koja se zove meridijan našega mjesta. Ta ravnina horizont naš sieče u pravcu. Krajna točka toga pravca pred nama je točni sjever, a krajna njegova točka nama iza ledja je točni jug; pravac sam zovemo podnevnicom. Nazvasmo osovnu ravninu meridijana važnom. Evo i tomu razloga. Kako se svod nebeski od iztoka okreće k zapadu, pomaljavu se zvijezde najprije na istočnoj strani horizonta, uzpinju se nada nj sve više i više, dok ne prodju kroz osovnu ravninu meridijana. Od časa, kad su u toj ravnini, započinje se njihovo spuštanje k zapadnom horizontu. Svaka dakle zvijezda imade svoju najveću visinu nad horizontom u onom času, kad prolazi kroz osovnu ravninu meridijana: dovoljan razlog, da ovu ravninu smatramo važnom.* Gledajući licem pravi sjever, znademo sada s mjesta i pravi iztok i pravi zapad: desna ruka spružena pokazuje na iztok,

* Astronom bi rekao: zvijezda u tom času kulminira.

a lieva na zapad. S desne nam se strane vrti k lievoj svod nebeski oko osi, što je određuje spojnica našeg oka sa polarnom zvijezdom.

Ova orijentacija na svodu nebeskom dobro nam služi, da unapried rečemo, kuda će se tečajem noći pojedina zvjezdišta pomicati. Vidimo eno na pr. pred sobom Velikoga Medvjeda. On je sada na desnoj strani meridijana i zadnja zvijezda u njegovu repu jedva se je digla nad horizont. Očito je dakle, da će se cielo zvjezdište sve više tečajem ove noći uzdizati sa svodom nebeskim i negdje oko šest sati u jutro prolazit će nama gotovo nad glavom kroz meridijan, da od toga časa predje na lievu stranu meridijana, spuštajući se polako k zapadnom horizontu.

Polarna nas je zvijezda dovela u drugo zvjezdište, koje je posvema nalik na prvo, samo je manje i obrnuto, pa se zato i zove

2. Mali Medvjed ili Mala Kola

(lat. Ursa minor; franc. la petite Ourse ou le petit Chariot; njem. der kleine Bär oder der kleine Wagen; po Heisu 54 zvijezde za prosto oko).

Ogledavši pobliže zvijezde, što leže kraj pravca, koji je potegnut od polarne zvijezde k zadnjoj zvijezdi η u repu Velikoga Medvjeda, prepoznat ćemo veoma lako opet skup od sedam zvijezda, koji je veoma nalik na skup Velikoga Medvjeda (vidi sl. 3.). Polarna je zvijezda posljednja u repu i čini sa slabim zvjezdicama 4.—5. reda δ i ϵ slomljenu ertu, koja je rep Malomu Medvjedu. Ostale četiri zvijezde čine opet četverokut nalik na trapez; dalje dvie: β (Kohab, 2. reda) i γ (2.—3. reda) svjetlije su i zovu se čuvari; dvie bliže znatno su slabije: ζ je 4. reda, a η tek 5-toga.

Medju zvjezdama ovoga zvjezdišta (u svem ih je vidio Heis 54) iztiče se samo polarna zvijezda. Astronom Peters u Pulkovi (god. 1813.—1890.) odredio je paralaksu njezinu na 0.1" od prilike. Prema tomu bila bi polarna zvijezda od nas daleko 10 zvezdanih daljina i zraka njezina svjetla treba 43 godine, da dodje do nas. Kad bi kojim slučajem danas utrnula polarna zvijezda, mi bismo ju još 43 godine vidjeli na njezinu mjestu!

Mali je Medvjed za noćnoga putnika prirodna nebeska ura, koja se nigda ne može pokvariti ni krivo pokazivati! Kazalo je na toj vječnoj nebeskoj uri pravac od polarne zvijezde k sjajnijoj zvijezdi β u četverokutu Maloga Medvjeda. Ako

noćni putnik motri pomno promjenljivi položaj toga pravca prama horizontu, pa se sjeti, da je prošlo šest sati vremena, kad je ovo kazalo opisalo četvrtinu svoga kruga, moći će po položaju toga pravca prilično točno odrediti vrijeme u noći. Već Arat opisuje u spomenutoj pjesmi, kako su Feničani noću pazili na Maloga Medvjeda, da bi sigurno brodili. Nu još je s druge strane zanimljiva polarna zvijezda! Za prosto je oko jednostavna zvijezda 2. reda. Nu već ju teleskop od 75 mm. otvora pokazuje dvostruku. Mala zvjezdica, što ju prati, tek je 9. reda i od nje jedva 18" daleko! Okreće se polako oko polarne: za 100 godina, što ju motre, pomakla se je samo za 5°, dakle će trebati nekih 7200 godina, da obidje jednoć oko polarne zvijezde! Naša slika 5. pokazuje polarnu zvijezdu s njezinim pratiocem, kako se zajedno vide u teleskopu u obrnutom položaju.

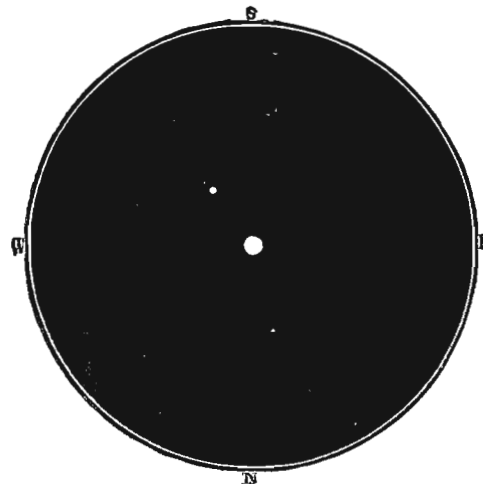
Medju oba Medvjeda savija se dugački

3. Z m a j

(lat. Draco; franc. le Dragon; njem. der Drache; po Heisu 220 zvijezda).

To je zvjezdište malko poteže pregledati, budući da je dugačko, a zvijezde mu nisu osobito sjajne; ali s malo strpljivosti i volje pregledat ćemo i njemu glavne zvijezde. — Zgodno ih dielimo na troje: a) zvijezde u repu Zmajevu; b) zvijezde u tielu Zmajevu, i c) zvijezde u glavi Zmajevoj. — Pravac potegnut od Velikoga Medvjeda na polarnu zvijezdu prolazi u prvoj trećini svoje dužine kraj zvijezde 3. reda λ u repu Zmajevu. Polazeći od nje okom dalje prama horizontu, naći ćeš još dvie, u malo isto tako sjajne zvijezde κ i α , a s prvom zvijezdom gotovo u istom pravcu. Te se tri zvijezde povlače izmedju dvie svjetlije zvijezde u četverokutu Maloga Medvjeda i izmedju zvijezda u četverokutu Velikoga Medvjeda spuštajući se gotovo okomito ka horizontu, i čine Zmaju rep. Zvijezda α u repu Zmajevu čini sa svjetlijim zvjezdama β i γ u četverokutu Maloga Medvjeda istokračan trokut, koji je lako prepoznati. Produži crtu $\lambda \alpha \alpha$ još dalje ka horizontu sa istim zavojem, pa ćeš se sastati sa dvie zvijezde ϵ i δ (3.—4. reda), koje su u prvom zavoju Zmajeva tiela. Tu mu se tielo savija i uzpinje na lievoj strani Maloga Medvjeda prema polarnoj zvijezdi. To su redom odozdo gore zvijezde 3. reda τ i ζ , pa onda u hrpi tri zvijezde 4. reda (ψ , χ , φ), koje sastavljaju mali trokut. Od toga se trokuta tielo Zmaju opet savija gotovo horizontalno na lievu stranu do bližih zvijezda

(4. reda) i odmah kraj nje, ali u smjeru dolje ka horizontu δ (3. reda). Pravac $\epsilon \delta$ produžen prama horizontu pokazuje na treću skupinu zvijezda u glavi Zmajevoj, koja sad stoji prilično nizko nad horizontom, sasna blizu kod pravoga sjevera, ali nešto na lievo. Glavu Zmajevu sastavljaju četiri sjajnije zvijezde. Da ih pouzdano nadješ, a ti upotrebi ovaj alignment. Potegni poznati pravac od Velikoga Medvjeda k polarnoj zvijezdi, i u toj točki osovi na njem okomicu, ali prama onoj strani neba, kamo ti pokazuju tri zvijezde u repu Velikoga Medvjeda. Ta će okomica najprije proći kroz spomenuti mali trokut u tielu Zmajevu, i dalje kroz skup svjetlih zvijezda u glavi njegovoj. Tri najsvjetlije zvijezde u toj hrpi β (2.—3. reda), γ (2. reda) i ζ (2.—3. reda), skladaju istokračan trokut, komu je podnica $\beta \gamma$ gotovo uzporedna s horizontom, a vrh je ζ nad njom. Kraj desnoga kraka toga trokuta $\zeta \beta$ stoji zvjezdica ν (4. reda), a produžena podnica od γ preko β prolazi mimo petu zvjezdicu μ (takodjer 4. reda). Zvijezde ζ , β , γ , ν , μ čine glavu Zmajevu.

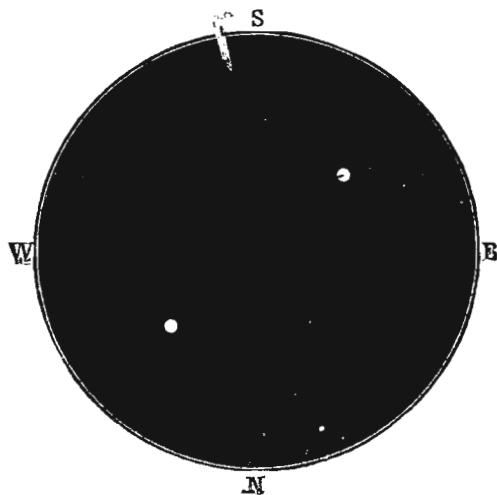


Sl. 5. Polarna zvijezda i njezin pratioc.

U čitavom je Zmaju nabrojio Heis prostim okom (zvijezde do 6. reda) 220 zvijezda. I taj veliki broj zvijezda takodjer je uzrok, zašto je dosta teško pregledati to dugačko zvjezdište. Bit će dobro, da ga još jednom u kratko opišemo. Na lievoj se strani Velikoga Medvjeda medju njim i Malim Medvjedom spušta Zmajev rep k horizontu (3 zvijezde: λ , κ , α); sad mu se savija tielo oko Maloga Medvjeda na lievoj njegovoj strani gore prama polarnoj zvijezdi, ali ne dolazi do nje, već se kod maloga trokuta (ψ , χ , φ) opet savija horizontalnim smjerom na lievo, da se odmah zatim kod zvijezda ϵ i δ opet savije dolje prama horizontu, gdje mu se nalazi glava.

A odkuda tim zvjezdištima imena? Za Velikoga se Medvjeda zna, da ga spominju već Job (god. 1700 pr. Is.) i Homer (IX.

v. pr. Is.), a za Maloga Medvjeda Tales (u VII. v. pr. Is.), Eudokso (u IV. v. pr. Is.) i Arat (u III. v. pr. Is.). Grčka priča veli, da su oba Medvjeda došla na nebo po zapoviedi Zeusovoj, jer dok još bijaše diete, skrila ga je mati od oca Krona na briegu Idi i ondje su ga hranile godinu dana dvie medvjedice Helika i Kinosura. To je činila mati mu Rea zato, što je po pogodbi s braćom Titanima trebalo da Kron svu svoju mužku djecu pojede. Od zahvalnosti premjestio je Zeus obje medvjedice na nebo. (Arat). Druga pak priča veli, da je Junona od srčbe pretvorila nimfu Kalistu u medvjedicu, a Zeus ju je zajedno sa sinom njenim Arkasom (Arktophylax) premjestio na nebo. Kao Arktos (veliki medvjed)



Sl. 6. Dvostruko sunce v u Zmajju.

ubere zlatne jabuke, što ih je bio obećao Euristeju. (II. čin Heraklov.)

U Zmajju je više zanimljivih zvijezda, vriednih, da im prijatelji neba posveti gdjekoju večer, tim više, što ovo zvjezdište u Hrvatskoj nikada ne zadje pod horizont: tečajem ciele ga godine možeš vidjeti na noćnom našem nebu.

Spominjemo ovdje tek tri. Okrenemo li teleskop na zvijezdu v, koja je za prosto oko 4. reda, otkrit ćemo na veliku svoju radost, da je ta zvijezda sastavljena od dviju zvijezda 5. reda, koje su 62" daleko. (Sl. 6.) Već je prošlo 200 godina, što je Flamsteed to otkrio. Nu pomno motrenje u zadnjih sto godina pokazalo je,

i danas je Kalista na nebu, a uz nju i sin joj Arkas kao Arktophylax (Bootes). Ovid pripovieda, kako je Junona vidjevši to, izmolila u Oceana, da nikad ne primi medvjedice u svoje krilo, kao druge zvijezde: zato ni danas Medvjed nikad ne zalazi. I Zmaj je iz grčke mitologije došao na nebo. To je onaj Zmaj, koji je jednako budan, čuvao jabuke Hesperidske, a Herakle ga buzdovanom umlatic, kad je htio da

da im je daljina ostala ista, nu da zajedno jezde kroz svemir! Očito je dakle, da ta dva sunca skupa spadaju! Nu u tom je slučajju opet stalno, da se mora jedno vrtjeti oko drugoga, pa da se za ovih 200 godina nisu okrenula ni za 2°! Da se jednoć okrenu oko zajedničkoga središta trebaju jamačno nekih 36.000 godina ili 360 stoljeća!

Još je zanimljivija zvijezda o! I ona se u teleskopu razpada u dvie zvijezde 5. i 9. reda, udaljene 32"; nu prva je žuta kao zlato, a druga se prelieva u lila-boju! Osobitog je interesa zvijezda ψ. Od godine 1755. ju motre. I ona je dvostruko sunce, ali za ovih 150 godina još se nije ni jedno prema drugomu toliko pomaknulo, da bi to vidjele naše oči. Kolika li je njihova daljina od nas? Naša slika 7. ih pokazuje, kako se vide u teleskopu.

Uz ta 3 zvjezdišta naći ćeš na nebu lako još jedno zvjezdište, koje u nas nikad ne zalazi, a to je

4. K a s i o p e j a

(lat. Cassiopeia; franc. Cassiopée, la Chaise, le Trône; njem. Die Kassiopeia Heis je vidio u njoj 126 zvijezda).

Ta je vrlo liepa hrpa svietlih zvijezda već u kumovskoj slami nama gotovo nad glavom. Lako ju je razabrati po tom, što su joj glavne zvijezde nešto raztegnute kao njemačko slovo W, kojemu je gornja strana uvijek okrenuta k polarnoj zvijezdi (sl. 3.). Do toga ćeš skupa doći pouzdano po ovom alignementu. Pravac potegnut iz prve zvijezde ε u repu Velikoga Medvjeda do polarne zvijezde i produžen preko nje za svoju dužinu prolazi upravo kroz Kasiopeju. čim udje u kumovsku slamu. Naći ćeš tu tri zvijezde 2. reda α, β, γ, koje sastavljaju sa dvie zvijezde 3. reda δ i ε spomenuti lik slova W. Hrpa Velikoga Medvjeda i Kasiopeja od prilike su jednako daleko od polarne zvijezde, ali uvijek na suprotnoj strani. Tko hoće, da osobito dobro opazi dnevnu vrtnju neba, nek pazi na Velikoga Medvjeda, na polarnu zvijezdu i na Kasiopeju: nema skupa na nebu, koji bi jasnije i ljepše pokazivao, kako se vrti svod nebeski.

Zvijezda z pripada u red „promjenljivih zvijezda“. Velika se većina zvijezda prostomu oku prikazuje jednako u istom sjaju. Nu pomnije je motrenje u novije vrijeme na prilično mnogo zvijezda pokazalo, da im se sjaj čudnovatim načinom mienja. Prvu je takovu zvijezdu opazio D. Fabricius g. 1596. u zvjezdištu Kitovu. Te je go-



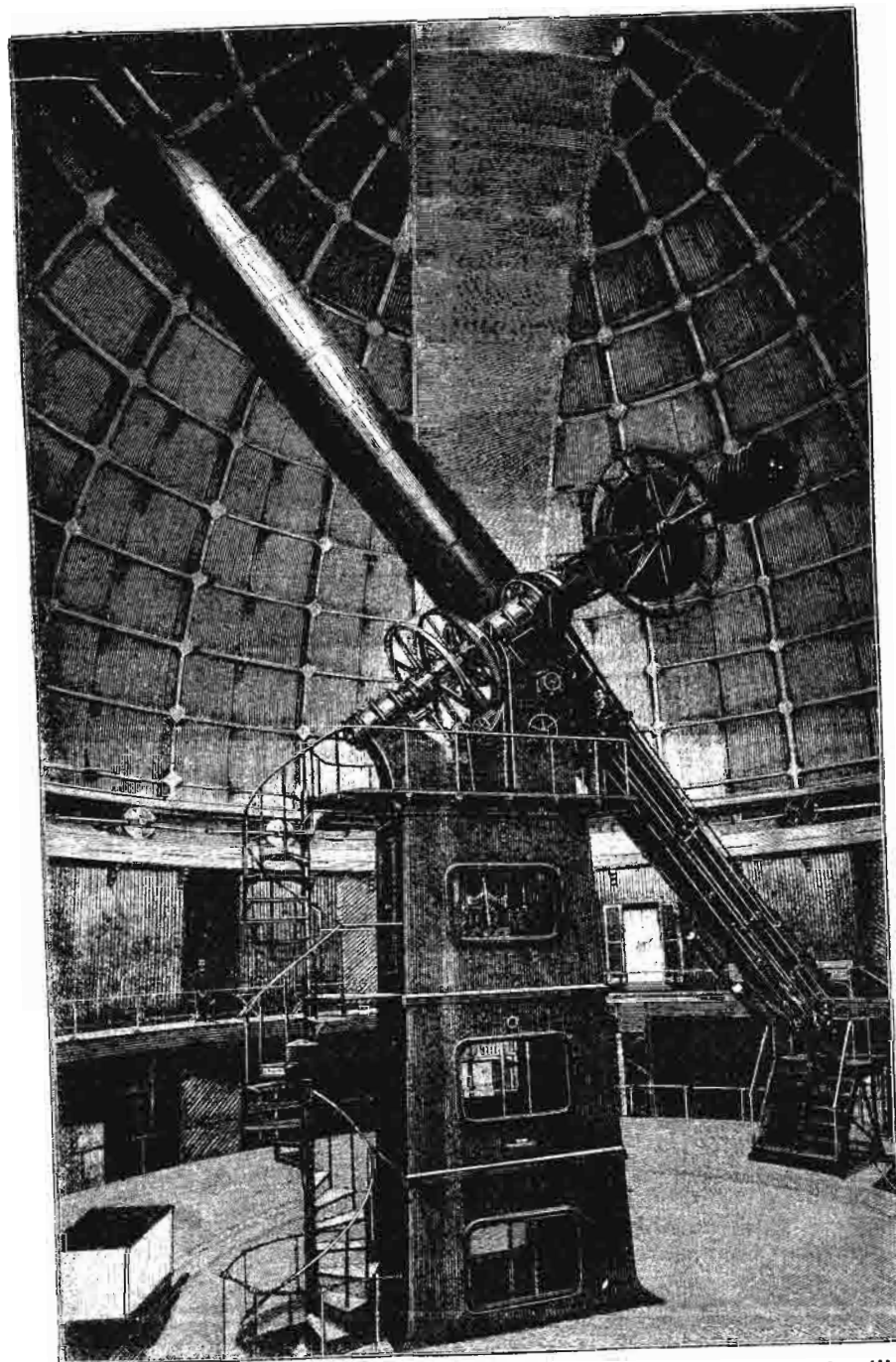
U novovjekoj zvjezdarni.

I.

Najveća zvjezdarna na svijetu: Lickova zvjezdarna na Mount Hamiltonu u Kaliforniji.

Zvjezdarna. — Najveća zvjezdarna na svijetu: Lickova zvjezdarna na Mount Hamiltonu u Kaliforniji. — Kupola za veliki teleskop. — Meridijan-instrument. — Radnje u zvjezdarni. — Fotografjska karta neba. — Leonova zvjezdarna u Vatikanu.

Osobite se vrste čuvstva bude u čovjeku, kad se primiče onomu čudnoga oblika domu, u kojem astronomi sasma odijeljeni od svijeta obavljaju svoj tihi posao. Nimbus ih tajinstvenosti budi, koji lebdi oko onoga obično osamljenoga doma. Zvjezdarna je gotovo uvijek daleko izvan grada na brežuljku, gdje inače nitko ne obitava. Oko nje se prostire liep park, a iz bujne zeleni proviruju liepo savijene tamne kupole, koje te živo podsjećaju orijentalnih hramova. Obćena tišina prirode oko zvjezdarne, misao na rad onih ljudi unutra, koji je posvema na strani od svega, što je zemaljsko, sve to budi neka svećana čuvstva, kad se primičemo zvjezdarni. Nepoznavanje onoga, što oni zidovi kriju i što se u njima zbiva, čudnovati pojmovi, što ih sviet obično ima o tom, kako ti zvjezdoznanci obće sa svjetovima tako dalekim od naše zemlje, pa napokon i težkoća, s kojom je za laika redovito skopčan pristup u ovo svetište, kao da se je sve to složilo u tom, da u nama budi čuvstvo misterijoznosti. Pred duševnim okom kao da opet oživljuju



Sl. 36. Najveći teleskop na svijetu u Lickovoj zvjezdarni u Kaliforniji.

ona stara vremena, kad su astronome smatrali čarobnjacima, koji nisu samo unapried znali, kako će se gibati zvijezde po nebeskom svodu, nego su isto tako intimno obćili sa dobrim i zlim dusima, koji su po sredovječnom sujevjerju uvijek oko nas bili, ravnajući naš udes. Polutama u hodnicima, u kojima svaki glas odjekuje, male svjetiljke, s kojima sluge kraj nas projure tihim korakom, još više učvršćuju ova čuvstva, pa ti se gotovo čini, da su astronomi sve to hotice vješto udesili, kako bi i danas još sačuvali onaj nimbus, po kojem su nekoć bili u očima svieta nadčovječna bića.

Pohodimo s toga ovakov dom, da vidimo te ljude na poslu, a kad smo već na putu, sjednimo u Hamburgu u kakav veliki transatlantski parobrod i prevezimo se preko oceana u novi sviet. Tamo je danas najveća zvjezdarna na zemaljskoj kruglji. Sjednimo u New-Yorku u željeznicu, pa projurimo na orijaškoj Pacific-željeznici cijeli kontinent sjeverne Amerike, toli obilan prirodnim čudesima, pa se ustavimo na obalama tihoga oceana u San Franciscu, glavnom gradu „zlatne“ Kalifornije. Sa sveučilištem u San Franciscu spojena je danas najveća zvjezdarna na svijetu, koja je u ovo par godina, što radi, astronomiji toliko privriedila. Ali nije ona tvorba koje velike države, nju je utemeljio — privatani čovjek! James Lick bio je graditelj orgulja, koji se je iz svoje domovine Pennsylvanije preselio najprije u južnu Ameriku i kasnije u San Francisco, gdje je g. 1876. i umro ostavivši imetak od 3,000.000 dolara, koji je sav namro javnim svrhama! U zvjezdarni, koja je iz tog imetka sagrađena, čuva se blanžara, koju je g. 1846. donio iz Chile u Kaliforniju. Čudno se ona doimlje posjetnika u onim elegantnim prostorijama, koje kriju remek-djela najvećih astronomskih umjetnika Clarka, Repsolda i drugih. Pa ipak je ova jednostavna blanžara temelj najvećoj zvjezdarni na svijetu! Lick sam zakopan je po dno stupa, na kojemu stoji danas najveći teleskop svieta (sl. 36.). To mu je veličanstveniji spomenik, nego što si ga je mogao sagrađiti ili samo zamisliti kakav faraun.

U prvom je redu Lickova zvjezdarna odredjena za strogo znanstvena iztraživanja, nu ona prima gostoljubivo i djake, koji idu za doktorskom diplomom ili hoće da nastoje oko osobitih studija na nebu. I za širu je publiku svaki dan otvorena, a u subotu i na večer od 7—10 sati. Već u prvim dvjema godinama došlo je u nju do 4000 ljudi i gdjejoju je večer stajalo do 200 ljudi oko velikoga dalekozora, da kroza nj vide mjesec.

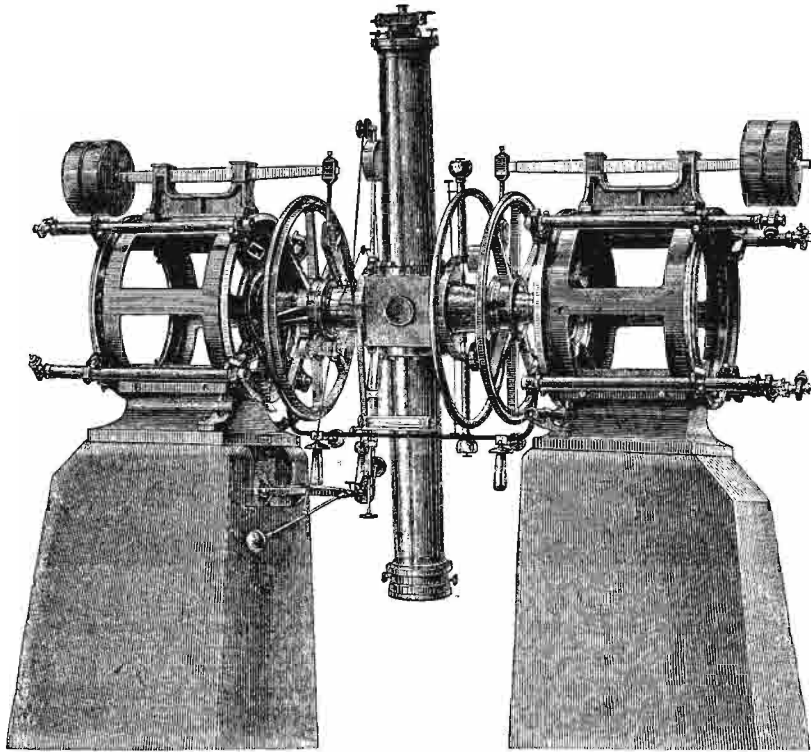
Zvjezdarna sama sasvim je na strani od bučnoga svieta. Dvadeset i šest engl. milja od gradića San José, glavnoga grada u liepoj dolini Santa Clara, uzpinje se 4209 engl. stopa (= 1263 metara) nad Tihim oceanom brieg Mount Hamilton, a na vrhuncu njegovu stoji zvjezdarna (sl. 37.) Vršika je od prije bila sasma šiljasta, ali su ju skinuli, da dobiju nuždnu ravninu za zgrade, u kojima su astronomički instrumenti i prostorije za službu. Kuće za astronomičku koloniju, koja ondje provodi svoj život, nešto su niže od vrhunca. Kolonija, u kojoj su astronomi: Holden, Burnham, Schaeberle, Keeler, Barnard i Hill



Sl. 37. Lickova zvjezdarna na Mount Hamiltonu u Kaliforniji.

s obiteljima, tri niža činovnika, jedan mašinista i vratar, nema više nego 30 ljudi. Sva sila, koja služi zvjezdarni, potječe od vode. S toga su na trima najbližim vrhuncima (Huyghens-Peak 40' niži, Kepler-Peak 42' niži i Copernicus-Peak 171' viši od Mount Hamiltona) sagrađena tri velika bassina. U bassinu na Huyghens-Peaku kupi se voda, što odtječe iz hidrauličkih strojeva u glavnoj zgradi, a vjetrenjača siše istu vodu odavde natrag gore u najviši bassin Kopernik. Ovaj daje vodu za hidraulička tiskala, koja, svršivši svoju

široke pukotine od krova pa do poda sobe vidiš ovdje samo na sjever i jug; kroz te pukotine prolazi meridijan Lick-zvezdarne, dok ga krug širine ovoga mjesta okomito sieče baš u sredini jednoga manjega dalekozora, koji je ovdje postavljen na dva stupa (sl. 39.), a zove se u astronomiji „meridijan-instrument“. Ovaj je dalekozor, premda je mnogo manji, izhodište, na koje vode sva točna mjerenja zvezdarne, on je dakle duševno središte zvezdarne. —



Sl. 39. Repsoldov meridijan-instrument.

Posvema je slična ovoj dvorani, samo manja, treća glavna dvorana u zvezdarni, samo što u njoj pukotina od krova do poda gleda točno na iztok i zapad i u njoj stoji treći dalekozor, koji se može gibati samo u smjeru istočno zapadnom, a zovu ga zato „instrument za pasaže u prvom vertikalu“. U maloj kupoli napokon stoji četvrti teleskop sa promjerom leće od 12 engl. palaca ($30\frac{1}{2}$ cm.),

koji se primjenjuje mjesto velikoga kod svih motrenja, koja ne ištu njegovu snagu.

Lick je za ovu zvezdarnu ostavio kapital od 700.000 dolara, od kojega su do 1. siečnja 1889. potrošili bili 594.000 dolara, medju tima najviše za željezne radnje i kupole 137.900 dolara, a za instrumente 111.900 dolara. Godišnji je trošak bio godine 1888. 20.000 dolara.



II.

Radnje u zvezdarni.

Smještanje zvezdarna izvan gradova. — Radnje oko meridijan-instrumenta. — Odredjivanje mjesta zvezda. — Ure u zvezdarni i signali vremena u Beču i Zagrebu. — Pogreške mjerenja. — Radnje oko velikog teleskopa. — Ekvatorijalni namještaj toga teleskopa. — Najveći teleskopi današnji. — Fotografička karta neba. — Nova Vatikanska zvezdarna.

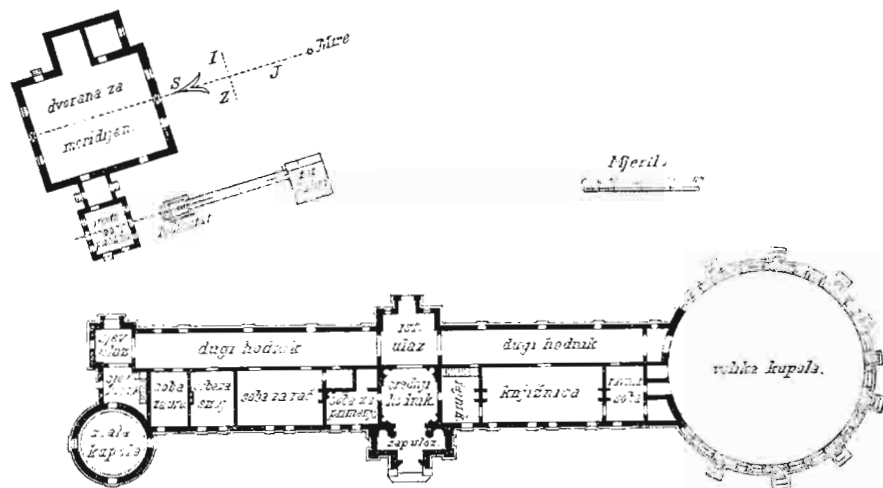
Gotovo nehotice se čovjek pita: zašto li bježe astronomi sa svojim kućama daleko iz gradova, pače i na visoke bregove i što će im toliki instrumenti, svi napokon iste vrste? Nepodpuna bi bila ova crta o zvezdarni, da se i ovih pitanja ne taknemo, kako bi si čitatelji mogli bar od prilike stvoriti sud o životu u tim tajinstvenim domovima.

Zvezdarna, u kojoj se izvodi precizno mjerenje nebeskih daljina, mora biti daleko od grada, jer od živog prometa gradskoga tlo neprestano drhće, a to treptanje tla astronom sa svojim finima instrumentima veoma neugodno osjeća. Kraj ovoga neprestanoga potresa, koji se tek u zoru gubi na kratak čas, ne može on svoja najfinija mjerenja izvoditi, kod kojih debljina jedne vlasi imade vriednost od mnogo tisuća milja. S toga je lako razumjeti skrajnju pedanteriju astronoma. Čovječja vlas, ako ju držiš pred sobom u daljini od 25 cm. (normalni vid) pokriva već na mjesecu prugu 4 milje široku, a na suncu već sloj, koji je širi od naše ciele zemlje (1719 milja). Ako se sjetimo, da je debljina pokrivenoga sloja u daljini najbliže stajačice 16 puta tolika, razumjet ćemo pedanteriju astronoma u namještanju zvezdarne i instrumenata u njoj.

Riešenje te zadaće, namjestiti instrumente u zvezdarnu kako valja, spada u najteže probleme i baš se je u naše dane dogodilo,

radnju, natrag teče u Huyghens, da se odovud opet digne u Kopernika i na novo počne svoje kolanje.

Razpored prostorija u zvjezdarni samoj pokazuje najbolje priloženi tlocrt, komu ne treba tumača (sl. 38.), samo treba spomenuti, da fundamenti svakoga instrumenta počivaju na tvrdoj pećini i da je na iztoku od dugačke dvorane ostalo mjesto za laboratorije i druge službene zgrade, koje su međjutim izgrađene. Cielom je planu temeljna ideja bila, da veliki teleskop, kao najvažniji instrument, bude sasna neodvisan od drugih observatorija, u kojima su smješteni manji, ali isto tako izvrstni teleskopi (dalekozori).*



Sl. 38. Tlocrt Lickove zvjezdarne.

Stupimo li kroz istočni vestibil u dugačku dvoranu, obrnut ćemo se najprije prema velikoj kupoli, koja krije najveći teleskop na svijetu (vidi sl. 36.). Na jur spomenutom stupu stoji koso orijaš, koji za pravo predstavlja tri ogromna dalekozora. Njegova leća, koja ima da hvata zrake svjetla, što dolaze od kojega nebeskoga tiela i od njih slaže u žarištu sliku, imade promjer od 36 engl. palaca ($91\frac{1}{2}$ cm) i daljinu žarišta od 17 m. Cijeli je dalekozor dakle nešto preko 17 m. dugačak! Nu metneš li pred onu leću drugu od crown-stakla,

* Što je teleskop ili dalekozor i kako je taj za astronoma najvažniji stroj sastavljen, može se vidjeti u I. knjizi „Novovjekih izuma“, što ih je izdala „Matica Hrvatska“ g. 1882.

pretvorio se je cijeli teleskop u ogromnu fotografičnu kameru, koja izvrstno fotografira nebeska tjelesa. Skineš li napokon okular, t. j. staklo, kroz koje gledaš sliku u dalekozoru, možeš mjesto njega smjestiti namjestiti stakleni bridnjak, u kojem se svjetlo raztvora u boje i pred tobom je izvrstan spektroskop za izpitivanje spektra nebeskih tjelesa. Naravno je, da treba osobitih sprema kod takovog orijaša, kako bi oko smjestio pred okularom. Druge velike zvjezdarne namjestile su osobito gradjene stolce, koji su tako čudnoga oblika, da im u prvi mah ne pojmiš svrhe. To je do 6 m. visoka mreža samih željeznih štapova, velikih kotača i užeta, na kojoj s obje strane vode željezne stube u vis. To je stolac za motritelja. Na njemu se on može sam voziti okolo cieloga teleskopa i po volji dizati i spuštati, da donese oko pred teleskop, kojemu prednje staklo prema položaju nebeskoga tiela, koje motriš, može opisivati krug u promjeru od 10 m. i više, a uzdiže se nad pod kupole do 7 metara. U velikom čudu gledaš divni mehanizam, s pomoću kojega te snaga dvaju tvojih prsta po volji okreće po velikoj kupoli, a da se ni makneš sa svoga stolca. Nu kod orijaša u Lick-zvjezdarni ni taj divni mehanizam nije bio dosta dobar. Odustaje zato od stolca za motrenje u obće, pa poprimiše krasnu ideju Howarda Grubba, da se pod kupole, koji je u promjeru 20 m., za 5 metara može dizati i spuštati! S početka se je presporo dizao, nu sada namjestiše 4 hidraulička tiskala, koja ga u svakoj minuti dignu ili spuste za 6 decimetara. Ovaj su obret i druge velike zvjezdarne s uzhitom prihvatile, na pr. Uranija u Berlinu.

Kupola zajedno sa ogromnim instrumentom silno se doimlje čovjeka, kad stupi u nju. Nu jer je ovaj teleskop za to odredjen, da na sve strane izpituje nebo, morali su ogromnu kupolu, visoku 75 engl. stopa, a gradjenu od željeza, koja štiti teleskop od bure i nevremena, pak s toga ima samo na jednoj strani uzak otvor, tako namjestiti, da se može okolo na okolo okretati. Kolika zadaća za mehanika! Kupola važe 90.262 kg. i za osam ju minuta možeš u krugu za 360° okrenuti, ako pustiš silu vode, da na nju djeluje! Isti je Grubb gradio i veliku kupolu bečke zvjezdarne, tešku 15.000 kgr., pa je ondje svojim mehanizmom sjajno uspio: sila od 7 kg. dosta je, da se cijela kupola stane vrtjeti.

Ostavimo za čas impozantnu kupolu, pa pogledajmo veliku dvoranu prieko u dvorištu, koju zovu „meridijan-dvorana“. Kroz

* 1 englezka stopa = 0.30479 metara ili u okruglom broju = 30.5 centimet.

da je pri tom poslu stradao um jednoga od najboljih astronoma našega doba. Jedva što je Winnecke, ravnatelj nove zvjezdarne u Strassburgu, dovršio gradnju svoga uzornoga instituta, za koji je netko rekao, da su vilinski dvori medju zvjezdarnama, obolio je od duševnoga napora tako, da nije mogao ni uživati plodova svoga rada.

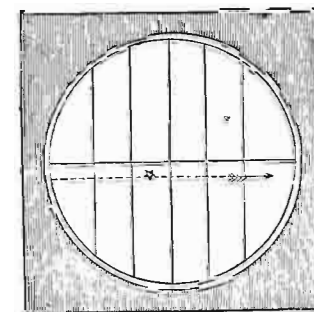
Radi onih treptaja tla osnivaju najradije zvjezdarne na pjeskovitu tlu, jer se u piesku ovi mali potresi najprije gube. Instrumente pak nasadjuju na posebne zidane pilove, koji se nigdje ne dotiču ni ostalih zidova zgrade ni poda sobe. I za svaku točnu uru naprave ovakove posebne stupove, da se ne bi pravilni titraji njihala, tog najsavršenijeg stroja za mjerenje vremena, poremetili. Osobito paze još na to, da temperatura u svim prostorijama bude jednolika i što više jednaka izvanjoj. S toga se ondje nikada ne loži, jer je zrak onda nemiran, a i kovni se dielovi instrumenata nejednako raztežu, pak krugovi, razdieljeni u stupnje, minute i sekunde, pokazuju krivo. To je i uzrok, da u novije doba daju svakom važnom instrumentu posebnu malu kućicu sa dvostrukim zidovima.

Na bregove pak bježe sa zvjezdarnama, da se uklone najnižim slojevima atmosfere, koji su nerazmjerno puni prašine, pak je zrak neprozirniji nego na visokim bregovima.

Potražimo sada astronoma najprije u meridijan-dvorani, da saznamo, što li mu je posao na onom čudnom dalekozoru. Običeno se misli, da je astronomu teleskop najvažniji instrumenat s toga, da vidi, kako je na Suncu, Mjesecu, planetima i zvjezdama, kakve su im površine, ima li gora i dolina, vode, kopna i zraka, iz kakove su materije sagradjeni ti svjetovi, pak da trebaju one silne teleskope, kako bi sve detaile na njima mogli prepoznati. Nu stvar se ima sasna drugačije. Sa svim se ovim pitanjima ni ne bavi čisti astronom, ona padaju u posebnu granu nauke, koja se zove astrofizika i danas već ima posebne observatorije, u prvom redu astrofizikalni observatorij u Potsdamu kraj Berlina, i u Meudonu kraj Pariza. I o njenim čemo prezanimljivim rezultatima kasnije govoriti, a sada mislimo na pravu astronomiju, koja proučava samo i nama jur djelomice poznata i veoma čudnovata gibanja na nebeskom svodu. Ona traži skrajnjom točnosti, gdje zvijezde stoje danas, gdje su stajale nekoć i gdje će stajati u budućnosti. Iz ovih gibanja, koja su vanredno zamršena, hoće da nadju zakone, po kojima se zbivaju, i konačni uzrok svemu, što se zbiva u svemiru. Zaista veličanstven zadatak, koji je i donio astronomiji ime „kraljica nauka“. Sada razumijemo, zašto astronom

od svoga teleskopa ne ište samo to, da koje tielo dobro vidi, nego još više, da s njim može mjeriti na nebu. Prislušujmo s toga njegovu radu oko teleskopa u meridijan-dvorani. Instrument mu stoji usred sobe na dva stupa, medju kojima se samo u smjeru sjeverno-južnom može vrtiti. Od prilike je nalik na top, koji je položen na os dvokolica (vidi sl. 39.), pa i kotači su tu, ti su pače najvažnija stvar na instrumentu. To su krugovi, na kojima su stupnji, minute i sekunde urezane vanredno finim i točno namještenim pravcima. Krug ovako razdieliti, najveća je umjeća današnje mehanike i u tom je danas prvi majstor Repsold u Hamburgu. Od onih 2160 na obsegu kruga urezanih pravaca nema ih nego tek nekoliko, koji su za deseti dio od debljine jedne vlasi odmaknuti od svog pravog mjesta! Taj je krug prikovan na os dalekozora, koja počiva na stupovima, pak se vrti zajedno sa teleskopom.

Zadaća je sada astronomu točno odrediti, kada zvijezda prolazi kroz meridijan njegove zvjezdarne i kako je visoka u tom času nad horizontom. Astronom bi rekao, da će odrediti dužinu i visinu zvijezde. Znam li to, odredio sam točno mjesto zvijezde na nebeskom svodu, jer se za svaka 24 sata opet vraća na isto mjesto. U



Sl. 40. Zvijezda u polju dalekozora.

dalekozoru vidi astronom nekoliko vertikalnih konaca (17 do 21) paučine, a dva horizontalna konca ih križaju. Instrument je namješten kako treba, zvijezda ulazi u polje dalekozora i astronom ju smješta medju ona dva vodoravna konca. (Sl. 40.) Zvijezda se giba to brže, što je veći teleskop: ako povećava 200 puta, giba se zvijezda od prilike tako brzo kao čovjek, kad ga vidiš hodati iz daljine od 80 metara. Na svojoj točnoj uri, koja glasnim tiktakom udara točno sekunde, odredi sekunde, kada se zvijezda skriva za koji vertikalni konac. Ovakovim mučnim poslom određuje se prolaz zvijezde kroz meridijan, a na razdieljenom se krugu s pomoću mikroskopa čita visina zvijezde u tom času nad horizontom.

Mjesto je zvijezde vanredno točno određeno, ako je — ura prava. Nu kako nema savršeno gradjenih teleskopa, tako nema ni ure bez pogreške i sada tek nastaje za njega mučni posao, naći pogrešku ure. Istina je, vještina je urara danas već silna: u astro-

nomičku se njihalicu možeš pouzdati u toliko, da za jedan dan ne će više pogriješiti nego $\frac{1}{500}$ sekunde, nu utjecaji temperature i osobito gustoće zraka čine, da se njihalo u svom pravilnom njihanju mienja, a te se promjene moraju odrediti gotovo od dana na dan. Glavna ura stoji u meridijan-dvorani i po njoj se odredjuju pogreške svih drugih ura na zvjezdarni, ali se nijedna ne naravna na pravo vrijeme, jer dobru uru ne smiješ ravnati. Tek najgora se ura u zvjezdarni, koja obično stoji u pisarni, svaki dan naravna po pravom vremenu za javne svrhe i posjetnik se u zvjezdarni obično čudi, da samo ta jedna ura dobro ide, dok sve druge za ciele sate drugačije kazuju i to svaka drugačije!

Od pisarne vodi žica na bližnju željezničku postaju, kojoj se svaki dan javi vrijeme. Ova ga javlja dalje u pokrajinu. Sve se ure u gradu takodjer ravnaju po onoj uri u pisarni zvjezdarne, a po ovima se ravnaju privatni ljudi. I tako svaki ima da zahvali poznavanje pravoga vremena uztrajnomu i mučnomu radu astronoma, komu je služba motriti prolaze zvijezda na meridijan-instrumentu.

Neka nadje ovdje još mjesta zanimljivi način, kojim u Beču daju znak podneva cielomu gradu, način, po kojem svatko može najjednostavnije naći pogrešku svoje ure. Pet minuta prije podneva daje se sa nove bečke zvjezdarne na „Türkenschanze“ predbježni znak, koji se električnom struiom prenosi u zgradu gradskih vatrogasaca „am Hof“ i tamo stane zvoniti zvonce u znak, da će skoro, naime pet minuta poslije, doći pravi znak podneva. Dvadeset i dvie sekunde prije srednjega podneva počinje pravi podnevni znak, koji je sastavljen od 12 udaraca zvonca, koji su razmaknuti jedan od drugoga za 2 sekunde. I ovi se udarci prenose kao i predbježni znak iz zvjezdarne električkim putem na posebni signalni aparat. Zadnji udarac zvonca pada točno u trenutak, kada je u Beču podne. I u Zagrebu se daje podnevni znak topom, koji se sa zgrade realne gimnazije na Griču izpali točno u onom času, kad je u Zagrebu podne, a taj se čas odredjuje kronometrom, koji točno ide, ali ipak nije bez pogreške. Nu ta se pogreška njegova češće odredjuje izpoređivanjem kronometra prolazom zvijezda, za koje se zna, u kojem trenu prolaze kroz zagrebački meridijan. Pogreška je zagrebačkoga kronometra od prilike 2 sekunde na 24 sata. Za manje je gradove znak topa zgodan, ako se sa visokog mjesta daje, jer se čuje u cielom gradu, za velike gradove već ne pristaje.

Gotovo se bojimo, da smo predugo zlorabili strpljivost čitatelja,

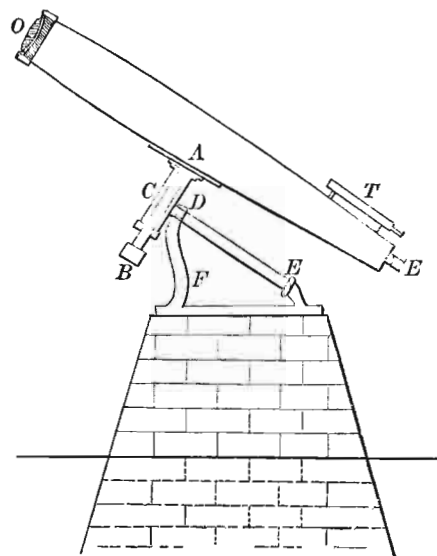
opisujući mu rad oko meridijan-instrumenta. Nu i to su tek krupne crte toga rada. Sva sila pogrešaka, kojih se astronom čuvati mora, nije ni spomenuta. Sav gotovo rad astronoma na meridijan-instrumentu i nije drugo, nego vječna borba proti velikoj množini pogrešaka, a rezultat svega? Našao je, da je u mjestu zvijezde na nebeskom svodu, kako su ga prije njega već drugi odredili, možda bila presitna pogreška od nekoliko stotnina jedne sekunde! Pa što je do toga stalo, poznajemo li mjesta zvijezda točno na stotnina jedne sekunde ili ne, uzkliknut će možda čitatelj. Istina, sviet ne bi s toga propao, nu ako u čovjeku živi težnja, da sazna zakone nebeskih gibanja, koja i njega nose kroz svemir, želi li se uvjeriti o tom, da sve, što se zbiva u svemiru, biva po nepromjenljivim načelima, koja od vieka do vieka ravnaju svemirom, želi li napokon svaki čas biti uvjeren o tom, da nikakav strani, nepoznati utjecaj nije počeo poremećivati divni red u svemiru — nema druge, nego uvijek i uvijek izpitivati najmanja gibanja na nebeskom svodu i pri tom na dlaku točno raditi, jer znamo, koliko prostora u tim daljinama zaprema širina jedne samo vlasi! Radnje na meridijan-instrumentu su pak temelj svim drugim mjerenjima, zato treba da budu bez ikakove pogreške. Nije li nam sada jasna prividna pedanterija astronoma, ali i njihova upravo idealna požrtvovnost u radu oko traženja istine?

* * *

Sasma su drugačije zadaće, što ih ima da vrši veliki teleskop u ruci astronoma. Povratimo se, da ih bar u najvećim crtama saznamo, opet u veliku kupolu, pa motrimo ondje drugog astronoma pri poslu!

Meridijan-instrument odredjuje što točnije mjesta zvijezda prema zemlji, i da to može učiniti, mora uvijek čekati, dok zvijezda dodje u ravninu meridijana, a to se događa kod velike većine zvijezda tek jedan put u 24 sata, a samo kod nekih (cirkumpolarnih) dva puta. Nu imade na nebu dosta objekata, a to su baš najzanimljiviji, kojih sa meridijan-instrumentom nikada ni vidjeti ne možemo. Taj dalekozor naime ne smije da bude velik, jer bi se njegove pogreške toliko nagomilale, da ih astronom ne bi mogao ni svladati: spominjem samo savijanje težkih masa i spuštanje pojedinih česti stroja. S toga meridijan-instrument nije duži od dva metra, a njegova leća ima obično promjer od 4 palca (10·8 cm.). U takovom dalekozoru vidiš tek zvijezde do 9. reda, dakle jedva 3 razreda više nego prostim okom. Prostim okom možeš vidjeti oko 6000 zvijezda (najviše), a

meridijan-instrumentom oko pol milijuna. Sa našim najvećim teleskopima pako vidimo bar 30 milijuna zvijezda i osim toga one najčudnovatije tvorbe na nebu, koje su i nama jur poznate kao „hrpe zvijezda“ i „svemirske maglice“, u kojima baš čitamo povjest svemira. Meridijan-instrumentu sve su to nepoznati svjetovi, a isto tako i stotine slabašnih repatica i sitnih planetića, a to su baš najzanimljiviji objekti, koji idu u područje velikoga teleskopa. Njemu je sudjeno, da nas vodi u najdalje dubljine svemira. Razumijemo dakle, da će ovaj kolos morati biti tako namješten, da se mnogo slobodnije giba, nego meridijan-instrument, a to je uzrok njegovom osobitom



Sl. 41. Namještaj velikoga teleskopa.

Kad se prva palica oko svoje osi vrti, okreće se i druga os BA oko nje. Na njoj je ploča A , na koju je pričvršćen teleskop OE . Ploča A , a s njom i teleskop, može se vrtjeti oko osi BA , a zajedno s ovom oko osi DE . Možeš dakle zaista ovako namješten teleskop naperiti na svaku točku nebeskoga svoda. Astronomi vele, da je teleskop „paralaktično montiran“. Pomislite sada, da je ovakov teleskop često 10 metara dug i više, da mu je samo gornje staklo O po više stotina kilograma teško (u Beču preko 300 kg.), i da je glavna os, na kojoj visi taj cieli kolos, sasama koso namještena, pak ćete razumjeti

namještaju (sl. 41.). Na kamenu stup prikovana je nepomična velika i jaka željezna palica DE , koja pokazuje točno na požarnu zvijezdu, dakle stoji baš kao poznata nam jur nebeska os, oko koje se cijeli svod nebeski vrti. Polu najbliže zvijezde opisuju najmanje krugove, a što su dalje, sve veće. Oko ove željezne palice namjestimo jak željezni prsten CD , a kroza nj utaknemo drugu jaku željeznu palicu BA , koja je okomita spram prve palice ili glavne osi.

123

kakove i kolike neprilike ima da svlada mehanik kod konstrukcije i namještanja takovoga teleskopa, da mu ostane teleskop u svakom položaju u ravnotežju i da se kao pero lako giba na sve strane! Na svakoj su osi opet namješteni razdijeljeni kruzi, da možeš naperiti teleskop na određeno mjesto neba. Nu ti su kruzi obično daleko od motritelja, pak zato trebaš cietu legiju od zrcala, bridnjaka, lampa i malih dalekozora, da ih u svakom položaju jasno vidiš sa svoga mjesta pred okularom teleskopa. Oni moraju biti razsvietljeni i onda, kada je sve naokolo tamno, a ta je tmina baš najvažnija stvar, jer oko je onda najosjetljivije i vidi najbolje nebeski pojav, ako ga s nijedne strane ne smeta drugo svjetlo. U izpunjenju ovoga uvjeta nove su poteškoće za graditelja.

* * *

Na nebu se iznenada pojavila nova repatica, slabašna i za meridijan-instrument nevidljiva.

Valja prije svega odrediti mjesto, gdje se je pojavila na nebeskom svodu. Nu meridijan-instrument je ni ne vidi. Evo posla za teleskop u velikoj kupoli. Prvi obretnik javio je mjesto, gdje ju je vidio i od prilike smjer, u kojem će se po nebu gibati bližih dana. S pomoću krugova namjesti astronom svoj tubus od prilike na ono mjesto, gdje očekuje novoga gosta na nebu i traži ga ondje. Pomaže mu u tom mali dalekozor T (sl. 41.), koji stoji na velikom s njim uzporedno, ali jer je malo, pregleda u jedan mah mnogo veće polje, a sredina je njegovoga polja ono, što vidiš u polju velikoga dalekozora. Odkrivši u malom dalekozoru kraj, gdje bi imala da bude, smjesti taj kraj neba u sredinu njegovu i sada pogleda tek u veliki instrument i eno u njem repatice, gdje seli u vidnom polju od jednoga konca do drugoga, pa mora za njom turati veliki instrument, da mu ne uteče. Sada tek nastaje posao, odrediti mjesto repatice. U tu svrhu potraži astronom koju bližnju stajačicu, za koju znade, da joj je mjesto odredila na koja zvjezdarna na svietu veoma točno. U nepriliku ne će doći, jer su do danas već sve zvijezde do 9. reda, dakle njih pol milijuna odredili i u popis zvijezda smjestili ili „katalogizirali“. Za svaku od njih znadeš mjesto na nebeskom svodu točno na die-love jedne sekunde! Zaista neizmjeran posao! — Kao prije pušta sada motritelj najprije odabranu stajačicu, da prolazi kraj konca i po uri odredi čas, kada to biva. Kad je zvijezda iz polja odmakla, čeka, dok dodje repatica u polje, pa najprije namjesti jedan po-

mični konac od paučine, da repatica po njem prolazi poljem dalekozora i motri momente, kad se ona javi kod pojedinih konaca. Po razlici vremena saznaje motritelj točno daljinu repaticè od odabrane zvijezde, a po pomaknutom koncu od paučine i razliku u njihovoj visini, dakle poznaje točno u tom času mjesto nove repatice — ako je bilo točno određeno mjesto odabrane stajačice, t. j. ako je meridijan-instrument svoju dužnost savršeno izvršio! I opet se sve na njega povraća.

Ovo je tek u krupnim crtama nacrt rada na velikom teleskopu. O komplikacijama, koje i tu nastaju, dok se iz opaženoga mjesta nadje računom pravog mjesto repatice, nije mjesto da govorimo ovdje, tek pripominjemo, da nisu manje, nego na meridijan-instrumentu.

Još jednu nepriliku nam je iztaknuti. Već smo spomenuli, kako repatica, opisujući svoj dnevni krug na nebu, žurno leti kroz polje teleskopa, pak da treba instrument za njom turati. To bi turanje za motritelja bila prevelika neprilika, i on ne bi mogao gotovo ništa izmjeriti svojim teleskopom.

Da odklone tu nepriliku, pomažu si posebnim mehanizmom, koji se zove „ura“ teleskopa. Glavna os teleskopa D E (sl. 41. stoji kao nebeska os i pokazuje točno na polarnu zvijezdu. Spomenuti mehanizam, koji je inače veoma zamršen, čini, da se i os D E točno za jedan dan okrene oko sebe. Tim je za motritelja uništeno dnevno gibanje zvijezda i kad bi na pr. teleskop u jutru namjestili na izlazeće sunce, slijedio bi ga teleskop cio dan i pokazivao bi na nj još i na večer kada zalazi.

Gradnja ovakove „ure“, koja tako ogromnu masu ima da vodi u podpuno mirnom i jednolikom gibanju za jedan dan okolo na okolo u podpunom krugu, jedna je od najtežih mehaničkih zadaća, koja nije ni danas podpuno riješena.

Ovakove velike instrumente i podpuno uredjene zvjezdarne mogu nauci dati ili velike države ili — bogati mecenati astronomije, te kraljice medju naukama, koja i nestručnjaka znade privlačiti osobitim čarom. I zaista primjer graditelja Licka nije ostao sâm! Kao da je od godine 1889., kad je otvorena Lickova zvjezdarna, nastalo nekakovo natjecanje u kulturnom svijetu u tom, koji će narod imati najveće i najsavršenije teleskope. Jedva što je bio gotov Lick-refraktor, naručila je ruska vlada za svoju prvu Nikolajevu zvjezdarnu u Pulkovi, kad je slavila u kolovozu god. 1889. 50-godišnji jubilej svoga osnutka po caru Nikolaju I., novi orijaški

refraktor sa lećom u promjeru od 30 engl. pal. (76 cm.), dakle nešto manji od Lickova. Za instrumentat i njegov toranj odredila je vlada 300.000 rubalja, ali poradi neprilika kod gradjenja ogromne leće za toliki teleskop dozvolio je car Aleksandar III. još naknadnu svotu. Za leću samu izplatili su Rusi Clarku u Cambridgeportu 32.000 dollara! Instrument je danas jedan od prvih na svijetu. Mjesec Neptuna, mjeseci Saturna Enceladus i Mimas za njega su lako vidljive stvari, a i mjesece Marsa lako pokazuje. Uz Nikolajevu zvjezdarnu tom su prilikom Rusi sagradili i veliki astrofizikalni observatorij, sa tamnom sobom za razvijanje fotografskih ploča, sobom i aparatom za izmjerivanje astronomičkih fotografija, velikom dvoranom za spektralnu analizu sa heliostatom za dobivanje sunčanoga svjetla u sobu, laboratorijem, stanom za astrofizika i njegova asistenta, cieli parostroj za tjeranje dinamo-električnih strojeva i baterije akumulatora, koji ujedno daju silu za gibanje kupole nad velikim spomenutim refraktorom, težkom 50.000 kg. Ova je zvjezdarna doduše jedva 50 godina stara, ali je astronomiji dala cio niz radnja prvoga reda, koje su sjajna svjedočba živoga rada i pravoga znanstvenoga duha u zvjezdarni. Medju njima se osobito iztiču radnje otca i sina Fridrika i Otona Struve-a, koje su epohalne za astronomiju dvostrukih zvijezda, a mjerenja, izvedena na njihovu meridijan-instrumentu, idu u najbolje radnje ove vrsti, što ih ima danas astronomija, — one su neprolazni spomenik astronomske uztrajnosti i točnosti. Zato se je cio astronomički svijet g. 1889. priključio proslavi nje 70. petdesetgodišnjice.

I privatni su se ljudi, koje je sreća obdarila velikim imutkom, stali zanimati i drugdje za astronomiju. Bogataš Bischofsheim sagradio je troškom od milijuna i više franaka zvjezdarnu u Nizzi; Amerikanac Lowell sagradio je o svom trošku kraj grada Flagstaffa u Arizoni u Americi (112° zap. od Greenwicha (čitaj: Grinič) i 35° sjeverne širine) na briegu visokom 7300 engl. stopa novu zvjezdarnu, koja je danas najviša zvjezdarna na sjevernoj polutki zemlje. Dao joj je 3 teleskopa sa lećama od 18, 12 i 6 engl. palaca. Na najvećem se obavljaju obične i spektralne radnje, a na teleskopu od 12 palaca fotografične. Utemeljitelj zvjezdarne Percival Lowell, sâm književnik i učenjak, napravio je sâm nacрте i vodi radnje u njoj uz dva asistenta.

Drugi Amerikanac Yerkes naručio je za Chicago kod istoga umjetnika Clarka novi teleskop, koji bi imao biti još veći od

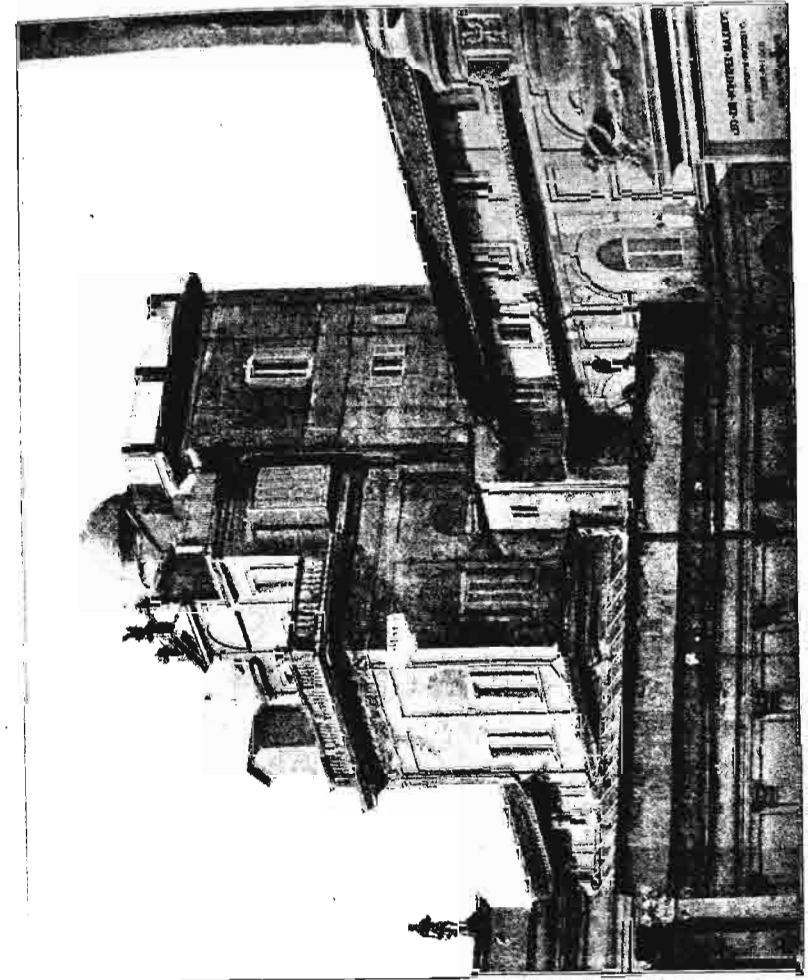
Lickova. I zaista je majstor Clark već izbrusio početkom ove godine (god. 1895.) ogromnu leću sa promjerom od 40 engl. palaca (102 cm.) za taj Yerkes-refraktor, a na izložbi u Chicagu divili su se posjetitelji ostalim dielovima ovoga Leviathana medju teleskopima. Baš sada dolazi viest o dvjema još većim refraktorima, koji se imaju graditi. Isti Bischofsheim, koji je sagradio krasnu zvjezdarnu kraj Nizze, odredio je svotu od 2 milijuna franaka za konstrukciju teleskopa, koji bi nadmašio sve dosadanje snagom i veličinom, a imao bi biti izložen godine 1900. na svjetskoj izložbi u Parizu. — I njemačko se je carstvo trgnulo. Baš dolazi viest, da će laboratorij za tehniku stakla u Jeni početi praviti staklo za leće dviju velikih teleskopa. Prvi bi imao leću sa promjerom od 125 cm., a dužinu od 30 metara, a drugi leću od 110 cm., a dužinu samo 8 metara. Staklenu će masu dati laboratorij u Jeni, a brusiti će leće Steinhil u Münchenu. Za manju su leću, koja Lick-refraktor nadmašuje za 14 cm., staklene ploče već gotove. Teške su 500 kg., a dok bude od njih leća gotova, stajat će 320.000 maraka!

Bečki teleskop, koji je god. 1883. bio još najveći na svijetu, danas je 7. po veličini! A ipak je i on orijaš sa lećom od $68\frac{1}{2}$ cm. u promjeru!

Ova crtica o radnjama u zvjezdarni ne bi bila podpuna, da se sa par rieči ne sjctimo velike internacionalne radnje astronomičke, koja će biti kruna svih velikih astronomičkih radnja u 19. vieku, a to je velika fotografička karta cieloga neba. Preko dvadeset se je zvjezdarna, razasutih po cijeloj zemaljskoj kruglji, složilo u tom, da će po istom načinu i sa aparatima posvema jednakim fotografirati nebo. U tim će pločama čovječanstvo imati najbolji dokumenat, kakovo je bilo nebo na koncu 19. vieka, a u katalogu zviezda, koji će se po tim pločama izračunati, daleko najsvršeniji popis od milijunâ stajačica sve do 18. veličine! Poznije će generacije ljudi, kad budu mogle izporedjivati lice svoga neba sa licem neba na koncu 19. vieka, izmjeranim do skrajnje točnosti, za stalno izvoditi zaključke o zakonima u svemiru, za koje mi danas jamačno smijemo reći, da nemamo ni pojma o njihovu dohvatu i baš je u tom neizmerna važnost ove najveće astronomičke radnje našega stoljeća.

Već se je godine 1887. na parizkoj zvjezdarni sastala medjunarodna konferencija, da vieća o izvedbi ove karte, pa da odredi občena načela, po kojima se ima radnja izvoditi. Razdieliše nebo

u pojase ili zone i predadoše pojedine zone na izradbu zvjezdarnama. koje se izjaviše, da će sudjelovati; odrediše jednaki način prepariranja fotografskih ploča za sve; svi će upotrebljavati isti teleskop od 33 cm. promjera leće i 3·4 metara dužine. a ploče će



Sl. 42. Obnovljeni Gregorijanski Toranj u Vatikanu.

imati 16 cm. u kvadratu. S mjesta se prijaviše, da će prionuti uz posao:

1. U Europi: Helsingfors u Finlandu; Potsdam u Njemačkoj; Oxford i Greenwich u Englezkoj; Pariz, Bordeaux i Toulouse u Fran-

czkoj; Beč u Austriji; Vatikan i Katanija u Italiji; San Fernando u Španiji.

2. U Africi: Algir i Rt dobre nade.

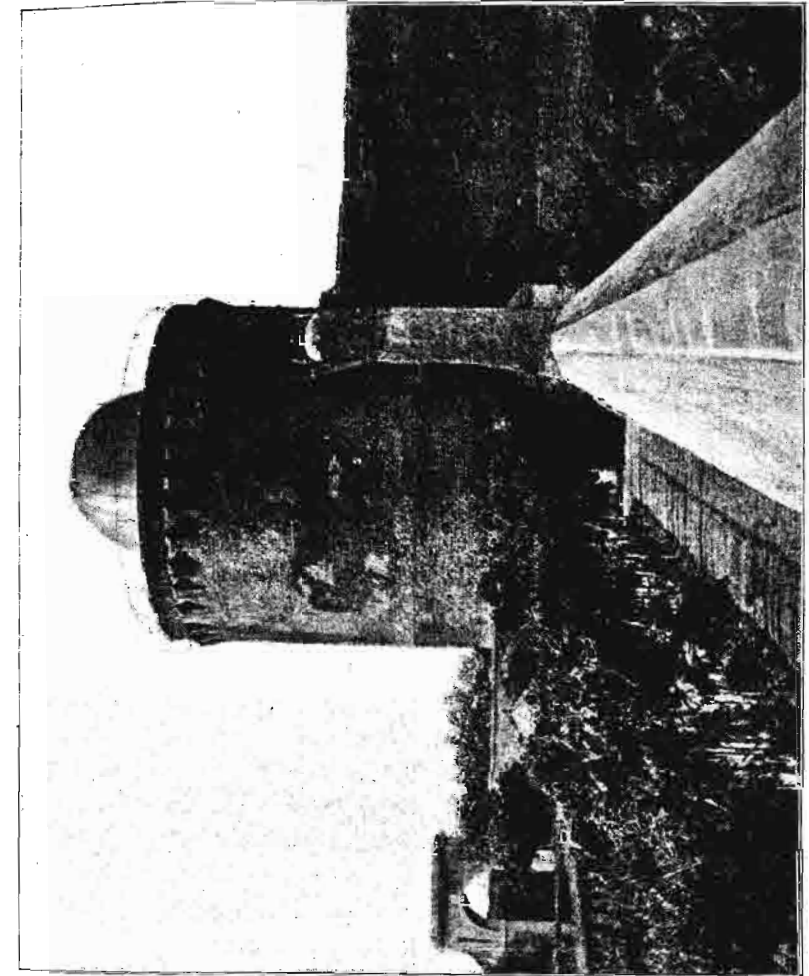
3. U Americi: Taeubaya u Mexiku; Santiago u Chili-ju; Rio Janeiro u Braziliji; La Plata u Argentini.

4. U Australiji: Sydney i Melbourne.

Ovo je veličanstveno poduzeće dalo povoda velikomu sadanjemu papi Leonu XIII., da je u posebnom krasnom pismu „Ut mysticam Sponsam Christi“ od 14. ožujka 1891. naložio preustrojenje i novo uredjenje stare zvjezdarne Vatikanske sa izraženom namjerom, da odsele ima da služi samo fotografiji neba i spektralnoj analizi. Vatikanska je zvjezdarna veoma stara. Grgur XIII., reformator kalendara, sagradio je prvi astronomički toranj, u kojem su učeni ljudi viećali o reformi kalendara, a Perusino je u njem odredio meridian urezav ga u mramornu ploču. Najbolji instrumenti tadanjega ju vremena resiše. Koncem prošloga stoljeća na novo ju je uredio papa Pio VI., a Gilius je razširio djelovanje na izpitivanje magnetizma zemlje, meteorologije i bilinskoga života. Nu smrću se Gilija utrnuo rad u zvjezdarni, a kasniji su predstojnici zvjezdarnu premjestili na zgodnija mjesta za motrenje neba. Kad je Leon XIII. slavio 50-godišnjicu svoga svećenikovanja, dobio je uz ostale darove i savršene instrumente za fiziku neba, atmosfere i zemlje. Da ih smjesti, odredio je veliki papa, da se obnovi „toranj Gregorijanski“ (sl. 42.) i u njem smjeste instrumenti za meteorologiju i fiziku zemaljske kruglje (geofiziku). Za smještenje velikoga teleskopa, kojemu je jedina svrha fotografija nebeskih tjelesa, dodao je „Leonov zaklon“ („Leonianum propugnaculum“, sl. 43.), i tim razširio Vatikansku zvjezdarnu, tako, da može pregledati cijelo nebo, jer je toranj toga zaklona na najvišem vrhuncu Vatikanskoga brežuljka. Taj je stari toranj pregradjen i u njemu su danas ponajsavršeniji aparati za fotografičko i spektralno izpitivanje neba, a papa Leon XIII. postavio si je u astronomiji dostojan spomenik, koji će slavu njegova imena u toj nauci nositi u daleke vjekove, a nauci dati znamenitih rezultata. Tako postade najnovija zvjezdarna u Europi, koja je pod upravom žalibože prerano umrlog ravnatelja o. Franje Denze u ovo par godina već izniela liepih rezultata za nauku, o kojima će još biti govora u ovoj knjizi.

A u Hrvatskoj? — zapitat će se možda i nehotice rodoljubni

čitatelj. Za nju vriedi i danas, što je pisac ove knjige rekao godine 1889. u Glasniku hrv. narav. društva: „Mala Hrvatska gleda sa prikrajka, jer u njoj ne ima još ni zametka kakovomu astronomskomu observatoriju.“ Hoće li još dugo tako ostati?



Sl. 43. Leonov toranj nove Vatikanske zvjezdarne.

A sada pitamo čitatelja, što je ostalo od onih čustava, s kojima smo stupili u zvjezdarnu? Nestalo je misli na čarobnjake, a na njihovo su mjesto stupili ljudi, koji su uzor točnosti u svom radu i ideali strpljivosti i požrtvornosti u izpitivanju tajna nebeskih!

Motrenja prostim okom.

Prva je stvar orijentacija na nebu t. j. poznavanje zvjezdišta, kako smo ih opisali u prvom članku. Tko prostim okom vidi Mizara i Alkora u vel. Medvjedu razstavljene, ima normalno oko; tko pak vidi ϵ_1 i ϵ_2 u Hyadama, ili čak ϵ i δ u Liri razstavljene, ima vanredno oštro oko. Tko se je snašao na nebu, lako će pratiti prolazne kriesnice, zodijski svjetlo, promjenljive zvijezde, a lako će naći i Merkura i Urana. Osobito se preporuča prijateljima neba proučavanje kriesnica i promjenljivih zvijezda, o kojima će još biti govora. Tu je još veliko polje rada.

Motrenja sa teleskopom.

Mnogo je šire polje rada s pomoću maloga teleskopa. Ovdje mislimo na teleskope sa lećama od 3—4 engl. palca (8·1—10·8 cm.). Medju objektima za njih iziće se Sunce sa svojim pjegama, koje treba svaki dan pratiti, kad je vedro. Gotovo neizmerno polje rada daje nam naš vjerni noćni pratilac Mjesec. Sa spomenutim se teleskopom mogu proučavati mnoge važne promjene u sjaju mjesečevih tvorbi, koje su do sada ne proučene. Od planeta se preporuča osobito Jupiter, taj sunčani sistem u malom; osobito pak pomrčine njegovih 4 sjajnijih mjeseca. I svemirske su maglice zgodan objekt, da se u njima konstatuju slučajne promjene ili pojavi novih zvijezda. I u svietu je stajačica obilno polje rada i zabave. U prvom su redu tu opet promjenljive zvijezde, zatim statistika neba t. j. ponovno brojenje zvijezda, na koje stručni astronomi ne dopievaju, a ipak je za povjest neba nužno.

Tko ima na svom teleskopu spomenute konce od paučine (mikrometar) i dobru uru, ima obsežno polje rada u odredjivanju mjesta zvijezda, osobito malih planeta, repatica, dvostrukih zvijezda, hrpa zvijezda i magala.

Tko napokon ima prilike, volje i sredstava, tomu osobito astrofizika daje danas polje, na kojem može nebrojenih plodova ubrati, ako sa teleskopom svojim može spojiti spektroskop i fotografičnu kameru.

Na koncu još par rieči o izpitivanju teleskopa. Da li je teleskop uz povoljne uvjete u atmosferi (podpuni mir zraka i prozirnost) dobar, odredjuje se najbolje po dvostrukim zvijezdama, koje još može razstaviti, i po maglicama, koje se još u njemu vide. Prvi

pokus odlučuje o oštrini slika, a drugi o jakosti svjetla ili prostornoj snazi teleskopa. Oštra slika bez boja na rubu prvi je uvjet valjanosti teleskopa.

Evo priгледа najsvjetlijih dvostrukih zvijezda, koje se moraju dati razstaviti sa kojim teleskopom:

Otvor teleskopa (t. j. promjer njegove leće) 1 palac (2·7 cm.), povećanje 70.

Moraju se dati razstaviti ξ Urs. maj., 12 Can. venat., γ Delph., γ Ariet., γ Androm.; — Pratilac C od ζ Gem.

Otvor 2 palca (5·4 cm.) i povećanje 140 razstavlja:

δ Orion. (trapez), ξ Librae (C), π Boot., α Gemin., ζ Cor., ζ Cancr., γ Virgin., α Herc., ξ Boot. Pratilac od ψ_1 Aquar., σ Orion., χ Cygni, δ Herc., β Serpent., β Cephei.

Otvor 3 palca (8·1 cm.), povećanje 210 razstavlja:

ζ Aquar., δ Serpent., α Pisc., γ Leon, σ Cor., ϵ Lyrae, ϵ Boot., π Cassiop., ρ Ophiuchi, (promjenljiva daljina), 5 Lyrae, ξ Ursae maj. — Pratilac od γ Herc., τ Ophiuchi, polarna zvijezda, ζ Orion., ψ Cassiop., δ Gem., β Orion.

Otvor 4 palca (10·8 cm.) povećanje 280 razstavlja:

τ Ophiuchi, λ Oph., ϵ Ariet., ζ Orion, ι Leon γ Ceti, ψ Cass. Pratilac od ζ Gem., α Lyrae, α Tauri, δ Orion, i δ Orion. Ovim se dalekozorom vidi i 5 svjetlijih Mjeseca Saturnovih.



III.

O radu diletanta na polju astronomije.

Mali observatorij za prijatelje neba od Della. — Motrenja na nebu. — Poma-
gala za motrenje neba. — Motrenja prostim okom. — Motrenja teleskopom.
— Ispitivanje teleskopa.

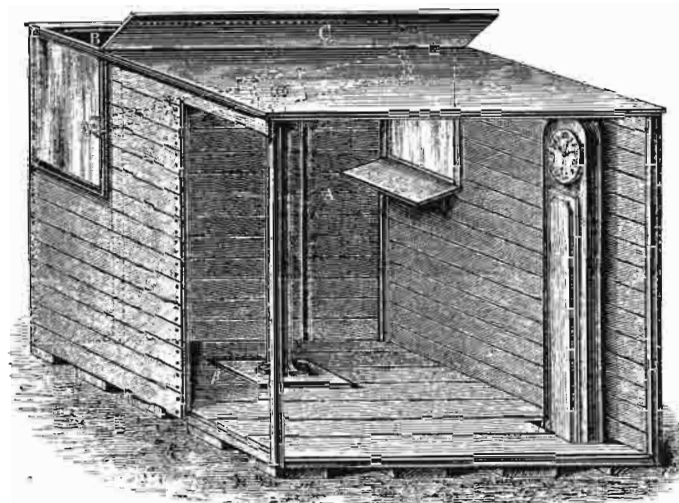
Jamačno se u čitatelju rodila misao, da za uspješno izučavanje neba treba milijuna i vanrednog znanja i vještine. Za nas obične smrtnike nema u toj odabranoj gardi mjesta. Ni s daleka! Baš smo prije dvie godine bili ponovno svjedoci, da je novu zvijezdu u Kočijašu odkrio ne astronom po zanatu, nego priprosti župnik Andersen! Možda će kojega čitatelja uhvatiti želja, da i sam pomogne razvitku astronomije po svojim čednim sredstvima, pa za to neka i s te strane nadje savjeta u ovoj knjizi, koja se baš obraća na prijatelje neba. Baš je naša nauka, kao malo koja, puna dokaza, što može za nauku učiniti volja i ljubav bez velikih sredstava i instrumenata, a i bez osobite naučne pripreme. I tu je „marljivost polovica genija“.

Pomagala su za motrenje neba dvojaka: fizična i duševna. Prva odredjuju sredstva, a druga se ištu od svakog motritelja neba. Prva je stvar zgodno, otvoreno mjesto za motrenje. Za obične male dalekozore na tronogu svako je mirno mjesto dobro. Za nešto veće teleskope ište se već što stalnije mjesto u zatvorenom prostoru sa nuždnim kapeima i prozorima. Veoma jeftin i praktičan observatorij, koji instrument dobro čuva i motritelju nuždni komoditet daje, konstruirao je Thomas Dell. Prikazujemo ga u slici 44.

Nutarnji je prostor $7\frac{1}{2}$ engl. stopa dug, $5\frac{1}{2}$ stopa širok i $6\frac{1}{2}$ stopa visok. Observatorij je sastavljen od 4 okvira, koji su sagradjeni od lakih dasaka, osim poda. Daske su na svakom okviru izmedju 4 grede čavlima pribijene. Grede ili bolje okviri na krajevima spojeni su šarafima, pa se mogu prema potrebi lako razložiti i prenieti. Mjesto A daje sliku ovakovog pobočnog okvira. Pod je položen na donji posebni okvir, otvori α i β pokazuju mjesto obiju stupova od opeke ili kamena, koji nose instrument i uru. Pod se ne smije nigdje doticati ovih stupova, da od hodanja motritelja nebi uztreptao instrument. Donji se okvir, koji nosi cijeli observatorij, namjesti na jedan red opeka, da izpod poda može strujati svjež

zrak, koji odklanja vlagu. Kad je tako namješten pod, postaviš 4 pobočne stiene i spojiš šarafima, a na njih metneš limom pokriti krov. Uzduž krova izrezan je otvor B, koji je prema prozorima na južnoj i sjevernoj stieni observatorija, i naravno stoji točno u meridijanu. Otvor se može kapkom C zatvoriti. Obični će stolar sve to lako napraviti sa malim troškom. Pod južnim je prozorom mali pult za bilježke. Izvana se kućica oliči bielo ili sivo, da bude što hladnije u njoj, a južni se prozor zastre zastorom, da zrake sunčane ne kvare teleskopa.

U novije vrieme grade osobito Francuzi gotove observatorije



Sl. 44. Dellov observatorij za prenašanje.

u obliku liepih željeznih paviljona, koji se mogu za 2 ure sastaviti i razstaviti, pa prenieti na drugo mjesto. Osobito se iztiče u tom Mongruel u Jaulnaz-Clan (Vienne) u Francuzkoj. Visina je 3·2 m., promjer 3·0, težina 500 kg. a ciena 600 franaka.

Od duševnih uvjeta za uspješno motrenje neba iztičemo vještinu u brojenju sekunda i ocjenjivanju desetina sekunde, vještinu u istodobnom gledanju i slušanju, što se uz malo ljubavi i mara dađe steći. I u izboru objekata, koje proučava, treba da je prijatelj neba oprezan. Evo malog popisa objekata, na koje treba da pazi prijatelj neba.



Kako mjeri astronom svemirske daljine

Kako mjeri astronom veličine nebeskih tjelesa i svemirske daljine.

Prividne veličine Sunca i Mjeseca. — Veliki brojevi u astronomiji. — Kako su daleko od nas Mjesec i Sunce. — Kolika su to tjelesa i kakova su. — Što je Zemlja. — Stara mišljenja o Zemlji. — Zemlja kao ploča. — Zemlja kao valjak. — Zemlja je u istinu kruglja. — Izmjerivanje zemlje. — Kolik je Mjesec i kako je dalek od Zemlje. — Daljina Sunca od Zemlje. — Mišljenje starih naroda. — Mjerenje daljine u obće na Zemlji. — Kako mjeri astronom u svemiru. — Prolazi Venere izpred Sunca i prava daljina Sunca od Zemlje.

Naš izlet u svemir, pokazao nam je tek ovo: Tisuće i tisuće zvjezdica, kao prikovane na svodu nebeskom, bez počinka opisuju od vieka do vieka svoje stalne krugove oko stalne nebeske osi, i trebaju po jedan dan za svoj krug. Samo smo u zodijaku našli par sjajnih zvijezda, koje doduše također opisuju od dana do dana ove krugove, ali osim toga lutaju medju zvjezdama nebeskim što pravilno, što nepravilno. Pravilno se sele medju njima Sunce i Mjesec, opisujući gotovo isti krug, Sunce za godinu dana, a Mjesec za mjesec dana. U toj vječnoj mieni na nebu, u tom vječnom komešanju tek je jedno stalno i nepomično: naša majka zemlja pod nogama našim, koja nam se ukazuje kao velika okrugla ploča, koja se tamo negdje daleko, daleko na horizontu dotiče nebeskoga svoda i mi stojimo

baš u središtu ove ogromne kupole, svjedoci najveličanstvenijih pojava u prirodi.

Nema tako divljeg plemena na širokom svijetu, nema tako surova i pokvarena čovjeka u kulturnim zemljama, koji bi bez osjećanja prolazio kraj zaista „nadzemaljskih“ prizora, što mu ih osobito noćno nebo nudja. Žalostna je istina, da naobražene ljude velikih gradova ne smiješ pitati za ove dojmove: medju visokim kućama svojim oni vide tek uzak dio neba kroz prašinu i paru i drhtava zraka zvjezdice gotova je da utrne u borbi sa sjajnom razsvjetom, koja hoće da se natječe sa suncima na nebu. Tu dakako ne možeš ni slutiti onaj neopisivi čar zvjezdanoga neba, koji svaku dušu u slobodnoj prirodi tako silno zaokupi, da mu se ne može oteti ni najneukiji ni najučeniiji čovjek. Budimo iskreni. Koliko nas je medju naobraženima, kojima nije veličanstvena zgrada svemira, pod čijom divnom kupulom naš viek provodimo od kolievke do groba, ostala nedokućna tajna? Mi smo doduše u školama glavne stvari o uredbi te najsavršenije zgrade „naučili“, ali razumjeli ih nismo. Ovim je crtama baš svrha, da vode do tog razumievanja i bez naučnog aparata i velikih formula, pak zato molimo čitatelja, da nas u našem mišljenju i dalje sledi: nadamo se, da će u rezultatima, do kojih će doći, naći obilno duševnoga užitka.

Mislim, da nema u astronomiji stvari, kojoj bi se nestručnjak više čudio, nego onomu sigurnom razbacivanju astronoma sa užasno velikim brojevima, koji označuju daljinu nebeskih tjelesa od Zemlje i njihovu veličinu. Mjesec je daleko od zemlje 384.415·5 kilometara, a promjer mu je 3482 kilometara, čitat ćeš u Littrowovu kalendaru za g. 1894. Sunce je daleko 148·6 milijuna kilometara, a promjer mu je 1,386.690 kilometara! Mars je od Sunca daleko 226¹/₂ milijuna kilometara, a promjer mu je 6745 klm. i t. d. i t. d.

Tko nam jamči, da su ovi brojevi izpravni? Tko nam jamči, da se astronomi ne varaju u svojim računima, jer to stoji, da ni jedan smrtnik nije, a ni ne će nikada putovati od Sunca na Mars, da bi mogao zaista izmjeriti daljinu Marsa od Sunca. Evo sjajnoga prigovora, a potječe od skeptičnoga uma, koji ne da da ga zavedeš u bludnju. Dvojba je jedna od najglavnijih crta uma čovječjega; spojena sa težnjom za spoznanjem istine, ona je bila glavni uzrok napredku ljudskoga roda. Tako i u našoj nauci nema ni govora o tom, da bi bila zabranjena dvojba; baš protivno: pozitivna joj nauka prirodna povladjuje i hoće u svakom slučaju da joj odgovori.

Tako smo rad u ovim redcima i mi odgovoriti na izneseni čas prije prigovor, razsvietliti dvojbu, potvrditi tvrdnje astronoma i dokazati, da su to dokazane i nedvojbene vječne istine. Naći će se doduše uvijek nešto ljudi, koji će i o najjasnijoj istini još uvijek dvojiti, koji se ne dadu svladati istinom. To je međutim njihova stvar, a okolnost, da čuvaju i nadalje svoje čudne misli, ne će ni malo priečiti sviet, da se dalje okreće!

U ovaj nas čas zanimaju samo pitanja: Što je Zemlja? Kolika je? Kako su od nas daleko Mjesec i Sunce, za nas najvažnija nebeska tjelesa? Kolika su ta tjelesa?

1. Što je Zemlja?

Što je Zemlja? Nešto jako velikoga i nešto jako malenoga. Nešto je velikoga spram stvari na zemlji, nešto sitnoga spram stvari izvan zemlje! Ako smijemo vjerovati očima, ona je velika okrugla ploča, ona je jedino stalno, nepomično središte u svemiru, oko kojega se okreće cio svemir. Za nas izlazi i zalazi Sunce svaki dan. Tisuće zvijezda za nas svjetlucaju noću i za nikoga drugoga; modro nebo nad nama tek je poklopac od najčišćeg kristala za nas ljude na zemlji. Mi smo ne samo gospodari životinjama na zemlji, mi smo i kralji svemira: Sunce, zvijezde i nebo tek su za nas stvoreni, mi smo središte svieta!

To je doista i bila prva misao o poredku u svemiru, koju je izmislio kulturni narod Helena u ono sretno doba homersko, kad još nije dvojba učenjaka uzdrimala čistu poeziju prirodnoga užitka u naivnim srcima ljudi. Tada je još Apolon vodio svoje sunčane konje, dižući se iz oceana, vatreno preko nebeskog svoda, da na večer opet utone u žarke valove morske. Cielu je vojsku zvijezda vukao za sobom, a preko noći plivao je sa svojim konjima po oceanu, koji se sa svih strana slegao oko nepomične ploče zemaljske, natrag k iztočnoj strani, gdje se je u jutro opet podigao.

Tako nam kazuju stari a oči naše donekle potvrđuju. Nu ako je tako, vriedno je bar pokušati, da dodjemo do medje izmedju neba i zemlje. Svi znamo, kud nas vodi taj pokus: tražeći diralište, sve nam dalje odmiče i napokon dolazimo do obale morske, ma u kojem smjeru išli. Tu vidimo, da nebeski svod počiva na valovitom oceanu. Zemlja je dakle okrugli otok, koji pliva na beskrajnom moru? To su baš i mislili prvi Heleni. Pod ovim otokom bilo je bez dna more, do

granice, preko koje se nije usudio tada ni misliti nevješti duh ljudski, dok nisu došli prvi filozofi grčki. Nu možda je ipak moguće doći do one granice neba i zemlje, koju vidimo na dalekom horizontu. Nema dvojbe, da je prvi smjeli pokus, na slaboj ladjici zabroditi u to bezkrajno more, bio izazvan pitanjem: a kakova su čudesa tamo skrivena iza pučine morske?

Danas zna svako diete, da se je izjalovio prvi pokus, doći do horizonta preko mora, baš tako kao i na kopnu. Svagdje nam se nebo odmiče, gdje god mislimo, da ćemo ga dohvatiti. Pače: Sunce i Mjesec ne postaju ni malo veći, a to bi ipak moralo biti, kad im se primi ćemo. „Gdje su granice Zemlje?“ uzkliknuo je jamačno u sdvojnosti čovjek.

Još ga jedna dvojba spasava. Tko mu jamči, da je putujući po moru, uvijek brodio istim smjerom dalje, a da nije na svom brodu išao u krugu, a nebo se ipak negdje tamo daleko dotiče Zemlje? U toj je neprilici bacio oko na one sjajne prikovane čavliće na nebeskom svodu. Znao je, da ima jedna točka na tom svodu, koja u dnevnoj vrtnji ostaje nepomična, uvijek u istoj visini nad horizontom, to je nebeski pol. On i danas nepomično stoji nad našim horizontom. Kraj njega je nama dobro poznata polarna zvijezda. Motrenje ove zvijezde vodilo je brodara pouzdano u istom smjeru po moru i ako na nju pazimo, moramo brodeći pravcem, doći do medje izmedju neba i zemlje — ako je ima!

I opet danas znade svatko, da je ni tim putem ne možemo naći. Putujući došljedno istim pravcem, ma kako nam pri tom potvrđivale zvijezde, da ne brodimo naokolo u krugu, povratit ćemo se konačno opet k istoj točki. Brodari oko zemlje to su ponovno potvrdili. Što nam dokazuje ova činjenica? Ono, što smo jur učili u školi, da je Zemlja okrugla, da je kruglja. Nu mi tyrdimo, da ovaj put oko zemlje samo jedan put izveden, tek dokazuje, da zemlja nije ploča, ali još uvijek može biti valjak. To je i zbilja učio Anaksimandar, učenik Thalesov, 550 g. pr. Is. Vidite, kako mi logično zaključujući onako mislimo, kako je ljudski rod mislio tečajem tisuća godina polako i mučno u vječnoj borbi proti varkama i bludnjama, dok je došao do današnje neoborive spoznaje o pravom redu u svemiru.

Misao o valjkastoj zemlji morala je proizvesti cielu revoluciju u mišljenju ljudi o svietu. Gore i dolje je moralo prestati — gore je prije bilo zvjezdano nebo, a dolje pod nogama bučile su vode

mного veći, nego što nam se čini, kad mu je cijela ploča obasjana onim mirnim srebrolikim svjetlom?

Ako smijemo vjerovati oku, i on je na nebeskom svodu kao i Sunce i zvijezde, nu ono lutanje po nebeskom svodu i pojav sunčane pomrčine već nam kazuju, da Mjesec nije prikovan na nebeskom svodu zvijezda, nije pače ni tako daleko kao Sunce, jer inače ne bi mogao prolaziti izpred njega, pa ga pomrčati.

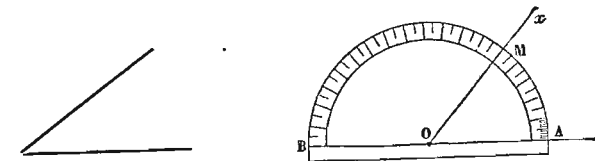
Liep je Mjesec i velik je kao i sunčana ploča. Ali ne smijemo vjerovati prvomu dojmu, što ga primismo od naših sjetila, nego nam valja Mjesec na njegovu putu po nebeskom svodu pomnije pratiti, želimo li štogodj o njem saznati поблиže. U raznim ga prilikama gledajmo, da se dovinemo istini! Prvi pojav prečesto vara, jer naš razum polako i nepodpuno shvaća, a um nam je sastavina od logike i fantazije, pa ova pošljednja rado priskače u pomoć razumu, čim si ovaj ne zna da raztumači koji pojav. Evo vam tomu odmah sjajnog primjera!

Kad je Mjesec gore visoko na nebu, nama nad glavama, čini nam se mnogo manji, nego kad mu se crvena impozantna ploča javlja na iztoku nad kakovom šumom ili dalekom kućom. No istina je baš na protivnoj strani: Mjesec je nama nad glavama uvijek nešto veći, nego kad je sasna blizu horizontu. To su astronomi, mjereći kut od jednoga ruba do drugoga, nedvoumno dokazali! Našli su i to, da je razlika od prilike jedna šestdesetina mjesečeva promjera! Nema druge nego priznati, da nas oko o prividnoj veličini Mjeseca grdno vara, i da je Mjesec, kad je na našem horizontu, očito dalji od nas, nego kad nam je nad glavom. Poznato je naime svakomu čovjeku, da nam se ista stvar čini to manja, što je dalja od našega oka. Najjednostavnija ti slika pokazuje pak, da je između Mjeseca, kad je u horizontu, i tvoga oka zaista jedan cijeli polumjer zemlje više, nego kad ti je Mjesec nad glavom. Ta ti je činjenica već dosta da spoznaš prevažnu istinu: Mjesec je daleko od zemlje od prilike šestdeset polumjera zemaljskih ili 384.415 kilometara!

Što rekospo o spoznaji ove istine, nije toliko jasno, da bi moglo čitatelja o izpravnosti naše tvrdnje uvjeriti: mi tek natuknospo misao. Možda mi ne će zamjeriti čitatelji, ako ovu misao zajedno malo duže pratimo. Ne znaš li daljinu koje stvari, do koje ne možeš doći, ne preostaje ti drugo, nego da sa svoga stajališta iz-

mjeriš prividnu njezinu veličinu t. j. izmjeriš kut, što ga zapremaju zrake iz tvoga oka na oba ruba te stvari. Ako si kasnije uspio u tom naći i daljinu te stvari od tvoga oka, e onda ćeš lako, složivši prividnu veličinu i pravu daljinu, naći, kolika je ta stvar zaista. Vidimo, da se cijelo pitanje svodi na mjerenje kutova, i da je to mjerenje prvi korak u astronomičkom izpitivanju. Izpitivati i mjeriti kute doduše nije nikakov poetični posao, ali nije baš ni tako neugodan i dosadan. Svako diete zna, što je kut, kao u slici 46. i svako diete zna, da ga mjerimo sa dielovima cijele kružnice. Oko središta pomični pravac Ox može mi mjeriti svaki kut od A do B . Obseg su cijele kružnice razdielili u 360 jednakih dielova i nadjenuli tom dielu ime jedan stupanj ($^{\circ}$).

Polovica kružnice dakle predstavlja 180 stupanja, četvrt kružnice 90 stupanja (90°) ili pravi kut, a polovica pravoga kuta je kut od 45 stupanja i t. d. Na našoj je slici izvedena djelitba kružnice od 10 do 10 stupanja i samo prvih 10 stupanja kod A raz-



Sl. 46. Kut i mjerenje kuta.

djeljeno je dalje u pojedine stupnje. Stupanj dakle nije ništa drugo nego 360. dio cijele kružnice (sl. 47.). Dobili smo tako mjeru, koja je sasna neodvisna od daljine stvari. Na ploči, koja ima obseg od 360 cm., jedan je stupanj dug baš 1 cm.; na jezercu, koja ima obseg od 36 metara ili 360 decimetara, jedan je stupanj označen dužinom od jednoga decimetra itd. Kut se dakle ne mienja sa daljinom stvari od središta, i mjerim li ja jedan stupanj na nebu ili u ovoj knjizi, ostaje uvijek jedan stupanj. Često međjutim treba baš u astronomiji mjeriti kute, koji su manji nego 1 stupanj, s toga razdieliše jedan stupanj još na 60 jednakih dielova, kojima nadjenuše ime minute. Svaki ovaki dio razdieliše još jednoć na 60 jednakih dielova, kojih se svaki zove sekunda. No ove minute i sekunde nemaju nikakova posla sa minutama i sekundama vremena; jednako im ime donekle smeta razumievanje. Pišu minute jednom crticom ($'$) a sekunde sa dvie crtice ($''$). Na pr. piše se: kut ekliptike sa ekva-

oceana. Sada lebdi zemlja u otvorenom prostoru i što je nama gore, to je za nedosežni tadanjemu čovjeku sviet na donjoj strani valjkaste zemlje bilo dolje. Pod našim horizontom savila se druga polovica isto takovoga nebeskoga svoda; čini se da smo zatvoreni u ogromnoj kruglji od kristala, a kroz otvore u njoj gledamo vječni sjaj bogovskih stanova. Svod je nebeski dobio i tamo dolje drugi nepomični pol, od jednoga do drugoga ide nebeska os, a oko te se osi baš u sredini nebeske kruglje slegla valjkasta Zemlja. Ona je i sada središte svieta, oko kojega se sve drugo, kao dar bogova, po vječnom redu giba. Tako je učio Anaksimandar.

Ta ogromna valjkasta zemlja morala je ipak negdje biti prikovana s pomoću kakovih materijalnih sveza na nebesku kruglju, po svoj prilici na polovima, jer da bi ona sasma slobodno lebdjela, nije moguće. Nu ni tih spona ne nadjoše, putujući što bliže k polovima, gdje bi ih ipak morali bar vidjeti: i tamo nam se nebo sve više odmiče. Nema druge, nego priznati, da neba nikad ne dosego! Okanimo se dakle ovih naivnih pokusa i kušajmo stvar s druge strane uhvatiti.

Koliko li se puta dađe naš metar položiti oko te naše valjkaste ili okrugle Zemlje? Lancem to ne možeš izmjeriti. Smetaju ti oceani. I tu nam pomaže pol nebeski. Brodeći k polu nebeskom, gdje bi imala os nebeska ući u zemlju, opazili su ljudi već rano, da se taj pol sve više uzpinje nad horizont i to svaki put, kad smo 15 milja prema sjeveru otišli, digao se pol nebeski točno za 1 stupanj više nad horizont, i da nam je doći na onu točku, gdje os nebeska ulazi u zemlju, mi bismo po tom našu polarnu zvijezdu vidjeli nad našom glavom u zenitu, a oko nje poznata nam cirkumpolarna zvijezdišta. Putujemo li u protivnom smjeru točno na jug, tako da nebeskomu polu našem okrenemo ledja, spušta se on sve više k horizontu i napokon dodjemo do mjesta, gdje se naša polarna zvijezda baš dotiče horizonta. Na protivnoj se strani neba sada pojavio drugi nebeski pol, druga stalna točka, oko koje se svaki dan vrte nova, nama nepoznata zvijezdišta, kao i naša oko sjevernoga pola. Kad smo došli u taj kraj zemlje — iz škole znamo, da je to ekvator — čini nam se, da se cijeli sved nebeski vrti oko osi, koja leži horizontalno na površini Zemlje. Nu što je najčudnije pri tom putu po Zemlji, jest znamenito otkriće, da pol svagdje na zemlji, na putu od sjevera k jugu, na svakih 15 geogr. milja promieni svoj položaj

za 1°. Zemlja je dakle od sjevera k jugu svakako okrugla, pa kad bismo sa onog mjesta zemlje, gdje nam je jedan pol neba nad glavom, putovali do točke, gdje nam je drugi pol neba nad glavom, proputovali bismo točno polovicu od obsega naše zemlje t. j. 180 stupanja od potpunog okruga, koji ima 360 stupanja. Putujemo li samo tako daleko, da se je pol nebeski pomaknuo samo za 1 stupanj, sigurno je, da smo samo 360. dio od obsega zemlje proputovali. A da se pol pomakne za taj 1 stupanj, nije trebalo ni daleko putovati. Gdjegod su to učinili, pokazao se je isti broj: 15 geogr. milja ili $111.111\frac{1}{9}$ metara!

Dakle je cijeli obseg zemlje od sjevera k jugu i natrag $360 \times 15 = 5400$ geograf. milja ili (okruglo) 40 milijuna metara.

Naša je zadaća riješena: mi smo Zemlju izmjerili!

Tako je već radio Eratosthenes u Egiptu 280. god. pr. Is., a kasnije g. 827. arapski astronomi pod kalifom Al-Mamunom. Već se je Eratosthenes istini jako primaknuo bio, a i arapsko bi mjerenje bilo prilično točno, jer daje za obseg zemlje 2500 geografskih milja.

Nu Zemlja ne može da bude valjak, jer gdje god na zemlji idemo od sjevera k jugu 15 milja, svagdje se pol neba pomiče za 1°, a to je moguće samo na kruglji. Zemlja je naša dakle ogromna kruglja, kojoj je obseg 5400 geografskih milja ili 40 milijuna met., a najprva te počela geometrije uče, kako da po tom odrediš promjer i polumjer te kruglje. Promjer je 12756 kilometara, a polumjer 6378 kilometara. (Slika 45.)



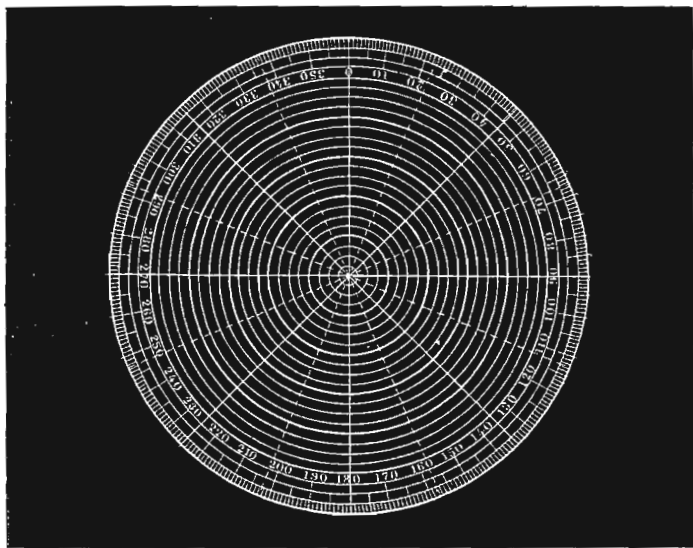
Sl. 45. Slika zemaljske kruglje.

2. Kolik je i kako je dalek Mjesec?

Pohodimo za čas Mjesec! Osobit nas baš osobni interes veže s njim, jer je on naš intimni prijatelj i vjerni pratilac. Sunce i zvijezde sjaju i za druge svjetove, samo Mjesec sja za nas i ni za koga drugoga: on je naš!

Pa kolik je taj „naš Mjesec“ i kako je daleko od nas? Je li

torom je $23^{\circ} 27' 18''$. Ovo bilježenje neka bude jedan put za svagda ovdje iztaknuto. Neka nam oprostite čitatelji i čitateljice ovu malu ekskurziju u geometriju: bila je prieko nužna, da razumijemo što sledi. Želimo li kojim jezikom govoriti, treba da ga najprije razumijemo. Sva je astronomija složena iz mjerenja, pa treba da razumijemo njihove mjere. A nije to teško, ište od nas samo jedan časak ozbiljne pozornosti!... Jednoga je dana tiranin Sirakuški naložio slavnom Arhimedu, da ga rieši matematičkih pojmova u astronomičkom kurzu, za koji mu se činilo, da bi mogao biti liep, ali je početak bio nešto težak. „Nastavimo“, reče Arhimed, ne mie-



Sl. 47. Razdjelba kruga u 360 stupanja.

njajué tona profesorskog, „nastavimo: ovdje nema posebnih putova za kraljeve.“ — Nu povratimo se k Mjesecu! Ploča punoga Mjeseca mjeri kut od $31' 24''$ u promjeru, pak bi dakle trebao 344 punih Mjeseca metnuti jedan uz drugi, da izgradiš po nebeskom svodu kružnicu od jedne točke horizonta do protivne.

Želimo li saznati odnošaj izmedju prave i prividne veličine Mjeseca, bit će dosta, ako se utećemo k svagdanjem izkustvu na Zemlji, da je svaka okrugla ploča prividno to manja, što ju dalje odmićemo od našega oka. Neka ima ploča promjer od 1 metra, pak

ju odmićimo od oka sve dalje, kut od rubova ploče k našem oku bivat će sve manji i kad ju odmaknemo 57 metara od oka, mjerit će njezin promjer baš 1 stupanj: dakle svaka ploča odmaknuta od oka za 57-struko svojega promjera, mjeri upravo kut od 1 stupnja. Ploča Mjesečeva mjeri kut nešto veći od polovice jednoga stupnja, dakle je on daleko od nas nešto manje nego 2×57 puta svoj polumjer: točnije 110 puta. Nu sada tek ne znamo ništa ni o njegovoj pravoj daljini od nas, a ni o tom, kolik je.

Tek oko polovice prošloga vieka riešili su to pitanje god. 1752. dva francuska astronoma Lalande i Lacaille. Prvi je mjerio mjesto Mjeseca na nebeskom svodu u Berlinu, a drugi na rtu Dobre nade. Pogledajmo sliku 48. Gore je Mjesec a dolje Zemlja. Što je dalje Mjesec od zemlje, to će manji biti kut, pod kojim se vidi Zemlja sa Mjeseca, ili to će manja biti prividna veličina Zemlje. Da nam je kako-godj saznati kut, pod kojim bismo vidjeli zemlju, kad bismo ju mogli gledati s Mjeseca, lako bismo mogli odgovoriti na iztaknuta pitanja posvema točno. I zbilja su spomenuti astronomi u Berlinu i na rtu Dobre nade našli, da je kut, pod kojim se vidi polumjer naše Zemlje sa Mjeseca, jednak $57'$ (dakle gotovo 1°). U kojoj je svezi taj kut sa daljinom Mjeseca od nas, pokazuje ova mala tablica, koja proizlazi iz gore iztaknute činjenice, da se ploča sa promjerom od 1 metra u daljini od 57 metara vidi pod kutom od 1 stupnja.

Dakle:

Kut od 1	stupnja	pripada daljini	57
" "	$\frac{1}{2}$	" "	114
" "	$\frac{1}{10}$	" ili 6 minuta	pripada daljini 570
" "	1	minute	3438
" "	$\frac{1}{2}$	minute ili 30 sek.	6875
" "	10	sekunda	20626
" "	1	sekunde	206.265

Ako nam se dakle polumjer naše Zemlje ukazuje sa Mjeseca kao kut od 57 minuta, a tomu su kutu dali ime paralaksa Mjeseca, izlazi nam po ovoj tablici, da Mjesec mora biti od zemlje daleko $60\frac{1}{4}$ zemaljskih polu-

Sl. 48. Daljina Mjeseca od Zemlje (pravi orajeri).

kut od 60° i produži krakove tih kutova, dok se ne sieku u točki C. Sa šestilom izmjeri sada CA i koliko je centimetara dug CA na papiru, toliko je stotina metara daljina tornja C od točke A u polju. Neka bude spomenuto i to, da matematičari ne trebaju šestilom i metrom mjeriti AC, oni ga znadu izračunati s pomoću geometrije. Nu to amo ne spada. Nas zanima u velike tek rezultat našega razmišljanja: Ako u trokutu ABC poznaješ jednu stranicu AB i oba kuta uz nju, možeš neposredno odrediti i dužinu ostalih dviju stranica BA i CB. Svaku od ovih stranica možeš opet uzeti za bazu novoga trokuta i na njezinim krajevima mjeriti kute, pak razumiješ lako, kako se tim putem mogu posvema točno odrediti daljine svih tornjeva, vrhunaca bregova i t. d. u cijeloj jednoj zemlji i po tom napraviti točna karta zemlje. To se radi triangulacijom zemlje t. j. čitavom mrežom ovakovih trokuta, u kojima je samo jedna jedina i to prva baza lancem zaista mjerena. Tajna astronoma, mjeriti sa Zemlje u nepristupni nama svemir, na dlanu nam je: i on mjeri po istom načelu, kao i geometar, a naobraženi ga čovjek s mislima prati, poimajući metodu, po kojoj on to radi. I kod Mjeseca bijaše tako: faktično izmjerena bijaše baza trokuta t. j. polumjer Zemlje, a izmjereni su kuti bili: paralaksa Mjeseca i pravi kut. Što nam se činilo nemoguće, postalo je moguće.

Nu povratimo se opet k našem tornju. Jasno je, da je kut kod tornja C u sasvim odredjenom odnošaju prema daljini AB: što je toranj C dalji od AB, to je kut kod C šiljastiji. Ako je taj kut baš 1° , znamo od prije, da je onda daljina tornja C od crte AB 57 puta tako velika kao AB i t. d.

Prenesimo sada naše iskustvo na Sunce i kušajmo odrediti ogromnu daljinu Sunca, kako ju prije spomenusmo. Posao je puno delikatniji nego na Zemlji, pak i za Mjesec, jer je toranj C bio dosta blizu baze AB, a i Mjesec nije bio predaleko od Zemlje, pak je paralaksa bila još uvijek $57'$ (ili gotovo 1°). Radi užasne daljine Sunca onaj kut, pod kojim se vidi polumjer naše Zemlje sa Sunca, tako je malen, da ga ni najtočnijim instrumentima ne možemo direktno mjeriti. Pravci potegnuti s oba kraja zemaljskoga polumjera k Suncu, teku uzporedno, pa se ne sieku nigdje. Ako je dakle odabrana baza premalena prema daljini one točke, kojoj želimo saznati daljinu od nas, vidjet ćemo točku na istom mjestu, gledali ju s jednoga ili drugoga kraja odabrane baze. Tako je i sa Suncem: gledali ga mi s površine Zemlje ili iz središta njezinoga, ono nam se pokazuje na istom

mjestu svoda nebeskoga, ili da rečemo drugačije: Zemlja je od Sunca tako daleka, da se njezin cieli, toliko hiljada kilometara dugi polumjer, spline gotovo u jednu točku.

Ovim dakle putem ne dodjismo nikada do cilja. Prvi je predložio astronom Halley, oko polovice prošloga stoljeća, novi način, kako da se svlada ova poteškoća u mjerenju daljine Sunca od nas. Ovaj je način toliko zanimljiv, da smo ga radi priobćiti u zgodnoj formi i našim čitateljima.

Polazimo od čudnovatih doduše details, nu ipak veoma važnih za naš problem, koji je gotovo 300 godina bio glavni problem astronomije, jer što je nama na Zemlji metar, to je astronomu za nebeska mjerenja daljina Zemlje od Sunca!

Na mom je pisaćem stolu uz druge stvari slika milog mi čeljadeta. Kad zgodno sjednem, padaju na tu sliku konture sviećnjaka, koji je takodjer na stolu između mog oka i slike. Baš jedan poveći zavoj sviećnjaka pokriva desno oko na slici, što osobito točno vidim, kad zatvorim svoje jedno oko. Nu kad otvorim drugo oko, a prvo zatvorim, kao da se je sviećnjak pred slikom pomaknuo i prije fiksirani zavoj ne pokriva sada desno oko slike, nego njezino lievo uho!

Taj je pokus za naš problem osobito važan, s toga se još časak ustavimo ovdje, da ga potanko ispitamo. Izmjerio sam, da je desno oko slike od lievoga uha njezinoga daleko 4 cm. Sredine su mojih očiju daleke $5\frac{1}{2}$ cm., a sviećnjak stoji od slike 40 cm., a od mene 55 cm. daleko. Sada ću isti pokus izvesti uz druge prilike. Na pr. pomaknut ću sviećnjak bliže k slici, da bude od nje samo 20 cm. daleko, mjesto prijašnjih 40 cm.

Pogledam li ga sada izmjenice jednim pa drugim okom, vidim, da se i sada prividno pomiče pred slikom, ali ne od desnoga oka do lievoga uha, nego samo do lievoga oka na slici, a ta je daljina baš polovica od prijašnje, naime samo 2 cm. Daljina se sviećnjaka od slike smanjila na polovicu, a sviećnjak se i pred slikom pomaknuo samo za polovicu. Metnem li pak sviećnjak baš u sredinu medju moje oči i sliku, naći ću, da će i pomicanje sviećnjaka pred slikom biti baš jednako daljini mojih očiju t. j. $5\frac{1}{2}$ cm.; ako je sviećnjak meni tri put bliži nego slici, tad ću naći, da je i njegovo pomicanje pred slikom tri put veće nego daljina mojih očiju i t. d.

Jasno je dakle ovo: Ja ne trebam ni znati pravu daljinu sviećnjaka ili slike od mojih očiju, nego samo,

mjera, a jer znamo, da je taj polumjer = 6,366.198 metara, mora daljina Mjeseca od Zemlje biti $6,366.198 \times 60\frac{1}{4}$ metara, a to je okruglo 384.000 kilometara. To je tako stalna istina, kao i ona, da mi živimo! Prema tim prilikama crtana je i naša slika.

Ustavimo se na čas pri tom velikom broju, pa si ga predložimo zemaljskim prilikama. Zemlja naša imade promjer od nekih 12.000 kilometara. Da nam je 31 žioku ove dužine kraj s krajem sastaviti, dobili bi štapinu, koja bi dosegla od Zemlje do Mjeseca. Kruglja iz topa, koja u svakoj sekundi proleti 500 metara, trebala bi taman 8 dana i 5 sati da dodje na Mjesec. Zvuk putuje u sekundi 333 metra daleko. Da je cijeli prostor između Mjeseca i Zemlje izpunjen uzduhom, grmljavina bi silne vulkaničke eksplozije na Mjesecu trebala 13 dana i 20 sati, da dodje do nas. Ako bi se na pr. dogodila za uštapa, mi bi ju opazili tek za bližnjeg mladja! Željeznički vlak, koji bi za 27 dana obišao našu Zemlju, jureći bez prestanka dan i noć, došao bi na postaju Mjesec za 38 tjedana! Svjetlo pak, koje juri s užasnom brzinom od 40.000 geograf. milja u sekundi kroz svemirski prostor, ne treba više nego jednu sekundu i četvrt sa Mjeseca na Zemlju.

Sada nam je posvema lako odrediti, kolik je Mjesec. Ako polumjer Zemlje sa mjeseca vidimo pod kutom od 57 minuta, a obratno polumjer Mjeseca sa Zemlje pod kutom od 15 minuta i 42 sekunde, moraju i pravi polumjeri ovih dviju krugalja biti u istom omjeru, t. j. polumjer je Mjeseca jedva jedna četvrt od polumjera Zemlje, koji mjeri 12.732 kilometara. Promjer je dakle mjesečeve kruglje samo 3483 kilometara! Cijela mu površina nije dakle veća od obiju Amerika. Kad bi htio od mjesečevih krugalja sklopiti našu Zemlju, trebao bi 49 tolikih Mjeseca.

3. Sunce i njegova daljina.

I Sunce nam se pokazuje kao okrugla ploča na nebeskom svodu baš tako velika, kao i Mjesečeva. Da Sunce nije od nas dalje nego Mjesec, i njegov bi polumjer bio velik kao Mjesečev. Nu ako je Sunce od nas dalje, nego Mjesec, a ipak ga vidimo velik kao Sunce, jasno je, da je Sunce u istom razmjeru veće nego li Mjesec. Dvie su si tisuće godina ljudi razbijali glavu, trudeći se oko toga, da nadju, kako je daleko Sunce od Zemlje i koliko je. Jedan je na pr. u starom vieku mislio, da nam je Sunce veoma blizu, jer

nas tako jako grije, pak da je samo nešto malo veće, nego što nam se čini. Drugi mu je opet ocienio promjer na nekih 120 kilometara. Treći se pak usudio tvrditi, da je veće od cijele Grčke, a četvrti se već zaletio tako daleko, da je ustvrdio: Sunce je veće od cijele Zemlje.

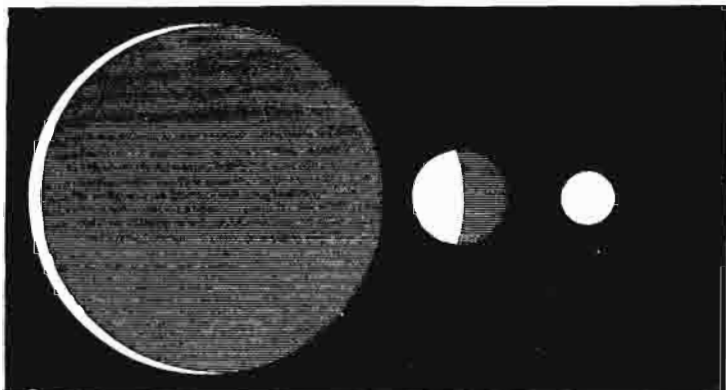
U isto su od prilike doba kušali odrediti i daljinu Sunca od Zemlje, pa su odgovori bili veoma različiti, ali ni jedan se nije na ni približio istini. Pa nije ni tako davno, što je ovo pitanje konačno riješeno. Tu nedavno su našli pogrešku od nekoliko milijuna kilometara kraj sve pažnje, koju su tim računima posvećivali astronomi. Ako i jest nekoliko milijuna kilometara za naše pojmove užasan broj, spram cijele daljine Sunca od Zemlje, ipak je veoma neznatan, jer prava daljina Sunca od Zemlje nije ništa manja nego 148 milijuna i 600 hiljada kilometara!

Ni kod ovog užasnog broja ne ćemo prijaznog čitatelja siliti, da vjeruje u ispravnost ovoga broja, nego ćemo kušati, da ga o njem uvjerimo. Ta Kopernik je još mislio, da je Sunce daleko od Zemlje 589 zemaljskih polumjera, Tycho Brahe 591, a po našem je daleko 12.000 zemaljskih polumjera. Tko nam dakle jamči, da je naš broj ispravan?

Jeste li vidjeli kada geometra, gdje mjeri daljinu jedne točke na Zemlji, do koje ne može? Radi se na pr. o tom, da izmjeri daljinu točke A u polju od vrha tornja C, koji je na drugoj strani rieke. Svak znade, da geometar može posvema točno izmjeriti ovu daljinu, a da ne treba prelaziti preko rieke, niti se penjati na vrh tornja. On izabere u nekoj daljini od A drugu točku B, s koje bez zapreke vidi i A i C. Sa spravom, koja mjeri kute, stoji on u A, a jednu ploču posadi u B. Stojeći u A izmjeri kut, što ga čini toranj C u točki A sa pločom u B. Recimo, da je bio 80°. Zatim predje sa svojom spravom u točku B, pak izmjeri ondje kut, što ga čini toranj C u točki B sa točkom A. Neka bude 60°. On ima sada trokut ABC, u kojem poznaje dva kuta: onaj kod A i onaj kod B. Treći kut kod C na vrhu tornja si s mjesta izračuna, jer taj ima 180° manje (60° + 80°), a to je 40°. Napokon si lancem izmjeri bazu mjerenja AB u metrima. Neka bude = 800 metara. S tim brojevima, nadjenim mjerenjem u polju, podje kući. Tamo si na papiru povuče crtu AB, koja mu predstavlja onih 800 metara u manjoj mjeri (on na pr. uzme, da mu 1 etm. na papiru predstavlja 100 metara u polju). Kutomjerom nariše u točki A što točnije kut od 80°, a u točki B

koliko je puta jedna veća od druge, pa ću po tom moći saznati, za koliko se sviećnjak mora pomaknuti pred slikom. A po tome, za koliko se je sviećnjak zaista pomaknuo pred slikom, moći ću obratno suditi i daljinu slike od sviećnjaka i mojih očiju. Kad bi na pr. sviećnjak bio meni četiri puta bliži nego slici, našao bih možda, da se onaj oštri zavoj na njemu pomakne baš od jednoga ruba slike do drugoga. Ja ne trebam sada ni mjeriti širinu slike: ona mora biti $5\frac{1}{2}$ ctm. $\times 4 = 22$ ctm. Mjerenje će mi to doista i potvrditi. Tu je misao upotrebio Halley veoma umno, da izmjeri daljinu Sunca od Zemlje. Evo kako:

Svatko nas poznaje krasnu zvijezdu Danicu ili Veneru, kako ju zovu astronomi. Motriš li ju duže vremena dobrim teleskopom,

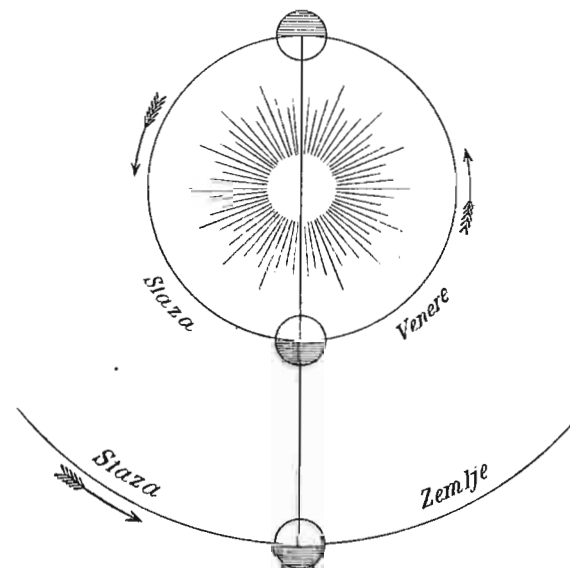


Sl. 49. Prividne veličine Venere (Danice) u njezinoj srednjoj, najmanjoj i najvećoj daljini od Zemlje.

vidjet ćeš, da nam pokazuje i ona sve miene kao i Mjesec od najužeg srpa, pak sve do podpuno razsvietljene ploče; nu u isti ćeš mah opaziti i to, da joj se promjer od jednog kraja srpa do drugog znatno mjenja; kad je srp najuži, onda je promjer Danice najveći. Priložena slika 49. pokazuje promjere Danice (Venere) u tim prilikama. U to od prilike doba, kad joj je promjer najveći, prolazi Danica (Venera), u svakom stoljeću poprieko dva puta, točno između Zemlje i Sunca i pokaže nam se kao mala, posvema okrugla, crna pločica na sjajnoj ploči sunčanoj. To su glasoviti prolazi Venere izpred Sunca. Zatim opet odlazi od Sunca i na svom kružnom putu oko njega dodje na drugu stranu i prolazi ovdje iza Sunca, pokazujući nam

svoju cijelu razsvietljenu ploču, ali sa mnogo manjim promjerom, kako i naša slika pokazuje. Ako smo njezinu prividnu veličinu u ova dva skrajnja slučaja izmjerili, naći ćemo, da je, kad prolazi iza Sunca, gotovo točno sedam puta manja, nego kad prolazi ispred Sunca.

Naš je zaključak s mjesta, da je ona u onom prvom slučaju i sedam puta dalja od nas nego u drugom. (Slika 50.) Nu jer obilazi oko Sunca u podpunom gotovo krugu, ta je daljina sedam sastavljena od tri jedinice od Danice do Sunca, kad je ona iza Sunca, tri jedinice od sunca do Danice, kad prolazi izpred Sunca i jedne



Sl. 50. Donja i gornja konjunkcija Venere. Najveća i najmanja daljina od Zemlje.

jedinice od ove točke do Zemlje. Mi dakle znademo pouzdano: Kada Danica prolazi izpred Sunca, ona je nama tri puta bliža nego li Suncu. Mi smo to izmudrili, a da nemamo još ni pojma ni o pravoj daljini Danice od nas, ni o daljini Sunca. Ali zato nas je pokus sa slikom već naučio, da nam je to i dosta znati, koliko je puta jedno tijelo dalje od drugoga, želimo li dalje zaključivati. U tom nas pomaže ova slika. (Sl. 51.) Sunce je sada na mjestu prijašnje slike na pisaćem stolu; Danicu — Venus — postavimo na mjesto sviećnjaka, a moja dva oka se pretvaraju u dva astronoma, koji



Svjetlo glasnik iz svemira. Astrofizika.

Uvod. — Svjetlo kao glasnik o konstituciji nebeskih tjelesa. — Astrofizika. — Spektroskop. — Lamanje svjetla. — Spektrum sunčanog svjetla. — Frauenhoferove crte. — Spektralna analiza. — Emisija svjetla. — Kontinuirni spektrum. — Diskontinuirni spektrum. — Novi elementi. — Konstitucija materije. — Spektra Sunca i Stajačica. — Svemirske maglice. — Kometi. — Pomrčanje Sunca. — Protuberance. — Chromosfera i fotosfera Sunca. — Absorpcija svjetla. — Spektrum krvi. — Tumačenje Frauenhoferovih crta. — Atmosfera Sunca. — Stajačice. — Nove zvijezde.

Sva je priroda puna divnih pojava, divnih na jednoj strani sa svoje krasote, a na drugoj strani sa silnoga dojma, kojim obuzimlju dušu čovjeka, kad pred njihovim veličanstvom osupnut stoji. Ali ne bih rekao, da će se u cijeloj prirodi naći još pojav, koji bi čuvstvena čovjeka više zanio od pogleda na noćno nebo, kad je atmosfera čista i tiha, a nebo osuto nebrojenim stadom bijelih ovčica — zvijezda stajačica. Baš te svojim trepetom kano da izazivlju na razmišljanje i čuvstvovanje. Isporedi li se čovjek s tim neizmjernim nebom, gubi se individualnost njegova u prahu: on vidi, on osjeća, da je ništica u tom bezkrajnom svemiru. Upre li pak oči po gdje-koju uru na taj divni svod nebeski, pak opazi li, da se on skupa sa nebrojenim stadom zvijezda okreće, tako tiho, tako tajinstveno, osjeća i nehotice svoju nemoć spram gorostasnog djelovanja prirodni sila. Kao šapat tajne moći oblieću ga pitanja: A što je sve to? Odkuda je i kuda će?

Viekovi su već i viekovi prošli, odkad je božanska iskra u nemoćnu tielu — razum — razpravu o tim pitanjima potakao i dadeš li mu danas rieč, podignut će te on iz praha i nemoći, osvjestit ćeš se i u triumfu uzkliknuti: ipak je čovjek nešto!

Dusi Kopernika, Kepplera i Newtona živjet će, dok bude roda ljudskoga na toj tankoj korici zemlje i ostat će svjedoci jednoga od najvećih triumfa ljudskoga razuma. Dvie su već stotine godina prošle, što udjoše u trag tajinstvenom gibanju neba i zvijezda i mjesto neponjatne zagonetke razpreda nam se danas pred duševnim okom divna harmonija neba, tako prozirna, tako jasna, da umijemo za stoljeća unapried proricati međusobne položaje nebeskih tjelesa sa točnošću, koje nestručnjak gotovo ni ne poimlje.

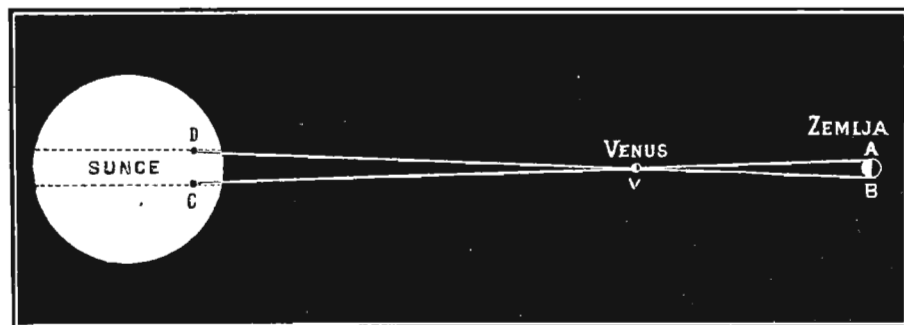
Nu duh čovječji, nigda miran, dok ne dodje stvarima oko sebe do dna, nije se ni s ovom divnom harmonijom u svemiru zadovoljiti mogao! Drugo mu je pitanje sunulo: Što su ta nebrojena tjelesa na nebu i kako su od nas daleka? Smijemo li ih izporedjivati sa našom postojbinom ili bar s našim Suncem? Ova pitanja o konstituciji nebeskih tjelesa ostala su i za velike duhove Kopernika, Kepplera i Newtona neprozirnom tajnom i udes je htio, da baš naši dani odgovore na ova stoljetna pitanja. Još prije 50 godina rekao je znamenit astronom teške rieči, da čovjek na ta pitanja nikada ne će odgovoriti! Pa kako i bi, kad ga je jedina rek bi nada u tom poslu — dalekozor iznevjerio. Upraviš li i najsilniji teleskop na najsajjniju stajačicu, ne vidiš ništa, nego svietlu točku. Pače, što je jači teleskop, sve je sitnija svietla točka! Kolika li dakle mora da je daljina tih zvijezda od nas, kad je i najsajjnija od njih u najjačem teleskopu — tek sitna svietla točka!

Pa zbilja još prije 40 godina teško da bi bio smogao i ciglo jedno predavanje o fizičnoj konstituciji nebeskih tjelesa na temelju pouzdanih motrenja.

A danas? Danas je „astrofizika“ već posebna nauka. Njoj se u prosvietljenih naroda dižu hramovi, a najoštriji umovi poput Secchia, Janssena, Hugginsa, Lockyera i Vogela posvećuju joj svoj život i u kratkom vremenu od 35 godina narasla je ogromna literatura astrofizička. Mi danas pouzdano govorimo o atmosferi planeta, pače i o prilikama života na njima, upuštamo se i u razmatranja o sastavu neizmjerne dalekih stajačica i još daljih svemirskih maglica.

Sjetimo li se, da je najbliža nam stajačica — α Centauri — od nas više nego $4\frac{1}{2}$ bilijuna milja udaljena, da do danas tek od

na protivnim krajevima Zemlje motre prolaz Danice izpred Sunca na svoje durbine. Daljina je obiju očiju sada tako velika, kao promjer naše Zemlje t. j. 1717 geogr. milja. Astronom u *A* vidjet će crnu pločicu Danice u *C* na Suncu, a astronom u *B* vidjet će ju u *D*, baš kao što su i naše oči vidjele sviećnjak na raznim mjestima slike. Daljina se obiju točaka *C* i *D* može veoma točno izmjeriti i ona je samo 48 sekunda ili $36\frac{1}{4}$ puta manja nego li cijeli promjer Sunca. Nu čas prije smo saznali, da je Danica u tom času, kad prolazi izpred Sunca, nama 3 put bliža nego Suncu. Pogledajmo sada opet sliku. U trokutu *ABV* poznajemo $AB = 1717$ geogr. milja. Znamo, da je *AV* jedna trećina od *VC*, isto tako i *BV* jedna trećina od *VD*, dakle je očito, da je i polumjer zemlje *AB* jedna trećina od *CD* ili luk *CD*, koji je po mjeri 48 sekunda velik na Suncu,



Sl. 51. Venus između Sunca i Zemlje.

vriedi $3 \times 1717 = 5151$ geograf. milja. Kad bismo dakle mogli sa Sunca gledati promjer naše Zemlje, on bi nam se ukazao kao kutić od $4\frac{2}{3}'' = 16$ sekunda (točnije $17.76''$), a polumjer Zemlje, kao kut nešto veći od 8 sekunda (točnije 8.85 sekunda): paralaksa je Sunca dakle = 8.85 sekunda.

Problem je o veličini i daljini Sunca u jedan mah riješen! Ako luk *CD* na Suncu vriedi 5151 geogr. milja, a cijeli je promjer Sunca $36\frac{1}{4}$ puta tako velik kao luk *CD*, onda je jasno, da je pravi promjer Sunca = $36\frac{1}{4} \times 5151 = 187.000$ geogr. milja.

Nu i daljinu ćemo odmah naći. Gore već priobćena tablica nam je pokazala, da nam se svaki predmet ukazuje pod kutom od 1 sekunde, ako je 206.265 puta tako dalek od oka, kako je velik.

Mi sa Sunca vidimo polumjer naše Zemlje *AB* pod kutom od 8.85 sekunda, dakle je daljina Sunca od Zemlje = 206.265 polumjera zemaljskih ili točno 11614 polumjera zemaljskih, što daje oko 20 milijuna geogr. milja ili 148 milijuna i 600 hiljada kilometara!

U isti smo mah našli i daljinu Danice od Sunca i od nas. Jer ako smo mi daleko od Sunca 20 milijuna milja, a znamo, da je Danica od Sunca u tom času bila 3 put dalja nego od nas, očito je, da je Danica od sunca daleko 15 milijuna, a od nas 5 milijuna milja, kad nam je najbliža.

Danica je u ovom stoljeću dva put prolazila izpred Sunca: dne 8. prosinca 1874. i 6. prosinca god. 1882. i sve su kulturne države svijeta slale skupe naučne ekspedicije na protivne strane zemaljske kruglje, da što točnije izmjere onaj sitni luk *CD* na sunčanoj ploči. Godine 1882. na pr. poslali su Francuzi 8 ekspedicija na ova mjesta: Porte au Prince, Mexiko, Martinique, Florida, Santa Cruz, Chile, Chubut i Rio Negro. Englezka je poslala do 20 ekspedicija; Sjeverna Amerika 7, Brazilija 4, Danska 1, Njemačka 5. Ni danas još se ne može kazati definitivni rezultat svih ovih ekspedicija, nu to stoji, da paralaksa Sunca nije mnogo različita od 8.85 sekunda, t. j. polumjer se naše Zemlje pod malim kutom od 8.85 sekunda vidi sa Sunca.

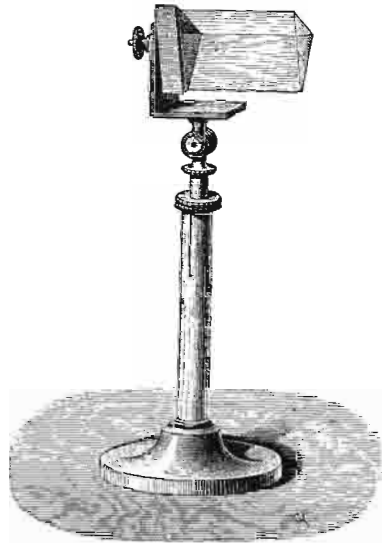
Obretnik ove umne metode, mjeriti daljinu Sunca od Zemlje, Halley izmislio ju je kao mladić od 22 godine god. 1678., nu publicirao ju je tek g. 1691. Živo ju je preporučivao astronomima, akoprem je znao, da njega već ne će biti na svijetu, kad bude prvi put prilike primieniti ju, jer prvi prolaz Danice izpred Sunca imao se sbiti tek g. 1761. Cielo dvadeseto stoljeće takodjer ne će vidjeti ni jednoga prolaza Venere: bližnji su 7. lipnja 2004. i 5. lipnja 2012. godine!

I tako nam se znanje znatno proširilo: Mjesec i Sunce nisu tjelesa jednako velika, kakose nama čine, a nisu ni prikovana na istom svodu nebeskom; dok je mjesec od nas tek 50.000 milja dalek, odmaklo se Sunce od nas 20 milijuna milja! Nu što su zato i Mjesec i Zemlja spram Sunca? Sunce je ogromna kruglja s promjerom od 187 hiljada milja, Zemlja pak ima promjer od 1717 milja: pravi patuljak spram Sunca! A tek Mjesec sa svojih 468 milja!



Nu drugačiji se pojav prikazuje, ako mjesto staklene ploče sa paralelnim stienama imademo stakleno tijelo, komu se obje stiene u kut stječu, ako je pred nama ono, što fiziци zovu stakleni „bridnjak ili prizma“. (Sl. 54.)

U njemu se svjetlo fактиčno jako lomi, pa gledaš li kroz ovakovu prizmu svieću, (Sl. 55.) vidjet ćeš ju zbilja na sasма drugom mjestu. Uхватimo li dakle ovakovim bridnjakom od stakla prije spomenute zrake, što kroz mali otvor u prozor ulaze, izaći će svjetlo iz njega vrlo slomljeno: slika maloga otvora bit će na sasма drugom mjestu protivnoga zida. Kako se lomi zraka u takovoj prizmi, pokazuje



Sl. 54. Stakleni bridnjak ili prizma na stalku (stativu).

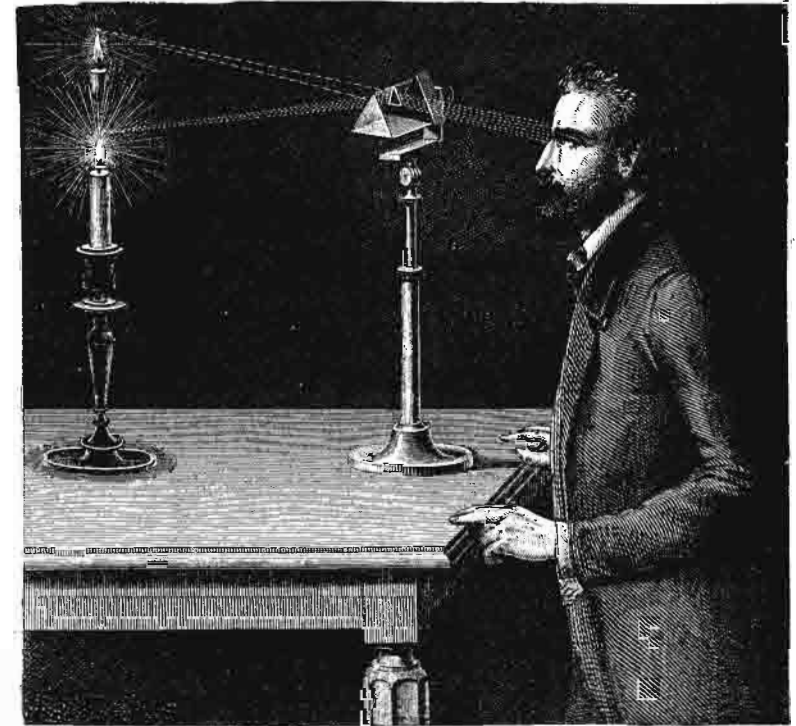
slika 56., gdje je uvijek *SI* zraka, što ulazi u prizmu, *IE* njezin put u prizmi, a *ER* njezin smjer, kad izađe iz prizme.

Nas međjutim ne zanima toliko ovaj pojav lamanja, koliko drugi, koji s njim uzporedno teče. Svjetlo je Sunca od otvora u prozoru do prizme bijelo, a iziđav iz bridnjaka pokazuje cieli niz raznih boja, i slika otvora, što na zid pada, nije više okrugla, nego se protegnula u duljinu, ostavši ipak zaokruženih krajeva. (Sl. 57.)

Presenećen gledaš ovaj krasni niz sitih boja, kako se jedna u drugu neopaženo prelieva i jasno razabiraš redom crvenu, na-

rančastu, žutu, zelenu, modrikastu (hellblau), modru (dunkelblau) i ljubičastu boju.

Pred tobom je „spektrum“ sunčanoga svjetla, kako ga je nazad 200 godina od prilike u svojoj tamnoj sobici motrio i dalje proučavao slavni Newton, a rezultate toga svoga studija svietu priobćio u svojim glasovitima „Opticae libri tres“. U istinu je „spektrum“ liep pojav, jer baciš li jednoč oko na liepo razvijen spektrum, teško se



Sl. 55. Premještanje slike, kad gledaš kroz prizmu.

od njega odvraća: želio bi, da ga neprestano gledaš. A ipak je taj liepi pojav tako prolazan! Metni ruku među bridnjak i prozor, nestalo je u tili čas krasnih boja, kao kakove prikaze. Uz ovaj je valjda dojam i dao Newton pojavu ime „spektrum“, što i znači „prikaza“.

Nije čudo, što je Newton pošao, da taj krasni pojav, komu

nekih 20 stajačica daljinu u obće znademo, da su sve ostale kud i kamo dalje, tako daleko, da se od njih ogromni promjer zemaljskoga puta oko Sunca, koji je 40 milijuna milja dug, — ni ne vidi, moramo se u čudu zapitati: A tko je taj divni glasnik iz svemira, koji nam je u ovo nekoliko godina tolika čudesa iz nedoglednih krajeva dojavio?

Jedino, što iz tih dalekih krajeva svemira do nas dopire, jest svjetlo, kojim nebeska tjelesa svietle. Jedino svjetlo može dakle da bude glasnikom tih čudesa. I zbilja jest!

Svjetlo, navrnuto na sitan aparat — zovu ga u fizici „spektroskopom“ — izpriopriedalo nam je davne tajne o sastavu nebeskih tjelesa u tinji čas. Nu prigovorit će nam prijazni čitalac ili čitalica: ta milijuni ljudskih očiju gledahu i danas još gledaju to svjetlo, pa kako da ga tek u naše dane umješe razumjeti? Da. Knjiga je prirode i u tom slučaju otvorena ležala, ali još slabo i nevješto duševno oko čovjeka nije znalo da ju pročita! Možda smijemo predpostaviti, da ne ćemo previše zlorabiti strpljivost prijaznih čitalaca i čitalica, ako pokušamo, da nekoliko listova iz te nove knjige prevrnemo, pa da ih zajedno pročitatmo. Spomenuti mali čudak — spektroskop — bit će nam tiem razjašnjen, a rezultati s njim postignuti obilno će nam nagraditi ovo malo strpljivosti.

* * *

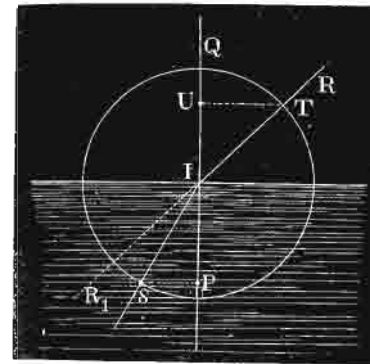
Malo nas je, koji se ne ćemo iz mladnjih godina djačkih sjećati pojava, poznatoga pod imenom „spektrum“. Ovaj, na prvi pogled doduše liepi, nu inače malo uvaženi pojav, postao je pred našim očima temeljem nove nauke — astrofizike, o kojoj se danas jamačno još ni reći ne može, što će sve na vidjelo iznieti, kakovih li nam novih svjetova otkriti.

Upravo je 200 godina, što je Newton nauci predao svoja na glasu iztraživanja o učinku staklenoga bridnjaka na sunčano svjetlo. Da bude kojom srećom ova iztraživanja dalje nastavio, možda bi bio isti duh, koji je našao zakon gravitacije i astrofiziku utemeljio, a mi potomci njegovi bili bismo sigurno mnogo dublje prodrli u tajne prirode, nego što u istinu jesmo. Nu kanimo se ovih gonetanja, pak radije pomislimo, da smo u sred tamne sobe, u koju kroz sitan okrugli otvor u kapku ulazi svjetlo Sunca. Svjetlo na-

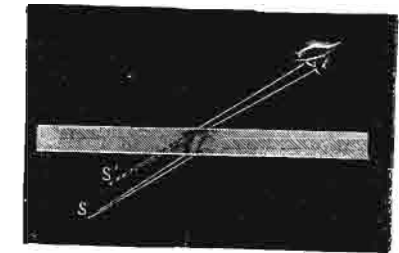
stavlja svoj put u sobi pravcem; to nam dovoljno pokazuje prašina, što u tracima svjetla ljeska.

Uzhtije li nam se, da ga s toga puta skrenemo i na drugi pravac navrnemo, dva nam se sredstva nudjaju. Ili ćemo svjetlo uhvatiti gladkom pločom, od koje se „odrazuje ili reflektira“, ili ćemo ga slomiti tim, da ga pustimo na pr. vodom prolaziti. Pojavi su refleksije toliko poznati, da nam o njima dalje ne treba govoriti. Tim će nam više trebati, da se osvrnemo na drugi pojav — na lomljenje svjetla.

Svatko je vidio pojav, da se štap, kad ga koso u vodu utaknemo, pričinja kao da je slomljen na onom mjestu, gdje ulazi u vodu. Svjetlo dakle prelazeć iz vode u zrak ili obratno iz zraka u



Sl. 52. Lamanje svjetla u vodi.



Sl. 53. Prolaz svjetla kroz staklenu ploču.

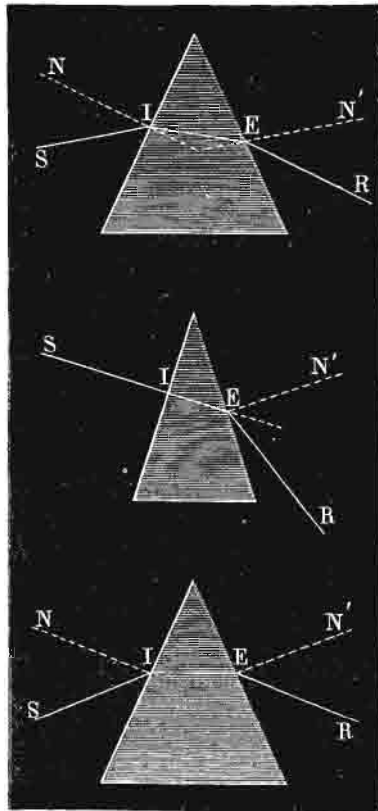
vodu, svakako mienja svoj smjer; mi velimo: traci se svjetla lome, kad prelaze iz jednoga medija u drugi, koji je gušći ili rjedji. U slici 52. ulazi zraka RI iz zraka u vodu, pa se kod I eno lomi u novi smjer IS , dočim bi morala ići smjerom IR , da se nije slomila.

Prema tomu će se isti pojav pokazivati i onda, kad svjetlo iz zraka ulazi u staklo, i opet, kad izlazi iz stakla.

Pa kako da ne vidimo stvari na drugom mjestu, kad ih kroz prozore gledamo? upitati će me možda čitalac. Sasvim naravno! Jer kad svjetlo u staklenu ploču udje, slomi se doduše na jednu stranu; nu izišav na drugoj strani ploče, lomi se baš isto toliko na protivnu stranu, pa zato i vidimo predmete kroz tanke staklene ploče u istom smjeru i gotovo na svom mjestu. (Sl. 53.)

je samo duga dostojan premac u prirodi, i dublje prouči. Podjimo mu za čas tragom!

Najprije je od celoga spektra odlupio crvenu boju, zastro ostale neprozirnim zastorom, pa ju poslao na drugu isto takovu prizmu. Vidio je (pogledaj sl. 57. iza zastora), da se crvena boja u drugom bridnjaku opet lomi, ali izišav iz njega, ostaje crvena, kao što je



Sl. 56. Odklon zrake svjetla u prizmi.

svjetlo Sunca sastavljeno od velike množine trakova, koji se različito lome, a prizma ovdje obavlja samo tu službu, da bijelo svjetlo u te pojedine trakove raztvori, da jedan od drugoga odluči i svaki trak na svoje mjesto posadi.

Nije li možda moguće i protivni pojav izvesti t. j. nije li mo-

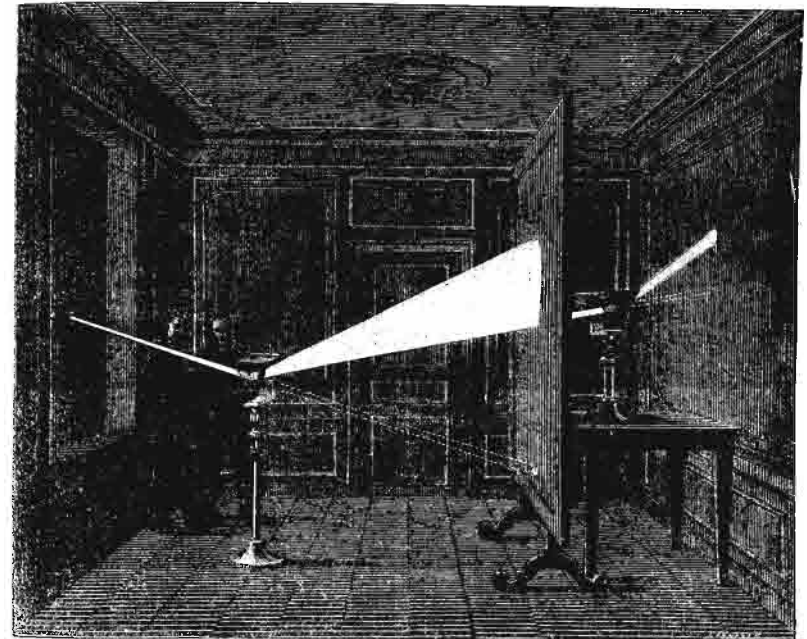
guće ovih 7 boja, mogao je izreći prirodni zakon: Boje se spektruma ne daju dalje razstavljati, one su jednostavne ili homogene boje, a bijelo je svjetlo Sunca očito sastavljeno od tih 7 boja.

Pošao je Newton još korak dalje. Bacio je na drugi bridnjak dvie boje zajedno na pr. crvenu i modru. Opazio je, da su doduše obje boje, prošavši kroz prizmu, ostale nepromijenjene, ali se nisu u bridnjaku jednako slomile: crveni su traci mnogo manje sa svoga puta krenuli, nego li modri. Prošav tim načinom sve boje, mogao je opet reći istinu ili prirodni zakon: Traci svjetla, različni bojom, različito se lome: crveni najmanje, a ljubičasti najviše.

Bacivši pak na prizmu samo jedan trak bieloga sunčanoga svjetla, postao je odmah cijeli spektar; dakle je očito, da je bijelo

svjetlo? morao se Newton dosljedno upitati. Uhvativ spektar lećom sabiračom ili bridnjakom u obratnom položaju, dobio je u istinu bijelo svjetlo, a bit će nam svim poznat pojav, da je ploča, namazana bojama spektra, bijela, ako se dosta brzo na zvrku vrti. I opet potvrda jur prije nadjenoj istini, da je bijelo svjetlo smjesa od onih 7 boja u spektrumu.

Usudismo se prijaznomu čitatelju nešto obširnije opisati ova iztraživanja Newtonova, jer nam se čine klasičnim upravo primjerom



Sl. 57. Raztvorba svjetla u prizmi. Nejednako lamanje bojadisanih zraka spektruma.

induktivne metode i načina, kako u iztraživanju prirode treba da postupamo. Ne bilo zamjerke!

Od Newtonovih vremena, pa do početka našega vieka nije poznavanje spektruma baš ni u čem napried krenulo. Prividna sitnica pokrenula je g. 1802. na novo studium ovoga pojava, sitnica, koja je u nauci imala biti pretežkih posljedica. Ingleza su Wollastona teoretička razmatranja navela na misao, da umjesto Newto-

to izvedeno, pokazuje nam slika 61., na kojoj vidimo Huggins-ov spektroskop pred dalekozorom. Na okular je dalekozora mjesto stakla, kroz koje gledaš zvijezdu, prišarafljen spektroskop, te se svjetlo zvijezde u njegovom bridnjaku razstavi u spektrom, koji oko vidi, čim pogleda u spektroskop kroz ciev P. Mjesto da okom gledaš taj spektrom, možeš ga i baciti na osjetljivu ploču u fotografičkoj kameri i tim načinom spektrom fotografirati. Zovu taj spoj spektroskopa sa kamerom u nauci spektrograf, a ponajveći



Sl. 59. Browningov džepni spektroskop u prosjeku.

stoji danas u Potsdamu kraj Berlina. Koliko je stalnija pisana rieč od govorene, toliko je vredniji za nauku spektrom fotografiran i trajno sačuvan, od spektroma, koji je samo neko vrijeme gledalo oko.

Razloživši u kratko temelje, na kojima je osnovan spektroskop i opisavši ga bar u principu, lasno nam je preći na drugi, svakako



Sl. 60. Browningov džepni spektroskop.

zanimiviji dio našega predmeta — na uporabu, koju je taj aparat do sada našao.

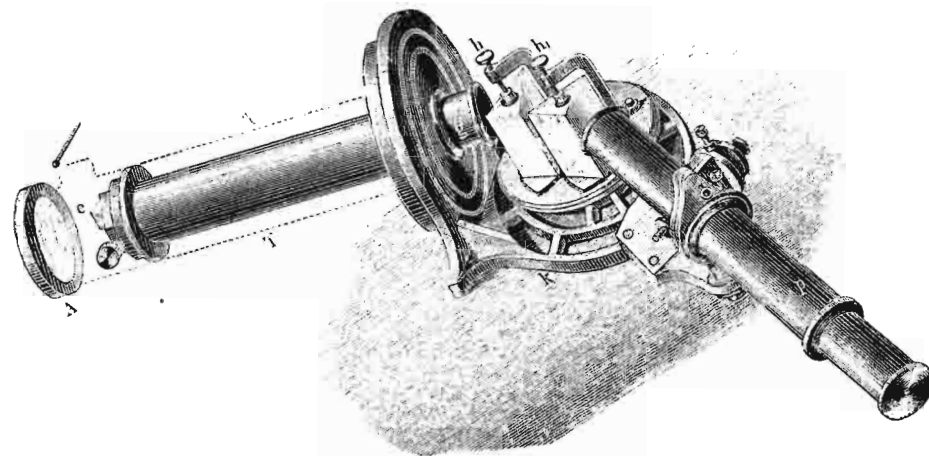
* * *

Poznajemo fizikalne temelje spektralne analize i opisamo bar u principu spektroskop. Pa navrnvši na nj samo jedan trak sunčanoga svjetla, vidjesmo u njemu liep spektrom — ali ne bijaše nepomučen. Više stotina ga finih tamnih crta izprekida i krasotu mu umanjuje. Znam, da je čitaoeu već na ustima pitanje: A

odkuda su te Frauenhoferove crte u liepom sunčanom spektromu i što li nam te crte znače?

Nu tražeći odgovor na ovo svakako zanimljivo pitanje, popostati nam je časak ovdje na zemlji kod naših običnih izvora svjetla. Ovi su nam pri ruci i dosta blizu, pa će jedini biti od pomoći, da riešimo zagonetku Frauenhoferovih crta.

Poznato je, da se svako prirodno tielo razžari, ako ga samo dovoljno ugrijemo. Kod 525° C. počinje se svako tielo žariti crvenim svjetlom, kod 655° C. primieša mu se voć narančasto, žuto i zeleno svjetlo, kod 800° postali su već plavi i modri traci, a kod 1170° već su se primiešali svi stupnjevi ljubičaste boje i tielo svietli



Sl. 61. Hugginsov spektroskop za zvijezde.

bielim žarom. Ovo svojstvo tjelesa, da vlastitim svjetlom svietle, kad su dovoljno ugrijana, nazvaše fizici emisijom svjetla. Koja je misao bliža, nego li, da ovo svjetlo razžarenih tjelesa takodjer navrnemo na spektroskop, pa postali spektrom izporedimo sa sunčanim, nebi li nam koprena s onih zagonetnih crta pala? Pa zbilja će pasti. Podjimo dakle napried udarenom stazom!

Izkustvo nas svagdašnje uči, da sva razžarena tjelesa ne svietle istim svjetlom. Dovoljno je, ako spomenem prerazlične bengalske vatre, koje nam oči napajaju krasnim bojama u svim nuancama. Nu dok oko ove nuance tek razpoznaje, smijemo se nadati, da će

*

novog okruglog otvora u prozoru upotrebi dugoljast, ali vrlo uzak otvor u slici tankog svjetlog pravca, dakle uzku pukotinu. I gle čuda! Spektrum se je sunčanog svjetla sasama preobrazio: postao je mnogo jasniji, jedna se je boja od druge bolje odjelila, te se je priličnom točnošću moglo reći, gdje jedna prestaje, a druga počinje. Nu to nije sve, što mu se je pokazalo. On je još opazio, da je spektrum Sunca doista sastavljen od Newtonovih 7 boja, ali da je taj niz boja na više mjesta izprekidan finima vrlo crnim crtama u znak, da na ta mjesta nikakovo svjetlo ne pada. Te su crne crte u spektrumu sunca poznate pod imenom Fraunhoferovih crta, jer se je 12 godina iza Wollastona jedan od najznamenitijih optika u našem vieku, Niemac Fraunhofer, proučavanjem tih crta pobliže bavio. On je prvi spektrum sa najjasnijim crtama narisao i velikim slovima latinskoga alfabeta od A do H okrstio, označiv točnim mjerenjem i mjesto svakoj crti. Na priloženoj tabli vidimo taj spektrum Sunca sa tamnim crtama.

Obret ovih crta u spektrumu sunčanoga svjetla prva je etapa u razvitku astrofizike, te se može mirne duše ubrojiti u najvećega zamašaja obrete ovoga vieka.

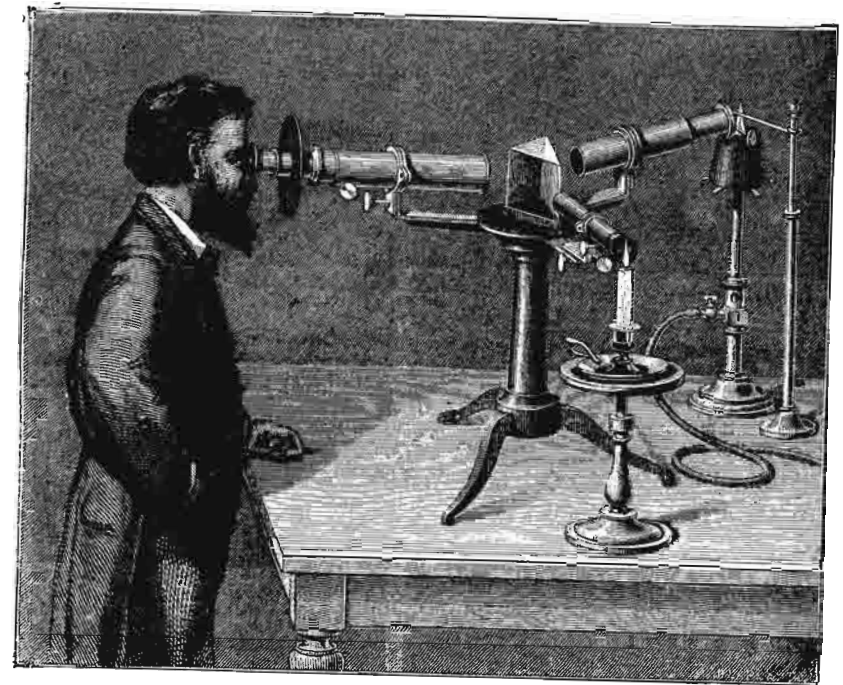
Sljedeći će nam reći to do volje potvrditi.

Isti Fraunhofer uveo je još jednu preznamenitu modifikaciju u motrenje spektruma. Dočim su Newton i Wollaston hvatali spektrum na zidu ili zastoru od bielog papira, uhvatio je Fraunhofer cieli spektrum, čim je iz prizme izišao, dalekozorom i u njem ga je motrio. Tim se je doduše krasota pojava umanjila u toliko, što ga je sada samo onaj vidio, koji je baš u dalekozor gledao (subjektivni spektrum), dočim su ga prije na zastoru svi, koji su u sobi bili, zajedno gledali (objektivni spektrum). Ali je tim naučno razmatranje pojava puno dobilo, jer se u dalekozoru one tamne crte kud i kamo bolje i u mnogo većem broju vide, a i mjesto im se u spektrumu vanrednom točnošću dade odrediti. Tako ih je već Fraunhofer g. 1814. nabrojio 476, a kasnije Kirchhoff i Bunsen u Heidelbergu, Thalén i Angström u Kodnju preko 2000, označivši svakoj što točnije njezino mjesto u spektrumu.

I tim dodjismo dotle, da nam je sam po sebi jasan najvažniji aparat u astrofizici: spektroskop. On naime u principu nije ništa drugo nego stakleni bridnjak u savezu sa dalekozorom. Mjesto da se svjetlo pušta kroz pukotinu u prozoru na prizmu, stoji neposredno pred njim ciev sa uzkom pukotinom na prednjem kraju, tako zvani kol-

imator. Svjetlo, ušavši kroz pukotinu ove cievi, pada na bridnjak, u njemu se razdieli u spektrum i taj na drugoj strani odmah pada na dalekozor, kojim se motri i mjeri. Za mjerenje se običava dodati još treća ciev sa fotografičnom skalom, koja svjetiljkom razsvjetljena takodjer na bridnjak pada. Takav podpunni spektroskop pokazuje nam slika 58.

Taj je aparat tečajem ovo malo godina, što je izumljen, dobio preraznih oblika, kojim je ipak isti princip temeljem. Svakako je



Sl. 58. Podpunni spektroskop sa skalom.

ovdje vriedno da spomenem spektroskop, što ga je John Browning u Londonu prije nekoliko godina konstruirao. (Sl. 59. i 60.) Cielni je aparat dug 8 cm. Akoprem je tako malen, da ga i u prsluku možeš nositi, pokazuje ipak sve važnije, pače i mnogo sitnih Fraunhoferovih crta. Nu spektroskop u onim oblicima nije zgodan za izpitivanje svjetla, što nam ga šalju nebeska tjelesa; trebalo ga je još spojiti sa teleskopom, koji nam daje sliku dotičnoga nebeskoga tiela. Kako je

Kučera: Naše nebo.

nam spektroskop, razdielivši svako svjetlo u svoje česti, razlike pojedinih boja kud i kamo bolje pokazati. I stadoše pred spektroskop donošati različita razžarena tjelesa. Najprije nadjoše, da svako čvrsto ili tekuće tijelo, kad je sasvim razžareno, svietli bielim svjetlom, pa bilo od ma koje tvari. Navrnivši ovo svjetlo na pukotinu spektroskopa, opaziše krasan spektrom od svih 7 boja i — što je još važnije — nepomućen a ma baš ni jednom tamnom crtom. Ugljen na pr. razžaren galvanskom strujom, daje prekrasan spektrom ove ruke — zovu ga rado kontinuirnim (neprekidnim) spektromom. Ali i svjetlo naših svieća i svjetiljaka potječe od molekula ugljena, koji su u plamenu razžareni, pa zbilja, metneš li lampu od petroleja pred pukotinu spektroskopa, oko će ti se pásti na istom prekrasnom i nepomućenom spektromu. Izrekoše dakle važnu i neoborivu istinu:

„Sva čvrsta i tekuća tjelesa, kad su razžarena, daju kontinuiran spektrom.“

Koliko je drugačija slika, što će nam se u dalekozoru spektroskopa pokazati, ako zamienimo ugljen ma kojom razžarenom parom! Najpoznatiji su primjeri ove ruke crvena bengalička vatra, koja na pozornicama rado rabi, i žuta bengalička vatra, koja rabi tako zvanim magicima, kad hoće da prikažu strašnu kakovu scenu sa mrtvačkim licima.

Bacimo li one crvene trakove na spektroskop, začudit ćemo se, nevideći u dalekozoru ni ciele crvene boje, a drugim bojama spektroma ni traga. Mjesto cieloga sjajnoga spektroma vidiš tek jednu, dvie, uzke crvene crte, a sav je ostali dio prijašnjega spektroma taman.

Baciš li komadić soli u slabi plamen spirita, požutjet će intenzivno cieli plamen, i kad ga postaviš na spektroskop, misliš, da ćeš bar cielu narančastu i žutu boju vidjeti, a kad tamo, mjesto cieloga spektroma, mjesto narančaste i žute boje, vidiš — jednu jedinu svietlu uzku žutu crtu, — sve je drugo tamno.

Sol je kuhinjska sastavljena od natriumu i chlora. U vrućini se raztvore; chlor se, jer je plin, izgubi u zraku a natrium se — kov — u plamenu pretvara u pare, koje se razžare, pa mu daju onu karakterističnu žutu boju. I u istinu, kad god u kojem plamenu natrium gori, uvijek se u spektroskopu na istom mjestu pokaže ona karakteristična žuta crta. Nije li dakle sasma opravdan zaključak: kad god nam se u spektroskopu na onom mjestu pokaže žuta svietla crta, mora da u plamenu, koji daje spektrom, gori natrium!

Zamienimo li kov natrium sa drugim na pr. lithijem — a to je baš jedan od onih, koji daju crvenu bengaličku vatra — bit će spektrom sastavljen od dviju crta, jedne crvene i jedne narančaste. Strontium opet daje plamenu crvenu boju — zovu ju tehničkim imenom carmoisin — koja se za oko tek neznatno luči od crvene boje lithija. Kolika je pak razlika u spektru obiju! Dok lithij pokazuje tek dvie crte, crvenu i narančastu, vidiš ih kod stroncija više crvenih i narančastih i — jednu vrlo uzku modru crtu.

I sva ostala tjelesa, koja se vrućinom u pare pretvaraju, a te se pare razžare, daju slična ovim spektra. Iztraživši redom svih 66 kemičkih elemenata, mogoše izreći drugu važnu istinu:

„Svaka razžarena para daje spektrom od nekoliko svietlih, za nju karakterističnih crta — daje — da se tehnički izrazimo — diskontinuiran spektrom.“

Nu što je s plinovima? zapitat će s pravom pozorni čitalac. Oni se ne daju poput natrija ili lithija jednostavno u plamen metnuti i razžariti, jer se odmah u zraku izgube. Tu nam je pomogla današnja savršena staklarska tehnika. Dr. Geissler u Bonnu načinio je po naputku glasovitoga Plückera staklene cievi, iz kojih je zrak izsisao i nadomjestio kojim mu drago plinom na pr. vodikom. Poslavši kroz ovakovu Geisslerovu ciev (sl. 62.) jaku galvaničku struju, plin će se odmah razžariti i nema sada lakše stvari, nego svjetlo njegovo pred spektroskopom iztražiti. Tim su načinom za malo godina naslikana bila spektra svih razžarenih para i plinova.

Zamašaj nadjenih dviju istina shvatit će prijazni čitalatelj odmah. Imadem li pred sobom svjetlo, o kom bih rado znao, od kakova tiela potječe, navratit ću svjetlo na pukotinu spektroskopa. Vidim li podpunu — ni jednom tamnom crtom neprekinutu — spektrom, zaključujem, da je tijelo, što mi svjetlo šalje, čvrsto tijelo ili tekućina, koja se u razžarenom stanju nalazi. Od kakove li je tvari ono razžareno tijelo, o tom me spektroskop nezna obavijestiti.



Sl. 62. Geisslerova ciev.

Vidim li pak u spektroskopu spektrum od nekoliko svjetlih crta, prva mi je misao, što mi glavom sune, tâ, da je tielo, što gori, para ili plin, a nipošto čvrsto tielo ili tekućina. Znajući pak karakteristične crte svakoga kemičkoga počela, koje se vrućinom u pare pretvara, bit će mi već onaj jedan pogled u spektroskop dostatan, da mi točno reče, od koje su materije one pare. Vidim li na pr. poznatu nam već žutu crtu, s pravom ću zaključiti, da u plamenu gori natrium.

Spektroskop nam dakle u neke nadomješta zamršene metode kemičke analize: i on nam može sastavljene tvari analizovati i njegova se analiza zove spektralna analiza.

Uporaba ove spektralne analize na zemaljske materije donela nam je u ovo malo godina već obilno istina i obreta. Sve nabrojiti daleko bi presezalo svrhu ovoga članka. Neka nam bude dozvoljeno po tom polju pabirčiti.

Lockyer u Londonu, još i danas jedan od prvih spektroskopista, motrio je u Geisslerovoj cievi spektrum vodika. Obično je opazio tri karakteristične crte: crvenu, zelenu i modru. Nu mienjaju gustoću vodika u cievi, opazio je, da se i spektrum vodika u neke mienja. Vrlo riedak vodik pokazao mu je samo zelenu crtu i nju mnogo užu ali i svjetliju. Zgušćujući vodik, postajala je zelena crta sve šira, a i druge su se redom pojavljivale. Evo nam opet važne istine: Po širini i broju svjetlih crta možeš suditi, je li prepoznata već materija gusta ili riedka!

Al ni to još nije sve. Spektroskop nam pokazuje tielo još i onda, kad ga je najmanja množina u plamenu. Gotovo ne bismo vjerovali, kad ne bi iznad svake dvojbe bilo, da su Kirchhoff i Bunsen dokazali, kako im je spektroskop najizvjestnije pokazivao natrium, — onu poznatu žutu crtu, — kad ga je bilo samo četrnaest milijunti dio jednoga miligramama u plamenu! Reakcija je dobroga spektroskopa za natrium dapače tolika, da ga u svakom skoro plamenu pokazuje. A promislimo li stvar, i mora tako da bude, jer svaki i najmanji prašak u zraku imade u sebi soli, a njoj je glavna sastavina natrium. Na prvi će nam se mah ovo čudnim pričiniti; nu sjetimo li se, da more $\frac{2}{3}$ zemaljskoga površja zaprema, da morska sol skupa s vodom djelomice izhlapljuje, djelomice se opet na obalama slegne, pa da ju vjetrovi u najsitnijim česticama širom zemlje raznašaju, lako ćemo shvatiti, da nije ni malo čudnovato, ako nam spektroskop u svakom gotovo plamenu pokazuje natrium.

Još jedan primjer za vanrednu osjetljivost spektroskopa. Prije godine 1860. poznavali su kemičari doduše kov — lithium, ali više kao neki curiosum u prirodi. Tek 4 su poznavali minerala, u kojima su našli lithiuma. Koliko li se je stvar od onda promienila! Danas na temelju spektralne analize znademo, da je lithija gotovo svagdje u prirodi, kao što i natriuma. Samo trunak pepela od cigare, od šećera, čaja itd., razžaren u plamenu pred spektroskopom, pokazat će već onu karakterističnu crvenu crtu lithija. Miller dokazao je spektroskopom, da glasovite Clifordske rude daju za 24 sata 400 kg. lithija, dok se prije toga ni slutilo nije, da je u njima u obće lithija. Spektroskop nam je dakle eksistenciju nekih tjelesa i ondje još pokazao, gdje ju starija kemička reakcija ne bi možda nigda bila pokazala.

Ne umanjuje se ova silna osjetljivost našeg malog čudaka ni onda, kad u istom plamenu gori više materija zajedno. Smiešaš li na pr. nješto lithija i natrija, pa metneš li smjesu u plamen spirita, koji se danju jedva vidi, požutjet će plamen namah, jer je žuti žar natrija toliko intenzivniji od crvenoga žara lithijeva, da se crvena boja za oko gotovo sasvim izgubi. Pogledaš li pak u spektroskop, eno ti crvene crte lithija uz žutu natrija: obje su jednako jasne, svaka stoji na svom mjestu, kao da si na jedan kraj plamena metnuo lithium, a na drugi natrium. Nije li dakle uz ovu veliku točnost opravdana bila nada, da će nas spektroskop u poznavanju materija, od kojih je naša postojbina satvorena, dobar korak napried pomaknuti? I ne ostade nada jalova! Tko otvori kemiju, štampanu prije 1860. godine, naći će, da poznajemo tek 61 kemički element, a danas ih svaka kemija nabroja 66, ne računajući amo još i dvojbene elemente: Helium, Holmium, Phillipium, Skandium, Samarium, Thulium i Itterbium. Otkuda tolika promjena u broju elemenata za nekoliko godina? Mali čudak spektroskop ih je našao. Evo kako.

Tek što su Kirchhoff i Bunsen u Heidelbergu g. 1860. temelj postavili bili spektralnoj analizi, iztraživši i narisavši karakteristične crte svih do tada poznatih elemenata, dodje im do ruku Dürkheimska kiselica u svrhu analize. Upotrebiše spektroskop, ali se vele začudiše opazivši nekoliko svjetlih crta, kojih do tada još nigda ne vidješe. Upozoreni ovom opazkom naskoro izlučiše iz kiselice nov element Caesium a skoro zatim i drugi Rubidium. Dvie godine kasnije opazi opet Crookes u jednom spektru krasnu i svjetlu crtu

su prvi koraci djeteta nesigurni, tako su i slabi prvi koraci učenjaka po tlu onako tamnom. Nu kao što se iz djeteta razvije snažan čovjek, tako će možda kasnije generacije i na ovom polju našega maloga čudaka ugledati kao heroja, koji je zavirio u najdublju tajnu prirode!

Nu kanimo se ovakovih nagadjanja! Zadovoljimo se radije onim, što nam je spektroskop obreo u našim zemaljskim izvorima svjetla, pak se, oboružani ovim znanjem, odvažimo na krilima razuma u svemir k onim vječnim izvorima svjetla, koji nam, uvijek trepećući, kao da šalju svoj pozdrav.

* * *

Navrnimo svjetlo nebeskih tjelesa na spektroskop! Raztvarajuć im svjetlo u njemu, saznat ćemo možda i o njima koju novu: napose o njihovoj konstituciji. Saznat ćemo najprije, da li su tvrda ili tekuća tjelesa, ili možda goruće pare i plinovi. Bude li im spektrom neprekinuti niz od 7 boja, znamo, da su čvrsta tjelesa ili tekućine; bude li pak spektrom sastavljen od više ili manje svjetlih crta, očito je, da su razžarene pare i plinovi.

Za Sunce znamo već od prije, da pokazuje spektrom od svih 7 boja, ako ne pazimo na one fine tamne crte, kojim još uvijek ne udjosmo u trag. Isti taj spektrom daje i Mjesec, a daju ga i svi planeti. Nije li dakle sada sâm po sebi razumljiv zaključak: Sunce je svakako razžareno čvrsto ili tekuće tielo, a Mjesec i planeti svjetle svjetlom pozajmljenim od Sunca. (Vidi na priloženoj tabli br. 1.)

Nu što su Sunce, Mjesec i planeti naprama onoj neizmjerne četi stajačica, koje nam tamne naše noći blagim svojim svjetlom ukrasuju? Znamo, da su od nas neizmjerne daleko, znamo, da do njih nikada ne ćemo, ali nas ipak muči pitanje: što su ti milijuni zvijezda? I upraviv spektroskop na ma koju od njih, stoljetna ti je tajna jednim pogledom riešena: Stajačice daju spektrom od 7 boja, veoma sličan spektromu sunca, samo je raspored onih tamnih crta u neke drugčiji. (Vidi priloženu tablu br. 2.). I to su dakle Sunca poput našega; možda i oko svakog od njih kolaju tamni pratioci — planeti — i tko zna, nije li se i tamo gdje zbio na tankoj korici takova planeta kakov rod ljudski?

Ali nebo — to najveće čudo prirode — krije u svom krilu još i drugih tjelesa osim Sunca, Mjeseca, planeta i zvijezda stajačica.

Upraviš li oštar durbin u neizmjerni ponor svemira, eno ti na mnogim mjestima neba nešto svjetluca slabim svjetlom, koje bi mogao donekle prisposodobiti neizvjestnomu svjetlucanju truloga panja. Ako je dalekozor jak, vidjet ćeš maglovitu masu u slici kruglje, srpa i prstena, vidjet ćeš ono, što astronomi zovu svemirskom Maglicom (Nebelfleck), kakovih smo na našem izletu po nebu već liep broj upoznali. Što su te svemirske Maglice, koje toli slabim svjetlom svjetlucaju, da ih u jakom teleskopu tek opaziti možeš?

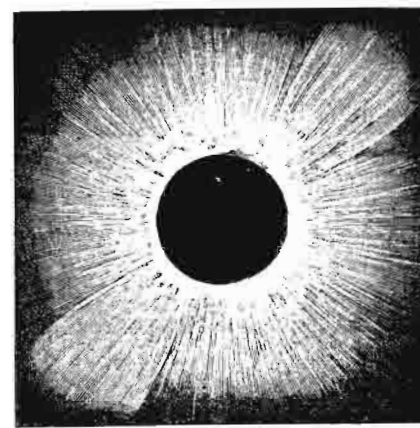
I u ovom je pitanju zakopan ležao pretežak problem astronomije — dok se ne pojavi mali čudak spektroskop, da ga jednim mahom rieši. Zaludu je slavni Herschel gradio svoje gorostasne teleskope, i s njima putovao na glavinu Dobre nade, da pod žarkim i čistim nebom Afrike zvijezde motri. On je svojim ogromnim instrumentima i zbilja mnogu svemirsku maglu razdielio u hrpu stajačica, ali ih je ipak ostao liep broj, koje su i najjačem teleskopu prkosile: ostadoše i u tom silnom teleskopu nepravilna masa magle, koja slabim svjetlom svjetluca. Stajalo je dakle sada pitanje: Jesu li ove nerazrišene magle u istinu nerazrješive ili su nam možda teleskopi preslabi, da ih rieše u hrpu stajačica?

Tek god. 1864. kad je slavni spektroskopista Huggins svoj spektroskop na ovakovu nerazrišenu maglicu upravio, prestalo je ovo pitanje biti astronomičkim problemom. Huggins je naime vidio, da u spektrumu pravih maglica nema ni traga neprekidnomu spektru od 7 boja; mjesto njega vidio je tek nekoliko, ali vrlo svjetlih crta. Jakost ovih uzkih svjetlih crta toliko ga je presenetila, da je u prvi čas pomislio, ne vara li ga njegov inače izvrstni spektroskop. Uvjeriv se o tom, da je ono, što vidi, podpuna, objektivna istina, bilo je pitanje o svemirskim maglicama jednim mahom riešeno: one su na svaki način goruće pare ili gorući plinovi, dakle u istinu nerazrješive! Izpoređujući spektrom maglice sa spektrima, što ih daju razni na zemlji razžareni plinovi, našao je Huggins odmah, da je jedna crta u spektru maglice — karakteristična zelena crta našega vodika, a druga kao da pripada dušiku. Svemirske su dakle maglice sastavljene od razžarenoga vodika i valjda dušika. (Izporedi tablu spektra br. 4.) Izporedimo li kategoričnost ove istine sa neizmjernom daljinom ovih nebeskih tvorbi od naše postojbine, uzkliknut ćemo i mi sa Secchi-jem: „Ovo je jedan od najvažnijih obreta, što ih imamo zahvaliti spektroskopu. On je sam dostatan, da neumrlim učini obretnika Huggins-a.“

Ali ni to još nije sve, što nam o maglicama kaže spektroskop! Prije smo negdje baš o vodiku spomenuli, da mu spektrom obično pokazuje tri crte, crvenu, zelenu i modru; a samo, kad je tako razriedjen, da mu je jedva traga, pokazuje on jednu jedinu i to zelenu crtu. Mi dakle s pravom i dalje zaključujemo: budući da u spektru maglice samo jednu crtu vodika (Secchi i Vogel vidjeli su kasnije druge crte, kako pokazuje i naša slika) i isto tako samo jednu crtu dušika vidimo, mora da su ti plinovi u maglicama vrlo razriedjeni, maglice su dakle lopte vanredno tankih razžarenih plinova vodika i valjda dušika. Evo nam upravo sjajnoga primjera, kako je spektralna analiza pitanje, kojim su se najveći astronomi preko 100 godina bez uspjeha mučili, jednim mahom riešila.

* * *

Još je jedan pojav na nebu, s koga je spektroskop tajnu skinuo, toliko zanimljiv, da ga ne bih mogao mûkom prieći.



Sl. 63. Totalna pomrčina Sunca od 8. srpnja god. 1842. Korona i protuberance.

Čudne se na nebu stvari zbivaju u časovima, kad će tamna ploča Mjeseca zastrti sjajnu ploču sunčanu — taj jedini izvor svemu životu a i krasoti na Zemlji — u času, kad će nastati totalna (posvemašnja) pomrčina sunca. Sa strahom su i trepetom narodi od vajakada gledali taj u istinu veličanstveni pojav prirodni, sluteći jamačno, što bi od njih bilo, kad bi se Sunce na duže vremena ili na uvijek skrilo!

sina i svi ostali pojavi, koji su s njima u svezi. Ustavimo se još časak kod ovih silnih erupcija na sunčanoj kruglji. Spektrum im je još i s druge strane veoma zanimljiv. Crte su vodikove prama donjem kraju sve šire, dočim se gore završuju u šiljak. (Sl. 65.) Dakle je i razžareni vodik oko Sunca tim gušći, čim je bliži Suncu; pače nije ni teško upravo odrediti gustoću vodika na površini Sunca. Izmjerimo li naime širinu jedne crte na dnu, pa tražimo li, koliko nam treba vodik u Geisslerovoj cievi stlačiti, da dobijemo istu širinu crte, našli smo bar od prilike, kako je gust razžareni vodik na površini Sunca, koje je od nas daleko više nego 20 milijuna milja!

Još nam nešto zanimljiva pokazuje spektrum protuberanca. Ondje, gdje su vodikove crte najšire, pokazuje se još velika množina svjetlih, ali veoma kratkih crta. (Vidi sl. 65.) Zaključak nam je iz ove činjenice jasan. Ona nam dokazuje, da je oko Sunca još i drugih razžarenih para i plinova, osim vodika, ali se ovi ne uzdižu daleko nad Sunce kao on, nego su se slegle tik na površinu Sunca.

Spektroskop nas je do sada na temelju emisije svjetla doveo do ovih zaključaka o konstituciji našega Sunca:

Sunce sastoji najprije od jezgre, kojoj je površina čvrsta ili tekuća. Oko ove je jezgre ogromna atmosfera, kojoj je glavna sastavina vodik, a tik oko jezgre imade u njoj još i drugih razžarenih plinova i para. Ovaj donji dio sunčane atmosfere zovu astronomi „chromosferom“, a žarku površinu jezgre „fotosferom“.

Zašto se i oni drugi plinovi u sunčanoj atmosferi ne uzdižu tako visoko nad površinu jezgre kao što vodik, svatko će lako pojmiti, kad se sjeti, da je vodik najlakša od svih materija, što ih do sada poznajemo.

Ovo nekoliko primjera neka bude dosta, da nam razjasni, kako je sitni spektroskop do toga došao, da nam mnoge stoljetne tajne u prirodnoj nauci odgonetne, — da bude temeljem novoj nauci astrofizici, u kojoj se o kemičkoj i fizičkoj konstituciji nebeskih tjelesa govori s tolikom sigurnošću, kao da su ova milijune i bilijune milja od nas udaljena tjelesa — tek pred prozorom laboratorija!

* * *

Sve je to liepo, — mogao bi nam pozorni čitalac ili prijazna čitateljica primietiti, — umijemo već čitati pismo, kojim žarki traci svjetla u spektroskopu pišu — ali samo djelomice! Gdje su toliko puta spo-

minjane Fraunhoferove crte ostale? — — Neka dobrotivo oprostite. Ovaj mali izlet u daleki svemir odviše je bio zamamljiv a žetva na njemu pribрана prevelika, a da bi mu se čovjek bio mogao ugnuti. Što više, on nam je utro put, da se i tajnom pismu ovih crta dovinemo. Dakle na posao!

Svatko nas je već po sto puta pred oči navukao klobuk, kad su mu žarki traci Sunca oku smetali. Klobuk sunčanoga svjetla ne propušta, on ga svega proguta ili absorbira, kako bi se tehničkim izrazom reklo. Metnemo li pred oko crveno na pr. staklo, ne dolazi nam više u oko bijelo svjetlo, nego samo crveno; crveno staklo imade dakle to čudno svojstvo, da od svih 7 boja, što ih ima bijelo svjetlo, njih 6 proguta, a jedino crvenu boju propušta; klobuk pak gutta sve trake bieloga svjetla. Upravo kao i kod žarenja! Ondje nadjosmo, da neka tjelesa žare sve boje bieloga svjetla, druga pak izabiru samo neke od njih i žare samo u tim bojama — uz obćenu i biranu emisiju svjetla, nalazimo evo takodjer obćenu i biranu absorpciju svjetla.

Pada li na pr. bijelo svjetlo, prije nego što će na bridnjak u spektroskopu stići, o ploču crnoga stakla, potamuit će sasvim cio spektrum — to je obćena absorpcija. Prolazi li pak bijelo svjetlo kroz modro staklo na prizmu, vidjet ćemo samo modri dio spektra — sve su druge boje progutane, a to je primjer birane absorpcije.

Nu vrlo bi se varao, kad bi mislio, da samo šarena stakla imadu to svojstvo, da gutaju po izbor dielove bieloga svjetla. Isto to čine i mnoge tekućine, a osobito sve pare i svi plinovi, što nas ovdje u prvom redu zanima. Nekoliko zanimljivih primjera neka nam taj posao razjasni.

Bacimo li na pukotinu spektroskopa bijelo svjetlo kojega mu drago razžarenoga čvrstoga tiela, vidjet ćemo jur poznati krasni neprekidni spektrum. Zakrčimo li sada put bielomu svjetlu tim (sl. 66.), da medju svjetiljku L i spektroskop S umetnemo stakleni valjak N pun para od joda, promienit će spektrum posvema svoje lice: prijašnji liepi, na ni jednom mjestu neprekinuti spektrum, izprekidan je sada na više mjesta širokim tamnim crtama u znak, da su pare joda one zrake svjetla progutale, koji bi imali da budu na onim tamnim mjestima. Kako još, tako si i pare drugih tjelesa, na pr. natrija, kalija i t. d., biraju iz bieloga svjetla nekoje zrake, pa ih progutaju, a sve ostale posvema propuste.

Izmedju tekućina, koje isto tako po izbor trakove bieloga svjetla

U času, kad je Mjesec cielu sunčanu ploču pokrio, pokazuje nam se ova sasvim crna kao katran. Ali oko nje se savila prekrasna svjetlost bliedo-modra, koja ju je poput sjajne krune obkolila. Ta je „korona“ — tako ju astronomi tehničkim imenom zovu — kod pomrčine od g. 1842. tako krasna bila, da je uzhićeni narod uzkliknuo „bravo“, gledajući one tisuće trakova svjetla, što poput striela izletješe iz crne ploče Sunca. (Sl. 63.) Nu još više! Sa ruba se crne ploče



Sl. 64. Žarke zrake i protuberance totalne pomrčine Sunca od 18. kolovoza god. 1868. (Po slikama napravljenim u Wha-Tonnu od Bordes-a i Olry-ja.)

na više mjesta uzdiže nekakvo crvenkasto svjetlo, kao da plameni ližu u vis. Astronomi im nadjenuše ime „protuberance“. (Sl. 64.)

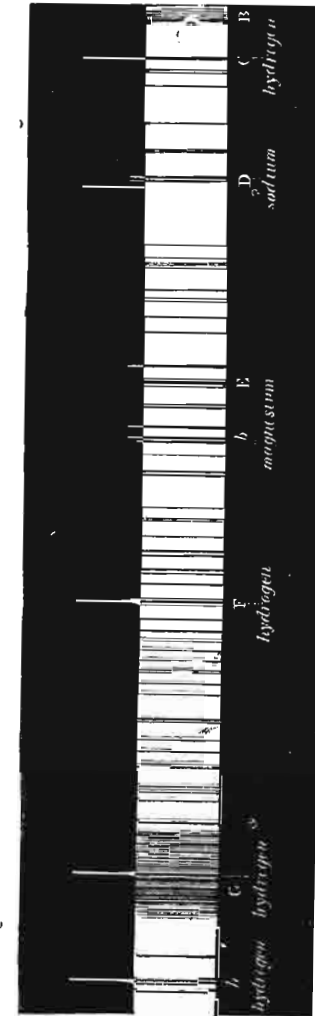
Što su te protuberance, što je korona? to su pitanja, koja su prijaznomu čitaocu sigurno ovaj čas na ustima.

Spektroskopu — tomu neumornomu čudaku — pripala je zadaća, da nam i tu tajnu rieši. Nestrpljivo su dakle astronomi če-

kali na prvu totalnu pomrčinu sunca, koja se je dne 18. kolovoza 1868. u Indiji imala pokazati. (Sl. 64.)

Kulturne su države nekoliko naučnih ekspedicija odpremile u one krajeve. Jedva se je Sunce bilo zastrlo, i profesor Janssen i major Tenant iz Pariza — članovi francuzke ekspedicije — opaziše nekoliko liepih protuberanca okolo ruba sunčanoga.

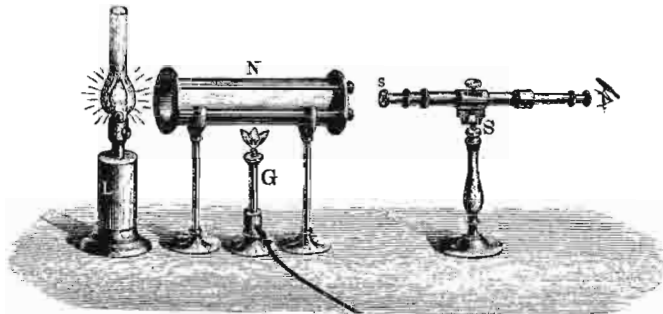
Naperiše na jednu svoj spektroskop — i tajna je bila s njih skinuta. Opaziše spektrom svjetlih crta i upoznaše bez ikakova izpredjivanja u njem sve tri karakteristične crte vodika. Protuberance su dakle velike mase razžarenoga vodika, obkoljuju sunčanu površinu i sudeć po nepravilnom im obliku, provaljuju na pojedinim mjestima, radi silovitih trzaja prirodnih sila na Suncu, daleko u vis — gdje kada preko 20.000 milja! Zašto se protuberance obično na Suncu ne mogu vidjeti, lako ćemo si protumačiti. Svjetlo žarkih plinova i onako je slabo, a pred jakim svjetlom sunčane ploče po gotovo se sasvim izgubi, s toga će i ono razmjerno slabo svjetlo, što nam ga protuberanca šalje, i u dalekozoru sasvim izčeznuti pred jakim svjetlom Sunca. Spektroskop je međutim i ovdje pravi čudak. Što mi obični ljudi tek u riedkim prilikama totalne pomrčine Sunca gledati možemo, to može spektroskopista svaki dan motriti pače i risati: na astrofizikalnim se observatorijima u Meudonu i Potsdamu pomoću spektroskopa danas redovito motre i bilježe protuberance, njihov razvitak, njihova vi-



Sl. 65. Spektrom Sunca (dolje) s Fraunhoferovim crtama i spektrom chromosfere sunčane (gore).

gutaju, svakako je najzanimivija krv čovječja. Prodje li bijelo svjetlo kroz posudu, u kojoj je nešto krvi — pa bilo i razrijedjene vodom — pokaže se u spektru nekoliko tamnih mjesta, kako to vidimo na našoj slici u donjem spektru. (Sl. 67.) Karakterističan je taj spektar krvi osobito tim, što se u crvenom i žutom dielu spektra pokažu široke tamne pruge, po kojima se na prvi mah prepoznati može, da je bijelo svjetlo prošlo tekućinom, u kojoj je bilo krvi. Taj je znak krvi čovječje tim znamenitiji, što se ove pruge uvijek točno na istom mjestu pokazuju. Jasno je dakle, da će ovdje od postanka ovih tamnih crta u neprekidnom spektru pouzdano zaključivati: bijelo je svjetlo negdje na svom putu od izvora svjetla do spektroskopa prolazilo kroz čovječju krv.

Isto tako sigurno, kao što smo prije kod emisije svjetla po onim svjetlim crtama zaključivali, da u plamenu gori dotično tijelo,



Sl. 66. Metoda za motrenje absorpcije svjetla u parama.

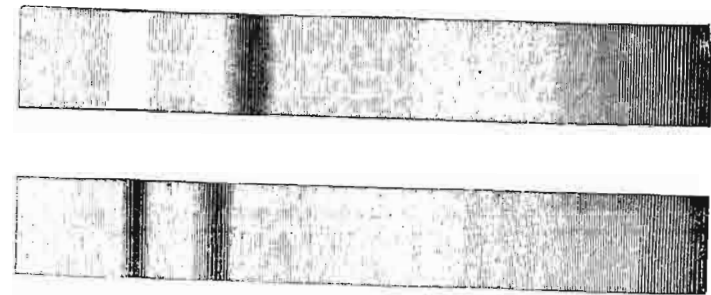
moći ćemo i sada po prisuću nekih tamnih crta u spektru biologa svjetla zaključiti, da je bijelo svjetlo prošlo kroz tijelo, čije su one tamne crte. Na ovaj je način Sorby dokazao još $\frac{1}{200000}$ jednoga miligrama krvi! On je pače i u ljagama krvi, starima više nego 50 godina, mogao dokazati krv, dok nam se analitička kemija u takovu slučaju posvema iznevjerila. U istinu je isti Sorby u mnogim kriminalnim slučajevima dokazao postojanje krvi na starim ljagama jedino uz pripomoć — spektroskopa. I o životu i smrti čovjeka može dakle da odluči gdjekada taj naš mali čudak — spektroskop.

Još da nešto o spektru krvi spomenemo. Čim se krvi primieša nešto malo ugljikova oksida, promieni se spektar krvi sasvim: na mjesto onih dviju tamnih pruga vidjet ćeš ih mnogo više. Sjetiš li se toga, da je baš ugljikov oksid onaj plin, kojim se preko go-

dine mnogo ljudi, što hotice, što nehotice otruje, uvidjet ćeš odmah važnost one promjene u spektru krvi; ona ti odmah nedvojbenim načinom dokazuje, da li je osoba od ovoga otrova umrla ili ne.

Isti je Sorby bijelo svjetlo puštao i kroz pivo i druge tekućine, pa je po položaju postalih tamnih crta mogao suditi, je li vino čisto, ili je kršteno vodom, ili možda i kojim drugim škodljivim tijelom. Ne malo se moramo začuditi, kad čujemo, da je Sorby raznim vrstama vina, starim od 1 do 6 godina, umio po položaju tamnih crta točno odrediti starost!

Ovo nekoliko praktičnih primjera pokazalo nam je primjenu absorpcije svjetla na razpoznavanje tjelesa, ali što je još važnije, primaknuli su nas ovi primjeri tik na vrata tajni, koja još uvijek zastire tamne crte Fraunhoferove u sunčanom spektru. Ni Fraunhoferove



Sl. 67. Tamne pruge absorpcije u crvenoj Magenta-boji i u spektru krvi. (Gornji spektar: Magenta; donji: krv)

crte nisu ništa drugo, nego tamne crte na neprekidnom spektru biologa sunčanoga svjetla. I one će dakle potjecati od nekakove absorpcije svjetla. Tako i jest. Sunčana je jezgra oklopljena ogromnom atmosferom, koja je osobito u nižim slojevima puna različitih para i plinova. Svaka od ovih para guta stanovite dijelove biologa svjetla, što no od jezgre dolazi, i dotična mjesta u sunčanom spektru ostaju tamna. Pare i plinovi čine osobito donji dio sunčane atmosfere — chromosferu — i u njoj nam je u prvom redu tražiti uzrok Fraunhoferovim tamnim crtama. Sudeć po velikom broju tih crta, mora da je u chromosferi velika množina raznih para i plinova.

Nu prirodoslovac, — kao što već jest skeptičan, a poviest mu njegovu nauku obilno dokazuje, da joj taj skepticizam baš nije naudio, — mora odmah da zaključuje ovako: Po pojavama absorp-

Kučera: Naše nebo.

cije svjetla na Zemlji svakako je vjerojatno, i to vrlo vjerojatno, da Frauenhoferove crte potječu od birane absorpcije svjetla u atmosferi Sunca; tim je to vjerojatnije, što nam je već emisija svjetla nepobitno dokazala, da je oko Sunca silna atmosfera. Nu i od najveće vjerojatnosti do istine još je velik korak. Da one tamne crte u istinu od chromosfere potječu, još uvijek treba da se dokaže. Pa ako od nje potječu, koji su to plinovi, što one zrake bielog svjetla gutaju?

Na jedno je i drugo pitanje odgovorio upravo sjajnim načinom u svojoj za sva vremena epohalnoj radnji: „Untersuchungen über das Sonnenspectrum. Berlin 1866“ Kirchhoff, pokojni profesor na sveučilištu u Berlinu. On je naime na temelju pokusa našao čudnovat zakon, koji emisiju svjetla usko spaja s absorpcijom, i na temelju ovoga glavnoga zakona, koji se u spektralnoj analizi po svom obretniku zove Kirchhoffov zakon, sledio je odgovor na netom spomenuta pitanja sam po sebi.

Neka nam Kirchhoff sam pripovieda, kako je taj temeljni zakon našao. On veli:

„Načinio sam si u spektroskopu prilično slab sunčani spektrom, u kojem sam vidio tamne Frauenhoferove crte. Kad sam pak pred spektroskop postavio plamen, u kojem je natrium gorio, premetnula se je tamna crta D (u žutom dielu spektruma [pogledaj tablu spektara br. 1.]) na jednoč u svietlu crtu; čim sam opet pustio, da sunčani spektrom postane intenzivniji, potamnivala je opet malo po malo crta D. U prvom naime slučaju bilo je svjetlo u plamenu gorućega natrija dosta jako, da tamnu crtu D izbríše; u drugom pak slučaju, gdje je sunčani spektrom intenzivan bio, opet je crta D potamnila, jer je sada žuto svjetlo natrija spram sunčanog svjetla tako slabo bilo, da je pred njim izčeznulo, da je dakle crta opet potamnila.“

Ovaj po spektralnu analizu prevažni pokus Kirchhoffa, do vodi nas odmah do misli, da tamna crta D u spektru Sunca potječe odatle, što bielo svjetlo Sunca prolazi kroz pare natrija, koji si baš one trakove izabere i proguta, kojima natrium sâm svietli. Da se o toj istini još bolje osvjeđoči, izveo je Kirchhoff s natrijem još ovaj pokus:

Pred pukotinom spektroskopa gorio je natrium i pokazivao kao spektrom poznatu nam žutu crtu, kojoj je Kirchhoff što točnije odredio mjesto na skali svoga spektroskopa. Pustio je sada da bielo svjetlo kojega razžarenoga čvrstoga tiela na pr. lampe L najprije

prodje kroz pare natrija (vidi sl. 66.), zatvorene u cievi N, pak se je vele začudio, kad je vidio, da je inače neprekidni spektrom, što ga je gledao u spektroskopu S, baš na onom mjestu prekinut tamnom crtom, gdje je čas prije stajala svietla žuta crta natrija. Očit je dakle zaključak, da su pare natrija od svega bielog svjetla lampe progutale upravo one zrake, kojima natrium sâm svietli, kad je razžaren. Izrekao je dakle na temelju ovoga i sličnih mu pokusa prevažni zakon: Svako tielo iz bielog svjetla proguta (absorbira) samo one zrake, kojima samo svietli, kad je razžareno. Još je ovu veliku istinu potvrdio liepim pokusom na željezu. Metnuvši pred spektroskop iskra električne struje, dobio je naravno prekrasan neprekidan spektrom. Kad je pak izmedju iskre i spektroskopa namjestio razžarene pare željeza, pokazalo se u spektru do 460 tamnih crta, u znak, da su željezne pare dotične zrake progutale. Nu čim je električnu iskra odmaknuo, svih se je 460 tamnih crta pretvorilo u isto toliko svietlih crta, koje čine spektrom razžarenih željeznih para! Kud će ljepša potvrda gore izrečenomu zakonu!

Primienimo sada ovaj zakon na spektrom Sunca!

Ako tamna crta D u istinu na onom mjestu stoji, gdje bi inače stajala žuta crta razžarenoga natrija, jasno je sada, da ta tamna crta ne može imati drugoga podrijetla, nego da bielo sunčano svjetlo negdje prolazi kroz pare natrija, a taj „negdje“ očito je samo chromosfera sunca.

Drugim riečima: u sunčanoj atmosferi imade — natriuma!

Izporedjujuć tim načinom i položaj drugih Frauenhoferovih crta sa svjetlim crtama naših zemaljskih elemenata, našlo se je do sada, da na Suncu za cielo imade 21 naših kemičkih počela. Ta su: Natrium, Željezo, Calcium, Chrom, Nickel, Barium, Cink (tutija), Kobalt, Vodik, Mangan, Titan, Aluminium, Strontium, Olovo, Cadmium, Cer, Uran, Kalium, Vanadium, Palladium, Molybden.

Osim ovih imade po Lockyeru još 10 naših kemičkih počela, za koje je vjerojatno, da su u chromosferi Sunca.

Evo nas pred najveličanstvenijim rezultatom spektralne analize! — Sunce — taj jedini izvor svemu životu na zemlji, koji je od nas 20 milijuna milja dalek — razkrilo je pred duševnim nam okom tajnu svoga bića u priličnoj mjeri. Mi znamo, da mu je jezgra do najvećega stupnja razžareno tielo, koje je na površini svojoj jamačno tekućina; znamo dalje, da je oklopljeno ogromnom

atmosferom žarkih plinova, među njima vodik u prvom redu. Znamo napokon — a tu su nam tajnu odkrile Frauenhoferove crte — da je ta atmosfera sastavljena velikom većinom od istih tvari, od kojih je i naša zemlja sklopljena. Mi govorimo dakle danas s pouzdanom sigurnošću o „kemičkoj konstituciji“ Sunca i brojimo u njemu kemičke elemente tako sigurno, kao da je Sunce pred nami. A tko nam je sve to o njemu tako točno dojavio? Tko drugi, nego svjetlo sunca — navrnuto na sitni spektroskop!

Nu prevario bi se, tko bi po ovim zaista sjajnim obretima o suncu sudio, da smo mu svim tajnam do dna došli. Baš protivno. Sunce je i danas još jedna od najvećih zagonetaka na nebu. Na njemu se događaju premnogi interesantni pojavi, kojih danas ni s daleka protumačiti ne znamo. Nu koliko bi nas i vukla zanimljivost ovih problema, da ih se ovdje taknemo, odustati nam je od te namjere, jer se bojimo, da smo i onako već zlorabili dobrohotnu strpljivost čitaoca. Kasnije će biti prilike, da i o tom progovorimo!

Pohrlimo dakle kraju!

Napast je velika, da spektroskop još okrenemo na neizmjernu vojsku stajačica, neka nam i o njima priča, što zna i umije. To zbilja i učiniše osobito Secchi, Vogel i u prvom redu Huggins. Pa što nadjoše? Sve stajačice daju spektrom posvema nalik onomu našega Sunca: kontinuirni spektrom bieloga svjetla izprekidan većom ili manjom množinom tamnih crta. (Izporedi tablu spektara.) Stajačice su dakle Sunca poput našega. Polovicu gotovo svih stajačica čine bijele zvijezde sa tamnim crtama osobito u modrom i ljubičastom dielu spektruma. Po položaju tamnih crta sigurno je, da je u njihovim atmosferama vodika. Takove su zvijezde na pr. Sirius (vidi tablu), Vega, zvijezde Velikoga Medvjeda i t. d.

Drugu hrpu — od prilike $\frac{2}{3}$ preostale polovice — čine žute zvijezde, koje pokazuju spektrom kao naše Sunce: mnogo se crta u tim spektrima posvema podudara; primjeri su ovakvih zvijezda: Pollux, Arcturus, Aldebaran i dr. — Treću i četvrtu hrpu čine crvene i tamno-rumene zvijezde, koje uz tamne crte pokazuju još i širokih tamnih pruga.

Sjećajući se činjenice, da se svjetlo razžarenih tjelesa tim više približava bielomu svjetlu, čim mu je viša temperatura, morat ćemo zaključiti, da su bijele zvijezde najtoplije, a rumene najhladnije: ove su već u zadnjem stadiju Sunca: ako se ohlade još dalje, prestat će biti sunca — i za naše ih oko više ne će biti na nebu. Ako se

i naše Sunce u tom smjeru razvija — a sva je tomu prilika — žalostna budućnost čeka našu zemlju i sve ostale planete: vječna zima i vječna smrt!

Tješimo se međjutim, da će po računu Helmholtzovu bar 10 milijuna godina proći, dok dodje do toga.

Nebo nam je međjutim pokazalo znakova, da bi se i ovo proračunano vrijeme moglo još prilično produžiti, jer ima u svemiru i primjera najsilnijim katastrofama na pojedinim Suncima.

Bilo je to u svibnju g. 1866. Razmjerno mala zvijezda u Kruni (Corona borealis) najednoč je tako silno zasjala, da je bila premac Dancici (Veneri); — pojav do sada nečuvan. Huggins upravi na nju svoj spektroskop, ne bi li mu možda ovaj znao reći, što li se je na zvijezdi dogodilo. I zbilja! On opazi dva spektra, jedan rekao bih na drugom. Prvi je bio onaj obični spektrom stajačica sa tamnim crtama, a drugi bio je sastavljen od četiriju svjetlih crta, koje je Huggins odmah prepoznao kao dobro i nama poznate crte razžarenoga vodika. Provalila je dakle iz zvijezde silna množina vodika, obkolio ju sasvim i razžario se, a tim joj dao onaj izvanredni sjaj. Slične se stvari i na Suncu događaju, jer se češće opaža, da u sunčanom spektru nestane osobito tamnih crta vodika i natrija, a to potječe odatle, što je Sunce poprište silnih erupcija, osobito vodika, pa znade silne množine ovoga plina izbaciti 20.000 i više milja daleko od površine Sunca. — Nu dosta.

I ovo, što vidjesmo, dosta je, da nas uvjeri o silnoj važnosti spektroskopa: on nam otvara nove svietove, po njemu dodjismo do pravih nazora o konstituciji nebeskih tjelesa, o izvanrednim silama, koje njima potresaju. Pa ako se na to obazremo, da su tek 33 godine prošle, što taj instrument poznajemo, je li preuzetna tvrdnja, da mi danas još ni slutiti ne možemo, do kojih će dubina u svemiru on posegnuti, koje li će nam tajne na nebu i na zemlji još odkriti, osobito, otkad su počeli spektrom fotografirati.

Prema tomu je i rad oko spektruma. On se sâm svakim danom usavršuje, metode se motrenja popunjuju, napredni narodi staroga i novoga svijeta dižu mu ciele palače, a odlični naučnjaci rade poput mrava oko njega.

A u Hrvatskoj? Danas još nema niti jedne ni privatne ni javne zvjezdarne. U cijeloj Hrvatskoj, što znademo, nema većega teleskopa. Naši su nas susjedi preko Drave i tu vrlo pretekli: u Héreny-u, O-Gyalli i Kaloči se uzdižu liepe zvjezdarne, među njima

danas svako diete. Ta i čovječanski je rod bio njekoć diete u svom mišljenju i on je njekoć djetinjski mislio o svemiru, pa za to ne ćemo požaliti truda, ako još jednoć zajedno prodjemo mišljenje ljudskoga roda o tim stvarima u zadnje dvie tisuće godina, jer možda u cijeloj historiji ljudske civilizacije nema primjera, u kojem bi ljudski um slavio tolikih trijumfa, kao u gonetanju tajna svemirskih.

Izadjimo noću na otvoreno polje i pustimo oko, neka leti po velikom, zvjezdama osutom nebeskom svodu, kojemu smo najveća čudesa jur upoznali, a sada hoćemo da ih i razumijemo. I najdivljiji čovjek i najveći učenjak osjetio je, motreći ove krasote, u sebi misao, da jamačno postoji nekakova sveza izmedju nama nedosežnih luči na nebu i nas, koja se očituje u zrakama svjetla, što ih one luči nama kao na pozdravlje šalju. I nehotice se u čovjeku radja misao, da smo i mi komad toga neba, i to sitan i neznatan komad, od njega odvisan i njemu podložan. A ono što je nad tim čadorom svemirskim mora da je neizrecivo veliko, majestetično, božanstveno, kad je stvorilo i uredilo ono, što mi zovemo svemir. Ova je spoznaja ljudskoga uma tečajem vjekova doduše mienjala svoje ime, pa ako je bilo i ima glava, u kojima se rodila dvojba te ime „Bog“ u njima nije našlo mjesta, ipak su i te glave morale uvijek priznavati onu blagotvornu nepromjenljivu i sve na svijetu uredjujuću zakonitost na nebu, koja je za vjernika proiztekla iz pravednosti Božje.

Pa što nam ovu veliku istinu o jedinstvenosti cieloga svemira gotovo bez ikakovog logičkog razmišljanja ulieva u dušu? Eno tamo gore vidiš nekoliko sjajnih točaka, gdje treptaju svojim svjetlom, ni s daleka tako sjajnih, kao naše električne lampe, što nam noću razsvjetljuju svečane dvorane u gradovima, a ni po broju ih nije toliko, koliko ih možeš vidjeti na hrpi u kakovom sjajno razsvjetljenom vrtu velikoga grada (jer oko naše najednoć ne vidi nikada vieše nego 3000 zviezda). Te su slabašne luči, koje bi mogao dah vjetrića utrnuti, prikovane na veliki tamni svod. Taj se svod vrti, kako smo jur spoznali, polako i tiho oko jedne osi i na njemu je stalna točka, koja je uvijek na miru.

To nam kazuje oko naše svaki dan, pa je li onda veliko čudo, da je ljudski rod u početku svoga razvitka zaista povjerovao svojim sjetilima, pa si prema tomu sagrađio prvi svoj svemirski sustav? Ne bi li čovjek vještak mogao i sam načiniti vjernu kopiju ovoga pojava, naime ogromnu kupolu saviti nad raskošnim vrtom, ne bi li mogao na nju prikovati tisuće žarkih zvjezdica svoga izuma pa na koncu

sve zajedno okretati oko čvrste osi tako, da žarke zvjezdice od iztoka k zapadu opisuju svoje nepromjenljive krugove baš tako, kao tamo gore na nebu?

Pak to je zaista i bio prvi sustav svjetski, što si ga je izmislio jedan civilizovani narod, Helenski, u ono sretno homersko doba, kad još nije mutila nikakova dvojba uma onaj čisti poetični užitak prirode, pak je zato i bio dovoljan za tumačenje onoga, što je čovjek površno motrio. Tada je još Apollon mogao goniti sunčane svoje konje, uzpinjuć se iz oceana, po ogromnom svodu nebeskom, da na večer opet utone u žarke valove oceana. Cielu je vojsku zviezda za sobom vukao vrteći svod nebeski a noću je skupa sa svojim konjima plivao po oceanu, koji je sa svih strana oblio ploču zemaljsku, da se do zore opet vrati na iztočnu točku.

Ali ovaj naivni sustav nije mogao da potraje dugo. Pokus, da dodjemo do kraja zemaljske ploče, gdje se nebo tiče zemlje, izjalovio se je i posljedica bijaše, kako smo razložili u prijašnjem jednom članku, da su ljudi morali napustiti misao o ploči zemaljskoj i već se god. 550. pr. Is. javlja Anaksimandar, učenik Thalesov, s nazorom, da je Zemlja naša valjkasto tielo, koje lebdi u velikoj kristalnoj kruglji, a kroz otvore na njezinoj površini (zviezde) oko smrtnika pogleda u vječni sjaj božanskih stanova, kojima nikada ne može da iz bližega sazna uredbu. Nad nama se sviđa jedna, a pod nama druga polovica te kristalne kruglje; nad nama je jedan, pod nama drugi pol njezin, a od jednoga pola do drugoga ide os nebeska, oko koje se baš u sredini slegao valjak zemaljski.

Nu ni ovomu djetinjskom nazoru nije bilo dugoga obstanka. Već najjednostavnije motrenje pojava moralo je ljudima pokazati, kako nije moguće, da bi Zemlja bila valjak i da bi sve zviezde bile prikovane na kristalnoj sferi nebeskoj, pa se za svaka 24 sata jedan put oko osi njezine okretale. Najstariji pojavi nebeski, što su ih ljudi motrili, bez dvojbe su promjene u obliku Mjeseca (miene Mjeseca) i pomrčine Mjeseca (sl. 68.). Izporedjivanje miena Mjesečevih sa pojavima kod njegovih pomrčina, napose oblik sjenâ, koje zastiru jedan dio Mjeseca, poučilo je ljude već davno, da Mjesec mora biti kruglja, a isto tako i Zemlja, koja baca za pomrčine svoju kružnu sjenu na mjesečevu onako, kako donji dio naše slike pokazuje. Misao, da su Zemlja i Mjesec i Sunce velike nekakove kruglje u svemiru, morala je na temelju pojava pomrčine naskoro izbiti na javu. Nu još je i drugi pojav na nebeskom svodu izazivao na raz-

osobito Konkoly-eva, koja se baš bavi astrofizikom. Nadajmo se, da će i kod nas naskoro biti bolje!

Prije nego svršimo, neka bude dozvoljena još ova opazka. Otkad nas je Humboldt u svom „Kosmosu“ uputio, da si svemir predstavljamo „als ein harmonisches durch innere Kräfte bewegtes und belebttes Ganze“, postala je misao o jedinstvu i sile i materije u cijeloj prirodi — mogao bih reći — lozinkom najvećih prirodoslovaca. Vanredno uzvišeni pojam, da je prema jednoj jedinoj sili, koju sada u prirodi pripoznajemo, naime gibanju, i jedna jedina materija u cijeloj prirodi, — ova uzvišena misao nije danas više puka sanja ugrijanih glava. Sjajni obreti najnovijega vremena, na pr. postojanosti energije — učiniše, da je ova ideja iz tmastih magla davnine izišla, pak danas već mnogo jasnija pred duševnim nam okom lebdi. U ove važne obrete ide na prvom mjestu spektralna analiza. Ona nam pokazuje, da svagdje, pa i u najdaljim dubinama svemira, kolaju iste tvari, s kojima se svaki dan na zemlji sastajemo, koje pače i u vlastitom tielu nalazimo. Ova je misao o jedinstvu prešla i u organični sviet i upravo ta ideja o jedinstvu materije u anorganičnom i organičnom svijetu daje nam u ruke najbolju mjeru, da prosudimo, što je čovjek i koji mu je položaj u prirodi. Ona ga brani od krive oholosti, ona ga uči, da je on samo potrebita karika u redu organizama zemaljskih, da mu — kako Goethe negdje reče — braća žive u grmu, u zraku i u vodi. Nisu bez smisla ni one rieči, što ih divlji Hindu, svakom i najgadnijem stvoru prirode veli, rieči: Ti si ja. A istu je misao i Goethe u pjesničkoj svojoj divinaciji izrekao prigodom preobrazbe Faustove.



Harmonija svemira.

„Znanje i spoznaja jesu i radost
i pravo čovjeka“.

Humboldt: Kosmos.

Od najstarijih vremena do Hiparha.

Nebeska gibanja. — Mišljenje o tom u starih Grka. — Homersko doba. — Anaksimandar: Zemlja je valjak. — Kristalna sfera. — Sfere Pitagorine. — Eudoksovo nebo. — Anomalije u gibanju planeta. — Pomrčine. — Sarusov ciklus.

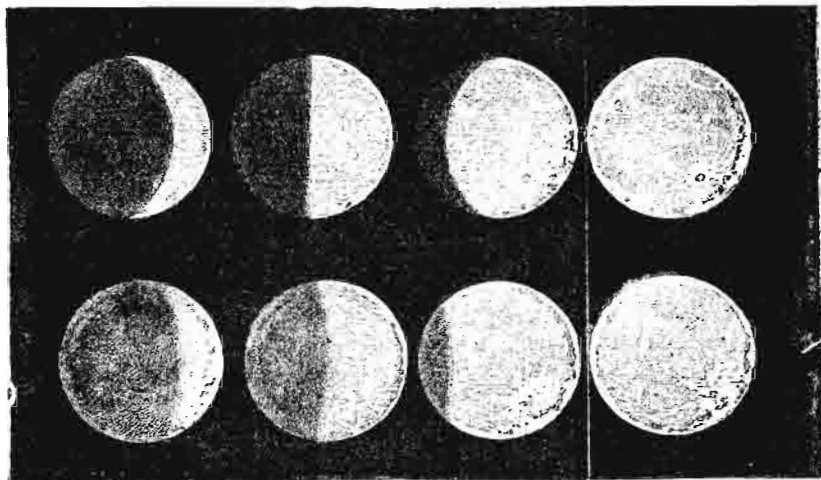


vim je redeima svrha, da prijateljima i prijateljicama našega neba u krupnim crtama razviju sliku velikoga kosmosa u njegovom divnom, harmoničnom i vječnom redu, u njegovoj cijeloj krasoti onako, kako se je za dvie tisuće godina i više polako, korak po korak, ova slika razvila u duši ljudskoga roda, kojemu nigda nije đala mirovati ona veličanstvena tajna nebeskih tjelesa, što mu nad glavom od vieka kruže!

Budimo samo iskreni, pak se pitajmo, nije li nam gotovo svima ova gigantična zgrada nad našim glavama, pod čijom veličanstvenom kupolom mi cio viek svoj provodimo, ostala tajna knjiga sa sedam pečata?

Mnogi misle, da se tomu hoće velikog znanja matematike i fizike, tko hoće da pojmi uredbu svemira. Kušat ćemo da bez toga aparata našim čitateljima podamo jasnu sliku o svemiru, a pri tom će dakako trebati, da gdjekada govorimo i o stvarima, koje znade

mišljanje. Sunce, Mjesec i planeti Merkur, Venus, Mars, Jupiter i Saturn gibaju se svi po zodijaku doduše, kako smo u prijašnjem jednom članku jur pokazali. Tu su činjenicu i stari opazili, da ni jedna od ovih zvijezda lualica ne izlazi nikada iz uzkoga pása zodijaka. Nu dok se Mjesec i Sunce gibaju uvijek u istom smjeru od iztoka k zapadu, opisujući svoj podpuni krug u određenom za svako tielo vremenu, druge lualice opisuju sasama zamršene puteve na nebeskom svodu, čas idu kao Mjesec i Sunce po zodijaku, od zapada k iztoku, čas se opet vraćaju natrag, da se iza kratkog vremena opet svrnu na pravi put. Nu sve se ove lualice ne gibaju jednako m brzinom po zodijaku: Mjesec treba za svoj put po zodijaku tek 29 dana, Sunce



Sl. 66. Miene Mjeseca i pomrčina Mjeseca.

365 dana — to su i stari znali — a za druge im se lualice tek pokazivalo, da nejednakom brzinom lutaju po zodijaku — kolikom, toga još ne mogoše odrediti. Tek su morali opaziti, da najbrže luta Merkur, onda nešto sporije Venera, još sporije Mars, za njim po brzini lutanja sliedi Jupiter, a najsporije luta Saturn. Da su Mjesec, Sunce i ostale ove lualice prikovane na istom svodu nebeskom na Anaksimandrovoj kristalnoj kruglji, ova bi različita brzina lutanja po nebeskom svodu bila neponjatna stvar. Svakdanje pak iskustvo nas uči, da mi gibanje svakoga tiela vidimo tim veće, čim nam je bliže to tielo, dakle, pošto je gibanje Mjeseca najbrže, on mora da nam je najbliži, a ostale lualice mora da su od nas

tim dalje, čim se sporije gibaju po zodijaku. I tako je jamačno pao stari djetinski sustav kristalne kruglje sa spoznaje, kako nije moguće, da su sve zvijezde jednako daleko od nas. Nije moglo biti, da postoji samo jedna kristalna sfera: njih mora da je sedam. I to je bio nazor o nebu, što ga je formulirao Pitagora, pa ako je za nas danas i ovaj nazor o svemiru tek djetinjsko shvaćanje onoga, što su vidjeli ljudi, površno gledajući nebo i pojave na njemu, ipak je nazor velikoga krotonskoga filozofa (koji se je rodio god. 569. pr. Is. u Tyru) velik napredak bio u poimanju prirode. Najprije je on proučio Jonsku filozofiju u Grčkoj, onda se je dao na veliki put po Aziji i Egiptu, gdje je svoje znanje u velike razširio. Vrativši se s puta, učio je neko vrieme u Samosu i drugim mjestima, ali bez osobitoga uspjeha. Negdje pod konac 6. vieka preselio se je u grčku koloniju grad Kroton u Donjoj Italiji. Tamo je sabrao oko sebe liep broj učenika i pristaša i složio se s njima u posebno tajno društvo, koje je dugo utjecalo na javne poslove, ali se napokon svjetina pobunila i društvo razpršila. U najvećoj je starosti slavni majstor i utemeljitelj Pitagoričke filozofske škole morao bježati u Metapont, gdje je negdje oko početka 5. stoljeća pr. Is. umro. Mnogo je kasnije njegova škola ponovno oživjela i nauke dalje širila po grčkom svijetu. Pitagora je i njegova škola proglašila nazor o svemiru, koji je bio bar donekle prema pojavima, koje su ljudi na nebu gledali. Evo ga: U središtu je cieloga svemira Zemlja. Ona je kruglja, koja nosi os nebeskoga svoda, a ovim se završuje svemir. Nu pod ovom se najdaljom kristalnom sferom, na kojoj su prikovane tisuće stajačica, nalazi još sedam sve manjih sfera, za svaku od spomenutih lualica po jedna, i svaka se vrti oko posebne osi. Na najmanjoj i Zemlji najbližoj sferi prikovan je Mjesec, na drugoj Sunce, a onda redom po Pitagori: Merkur, Venera, Mars, Jupiter i Saturn. Te si je kristalne sfere pomišljao u nekim odmjerenim daljinama jednu od druge, a sveukupno gibanje njihovo da proizvodja nekakov vanredno ugodan ton ili akord, kojega smrtnici ne mogu ni da čuju, a to je glasovita harmonija ili muzika sfera. Sva su spomenuta nebeska tjelesa kruglje i sva opisuju kružnice, jer, veli Pitagora, samo su kruglja i krug toliko savršeni, da mogu udovoljiti vječnom trajanju svieta i božanstvenom podrijetlu zvijezda. I tako se već 600 g. pr. Is. uvukla u mišljenje ljudskoga roda jedna od najvećih pogrešaka, što ju pamti historija civilizacije, — mišljenje, da se sva nebeska gibanja mo-

raju zbivati u kružnicama i to jednoliko, da je drugačije gibanje na nebu nemoguće. Ova je pogreška kasnije proglašena nekakvom dogmom, u koju se nije usudio nitko ni dirati pune 2000 godina!

Ali ni sedam sfera Pitagorinih nije se moglo dugo držati u otvorenom narodu grčkom. U Knidu rodio se g. 409. pr. Is. znameniti djak Platonov, koji je postao jedan od najvećih astronoma staroga vieka s razloga, što je prvi među Grcima proglasio načelo, da valja pomno motriti i mjeriti pojave neba, želimo li ih sasama pojmiti. Bio je to Eudokso, koji je u Kyziku utemeljio posebnu svoju školu, ali se je s njom g. 359. preselio u Atenu, gdje je već g. 356. umro. I njemu je nepomična Zemlja u središtu cieloga svieta i sve se na nebu oko toga našega nepomičnoga stajališta na vieke vrti, i njegov je dakle sustav svemira, kako bi rekli astronomi „geocentričan“, jer mu je Zemlja u središtu svemira. Nu na pitanje, kako se sve to na nebu giba, odgovorio je on drugčije nego Pitagora. Njegovomu se oštrom oku nisu mogle izmaknuti nekoje nepravilnosti u gibanju lotalica, kojih na sferi stajačica nipošto nema: dok se ova majestetično, tiho i sasama jednoliko vrti, sfere ostalih planeta pokazuju dvie osobite nejednakosti u svom gibanju. Sve lotalice nebeske počevši od Sunca do Saturna pokazuju, kad dodju na isto odredjeno mjesto nebeskoga svoda, čudnovatu promjenu u brzini svoga gibanja. Evo primjera. Kad god Sunce početkom siečnja dodje u zvjezdište Streljača, giba se za jedan dan dalje za 3671 sekundu, a kada pol godine kasnije stoji početkom srpnja u Blizancima, giba se za jedan dan za čudo puno sporije, naime samo 3431 sekunde. Još su jače Eudoksu morale udariti u oči te razlike kod Merkura. Kad god bi Merkur, gledan sa Sunca, bio u iztočnom dielu Ovna, on bi se na dan pomicao za punih 6 stupanja i 18 minuta, a kad bi ga vidjeli u Vagi, samo za 2 stupnja 44 minuta, a to čini na tjedan dana razliku od nekih 24 stupanja. I Mjesec pokazuje istu nejednakost ili anomaliju u svom gibanju: kadgodj ga vidješe na odredjenom mjestu nebeskoga svoda, on bi se za 6 stupanja na dan drugačije gibao, nego što bi se morao gibati po svojoj srednjoj brzini.

Ta se nejednakost u gibanju lotalica nebeskih u astronomiji zove „prva anomalija planeta“ i o nju je zapelo oko Eudoksovo i njegovih suvremenika. Ona je u očitoj protimbi sa uvijek jednolikim gibanjem Pitagorinih sfera, pa su se morali upitati,

odkuda ta anomalija u gibanju lotalica? Ali na žalost ona nije jedina! Mi poznajemo već od prije još jednu anomaliju u gibanju planeta. I oni idu po nebeskom svodu u obće od zapada k iztoku kao i Sunce i Mjesec, ali im se puti često pobrkaju; na kratko se vrijeme vraćaju natrag k iztoku, jedno vrijeme kao da su sasama na miru, onda se opet vraćaju k zapadu, pa tako pletu nekakove osobite uzle putujući po nebu. (Vidi slike 33.—35.) I ova „druga anomalija planeta“ još je više od prve u živoj protimbi sa jednolikom i tihom vrtnjom kristalnih sfera Pitagorinih, pa se je opet morao oštromni Eudokso upitati, čim ju je upoznao, odkuda ova anomalija u vječnom i jedino savršenom kružnom gibanju nebeskih sfera?

Nu još je i drugih stvari na nebu bilo vidjeti, koje su Eudoksu, slavnomu prijatelju Platonovu, morali dati povoda razmišljanju. Milijuni zvezda stajačica opisuju oko nebeskoga pola kružnice, koje su među sobom sve uzporedne. Ne tako Sunce! Da je krug Sunca uzporedan sa kruzima stajačica, Sunce bi nam moralo i ljeti i zimi svaki dan o podne jednako visoko stajati nad našim horizontom i sjena bi svakoga tiela morala preko ciele godine o podne biti jednako velika. Ali toga nije, a da nije tako, zualo su dobro i Eudokso i njegov prijatelj Plato. I nas svaki to zna, da je o podne sjena svakoga stupa najduža zimi, a najkraća ljeti; točno na dan: najkraća je sjena stupa dne 21. lipnja, a najduža dne 21. prosinca o podne. Staza je dakle Sunca na nebeskom svodu naklonjena prema nebeskom ekvatoru za neki kut — zovu ga astronomi naklonom ekliptike — i već su Kinezi prije 3000 godina znali, da je taj kut od prilike velik 23·5 stupnja. Pol je godine Sunce iznad nebeskoga ekvatora i to od 21. ožujka do 21. rujna na sjevernoj polutei nebeskoga svoda, a drugu je polovicu godine, naime od 21. rujna do 21. ožujka sliedeće godine izpod nebeskoga ekvatora, na južnoj polutei neba, kako nam to pokazuje jasno na kraju knjige priložena karta našega neba, gdje je ubilježen put Sunca. Svaki će vam kutomjer pokazati, da je naklon ekliptike prema ekvatoru doista 23·5 stupnja. Ova je činjenica, koja je inače uzrok, da imamo na zemlji različita godišnja doba, proljeće, ljeto, jesen i zimu, prinukala Eudoksa, da kristalnim sferama dađe različite osi. Očito je naime, da se kristalna sfera, na kojoj su prikovane stajačice, ne može da vrti oko iste osi, oko koje se vrti sunčana sfera, nego baš protivno: os kristalne sfere sunčane mora da je sasama druga nego ona stajačica. To se je isto pokazalo i za Mjesec, i za svih 5 starih

kako veoma tvrdoj, učvršćena je druga os, koja nosi drugu sferu, a ova se za jedan mjesec dana jedan put okreće oko svoje osi i proizvodi tim Mjesečev put po svodu nebeskom, koji traje 29 dana. Na toj drugoj sferi učvršćena je opet treća os, koja nosi treću kristalnu sferu i na nju je tek prikovan naš Mjesec. Ta se treća sfera za 18 godina jedan put okrene oko svoje osi i tim proizvodi pomicanje spomenutih čvorova.

Isto takove tri sfere prišio je Eudokso Suncu, a za ostalih 5 planeta nije mogao da izadje na kraj ni sa 3 sfere za svaki, nego je poradi poznatih nam jur čudnih uzlova u stazama planeta i njihove nejednake brzine gibanja morao svakomu planetu dati u svem 4 kristalne sfere, koje su medju sobom bile u svezi pa je jedna sfera utjecala na gibanje druge, a na četvrtoj je bio tek prikovan planet.

Od vremenâ Pitagorinih do Eudoksa t. j. za 200 godina znatno se dakle promienilo mišljenje ljudi o harmoniji u svemiru, i mehanizam je nebeskoga svoda postao veoma zamršen. Nebo je Eudoksovo već imalo 27 kristalnih sfera, naime po tri za Mjesec i Sunce, a po četiri za ostalih 5 planeta i onda zadnju i najdalju od nas za sve stajačice.

Neka najde ovdje mjesta opazka, da se je našao popravljáč ove kolosalne i zamršene zgrade nebeskih sfera u osobi nekoga Kalippa, komu ni ovih 27 sfera ne bijaše dosta, nego ih je dodao još 22! Dosta je da smo vidjeli, kako je nebeski stroj za ono par stotina godina, što je raslo znanje ljudi o nebeskim pojavama, postajao sve zamršeniji, pak su ljudi već onda osjećali, da treba stvoriti nešto jednostavnijega. Jesu li i onda vjerovali u ovu zamršenu zgradu sfera? Jesu li držali mogućim, da postoje one kolosalne kristalne kruglje (sfere)? To su pitanja doduše opravdana, ali na njih pouzdanoga odgovora nema, jer su djela oštroumnoga Eudoksa izgubljena, a tek po fragmentima mogao je slavni Schiaparelli donekle sagraditi na novo nebo Eudoksovo, za koje se zna, da su ga Grei dugo u velike cienili. Nu sva je prilika, da se u ono vrijeme duh ljudski još nije ni usudio podići se do pitanja: može li ovako zamršen mehanizam nebeski zaista postojati. On je bio zadovoljan već tim, da je mogao u obće izmisliti mehanizam, po kojem se bar mogu shvatiti oni čudnovati pojavi, što ih pokazuju nebeska gibanja Sunca, Mjeseca i planeta.



II.

Od Hiparha do Ptolomeja.

Hiparh — Nejednakost godišnjih doba. — Ekscentrični krug Hiparhov. — Ptolomejev sustav. — Almagest. — Epicikli. — Prividna gibanja planeta po Ptolomeju.

U čovjeku je i dalje živjela živa želja, da dublje upozna zgradu svemira, u njem je nekako potajno klijala spoznaja, da pravi unutarnji uzroci pojavima u prirodi moraju biti veoma jednostavni, samo ih još nije mogao naći, jer nije poznao podrobno ni pojave same. Valjalo je dakle prije svega dobro i točno motriti pojave na nebu, kako je već Aristotel prije 2000 godina rekao: „Još nisu ni pojavi izpitani do volje; budu li jednoć izpitani, valjat će više vjerovati motrenju nego spekulaciji, a ovoj samo u toliko, u koliko se podudara s onim, što pokazuju motrenja“.

Ove su rieči velikoga mislioca pokazale put, kojim je morao poći duh ljudski izpitujući nebo. Može se reći, da je bila sreća za napredak nauke, što su ove misli prešle na njegova učenika Aleksandra Velikoga, koji je sa zubljom rata odnio u svijet i iskara helenske mudrosti, pa ih tamo razsuo, a od njih se osobito jedna razplamsala u velik plamen na prvom i najstarijem sveučilištu svijeta u Aleksandriji.

Tu se razevala i naša nauka na novi svijet. Gotovo sto godina iza toga, što je utemeljeno ovo sveučilište, pojavio se ondje Hiparh, bez dvojbe najveći astronom staroga svijeta. Rodio se negdje početkom drugoga stoljeća pr. Is. u Niceji u Bitiniji ili na otoku Rhodu. Motrio je nebo izmjenice na Rhodu i u Aleksandriji, gdje je jamačno i učio, pa je na tom temelju dalje spekulirao te ga s pravom možemo smatrati pravim utemeljiteljem naučne astronomije. Pokupio je najprije i revidirao sva stara motrenja o nebeskim gibanjima, sastavio je prvi katalog od 1022 stajačice, i odredio im je pomno mjesto na nebu, pa i danas taj katalog u velike ciene.

Ponovno je motrio gibanje Sunca po ekliptici i otkrio važan novi pojav, koji je do dna morao potresti zgradu Eudoksova neba. On je otkrio, da 4 godišnja doba nisu posvema jednaka. Od dana, kada je Sunce u nebeskom ekvatoru (početak proljeća, proljetni ekvinokcij) pa do dana, kada je sjena tjelesa o podne naj-

planeta. Ne mogu se dakle sve kristalne sfere nebeske vr-
tjeti oko iste osi, nego svaka sfera mora da ima svoju
os. Tim je zgrada nebeskih sfera postala već mnogo zamršenija,
ali je za to više bila prema pojavima, koji se vide na nebu.

Spomenimo se ovdje i poznatoga pojava, da Mjesec, putujući
po nebeskom svodu, mienja svoje lice veoma jako. Mjesečeve faze
poznaje svako diete, pa zna i to, da se iza mjesec dana istim
redom uvijek ponavljaju. Kakovo je lice Mjeseca, to visi o položaju
njegovu prema Suncu. Mjesec nam se ukazuje pun ili uštap,
kada je od Sunca daleko na nebeskom svodu za 180 stupanja, a
u prvj je ili zadnjoj četvrti, kada je od Sunca daleko 90 stupanja;
mladj je, kada je baš kraj Sunca i u to ga doba mi ne možemo
vidjeti.

Da su te Mjesečeve faze zaista posljedice sunčane razsvjete na
inače tamnoj kruglji Mjesečevoj, o tom će se svatko i sam moći
s mjesta uvjeriti, ako bielu kruglju polako vodi oko kakove svieće
u tamnoj inače sobi. Sve će mu se miene Mjeseca od najužeg srpa
pa do uštapa razvijati za nekoliko časaka pred očima, baš onako
kako ih pokazuje Mjesec na nebu tečajem jednoga mjeseca.

Nu gdje kada možemo biti vidoci osobitih promjena u sjaju
Mjeseca, za koje su si ljudi već u prastaro doba silno razbijali
glavu. Čini nam se gdje kada, da se na sjajnom i punom Mjesecu
u kratkom vremenu od nekoliko sati provlači tamno-crvena gusta
sjena, koja je uvijek okrugla. Ona pokrije sjajni Mjesec
tako jako, da se pokrivene česti jedva mogu vidjeti. U priloženoj
slici 68. vidiš gore faze Mjeseca, kako se redovito vide u mjesec
dana, a dolje vidiš odgovarajuće faze, kako se pokazuju za ono par
sati, kada gledamo pomrčinu Mjeseca — jer to je ime pojavu,
koji smo netom opisali. Razlika u oba pojava udara baš s mjesta
u oči, kad motriš obe slike. Rub je sjene za pomrčine uvijek
okrugao. Već je Pitagora to opazio i zaključio, da ova tamna
sjena, što prekriva Mjesec, nije ništa drugo, nego sjena naše ne-
prozirne Zemlje, koja u to doba pada na Mjesec. U tom, da je
ona sjena baš uvijek okrugla, našao je već Pitagora dokaz,
da naša Zemlja mora biti kruglja, jer da je Zemlja valjak, kako je
nekoć učio Anaksimandar, morao bi rub te sjene kod raznih po-
mrčina Mjeseca primati prerazličite oblike; samo je kruglja takovo
tjele, koje uz sve promjene u razsvjeti baca uvijek sjenu istoga
oblika.

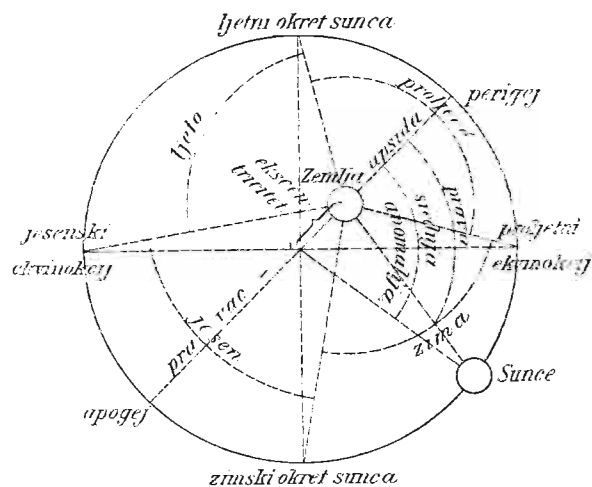
Da se Sunce i Mjesec gibaju u istoj ravnini, mi bismo svaki
mjesec morali vidjeti po jednu pomrčinu Mjeseca, nu svatko zna, da
toga nema. Zašto? Očito s toga, što Mjesec jedan put prodje iznad, a
drugi put opet izpod zemaljske sjene. Pomrčina će se Mjeseca dakle
samo onda moći pokazati, ako su za uštapa Mjesec, Zemlja i Sunce u
istom pravcu. Staza Mjeseca po nebeskom svodu sieče stazu Sunca
u dvie točke — zovu ih čvorovima — i pomrčina će se samo
onda pokazati, ako su za uštapa i Sunce i Mjesec baš na čvoru
svojih staza ili bar tik kraj njega. Ako smo dakle upamtili dan
koje pomrčine, pa znamo, da su u to doba bili i Sunce i Mjesec
u čvoru (sjecištu) svojih staza, recimo to je bio 2. lipanj, ne mo-
ramo li zaključiti, da će i sve kasnije pomrčine biti vezane na taj
dan? Nu ni toga na nebu nema. Ni pomrčine se Mjeseca, ni po-
mrčine Sunca ne vežu na datum u godini, a to nam je dokaz, da
čvorovi, u kojima se sieku staze Mjeseca i Sunca, ne ostaju na istom
mjestu ekliptike: i oni se sele uzduž ekliptike Tako je na primjer
dne 1. siečnja 1890. bila pomrčina Sunca, ali druga nije bila dne
1. siečnja 1891., kako bi morala biti, da se staze Mjeseca i Sunca
sieku uvijek u istoj točki, nego je druga pomrčina bila već
10 dana prije, naime 22. prosinca 1890., a po tom se je i čvor
njihovih staza pomaknuo na ekliptici za nekih $19\frac{1}{3}$ stupnja u toj
godini natrag i da dodje čvor opet na isto mjesto, treba 18 godina
i 11 dana i tek iza ove periode godina pasti će opet pomrčina
Sunca na dan 1. siečnja. To je glasoviti ciklus pomrčina, što su
ga već stari mudraci grčki znali i nadjenuli mu ime Sarusov
ciklus. Nakon 18 se godina vraćaju pomrčine istim
od prilike redom i to je bio uzrok, zašto su već stari Grei
umjeli proricati pomrčine Mjeseca i Sunca.

Ovo čudno pomicanje čvorova Mjesečeve staze poznavao je i
Eudokso i njemu je bila zadaća, kako će dovesti u sklad tu ano-
maliju Mjeseca sa kristalnim sferama.

Pošto je i za njega bila neoboriva činjenica, da je Zemlja
glavno tjele svemira, i da su u njezinoj službi sve nebeske sfere,
koje se vrte oko nje — svoga središta, mogao je Eudokso trovrstno
gibanje Mjeseca, naime dnevno gibanje, mjesečno gibanje i pomi-
canje njegovih čvorova samo tako raztumačiti, da je samomu Mje-
secu prišio tri kristalne sfere, jednu u drugoj. Os prve sfere ide
kroz nebeske pole i kroz središte Zemlje i obavlja dnevni put Mje-
seca oko nebeske osi za 24 sata; na toj prvj kristalnoj sferi, da-

manja (početak ljeta, ljetni okret sunca) prošlo je onda $94\frac{1}{2}$ dana, a od početka ljeta, do jesenskoga ekvinokcija (početak jeseni) samo $92\frac{1}{2}$ dana, od ovoga časa pa do dana najduže sjene o podne (početak zime) samo 88 dana i napokon do početka novog proljeća 90 dana. Da su pako godišnja doba jednaka, moralo bi svako imati četvrti dio od $365\frac{1}{4}$ dana t. j. $91\frac{1}{4}$ dana. Lukovi, što ih Sunce na nebu opisuje u tim dielovima godine, ipak su sasma jednako dugački po mjeranju, svaki ima točno 90 stupnjeva.

Nije dakle bilo druge, nego reći, da se Sunce tečajem ciele godine po nebeskom svodu ne giba jednoliko, kako su do tada ljudi stalno držali, nego se giba u jeseni i zimi brže nego u pro-



Sl. 69. Nejednakost godišnjih doba po Hiparhu.

ljeću i ljetu. Dakle opet nova nepravilnost u gibanju, koja se nikako ne da u sklad dovesti sa umjetnom zgradom kristalnih sfera, koje se sve moraju gibati jednoliko. Kako da si razi-tumači ovu novu nepravilnost u gibanju Sunca? Od gibanja po kružnici nije ni Hiparh mogao odustati, zato si je on ovu nepravilnost ovako razi-tumačio. U priloženoj slici 69. pokazuje veliki izvanji krug godišnji put Sunca na nebeskom svodu (ekliptiku). Po Eudoksu zemlja bi morala biti u središtu toga kruga, nu Hiparh ju je iz središta metnuo nešto na stran, kako pokazuje slika. Ako se Sunce zaista giba sasma jednoliko po onoj kružnici, nama se sa Zemlje to gibanje ne će činiti jednoliko: brže onda,

kad je Sunce u onoj partiji svoga puta, koja je Zemlji bliža, a sporije onda, kada je u onoj partiji svoga puta po nebu, koja je od nas dalja. Po razlici u brzini mogao je Hiparh i odrediti, kako je daleko Zemlja od pravoga središta ekliptike (u našoj slici je to središte ondje, gdje se sieku izcertani promjeri). Pravcu, koji spaja središte ekliptike sa središtem Zemlje dao je ime „crta apsida“. Zemlji najbližu točku Sunčanog puta prozvao je imenom „perigaeum“ (t. j. blizina zemlje), a protivni kraj crte apsida zove se po njem „apogaeum“ (t. j. daljina zemlje). Daljina se obiju središta zove „ekscentricitet“ sunčane staze. Daljinu Sunca u nekom odredjenom času od perigeja, kako ju vidimo sa Zemlje, zove Hiparh „prava anomalija Sunca“, a daljinu, kako bi se mjerila iz središta sunčane staze, zove on „srednja anomalija Sunca“ (vidi sliku). Prava je anomalija Sunca u našoj slici kut veći od 90 stupnjeva, a srednja je anomalija baš kut od 90 stupnjeva. Sva se ova imena i danas upotrebljavaju u astronomiji toliko, da su bez njih djela astronomička nerazumljiva. Ponovno motrenje naše slike uputit će prijaznog čitatelja posvema o njihovu značenju.

Hiparh je dakle Zemlju pomaknuo iz središta svieta, oko kojega se giba ciele svod nebeski. On jamačno nije ni slutio, koliki je korak učinio napried tim, da je Zemlja izgubila onaj svoj važni položaj u svemiru, što joj je davao Eudokso sa svojim sferama. Sila, što tjera sva nebeska tjelesa po nebeskom svodu, ne izlazi po Hiparhu više iz Zemlje, pa se više ni ne da pomisliti zgrada poput Eudoksove, koja bi stalnim i nepomičnim osima bila spojena sa zemljom, sa koje bi se kretanje cieloga neba odredjivalo. Središte je svega toga gibanja na nebu negdje u praznom prostoru u jednoj točki, koja sa Zemljom nije u nikakvoj materijalnoj svezi. Kako za Sunce, našao je Hiparh na skoro i za Mjesec ovu istu nepravilnost, pa je po tom i njegov kružni put po nebu spram Zemlje pomaknuo i za Mjesec je on odredio certu apsida, ekscentricitet, perigej i apogej. Za ostale je planete Hiparh tek slutio, da postoje ove iste nepravilnosti, ali ih nije mogao opaziti.

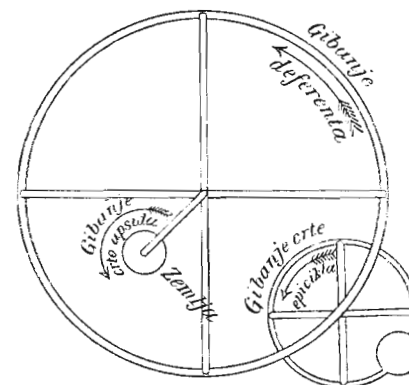
Divnom je oštroumnošću Hiparh prije 2000 god. po ovom novom načinu razložio nepravilnosti u gibanju Sunca i Mjeseca. Da je na pr. po svojim brojevima išao za godinu 1890. računati gibanje Mjeseca po nebu, on bi bio mogao odrediti sve uštape g. 1890. sa pogreškom od jedva jednoga dana!

Nejasna su mu još uvijek ostala zamršena i čudnovata gibanja planeta. Malo više svjetla unieti u ova gibanja, ljudskom umu tako nedokučna, bilo je sudjeno tek njegovom velikom nasljedniku u Aleksandriji Klaudiju Ptolomeju.

On je svietu ostavio u svom djelu *Almagestu* (arabsko ime knjige *معادنه سنة*) sustav cieloga svemira, u koji je vjerovao cio sviet ne manje nego 1500 godina sve do Kopernika. Na temelju motrenja i računanja svoga predšastnika Hiparha sagradio je on u svom velikom djelu *Almagestu* liepu harmoničnu zgradu svemira, koju je sviet štovao čitavo ono vrijeme gotovo kao božansku objavu, pa je bio gotovo zločin i posumnjati o tom, da su tvrdnje Ptolomejeve možda neizpravne! Za čudo o životu ovoga velikoga Aleksandrijskoga geometra ne znamo gotovo ništa. Rodio se je g. 87. po Is. u Ptolomaisu, umro je u Aleksandriji g. 165. po Is., a motrio je nebo u Aleksandriji od g. 126.—141. Vriedno je i za nas, da zagledamo i u ovu novu zgradu svemira, koja je toliko vremena bila svetinja svim kulturnim narodima.

Da raztumači zamršene i čudnovate staze poznatih 5 planeta, o kojima smo nekoliko primjera i mi donieli u prijašnjem jednom članku, razširio je donekle Ptolomej ono, što je o gibanju nebeskih tjelesa uočio Hiparh. I Ptolomeju je Zemlja naša nepomična kruglja od prilike u sredini svemira, oko koje se vrti cijeli svod nebeski. Nu ni Ptolomej ne stavlja Zemlju baš u središte svieta, nego se prislanja na Hiparhov ekscentrični krug, koji smo čas prije opisali, ali uvodi tu novotariju, da dotični planet sâm ne leti po tom ekscentričnom krugu oko Zemlje, nego je na obseg toga kruga metnuo središte drugoga kruga, koje se središte jednoliko giba po obsegu prvoga kruga. Tek na obodu ovoga drugoga kruga giba se planet. Da ovu novotariju što bolje shvatimo, neka posluži priložena slika 70. i ova prispodoba. Pomislimo si, da smo u središtu na Zemlju prikovali ne predugu motku, koja je tako duga kao ekscentricitet poznatog nam Hiparhova kruga. Ta motka spaja središte Zemlje sa središtem ekscentričnog kruga dotičnog planeta i ona je očito točno u ertu apsida, pače je samo jedan komad od te erte apsida. Na drugom kraju ove motke (dakle u središtu ekscentričnoga kruga) pričvrstimo četiri žbice ogromnoga kolesa, koje je tako veliko kao staza dotičnoga planeta po Hiparhu. Ako si sada negdje na obsegu toga ogromnoga kotača načinio jednu točku, na

kojoj si pomišljamo dotični planet, pak to kolo sada oko središta njegovoga okrećemo, opisuje ta točka put, kako ga je Hiparh opazio kod Sunca i Mjeseca. Giba li se sada još to ogromno kolo, pričvršćeno na kraju ove motke, polako oko središta Zemlje zajedno sa motkom, imademo pred sobom i pomicanje crte apsida, koja ne ostaje uvijek u istom položaju na nebu. Ovom mehaničkom kombinacijom uspio je Hiparh zaista, da predoči i tamači sve nepravilnosti u gibanju Sunca i Mjeseca, ali ne kod drugih planeta. Ptolomej je sada ovaj mehanizam za planete ovako usavršio, da protumači poznate uzle u njihovu gibanju po nebeskom svodu. Na vanjski rub velikoga kola smjestio je Ptolomej središte drugoga manjega kolesa, tako da se je ovo središte moralo sada zajedno sa velikim kolom vrtjeti onako, kako se je prije po Hiparhu vrtio



Sl. 70. Ptolomejev mehanizam nebeskih gibanja sa epiciklima.

sâm planet. Tek na rub ovoga drugoga kola smjestio je Ptolomej planet, koji se je dakle zaista gibao, po obsegu ovoga manjega kola, kako pokazuje naša slika. Onomu velikomu kotaču dao je Ptolomej ime „deferent“, a manjemu, koji je zaista nosio dotični planet, nadjenio je ime epicikla, a po tom se i gibanje planeta po nebeskom svodu zvalo epiciklično gibanje. Kad čitatelj pomnije pogleda ovu našu shematičnu sliku Ptolomejevog nazora o stazama planeta i uzrocima njihov lutanja po nebu, nehotice će se opomenuti naših ura i njihovih kotača. Nu još će si svatko i sâm moći smjestiti protumačiti postanak uzlova u stazama, ako zaista sastavi u isti mah obadva gibanja, koja planet u isto doba mora da obavlja: on s jedne strane leti po rubu epicikala, a ujedno se središte nje-

da naše oko može okomito gledati odozgor na ravninu Marsove staze. Ako bi pak Zemlja, a s njom i naše oko, bila u istoj ravnini, u kojoj se giba Mart, mi od svih tih uzlova ne bismo u obće ništa vidjeli. Na tim bi nam mjestima Mars tek pokazivao neko kolebanje u svom putu: čas bi išao na zapad, čas bi se opet po istoj crti vraćao natrag. U istinu ravnina naše Zemlje, a s njom oko, niti je okomito na ravnini Marsove staze, niti je u toj ravnini, nego je nagnuta prema Marsovoj ravnini u kutu od 2 stupnja, pa zato vidimo uzao Marsove staze prema položaju naše Zemlje čas odozgo, čas odozdo, ali uvijek veoma skraćeno, a prema ovomu skraćenom uzlu udešena je prijašnja slika na str. 107.

Tko se potruditi izporedjivati Ptolomejev sustav sa starijim tumačenjem Hiparhovim, naći će možda u prvi mah, da se je Ptolomej u svom shvaćanju nebeskih gibanja još više udaljio od istine nego Hiparh. Ta Hiparh imade samo jedan krug ili kotač, na kojem je pričvršćen dotični planet, a Ptolomej ima za svaki planet zamršeno kolesje od dva kotača, i prvi kotač nosi na svom obsegu drugi kotač u jednolikom gibanju oko svoga središta! Ovaj je mehanizam doduše veoma liep dokumenat ljudske oštroumnosti, jer su se tim načinom zaista dala protumačiti sva i najzamršenija tada poznata gibanja nebeska. Mogao si po ovoj Ptolomejevoj misli sagraditi umjetnu uru, koja bi tim, da se svaki od njezinih kotača jednoliko giba, pred našim očima izvodila prividno nejednoliko gibanje planeta zajedno sa uzlovima, kakve na nebu zaista vidimo.

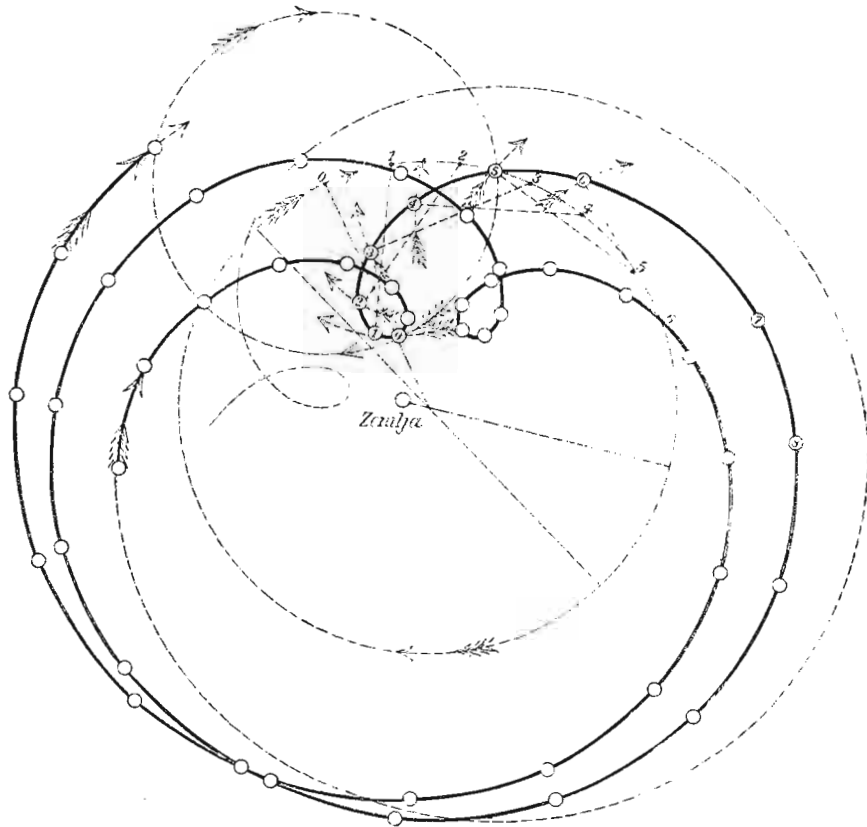
Nu da takov zamršeni mehanizam u svemiru zaista postoji, toga jamačno ni onda nije nitko vjerovao. Duhu je grčkih astronomia bio dosta ovaj zaključak: kad bi planeti ovako bili smješteni na kotačima, kakvi su deferent i epicikal, pa kad bi se onako gibali ovi kotači, kako smo čas prije opisali, morali bi planeti pokazivati sve one pojave, koje zaista mi na nebu vidimo; nama dakle niti najčudnovatije gibanje njihovo t. j. tvorenje poznatih uzlova nije više nerazumljivo. Nu i nehotice nam sune u glavu pitanje: a zašto nam planeti pokazuju ovakova čudna gibanja, kao da su prikovani na Ptolomejevim kotačima? Ovo je pitanje jamačno bilo na umu i Ptolomeju i svim prijateljima neba u starom svijetu. Ali odgovora na nj nije ni izdaleka mogao dati ni Ptolomej ni itko drugi. Sva je prilika te su ljudi tada mislili, da bi bilo posvema izlišno i razmišljati o tom pitanju, jer je konačni uzrok svim tim

gibanjima na nebu slabomu umu čovječjemu za uvijek nedosežna tajna. Pa ipak nije!

Tko uzčita ove redke dalje, i sam će uvidjeti, da uzrok nebeskim gibanjima čovječjemu umu nije ostao vječnom tajnom; istina je samo to, da je prošlo 1500 godina od Ptolomeja do Kopernika, reformatora astronomije, koji je u spoznaji prave istine o nebeskim gibanjima učinio odlučan korak dalje. Pa kako to, da se je mogao taj sustav Ptolomejev toliko vremena držati, pače i štovati kao nekakvi „noli me tangere“? Dva su tomu uzroka. Ptolomej je za uvijek razlupao sve kristalne sfere, kojima su Pitagorovci izkitili tako neprirnodno cio svemir, bar u koliko se tiče Sunca, Mjeseca i planeta. Epicikli se naime Ptolomejevi više ne mogu smjestiti na nikakovoj kristalnoj sferi, koja bi bila tvrda i prozirna, jer bi epicikli planete ponieli čas nad tu sferu, čas opet pod nju, dočim se Hiparhov ekscentrični krug još uvijek može smatrati kao dio tvrde kristalne sfere, na kojoj je prikovan planet.

U tom je koraku veliki napredak u spoznaji neba učinjen: sve su sfere planeta na jednoć razmrskane osim one zadnje na granici svemira, koja nosi vojsku stajačica. I najpozornijemu motritelju neba se pokazivalo, da se stajačice zaista u podpunim krugovima i sasma jednolično gibaju oko Zemlje kao svoga središta, tu dakle nema dvojbe, da postoji sfera — mislio je Ptolomej — na kojoj su zaista prikovane sve te stajačice. Ptolomejev se je duh prvi dakle usudio bar pomišljati, da se nebeska tjelesa u svemiru slobodno mogu kretati bez onih tvrdih kristalnih sfera i njihovih osi, a u tom je smjeru nauka Ptolomejeva bila temeljita reformacija dotadnjeg znanja o nebu. Drugi je uzrok, zašto se je Ptolomejeva nauka tako uvriježila, taj, što su se po toj nauci i novi, Ptolomeju još nepoznati pojavi, dali u njegov sustav veoma lako i liepo složiti. Trebalo je samo prema novijim motrenjima nešto promieniti ili ekscentricitet staze, ili polumjer deferenta ili pak polumjer epicikla, pa se je opet mehanizam podpunoma slagao s onim, što je nebo pokazivalo. Tako su na pr. tek poslije Ptolomeja opazili, da se doduše svi planeti gibaju u zodijaku, kao i Sunce, ali da se srednje staze planeta ipak ne podudaraju posvema sa stazom Sunca, sa ekliptikom, nego da su, kod jednih više, a kod drugih manje, nagnute spram ekliptike. I tomu novom otkriću smjesta se je prilagodio sustav Ptolomejev. Trebalo je samo ili deferentu ili epiciklu dati dotični naklon spram ekliptike i svi su se pojavi opet slagali

govoga epicikla pomiče po rubu deferenta dalje, kako pokazuje strjelica na slici. Posljedica je ovomu dvojakomu gibanju planeta zaista ta, da mi gledajući takovo gibanje sa naše Zemlje vidimo ono, što smo jur prije opisali: planet ide jedno vrieme po nebeskom svodu kao i Sunce i Mjesec, ali na jednoć se ustavi i krene natrag,

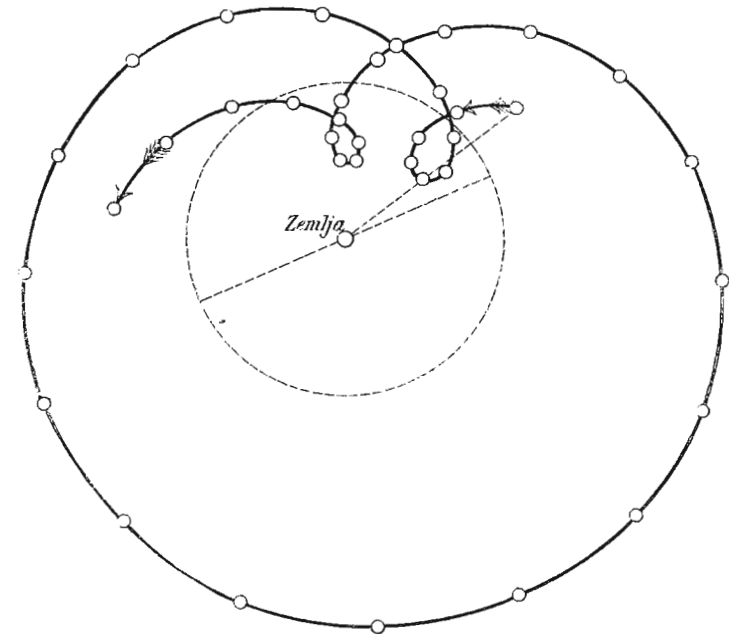


Sl. 71. Gibanje Marsa po Ptolomeju za god. 1888.—1890.

tvoreći pri tom one karakteristične uzlove (vidi na pr. sliku staze Merkurove sl. 34.).

Čovječji je duh ponovno triumfirao. Ono, što mu se činilo prije nedokućno, sada je njegovom duševnom oku posvema jasno postalo. Na priloženim dvjema slikama predoćili smo gibanje planeta Marsa (sl. 71. i 72.), kakovo bi se moralo u godinama 1888.—1890. (sl. 71.)

vidjeti sa Zemlje najprije po tumaćenju Ptolomeja, a onda, kakovo je u te dvie godine zaista bilo, po našem modernom najtoćnijem znanju i mjerenju. Ako ih prijazni ćitatelj nešto pomnije isporedi, opazit će za stalno u ćudu, kako se obje krivulje Marsa veoma jako podudaraju, i kako je toćno Ptolomej po svojem sustavu mogao odrediti omjere u promjenljivim daljinama planeta. U bitnosti se obje krivulje razlikuju tek u tom, da je u pravoć krivulji Marsa drugi uzao nešto manji od prvoga, doćim bi po Ptolomeju svi uzlovi morali biti jednako veliki.



Sl. 72. Pravo gibanje Marsa u god. 1889.—1890. vidjeno sa Zemlje.

Na drugoć su slici mjesta planeta Marsa zabilježena počevši od 1. siećnja 1888. u razmacima od 30 dana, dakle u svem su zabilježena mjesta Marsa za pune 3 godine i u tom se je vremenu, kako vidimo iz obiju slika, Mars dva puta zauzlao. Tko bi od pozornijih ćitatelja ove naše slike o gibanju Marsa išao izporedjivati sa slikom na strani 107. (sl. 34.), koja vriedi za isto vrieme, opazio bi s mjesta razliku izmedju obiju uzlova. Za to valja pamtiti ovo. Uzlovi, kako su ovdje naslikani, pokazali bi se našemu oku samo u tom slućaju,

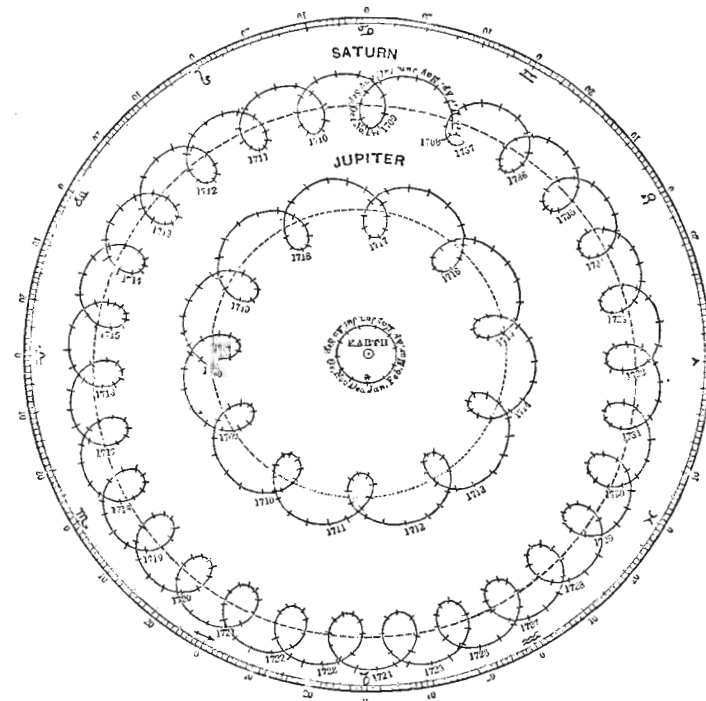
s nebom. Da skupimo sve ujedno: Ptolomejev je sustav svieta sva tada poznata gibanja nebeskih tjelesa mogao lako a i točno tumačiti, samo im nije mogao naći uzroka. Je li dakle čudo, da je on živio punih 1500 godina? Je li čudo, da je kalif Al Mamun sklappajući 800 godina kasnije mir sa grčkim carem Mihajlom II. kao uvjet miru stavio i taj, neka mu predadu sve svoje grčke rukopise, da ih prevede na arapski jezik? Medju njima bio je najvažniji veliko djelo našega Ptolomeja, komu je tada bio nadpis: „Syntaxis“ ili „Magna Constructio“. Nama se grčki original nije sačuvao, ali baš pomnjom i trudom spomenutoga kalifa sačuvao nam se je arapski prievod ovoga fundamentalnoga djela ljudske kulture pod naslovom: „Almagest“. Občaralo je isto i muhamedanske pobjednike Egipta, koji su vatrom i s mačem u ruci htjeli svietu narinuti vjeru svoga proroka!

Nu i ovaj se umjetni mehanizam svieta morao tečajem vjekova mienjati. Nova su i pomnija motrenja otkrila na nebu novih nepravilnosti ili anomalija u gibanju nebeskih tjelesa, a da ih raztumače, valjalo je svedjer dodavati nove epicikle prvomu Ptolomejevomu i mehanizam je postajao sve zamršeniji. Kad su jednoč učenici astronomi, predajući kralju Alfonzu Kastilskomu nove astronomičke table, tumačili njemu tu zamršenu makinu nebesku, uzkliknuo je zlovoljan: „Da se je Bog sa mnom posavjetovao, stvarajući sviet, bio bih mu savjetovao veću jednostavnost“. Ove su neoprezne rieči učenoga kralja svoga njegovi neprijatelji upotrebili, kad je buknuo ustanak, da ga obtuže sa svetogrdja.

I zaista je morao prvi čovjek, ma da je bio i kralj, koji se je usudio podvojiti o ispravnosti Ptolomejeve harmonije svieta za nagradu svoje kritike saći sa prietola svojih otaca, da umre ostavljen od svih vjernih svojih i prognan u Sevilli!

Idući tragom povjesti astronomije i sâmi smo se u našem mišljenju o svemiru i njegovoj harmoniji primakli bliže istini: to je baš karakteristično za učenje astronomije, da i danas svaki čovjek, koji razumno hoće da shvati svemir, mora da svojim umom prodje sve faze u razvitku ove nauke, kako ih je nauka sâma prošla u 2500 godina. Što je rod čovječji polako uradio, to pojedinae radi brzo. I nama je s početka bilo nebo naše tek velika šuplja kruglja, na kojoj su prikovane bile sve zvijezde, Sunce i Mjesec. Sada nam se već slobodno gibaju po svemiru u raznim daljinama od Zemlje: Mjesec, Merkur, Venus, Sunce, Mars, Jupiter i Saturn, a u još

većoj daljini od Zemlje, na jednoj šupljoj kruglji prikovane, sve zvijezde stajačice. U priloženoj slici 73. pokazujemo još prividna gibanja Jupitera i Saturna po Ptolomejevom sustavu, kako ih je prikazao Dominik Cassini. U središtu je Zemlja (Earth), a na malom su krugu oko nje zabilježena mjesta Sunca za pojedine mjesece u godini. Izvanji krug, razdijeljen po zvjezdštima zodijaka, predstavlja nam zodijak, u kojem se i ova 2 planeta gibaju.



Sl. 73. Prividno gibanje Jupitera i Saturna u zodijaku po Cassini-ju.

Staza Jupitera seže od god. 1708. (1. siečnja) do g. 1720. i, kako pogled na sliku pokazuje, u tom je vremenu jedan put Jupiter obišao zodijak, učinivši pri tom podpunih 11 uzlova. Jupiter dakle treba nekih 11 godina, dok svrši jednom svoj put po zodijaku! Bit će dobro, da ga na čas pratimo na tom putu. Godine 1708. nalazimo ga eno baš na ulazu u zvjezdšite Vage (Libra ♎). Cielu ovu godinu i do listopada god. 1709. on se pomiče po tom zvjez-

Tim je putem i nama poći, želimo li da dodjemo do pravoga shvaćanja harmonije u svemiru.

Povratimo se dakle na čas Ptolomeju, pak napišimo po njemu ovu malu tablicu sa nekoliko nama sada dobro razumljivih brojeva:

Planet:	Gibanje njegovo	Gibanje epici-	Suma:
	u epiciklu	klova središta	
	za jedan dan:	na deferentu za	
		jedan dan:	
Sunce	0° 0' 0.0"	0° 59' 8.3"	0° 59' 8.3"
Merkur	3° 6' 24.1"	0° 59' 8.3"	4° 5' 32.4"
Venera	0° 36' 59.4"	0° 59' 8.3"	1° 36' 7.7"
Mars	0° 27' 41.7"	0° 31' 26.6"	0° 59' 8.3"
Jupiter	0° 54' 9.0"	0° 4' 59.3"	0° 59' 8.3"
Saturn	0° 57' 7.7"	0° 2' 0.6"	0° 59' 8.3"

Da sa par rieči razložimo najprije ovu prezanimljivu tablicu! Sunce nema nikakova epicikla, jer ne pravi na svom nebeskom putu nikakovih uzlova, za to na epiciklu ni ne opisuje nikakova luka. Nu na deferentu se pomiče svaki dan Sunce za luk od 0 stupanja 59 minuta i 8.3 sekunde (dakle u okruglom broju za 1 stupanj) dalje. Za čudo se točno za isti luk pomiču i Merkur i Venera. Sada nastaje izrazita medja: Mars, Jupiter i Saturn pomiču se po svojim krugovima na dan sve manje i manje, ali ipak tako, da kad zbrojiš njihov dnevni put po epiciklu i po deferentu izlazi opet posvema točno dnevni put Sunca!

Gibanje se Sunca očituje dakle u svim planetima, i ta je pojava morala biti veoma čudna svim pristašama Ptolomeja, kojima nije bilo Sunce, nego naša Zemlja središte, oko kojega se vrti cijeli svemir, i koja ravna tajnom i neponjatnom nekom moći sva ostala nebeska tjelesa pa i Sunce, koje i nije za drugo na nebu, nego da svojim svjetlom i svojom toplinom služi Zemlji! „Nije li uzrok ovomu podudaranju ovih 6 brojeva zajednički?“ — to je pitanje za stalno okupilo i misli starih astronoma, a taj bi dakako morao biti u Suncu. Al viesti o tom nemamo. Zašto? Jamačno zato. što su se ti mislioci i sami prestrašili grozne misli, da bi onda Zemlja, sa svojim velikim kontinentima i morima, sa milijunima živih svojih bića, da bi ova do sada temeljna i jedina nepomična terdja svemirska, u zajednici sa drugim sestrama morala u dobro razvraćenom organizmu prirodnom letjeti po svemiru, kao lopta, što je diela do-

bacuje drugomu. Čim je ta misao sunula u dušu onih mislilaca, morali su ju odbaciti kao suludu duhovi, koji u svom mišljenju nisu bili vanredno jaki i dosljedni. Na koncu si konca mogahu ipak pomišljati nekakov uri nalik mehanizam, koji je mogao gibanje Sunca prenositi i na planete.

U tadašnjem poimanju svieta još je uvijek morala biti naša Zemlja najveće tielo poznatoga svieta, a misao, da bi Sunce bilo središte, oko kojega da se nebeska tjelesa zajedno sa tada još neizmjernom Zemljom vrte, ta se je misao u prvom času doista morala prikazati absurdnom.

Tim se više moramo diviti orijaškoj upravo snazi duševnoj i odvažnosti uvjerenja u slavnom sinu poljskoga naroda Nikoli Koperniku, koji se je usudio ovu absurdnu misao uhvatiti i pridržati i sa nepokolebivom energijom strogo naučno izraditi i dotjerati. Ova neprolazna zasluga za rod ljudski, koji je od onoga časa krenuo u poimanju svieta posvema novim stazama. splela je kanoniku Frauenburžkomu vječni lovor-vienac. Za to njegova slika i riesi čelo ove knjige.

Nikola se je Kopernik* rodio g. 1473. u malom trgovačkom gradu Thornu na Visli, koji je onda pripadao kraljevini Poljskoj. Otac mu je bio trgovac i starinom iz Krakova, nu preselio se je davno prije rođenja svoga velikoga sina u Thorn, gdje ga već god. 1459. za stalno nalazimo. Nema dakle dvojbe, da je Kopernik Slaven i to poljačkoga roda. Mati mu je bila rodnom iz Thornu i sestra Luke Watzebrode-a, kasnijega biskupa Ermelandskoga, koji je mnogo na nj utjecao, da se je posvema dao na nauku. God. 1491. došao je na tada slavnu visoku školu u Krakovu, gdje su se kupili mladi ljudi sa svih strana Evrope, osobito mnogo Niemaca. Slušao je uz humanističke struke i matematiku i astronomiju u slavnog učitelja Brudzevskoga i njegovih učenika. Dobro naoružan znanjem u astronomiji, ali i u muzici i risanju, otišao je oko g. 1495. iz Krakova najprije kući pa onda u Bolognu, da se ondje pripravi iz teologije za namienjeno mu kanoničko mjesto u Frauenburgu. Tamo je našao Dominika Navaru, profesora matematike i astronomije, kod kojega se je još vježbao u praktičnoj astronomiji. Negdje oko g. 1498. postao je zaista kanonik u Frauenburgu, ali se je već slie-

* Isporedi: Torbar: Kopernik prema svojem životu i nauku u Radu Jugoslav. akademije knj. 23.

dištu, a negdje u listopadu te godine naše ga oko sa Zemlje vidi baš na početku Skorpiona (♏). Nu već u veljači g. 1710. ulazi u Streljača (♐), a u studenom g. 1711. ulazi u Jarca (♉) i t. d. Godine ga 1720. (dne 1. siečnja) nalazimo eno opet u zvjezdištu Vage. gotovo na istom mjestu, gdje je bio 1. siečnja 1708. Dakle je obhodno vrijeme Jupitera po nebu jednako nekih 12 godina, a na tom je putu on načinio 11 potpunih uzlova. Sasma slične zaključke čitamo iz slike i za Saturna, koji u još većoj daljini kruži oko Zemlje. Eno ga dne 1. siečnja 1708. u sred Blizanaca i idući po zodijaku s desna na lievo, treba punih 29 gotovo godina, dok se povrati u listopadu g. 1736. opet na ono mjesto zodijaka, gdje je bio u siečnju g. 1708. Pri tom je načinio, kako slika pokazuje, 28 puta uzlove. Obhodno je dakle vrijeme Saturna po toj slici nekih 29 godina.

I tako je Cassini mogao i dalje po Ptolomejevu sustavu uz pomoć epicikla risati staze Jupitera i Saturna, pa odrediti za cielo stoljeće 18. i 19. unapried, gdje će se ti planeti u zodijaku vidjeti svakoga mjeseca svake godine, pa onda ta mjesta zabilježiti u posebne table, u kojima je točno zabilježen stupanj zodijaka, gdje će planet određenoga dana biti. To su astronomi zaista već uradili i tako postadoše poznate „table planeta“, po kojima se na stoljeća unapried moglo odrediti, gdje će u zodijaku stajati koji planet u određenom mjesecu ma koje godine. U tom, što su se planeti na nebu zaista pokazivali na onim mjestima, koja su im odredjivali po Ptolomejevu sustavu unapried astronomi, bila je najveća snaga ove „geocentrične“ hipoteze Ptolomejeve.

Nu još nam sveudilj lebdi kao mač Damoklov nad glavom pitanje: A zašto se sva ta nebeska tjelesa baš ovako čudno gibaju po svemiru oko Zemlje? Duh nam se ne može da smiri, dok nije našao odgovora i na to pitanje. Tko se potruđi da nastavi čitanje ovih redaka, imat će i taj užitak, da uz nešto malo truda u mišljenju sâm spozna taj uzrok. Podjimo dakle dalje ovim tragom, kojim je čovjek o tom pitanju dalje mislio, jer „znanje i spoznaja jesu radost i pravo čovječanstva“.



III.

K o p e r n i k.

Sunce i gibanja planeta. — Nikola Kopernik, reformator astronomije. — Heliocentrični sustav svieta. — Život i djela Kopernika.

Sa Ptolomejevim smo sustavom o nebeskim gibanjima došli na prag istine o nebeskim gibanjima i o harmoniji svemira. Izporredjujuć ga s onim, što zaista vidimo na nebu, imali smo prilike vidjeti i diviti se upravo, koliko se je Ptolomejev „stroj svieta“ primaknuo onomu, što na nebu vidimo.

Je li onda čudo, da su se i najoštriji duhovi od Ptolomeja do Kopernika s osvjedočenjem priznavali pristašama te divne svjetske mašinerije! O prirodnim silama, o vječnim i priprostim zakonima, po kojima te sile u prirodi djeluju, nisu u to doba ljudi gotovo ništa znali. Za njih se nije dakle moglo o ničem drugom ni raditi, nego da ono, što nebo pokazuje, razumljivim mehanizmom predoče, a to je Ptolomej sa svojim deferentima i epiciklima učinio u tolikoj mjeri, da su morali proglasiti njegov sustav svieta najboljim, što ga je mogao čovjek izmisliti — dok još nije Galilei bio našao zakon o sili teži, kojom zemlja sve privlači k svomu središtu.

I tu je bilo ljudskomu rodu, kao djetetu, kad stane misliti i oblieta majku s pitanjima bez broja: zašto je to? Jer uzroka još ne može da shvati, mati mu pripovjedi pričicu! Kad dodje doba, da može pojmiti istinu, pa mu ju kažeš, dogodit će se, da će i istinu držati bajkom, pak za to treba, da ga o njoj uvjeriš — dokazom.

I rod se je čovječji tako uzgajao za istinu.

Eudokso, Hipparh i Ptolomej pripoviedali su ljudskom rodu liepo izmišljene bajke o harmoniji u svemiru. Kopernik i Kepler rekli su mu istinu, ali mu ne mogoše još dati dokaze za tu istinu. To je tek uradio veleum nad veleume Isak Newton, kojemu su napisali na grobnoj ploči ponosne rieči:

Sibi gratulentur mortales, tale tantumque exstitisse humani generis decus.

(Sretnima neka se ciene smrtnici, što je živio toliki ures ljudskoga roda.)

deće godine vratio u Bolognu, a odavde u Rim, gdje su ga liepo primili. Tu je držao nekoliko matematičko-astronomskih predavanja i motrio je u studenom g. 1500. pomrčinu Mjeseca. G. 1501. već je Kopernik u Frauenburgu, ali dobiva opet dopust, da uči medicinu i zato ga nalazimo u Paviji, gdje je po svoj prilici i promoviran. Godine se 1505. Kopernik vratio, ali je većinom do g. 1512. bio na imanju svoga ujaka u Heilsbergu. Od toga je vremena gotovo cijelo vrijeme živio u Frauenburgu, gdje ga je godine 1543. dne 24. svibnja zatekla smrt. Uz crkvene svoje dužnosti i liečenje sirotinje, živio je ondje gotovo sasama svojim studijama i motrenjima neba. Crkvena ga se je reformacija malo kosnula, pa kako su si u kasnijoj razpri o njegovom sustavu napokon obje crkve pružile ruku, tako su se i svi narodi složili u tom, da u knjigama i spomenicima slave ovog velikog Slavena.

Malo iza smrti smjestiše mu sliku u crkvi sv. Ivana u Thornu, a g. 1480. namjestio je biskup Martin Cromer u katedrali u Frauenburgu spomen-ploču, koja velikoga pokojnika slavi kao: „Astrologus praestans et ejus disciplinae instaurator“, i koja je sve do 18. stoljeća ostala na svom mjestu uzprkos kasnijoj velikoj oporbi katoličke crkve proti njegovom sustavu. Iztičemo dva najznamenitija mu spomenika: prvi u Varšavi, djelo majstora Thorwaldsena, postavljen je g. 1830. i predstavlja Kopernika, gdje sjedi, u lijevoj mu je ruci planetarium, a desnom pokazuje na nj. Na piedestalu je jednostavni nadpis: „Nicolao Copernico Grata Patria. Nat. 1473. † 1543.“ Drugi je g. 1843. namješten u Thornu, a modelovao ga je Fr. Tieck u Berlinu, i pokazuje Kopernika stojeć sa znakovima sličnim kao u Varšavi, a piedestal ima sprieda napis: „Nicolaus Copernicus Thorunensis, Terrae Motor, Solis Caelique Stator“ a s traga godinu rođenja i smrti. Nu najljepši mu je spomenik veliko djelo od Leopolda Prowe-a: Nicolaus Copernicus. Berlin 1883.-4. u dva svezka, na koje upućujemo svakoga, koga zanima život ovog našeg velikana. Prigodom četiristogodišnjice njegova rođenja izkazala mu je počast i jugosl. akademija gore spomenutim životopisom.

Dvadeset je i tri godine Kopernik razmišljao o ovoj novoj misli od g. 1507. do g. 1530. Već u godini 1507. naime bio je an uvjeren: 1. Zemlja nije mirna kruglja, nego se okreće oko jedne osi za svaka 24 sata jedan put od zapada na iztok. To se zove dnevno gibanje Zemlje. Prema tomu je dnevna vrtnja ogromnoga nebeskoga svoda sa milijunima

svojih stajačica od iztoka k zapadu samo prividna i nužna posljedica dnevne vrtnje naše Zemlje oko svoje osi. Os nebeska, koja od neizmerno dalekog svoda nebeskog ide kroz središte Zemlje do protivne točke na tom svodu, nije ništa drugo, nego produženje osi zemaljske do nebeskoga svoda. Nije dakle istina, da se zadnja sfera Ptolomejeva (njegov „*primus mobile*“) neprestano okreće od iztoka k zapadu oko nebeske osi svaki dan jedan put. To nam se samo čini, jer se u istinu naša Zemlja oko iste osi okreće od vieka sasama jednoliko za jedan dan od zapada k iztoku. Tim je odpala jedna od najnerazumljivijih točaka u dosadanjem poimanju svemira. Da je Zemlja tielo kud i kamo manje nego sfera, na kojoj su kao prikovane sve stajačice, o tom nije sumnjao ni jedan stariji sustav. Baš s toga je bilo nerazumljivo, kako bi moglo biti, da se ova ogromna sfera stajačica okreće oko mnogo manje Zemlje, pak onda u svom zamahu s pomoću nekakovog prenosnog mehanizma sobom povuče i sve planete tako, da se i oni zajedno sa svim stajačicama za svaka 24 sata okrenu oko sitne Zemlje. Taj nerazumljivi pojav protumačio je s mjesta Kopernik dnevnom vrtnjom Zemlje oko jedne osi.

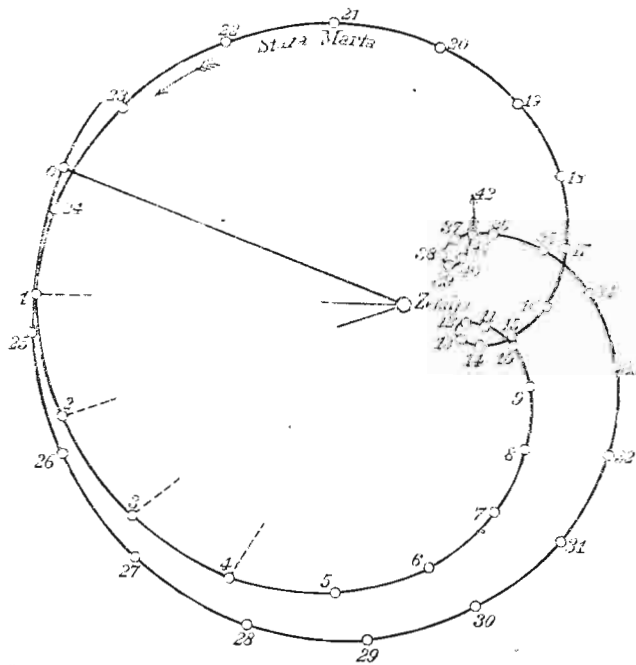
2. Zemlja nije središte svemira, nego je jedan planet i giba se kao i svi ostali planeti oko Sunca. Sunce je pravo središte, oko kojega se i Zemlja i svi ostali planeti gibaju u krugovima jednoliko. To je godišnje gibanje Zemlje. Nama se očituje to gibanje kao polagano pomicanje Sunca po ekliptici tečajem godine dana. Gibanje je dakle Sunca po ekliptici također prividno i samo odraz našega gibanja oko njega.

Kad se je jedno u duhu njegovu učvrstilo to revolucionarno uvjerenje, da Zemlja nije središte i glavno tielo svemira, nego da Zemlja zajedno sa svim ostalim planetima leti oko Sunca od zapada k iztoku, pa da za taj put treba jednu godinu dana, nastala je za njega potreba, da to uvjerenje dosljedno provede i proti prigovorima obrani. Najprije je pokazao, da po njegovu tumačenju svemirskih gibanja planeta ne treba nikakovih epicikla, da je dakle njegovo tumačenje puno jednostavnije. Dalje je pokazao, da se po njemu nužna gibanja planeta po nebeskom svodu, osobito postajanje Marsa, isto tako točno tumači, kao po Ptolomeju. U priloženoj slici (sl. 74.) prikazali smo isto gibanje Marsa po Koperniku, koje smo u slici 71. prikazali po Ptolomeju. Kako vidimo, postaju

Kučer. N. 1. 1888.

gotovo isti uzlovi, kao u Ptolomejevom sustavu. Napokon je i na početku ovoga članka iztaknuti odnošaj Ptolomejevih epicikla prema gibanju Sunca bio tim raztumačen svojim uzrokom, a taj je gibanje naše Zemlje kroz svemir.

Kopernik je međjutim stao na pol puta. Odviše je još živio u starim nazorima, a da bi ih se mogao podpuno otrresti. Nije se mogao otrresti pretpostave, da se nebeska tjelesa moraju gibati baš u kružnicama i to nikako drugačije nego jednoliko.



Sl. 74. Gibanje Marsa po Koperniku.

Zato je i on pridržao ekscentrični krug Hipparhov. A da raztumači međjutim otkrivene anomalije u gibanju planeta i stalni položaj zemaljske osi, koja, kako znamo i mi, pokazuje uvijek na istu polarnu zvijezdu, morao je uvesti još i treće gibanje zemaljske osi.

Uzroci, zašto se sve to baš tako giba, ostali su i duhu Kopernikovu sasvim nepoznati. Orijaška nova misao, da Zemlja nije gibajuće, vladajuće tijelo, nego da je ona sama gibano tijelo, koje

se pokorava većemu središtu sile, tako je zaokupila njegov duh, ga sa mu misli kao osupnute na toj točki stale, a i morale su stati.

Zaista je u punoj mjeri dosta životnoj zadaći jednoga čovjeka, ako je poimanje čovječje razširio tako neizmjereno, kako je to uradio Kopernik. Do njega je za čovjeka postojala samo jedna Zemlja; on joj je pridružio još pet novih, njoj ravnih zemalja, to su planeti Merkur, Venera, Mars, Jupiter i Saturn i nad njih sve postavio je svemogućee Sunce, koje je po svodu nebeskom gledalo razasutih tisuće i tisuće svojih družica. Prije njega su mislili, da je sve to ipak u nekom shvatljivom odnošaju spram gotovo nedokučivo velike zemaljske kruglje. Sada je morala Zemlja sa svim što na njoj živi i misli u novom tako ogromno razširenom poimanju svemira spasti na neznatnu lopticu u svemiru, pače na jednu točku, a njezino užasno veliko putovanje u prostoru oko Sunca pričinja nam se sada kao skakutanje zvrka, koji zujeći opisuje male okrugle crte po svojoj podlozi!

Djelo Kopernikovo, u kojem je ovo poimanje svemira izišlo na javu: „De revolutionibus orbium coelestium libri VI. Norimbergae 1543.“ ostat će za sve vieke jedan od najsjajnijih spomenika o snazi ljudskoga uma. Pa što mislite, kako se je u toj stvari ponio čovjek, koji je ljudskomu rodu odredio nove staze mišljenja, koji je u shvaćanju ljudi o svijetu proizveo revoluciju, o kojoj mi danas ni ne slutimo, kolika je bila, nu kojoj ipak u cijeloj povjesti civilizacije nema premea? Neka govori Kopernik sâm.

On je o izpravnosti svoga sustava bio već davno tvrdo uvjeren, kako izlazi iz predgovora k novijim izdanjima djela: „De revolutionibus“. Nu strah od prigovora nije mu dao, da preda svoje djelo u štampu, nego su ga na to gotovo prisilili njegovi prijatelji. On veli: „Medju njima bili su osobito u svakoj nauci veliki kardinal Nikola Schönberg, nadbiskup u Kapui, a uza nj moj veliki prijatelj biskup Tiedeman Giese u Kulmu, koji je jednakom revnosti uz teologiju gojio svaku liepu nauku. Ovaj me je potonji često opominjao i gdjekada koreći nukao, da izdam svoje djelo i već jedno predam javnosti, jer sam ga ne devet nego četiri puta devet godina u sebi čuvao i javnosti skrivao. Tako su me nagovarali i mnogi drugi učeni ljudi uvjeravajući me, da se ne smijem više radi straha braniti, da izdam svoje radove na korist svih matematičara. Što se nerazboritija bude činila moja nauka o gibanju Zemlje većini, tim bi joj se više ču-

eiji astronomije cio niz neprilika i kubure, pa je tim čudnovatije, da je čovjek u ovakovim neprilikama života mogao stvoriti djela, kakova je izveo Kepler. To je bilo moguće tek „željeznom marljivosti, ugodnim humorom, nepckolebivom uztrajnošću, poštenjem, nabožnim čuvstvom i nekom neodoljivom čežnjom za svim, što je tajinstveno i čudnovato“ — svojstvima, koja je u velike imala ova znamenita i osebujna ličnost u historiji ljudske civilizacije. Ogleđajmo se najprije po njegovom kuburnom životu, koji će nam potvrditi sjajno istinu, da pravi genij može velika djela stvarati i u nezgodnim prilikama života. Otac mu je već god. 1574. otišao u vojsku Albinu u Belgiju, a mati posla je godinu dana za tim za otcem, da ga vrati kući. Međutim je mali Ivan prebolio teške koze. U ranoj je mladosti morao već raditi u polju, pa je tek izprekidano i seleći iz jednoga mjesta u drugo polazio osnovnu školu. Nu jer se je pokazao preslab za tjelesni rad, a bistre glave. dali su ga u škole: g. 1584. dospio je iza položenoga ispita u višu školu u Maulbronn, pa kad je i nju svršio s najboljim uspjehom i stekao g. 1588. čast „bakalareata“ prešao je god. 1589. u Tübingen na sveučilište, da uči teologiju. Nu usporedo je slušao i profesora Mästlina, koji je ondje predavao matematiku. Mästlinova se pažnja u brzo svratila na marljivoga i puno talentiranoga Keplera, i Mästlin ga je prvi uveo u Kopernikovu nauku, ni ne sluteći, što će njegov mladi djak učiniti za tu nauku. God. 1591. postao je Kepler „magister“ i dobio drugo mjesto između njih 15 sa svjedočbom senata: „Er sei dermassen eines vortrefflichen und herrlichen Ingenii, dass seinethalben etwas Absonderliches zu hoffen“. Sa „fakulteta artista“ prešao je tek sada u teologiju, gdje je imao da ostane još 3 godine. Tu mu nije prijalo, i još kao teolog 3. godine dobio je g. 1594. mjesto „zemaljskog matematika“ za Štajersku. Učitelji ga njegovi u teologiji nagovarahu, da primi mjesto, jer su ga proglasili nesposobnim za crkvenu službu, nu on o tom ni čuti, jer je bio još uvijek vatren teolog i rado propoviedao. Učitelj ga je Mästlin konačno privolio, da se sasma posveti astronomiji, i tako ode Kepler u ožujku g. 1594. iz Tübingena u štajerski Gradac. Glavna mu je bila zadaća „matematička lekcija“ na tamošnjoj gimnaziji. Nu bilo je malo slušatelja, gdjekada ni jednoga. Nu to se, primjećuju njegovi inspektori, po njihovu znanju ne može imputirati Kepleru, nego slušateljima, „weil Mathematicam Studiren nicht Jedermanns Thun ist“. Nu da ne vuče badava plaću (150 for. na godinu i 20 for.

za sastavljanje jednoga kalendara!) naložilo mu, neka u gimnaziji predaje u višim razredima aritmetiku, Vergilija i retoriku, dok bude više prilike matematičkim lekcijama. Kalendar ga je doveo na polje astrologije i on je morao po pravilima njezinim proricati najprije vrijeme za cielu godinu, a odmah su za tim dolazili odlični ljudi iz ciele Štajerske i Hrvatske, da im po planetima proriče sudbinu i za čas je bio Kepler znamenit astrolog, a car ga je Rudolf II. kasnije u Pragu imenovao svojim „dvorskim astrologom“. Nu on sâm veli u pismima, da ništa ne drži do tih proricanja i tako je Kepler došao u dodir i sa hrvatskim narodom. Već g. 1596. izdaje njegov učitelj u Tübingenu prvo astronomsko djelo: „Mysterium cosmographicum“, u kojem Kepler jasno izriče misao, koja ga je vodila cieli njegov život, „da se u našem planetnom sustavu mora dati naći jedan posebni organizam, koji se očituje u načinu njihova gibanja i u omjerima njihovih daljina“. „Gladnomu trbuhu“, veli Kepler onima, koji ga odgovarahu od studija astronomije, „doduše ne koristi ništa spoznaja prirode i ciela astronomija, ali plemenitiji ljudi ne slušaju ovakove barbarske glasove, koji za to ogovaraju ovakove studije, jer ne hrane čovjeka. Slikari i glasbenici, koji ugadjaju našem oko i uhu, također nam nose druge koristi; pa ipak drže, da je užitak, što ga crpemo iz njihovih djela, ne samo čovječanski, nego i plemenit. Kako je dakle nečovječanski, kako glupo, duhu ne priuštiti njegov plemenitiji užitak, koji priuštamo sjetilima, oku i uhu! Kako se čovječje tielo uzdržava jelom i pilom, tako se hrani, raste i jača duh ovom hranom spoznaje.“

Malo iza pojava ovoga spisa oženio se Kepler liepom mladom i bogatom udovicom Barbarom Müller, i živio je sretno na dvorcu Mühleck kraj Gössendorfa. Nu već god. 1599. bježi iz Štajerske, jer je protestant. Na putu svom zašao je i u Prag, gdje je znameniti Tycho Brahe imao već uredjenu zvjezdarnu. G. 1600. preselio se Kepler u Prag i car ga imenuje zaista „dvorskim matematikom“. Tu je Kepler najprije uz Tychona, a poslije njegove smrti sâm, nastavio i dovršio svoja epohalna iztraživanja o gibanju planeta Marsa, koja se nisu nikako dala posvema u sklad dovesti sa Kopernikovom naukom, koju je Kepler tako živo branio i zastupao proti Tychonu. Kad mu se staza Marsova nikako nije htjela da pokorava krugu Kopernikovu, došao je na sasma novu misao, da se okani svih krugova Kopernikovih, pa da iz opažanja pokuša odrediti krivulju, u kojoj leti

dili i divili, kad bi uvidjeli, kako se prividna nerazboritost njezina očitim dokazima gubi.“ Za sva vremena klasično ovo djelo izišlo je tek g. 1543. u Nürnbergu i slavni je pisac tek na samrtnoj postelji vidio prve njegove štampane arke.



IV.

Od Kopernika do Newtona.

Nepodpunost Kopernikova sustava. — Kepler: život i djela. — Planeti se ne gibaju po kružnici, nego po elipsi. — Keplerovi zakoni. — Harmonija svieta.

Veleum je Kopernikov izveo veliko djelo reformacije u harmoniji svemira: Zemlja je naša sašla sa piedestala, na kojem je stajala 1500 godina; ona nije više središte svemira, jedino stalno i nepomično, oko kojega se vrti sav svemir; nije za nju stvoren cio svemir; ona je tek jedan od šest planeta, koji kruže oko svoga centralnoga tiela — ogromnoga spram njih Sunca — kao što mali zvrk zna opisivati krugove oko jednoga središta. I u filozofskom je smjeru ova reformacija Kopernikova proizvela podpuni okret u celom mišljenju o svemiru i svijetu, pače možda ne pokazuje ciela historija filozofije ni jedne činjenice više, koja bi bila tako od temelja promienila filozofsko mišljenje roda ljudskoga.

S početka su ovu nauku Kopernikovu dosta liepo primili. Pod zaštitom velikih svećenika katoličke crkve izišla je knjiga: „De revolutionibus“ i crkveni su ju krugovi i katolički i protestantski doduše hladno, ali ne neprijazno primili, ako se i pronosi o Koperniku Lutherova drastična rieč: „Luda hoće da preokrene cielu umjeću astronomije; ali sveto nam pismo kaže, da je Jozua zapovjedio Sunen da stane a ne Zemlji.“ Sam papa Pavao III. nije ništa prigovorio tomu, da mu Kopernik posveti svoje djelo, a papa Grgur XIII. dozvolio je još, da se upotrebljavaju kod reforme kalendara table, osnovane po Kopernikovu sustavu, poznate uz ime: „tabulae prutenicae“ (pruske table planeta). Nu kasnije se pod konac 16. vieka stvari promienile. Obje su crkve pristaše Kopernikove nauke proglasile

krivovjercima i borba izmedju pristaša Kopernika i crkve katoličke bivala je sve žešća, osobito, kad je Galileo Galilei (1564.—1642.) neopreznim i nešto prenagljenim postupkom svojim u obrani Kopernikova sustava izazvao postupak inkvizicije proti sebi, koji se je završio poznatom prisegom Galileievom (22. lipnja 1633.), u kojoj je opozvao nauku Kopernikovu pred zborom crkvenih dostojanstvenika. Nu Kopernikova si je nauka u naučnim krugovima krčila naglo put, a zabrana je crkvena te nauke bila već davno zaboravljena, kad ju je god. 1821. crkva katolička formalno skinula s nje.

Nu još nije bilo učinjeno sve. Kopernik je još uvijek mislio, da se moraju planeti gibati u podpunim kružnicama oko



Sl. 75. Ivan Kepler.

Sunca i to uvijek jednakom brzinom, t. j. jednoliko. Ove se stare tradicije Ptolomejeve ni ovaj smioni um nije mogao otresti, pak da raztumači i nama poznate nepravilnosti u gibanju planeta, Sunca i Mjeseca, morao je i on u pomoć dozivati ekscentrični krug i donekle i epicikle.

Tek 28 godina iza smrti Kopernikove — g. 1571. — ugledao je svjetlo svieta Niemac Ivan Kepler (sl. 75.) u „Weil der Stadt“ u Würtembergu, koji je našao pravu istinu o gibanju planeta, pa i Zemlje oko Sunca. Život je ovoga drugoga veleuma u reforma-

Evo zaključka, do koga je došao Neison, koji se je baš oko tog novog kratera najviše bavio:

„Pa tako ne može biti dvojbe u toj stvari. Na otvorenu je polju, sjeverno od Hygina, danas velik, crn, u oči udarajući objekt, koga ne bismo bili mogli pregledati, a ipak ga ne vidje nijedan od astronoma, koji su prije g. 1877. Mjesec motrili.

Razmotrimo, što to znači. Ovaj je predjel opetovano iztražen od nekolicine najizkusnijih motritelja, te imamo crtnja i karata o njemu od Schrötera, Gruithuisena, Lohrmanna, Schwabe-a, Kinau-a, Mädlera, Schmidta i Neisona. Kraj su taj po više puta razgledali s izričnom namjerom, da otkriju formaciju, kakova je Hygin N, ako bi tamo bila; svi su ipak opažači u tom složni, da prije godine 1877. takove formacije tamo ne bijaše. Mojih je vlastitih opažaja vrlo mnogo bilo, a učinjenih kod svih prilika razsvjete (priložene dvie slike, sl. 106. i 107., pokazuju onaj kraj Mjeseca, kad nad njim Sunce izlazi i zalazi, i najbolji su primjer tomu, kako na Mjesecu razsvjeta Sunca zna promieniti lice cielomu kraju), ali izmedju god. 1870. i 1876. nije bilo moguće ni traga ovakvoj formaciji otkriti. Sigurno je, da se tako očevidan objekt nije mogao pregledati, dok je u isto vrijeme mnogo sitniji detalj u okolici i vidjen i naran, kao što su to gore spomenuti motritelji i zbilja učinili. Zaista, kad je ovaj sitniji detalj vidjen, nije mogao veći objekt tamo stajati, pa ipak opažanju umaknuti.

Da je dakle prije god. 1876. u onom kraju stajao krateru sličan objekt, kakov je Hygin N, čini se za stalno, da bi ga bili morali opaziti i eksistenciju mu zabilježiti. Na drugoj je opet strani sigurno, da sada u ovom kraju postoji velika, crna, krateru slična formacija, koja je preočevidna, a da bi se dala pregledati. Kakov smo zaključak prisiljeni da izvedemo iz razmatranja ovih dviju činjenica? Očevidno taj, da se je morala izmedju god. 1876. i 1877. neka promjena u ovom kraju mjesečeve površine zbiti.“

Ovi primjeri dosta jasno govore. Nema druge, nego za uvijek prekršiti s nazorom, da je Mjesec mrtva pustoš. Navedeni slučaji baš protivno potvrđuju, da je akcija sila na Mjesecu još mnogo snažnija nego ovdje na Zemlji, jer u nas ovako silnih i velikih promjena već davno nema, tek nešto sličnoga bila je katastrofa na Krakataui god. 1883. Nu ovi su nam pojavi još i s druge strane dobro došli. Držeći se naime analogije izmedju Zemlje i Mjeseca, nemoguće nam je ovih promjena pojmiti bez sudjelovanja atmosfere

i vode, i svaki pokušaj tumačiti ih, morat će se jako obazirati na ova dva faktora. Ove se dakle promjene mogu smatrati kao prvi direktni dokaz, da je na Mjesecu zraka i vode.

Nu imade na Mjesecu još druga vrsta promjena, koje nam taj nazor još više utvrđuju. Te su promjene doduše više lokalne naravi, ali su ipak isto tako interesantne i važne, kao i opisane velike promjene. Osobito je u njih karakterističan pojav, da se periodično pokazuju.

Neki se predjeli Mjeseca — a ima ih danas već priličan broj — vrlo čudnim načinom oku motritelja na duže ili kraće vrijeme znadu sakriti, da se onda opet iznenada u prijašnjem sjaju pokažu. Amo idu ponajviše jaruge, pa se ne možeš oteti misli, da ih pokriva nekakva magla, koja ih oku otimlje.

Drugi opet krajevi mienjaju sjaj i boju. Tako su na pr. stariji motritelji jedan vrhunac na kružnom briegu Werner odlučno uvrstili u red najsjajnijih točaka na cieloj površini Mjeseca, neki ga pače proglasiše najsjajnijom točkom. Danas je isto tako sigurno, da je sjaj ovomu vrhuncu znatno potamnio, jer ga je eno čitav niz drugih formacija sjajem na daleko pretekao. Ova dakle točka na Mjesecu za stalno malo po malo potamnjuje, gubi svoj sjaj. Zapitaš li se, kako to, teško da ćeš se dosjetiti drugomu razboritomu razlogu, ako ne, da su mu uzrokom stanoviti odnošaji u atmosferi Mjeseca — nalik našem procesu raztrošenja (Verwitterung).

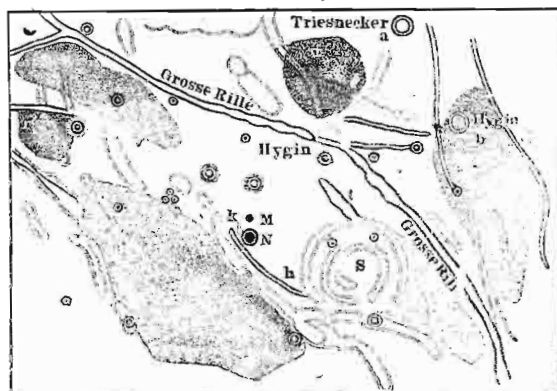
Plato opet, — a ni on ne stoji sam, već mu se pridružuje priličan broj krivudastih uzkih dolina — ogromna kružna dolina s promjerom od 60 engl. milja, pokazuje čudne i periodične promjene u boji tla, koje su mnogi astronomi tumačili promjenom vegetacije u onoj dolini.

Nu kako nas ovdje već ostavljaju pouzdana i sistematična motrenja, valja nam se dieliti od ovih zanimivih pojava, ma koliko nam se činilo, da nam eksistenciju atmosfere potvrđuju, ne ćemo li, da s polja prirodoslovne istine zabludimo u carstvo fantazije i puke kombinacije. Iza 50 godina bit će moguće i o tim pojavama stalnije suditi, ako bude dosta motritelja, koji će cio svoj život posvetiti iztraživanju našega trabanta, a sva je prilika tomu, da će ih dosta biti, jer interes za motrenje Mjeseca danomice raste u naučnim krugovima.

* * *

*

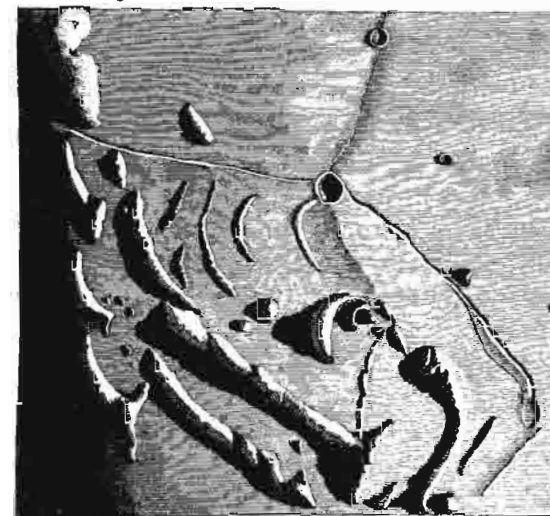
izrazite elipse (vidi sl. 104.), kojoj je velika os god. 1875. bila 12·2 engl. milja, a manja tek 6·9 engl. m., dakle elipsa tako izražena, da je Mädler ne bi bio mogao nikako pregledati, tim manje, što izrično veli, „da bi na ovako izrazitu liku i najmanju promjenu u veličini, obliku i sjaju morao bio opaziti.“ Ne može dakle ni najmanje sumnje biti, da se je kružna dolina Messier u novije vrijeme znatno promijenila. Kakove li su sile, što umiju ovakove deformacije proizvesti, o tom nam je još premalo poznato, a da bismo smjeli već sada konačan sud reći. Neison misli, da su se sjeverni i južni nasip na nutarnju, a istočni i zapadni na vanjsku stranu srušili; no kao da je taj nazor kasnije sam napustio — bar ga u novom izdanju njegova djela „Mjesec“ već ne nalazimo.



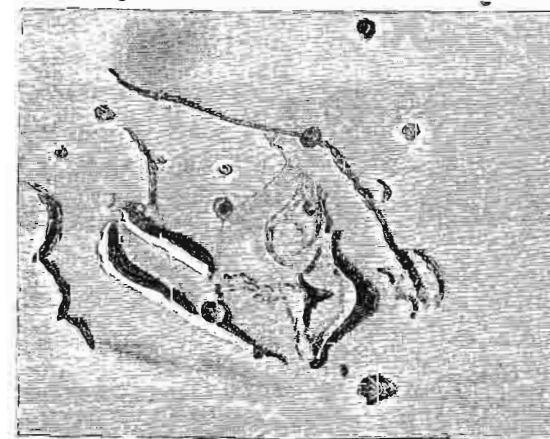
Sl. 105. Novi krater N kod Hygina 1877.

Prije međjutim, nego što bi čovjek i mislio, dogodila se je na Mjesecu nova katastrofa. Već g. 1877. javlja opet H. J. Klein, da je na Mjesecu postao sasvim nov, velik krater usred jarugice, gdje mu prije ni traga ne bijaše. Usred priložene kartice (sl. 105.) vidi se krater Hygin (na karti Mjeseca pod br. 79.), a kraj njega teče velika jaruga. Pod njim se vidi čudna lika brdo S, nalik kući puževoj. Na lijevo od toga brda opazio je Klein veliki novi krater N s promjerom od nekkih 6000 engl. stopa. Mädler je i ovaj kraj velikoj jaruzi za volju specijalno proučavao i na svojoj karti sve sitnice zabilježio, kud i kamo manje od kratera N. Da je taj onda na onom mjestu stajao, ne bi si nikako znali raztumačiti, kako da ga, tako velika, ne bi bio opazio i zabilježio (sl. 106. i 107.).

Ne čemo se dakle čuditi, da su se astronomi odmah bacili na studium toga novajlije na Mjesecu punim žarom, iztražujući i razpravljajući sve moguće slučaje.



Sl. 106. Okolica Hygina u izhodu Sunca.



Sl. 107. Okolica Hygina o zapadu Sunca.

Evo nas na kraju našega izleta na Mjesec! Možda smo i pre-dugo zaokupili strpljivost prijaznih čitatelja i čitateljica. Neka nam to oprostite, s obzirom na to, da im se je pred očima razmotala slika na novo oživjela svieta. Ne, Mjesec nije mrtav: pun je još krepkoga života kao i naša Zemlja. Oko njega je atmosfera, kao i oko nas; na tlo mu se spuštaju magle, siguran znak vode. Ako i nije jednoga i drugoga u onoj gustoći i množini, kao na našem svietu, dosta je obojega, da može podržavati vegetaciju i organski život, dosta ga je, da može lice Mjesecu neprestano mienjati. Dakako, ovoga organskog života i ove vegetacije, koja je na Zemlji, tamo ne ćemo naći, jer su odnošaji života različiti. Nu zar je oblik, u kojem se život pokazuje, najvažniji? Ili si mi možda smijemo utvarati, da je ovaj oblik života, što ga na Zemlji vidimo, najnapredniji i najsavšeniji?

Ne ćemo li dakle odsele još s većim pouzdanjem, još radostnijim okom gledati za našom noćnom luči — za tim najbližim svietom, tom Zemljom en miniature? Ako je već do sada pjesnička duša tako rado letjela k Mjesecu, pustom, mrtvom Mjesecu, ne će li se od sada još življe zaklinjati tihomu noćnome stražaru, kad ju smije obuzeti sladka slutnja, da je i tamo još života, da možda i tamo božanska iskra inteligencije — makar i u drugom obliku — krajuje?

Nu nije naša, da polazimo ovdje tragom pjesničke duše. Pustimo ju, neka leti za svojim idealima — ujedno idealima čovječjega roda — a mi se zadovoljimo i sa onom malo, što za sigurno opazismo na našem vječnom pratiocu i radujmo se od punoga srca, što znamo, da su možda i u ovom času mnogi astronomi svoje durbine na Mjesec uprili, tražeći, da s njega skinu još premnoge tajne, koje ga poput lake koprene duševnomu našem oku skrivaju.

Bilo im nastojanje sretno, kad nam već nije sudjeno, da ih pri tom pratimo i pomažemo!

3. M e r k u r. ☿

Merkur prema Suncu. — Miene Merkurove. — Dani i godine Merkurove. — Vrtnja Merkurova oko osi. — Obret Schiapparelljev. — Prilike života na Merкуру. — Intramerkurijalni planet.

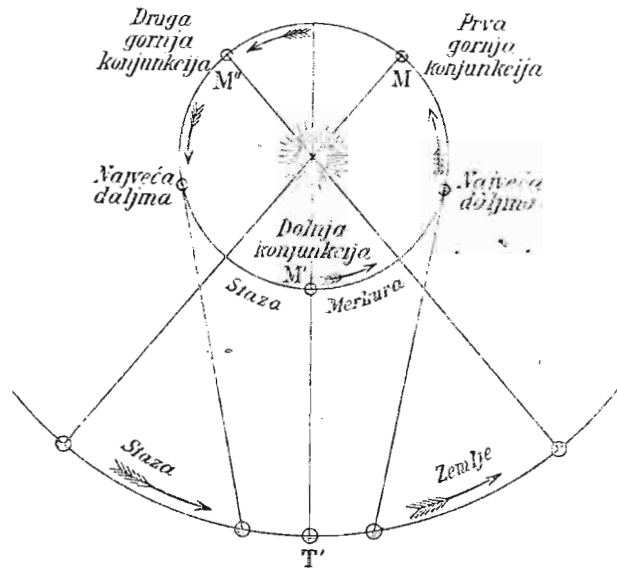
Kad je nebo čisto, osobito ako blizu horizonta nije zrak prepun vodenih para, vidjet će redovni motritelj neba gdjekada na večer, odmah iza zapada Sunca, zvijezdu živoga svjetla tamo blizu zapad-

noga horizonta. Svaku će bližnju večer biti nešto viša nad horizontom, ali nikada se ne će dići nad horizont više nego za šesti dio polukruga. Nije dakle čudo, ako kraj sveg svog sjaja lako umakne oku. Ta je zvijezda planet Merkur. Vele za Kopernika, da ga nije nikada vidio prostim okom. Nastaviš li svake večeri motriti Merkura, lasno ćeš opaziti, kako se sve više primiće Suncu od dana na dan, pa će ga naskoro sasma nestati u žarkim zrakama njegovim: Merkur zalazi u isto doba, kad i Sunce. Nu nekoliko dana kasnije, ustaneš li u zoru prije nego izađe Sunce, opazit ćeš istu sjajnu zvijezdu, gdje izlazi nešto prije Sunca na iztočnom nebu. Od dana na dan joj raste daljina od Sunca — sve ranije izlazi pred Suncem — i najveća će daljina od Sunca biti baš tolika na iztoku, kolika joj je bila prije na zapadu. Opet će se primicati Suncu, opet će utonuti u njegovim sjajnim zrakama, da iznova počne kao prije svoj kratki prividni put na zapad od Sunca. Kao nekakvo njihalo njiše se na jednu i na drugu stran Sunca, ali se nikada od njega ne odmakne daleko! Stari mišljahu zaista neko vrijeme, da su to dvie različite zvijezde: prevarila ih je pojava zvijezde jednom na zapadu, a drugda na iztoku od Sunca. Imala je za to i dva imena: Apollon — bog dana i svjetla, Merkur — bog tatova. Nu za čudo su opazili i stari, da kad nestane na nebu Apollona, odmah se javi Merkur i obratno; obadva se nigda ne vide na nebu u isti mah.

Za nas, koji poznajemo pravu istinu o gibanju planeta oko Sunca, nije teško pojmiti ovo njihanje Merkura na zapadnu i iztočnu stranu Sunca. Posljedica je to njegovoga i našega gibanja oko Sunca, kako će nam pokazati odmah priložena sličica. Ustavimo se za čas pri ovom zanimljivom pojavu: kod Venere će nam se opet pokazati. Merkur su i Venus naime „unutrašnji planeti“ spram Zemlje, a to će reći: njihove su daljine od Sunca manje od zemaljske, njihove su, gotovo kružne staze, unutar staze zemaljske.

Promatrajmo sada sličicu (sl. 108.). Na njoj je mala kružnica podpuna staza Merkura *M* oko Sunca. U istom smjeru, ali na kružnici sa mnogo većim polumjerom leti oko Sunca i Zemlja *T*, a od njezine staze nacrtan je tek mali dio. Kad je Merkur na mjestu *M* svoje staze, on je baš na protivnoj strani Sunca spram Zemlje, koja je onda na skrajnjem mjestu na lijevoj strani. Vele astronomi: Merkur je u gornjoj konjunkciji sa Suncem. U tom ga času oko sa Zemlje ne vidi: on je skriven u zrakama Sunca. Polazeći sa točke *M* Merkur se giba dalje oko Sunca, kako pokazuje

strjelica i priedje na istočnu stranu od Sunca; izadje po tom iz njegovih zraka i mi ga vidimo sve ranije, kako se Zemlja na svojoj stazi pomiče prama T' . Doći će tako i do najveće daljine od Sunca (vidi sliku) za nas sa Zemlje, približavat će se ponovno Suncu, leteći po onom dielu svoje kružnice, koji je našoj stazi najbliži. Kad je Merkur došao u točku M , stigla je Zemlja u T' i Merkura je za naše oko po drugi put nestalo; utonuo je ponovno u zrakama Sunca i astronom bi rekao: Merkur je u donjoj konjunktiji. Idući dalje istim smjerom, pojavit će se nama sada na zapadu od Sunca; doći će opet u najveću daljinu od Sunca na zapadnoj nje-

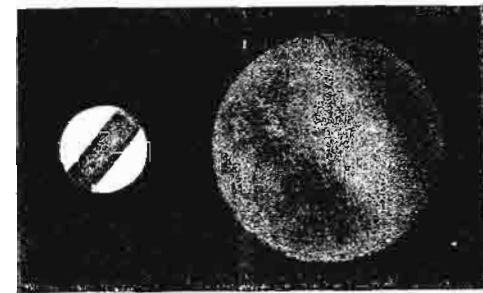


Sl. 108. Tumačenje prividnog gibanja Merkurovog.

govoj strani. Kad stigne na svom putu oko Sunca do točke M'' , bit će naša Zemlja u skrajnjoj desnoj točki (T'') i Merkura je ponovno nestalo za nas u zrakama Sunca: on je u svojoj drugoj gornjoj konjunktiji, rekli bi astronomi. Da je međutim bila Zemlja na miru, obje bi točke M i M'' pale u jednu te istu točku i vrijeme od jedne do druge gornje konjunktije bilo bi točno jednako trajanju jednoga potpunoga obhoda oko Sunca, t. j. 88 dana. Ovakvo je pak Merkur od jedne do druge gornje konjunktije opisao podpunu svoju stazu i površ toga još luk MM'' (od prilike 116°),

zato je i vrijeme od jedne gornje konjunktije do druge, ne 88 dana, nego poprieko 116 dana. Prema tomu i govore astronomi o dvojakom obhodnom vremenu planeta. Vrijeme, što ga planet treba, dok jednoć obidje oko Sunca na svojoj stazi, zovu sideričnim obhodom planeta (u našem primjeru vrijeme, što ga Merkur treba od točke M preko M'' i M' opet do $M = 88$ dana); a vrijeme, što ga planet treba, dok opet dodje u konjunktiju sa Suncem (u našem primjeru vrijeme za put od M preko M'' i M' i M do $M'' = 116$ dana), zovu oni sinodičkim obhodom planeta.

Planet je Merkur od svih članova obitelji sunčane Suncu najbliži: daljina mu je srednja $7\frac{2}{3}$ milijuna geogr. milja ili $57\frac{1}{2}$ milijuna kilometara. Prema tomu proleti Merkur za 88 dana elipsu dugu 356 milijuna kilometara, a to će reći u sekundi nekih 47 ki-



Sl. 109. Merkur i zemlja; izporedjene veličine.

lometara! Dok nabrojiš ništa — jedan, odletio je Merkur u svemiru dalje 47 kilometara. To je i najveća brzina u obitelji našega Sunca, nu da ne bude toga, Sunce bi ga već davno bilo progutalo! Polumjer je Merkurove kruglje 323 milje ili 2408 kilometara; spram Zemlje, za koju znamo, da joj je polumjer 6378 kilometara, Merkur je dakle dosta malen sviet; sličica 109. prikazuje omjer njihovih veličina; iz zemaljske bi kruglje mogao načiniti 19 Merkurovih! Staza mu je dosta dugoljasta, jer je najveća daljina od Sunca (afel) jednaka $9\cdot3$ milijuna milja, a najmanja samo $6\cdot2$ milijuna milja. Već slika 110 pokazuje, da mu je daljina od Zemlje veoma raznolika: može joj se primaknuti na $10\frac{1}{2}$ milijuna milja, kad je između nje i Sunca; na protivnoj se strani može od Zemlje odmaknuti do 29 milijuna milja.

A što da rečemo o životu u takim prilikama? Na polovici planeta, koja ima vječni dan, već mora davno, da je sve izgorjelo: tamo je vruća i pusta Sahara. Druga tamna polovica dobiva s prve strane neprestano tople i blage vjetrove strujanjem zraka, tamo mora da je blaga, ugodna i topla ljetna noć — ali žalibože vječna!

Tek večernja i jutarnja rumen razblažuje nešto ovu vječnu tminu svojim blagim svjetlom, kao u nas za kratkih ljetnih noći.

I ondje se uzdižu nebrojene zvijezde polako na istočnom horizontu, i kruže po nebeskom svodu Merkurovu prema zapadnom mu nebu: stajačice u istom od prilike sjaju kao i u nas, nu Venus i Zemlja kao dvie najsajnije zvijezde Merkurova neba takovim sjajem, da im premca na našem nebu ne poznajemo. Čudnog li života na tom planetu!

* * *

Je li između Merkura i Sunca još koji planet, Suncu još bliži? Vidjet će ga biti teško, jer će se još kud i kamo manje odmicati od Sunca, nego Merkur, a i ovoga je već teško vidjeti, jer su mu preblizu žarki traci Sunca.

Nu slavni francuzki astronom Leverrier, koji će nas poslije još jednoć u velike zabaviti, opazio je, da staza Merkurova nije posvema onakova, kako bi morala biti prema računima po Newtonovu zakonu. Pokazuju mu se u stazi neke sitne nepravilnosti ili perturbacije, koje se nikako ne dađu tim protumačiti, što Merkur dolazi u blizinu poznatih planeta Venere i Zemlje, nego bi se mogle protumačiti tim, da je između njega i Sunca još jedan nepoznati planet (intramerkurijalni planet), koji nešto utječe svojim privlačenjem na Merkurovu stazu. Stadoše mu računati po tom i stazu, kako bi ga možda lakše opazili ili za vrijeme totalnih pomrčina Sunca, ili kad prolazi kao crna piknjica izpred Sunca.

I zbilja vidješe Lescarbault g. 1859. a Loomis g. 1862. takovu crnu okruglu piknjicu, gdje prolazi pred Suncem, misleći da prolazi možda taj nepoznati planet — Vulkan mu nadjenuše ime — izpred Sunca. Kad je napokon 29. srpnja g. 1878., za totalne pomrčine Sunca u Americi, Watson u Ann Arboru kraj Sunca zaista vidio u času totaliteta zvijezdu 4. reda, koja se po njegovu sudu nije podudarala s nijednom poznatom stajačicom u onom kraju. mislili su astronomi, da su našli već davno traženog Vulkanu. Nu kratko bijaše veselje! Peters je u Clintonu naskoro pokazao, da je

Watson u hitnji jamačno zamienio novu tobože zvijezdu s poznatom stajačicom, a Oppolzer je u Beču pokazao, da se opaženo mjesto nipošto ne podudara sa proračunanom stazom Vulkanu! Po njegovu bi računu nasuprot morao Vulkan dne 19. ožujka g. 1879 proći izpred Sunca. Mnogi su astronomi taj dan naperili svoje durbine na Sunce, ali ne vidješe ništa sumnjiva, pa je i Oppolzer sam kasnije napustio misao, da postoji taj ili koji drugi „intramerkurijalni“ planet. Izpred Sunca doduše prolaze gdjekada crne točke, ali to će jamačno biti tjelesa poput kometa ili kriesnica, koja tek jedan put prodju izpred Sunca. Perturbacije u stazi Merkura postoje međjutim ipak, pak će biti zadaća bližnjih decenija, da ih posvema protumači. Kako danas stvari stoje, moramo misliti, da Vulkanu nema, nego da je možda između Merkura i Sunca cio roj malih planetića, poput asteroida između Marta i Jupitera.

4. Venus (Venera, Danica, Večernjica). ♀

Venera i zemlja. — Pjege na Veneri. — Njezina atmosfera. — Vrti se oko osi. Schiapparellijev obret. — Klimatičke prilike na Veneri.

Tko ne poznaje sjajnu zvijezdu, što se uvijek pokazuje u pratnji Sunca ili kao Večernjica iza zapada Sunca, ili kao sjajna Danica prije izhoda Sunca? Tko ne poznaje u Hrvata stihove, kojima Danicu u Gundulićevoj krasnoj Dubravi pred zoru pozdravljaju seljaci?

I ona je kao i Merkur čas na istočnoj strani Sunca (Večernjica), čas na zapadnoj (Danica), samo se od Sunca mnogo dalje odmiče, pa nam zato svojim velikim sjajem ukrasuje kao ni jedna druga zvijezda večernje i jutarnje nebo. Venus ili Venera joj je ime astronomičko, koje već označuje njezinu osobitu ljepotu među družicama. Zna se odmaknuti od Sunca najviše za 48 stupanja, pa ju s toga nikada ne možeš naći na nebu oko ponoći. Tako je sjajna, da su ju u zgodnim prilikama vidjeli prostim okom i po bielom danu, a tjelesa, njom obasjana, bacaju sjenu!

Leti oko Sunca u srednjoj daljini od $14\frac{1}{2}$ milijuna milja ili 108 milijuna kilometara u elipsi, koja je gotovo podpuna kružnica. Spram Zemlje, kojoj je srednja daljina 20 milijuna milja ili 149 milijuna kilometara, i Venus je dakle unutrašnji planet. Svoju stazu jednom proleti za $224\frac{2}{3}$ naših dana. Od Zemlje joj je daljina veoma različita: najveća (izporedi sliku 50. na str. 149.) jest $20 + 15 = 35$ milijuna milja, a najmanja $20 - 15 = 5$ milijuna milja. Prema

Kad ga gledaš kroz dalekozor, vidiš na njemu miene kao na našem Mjesecu. Obilazeći oko Sunca, obraća k nama kadkada svoju razsvjetljenu, a kadkada svoju tamnu stranu. Nu ujedno on mjenja svoju prividnu veličinu: kad mu je srp najuži, onda je i najveći, a kad vidimo cijelu ploču njegovu, najmanja je. Pogled na našu sliku 108. kazuje nam uzrok toga pojava.

Gdjekada prolazi Merkur izpred Sunca kao mala crna točka, ali se ne vidi prostim okom. Za astronoma su ti prolazi Merkura (13 ih dolazi na stoljeće) veoma važni pojavi, jer po njima određuju točno stazu Merkurovu. Zadnji je bio 10. studena g. 1894., a sljedeći pada već u 20. stoljeće na dan 4. studena g. 1901. Ima li Merkur kakovu atmosferu? On odrazuje k nama sunčano svjetlo. Ako to svjetlo na Merкуру ne prolazi kroz nikakove plinove, mora spektrum sunčanoga



Sl. 110. Miene Merkurove, kako se vide u zoru, prije izhoda Sunca.

svjetla, koje nam šalje Merkur, identičan biti sa spektrumom Sunca, kako ga vidimo na Zemlji. Doista pokazuje spektrum Merkura osim običnih tamnih crta njih još nekoliko, sličnih onima, koje vidiš u spektrumu sunčanog svjetla, kad ga šalješ kroz debele slojeve našega zraka. Po tim crtama sude, da je oko Merkura zaista dosta gusta, našoj zemaljskoj veoma slična atmosfera.

Kakova je Merкуру površina, o tom gotovo ništa ne znamo: veoma se riedko vide na njemu kakove svjetlije ili tamnije pjege posvema nejasno. Nije ni čudo, ako se potvrdi obret spektroskopa, da je oko njega gusta atmosfera, puna para, koje gutaju svjetlo, dakle i puna oblaka, koji ne dadu, da nam oko segne do površine Merkurove. Tek je Schröter god. 1800. mislio, da vidi na južnom rogu Merkurova srpa, kako je gdjekada posvema tup, i da se taj

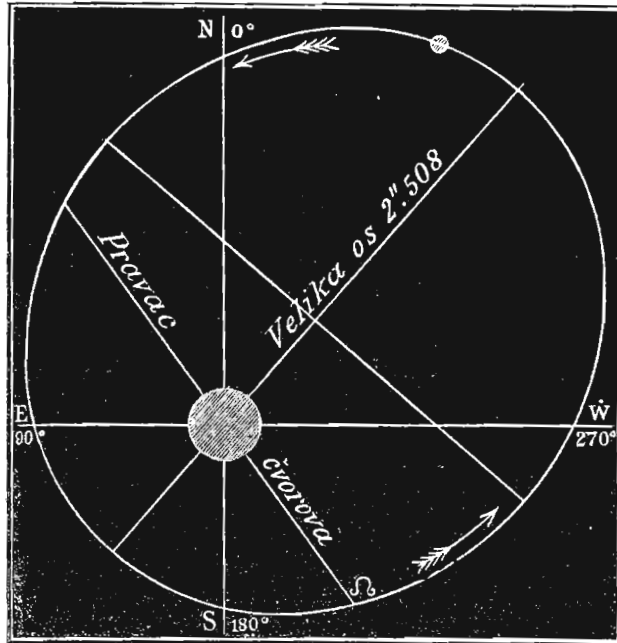
pojav redovito ponavlja. Mislio je, da je ondje visoka planina, koja baca sjenu na rog, pa ga zato vidimo otupljena. Po tom je Schröter zaključio, da se Merkur vrta oko svoje osi za 24 sata i $5\frac{1}{2}$ minuta. Nu u najnovije se je vrieme pokazalo, da se je Schröter prevario: slavni je Schiaparelli u Milanu našao, da se Merkur oko osi okrene jedan put u istom vremenu, u kojem obidje oko Sunca, dakle u 88 dana. I kod našeg smo Mjeseca našli sličan pojav. — Kolike li po tom razlike između Zemlje i Merkura u izmjeni dana i noći i godišnjih doba! U nas vrtnja oko osi traje tek 24 sata i u tom se roku izmieni dan i noć. Na Merкуру treba Sunce 22 naših dana, dok se popne od iztočnog horizonta do meridijana i isto toliko, dok se spusti do horizonta na zapadu. Nu jer se u istom vremenu giba i oko Sunca, okreće Merkur uvijek istu polovicu Suncu, kao i nama Mjesec. Četrdeset i četiri dana padaju zrake Sunca na jednu, a 44 dana na drugu polarnu zonu veoma koso. Preostali se dio planeta raspada u dvie polovice: na jednu padaju uvijek bez prestanka žarke zrake Sunca, a druga ne vidi nikada krasnog pojava izhoda i zalaza Sunca. Za tu polovicu Sunca ni nema na nebu! Vječna joj je noć tužna sudbina.

Pa i godišnja su doba posvema različita. Kakova su, to visi o kutu, što ga čini staza planeta sa njegovim ekvatorom i o trajanju njegovoga puta oko Sunca. Kolik je onaj kut, pravo se ne zna, nu čini se, da je 20° , dakle samo za 3° manji nego kod Zemlje (naklon ekliptike); godišnja se doba dakle izmjenjuju od prilike kao na Zemlji, ali su mnogo kraća, samo $\frac{3}{4}$ = 22 dana, t. j. nekih 3 tjedna, mjesto 3 mjeseca u nas!

Odkad astronomi znadu Newtonov zakon gravitacije, umiju posvema točno odrediti i gustoću svakoga planeta u našoj sunčanoj obitelji. Pa tako nadjoše i za Merkur, da je tvar njegova od prilike $4\frac{1}{2}$ tako gusta, kao voda, dok je zemaljska kruglja $5\frac{1}{2}$ gušća od vode. Po tom bismo smjeli možda zaključiti, da je raspored materije sličan onomu na Zemlji, da ima i tamo pod gustom atmosferom kopna i vode. Nu Sunce ondje mnogo žešće grije nego na Zemlji, jer je mnogo bliže Merкуру; tek bi jako gusta atmosfera i drugi raspored kopna i tekućine mogli ublažiti žestinu sunčanih zraka na površini Merkurovoj. Fizikalne su prilike ipak ondje sasna drugačije. Svjetlost je gotovo sedam puta jača, nego na Zemlji, jer oko s Merkura vidi sunčanu ploču 7 puta veću, nego mi sa Zemlje; mi tamo ne bismo mogli ni gledati!

Mars oko Sunca. I uspjeh je bio sjajan: staza Marsova i nije kružnica, nego krugu slična krivulja, koju u geometriji zovu elipsa, a Sunce nije u njezinu središtu, nego u jednom njezinom žarištu.

Tu je mjesto, da o toj krivulji upletemo par rieči. Načinit ćeš ju lako sam na daščici ovako: Zabij na dva mjesta daščice dva čavlića, pa sveži krajeve konca, koji je nešto duži od dvostruke daljine čavlića, prebaci taj konac preko njih i napni ga tim, da utakneš u konac šiljak olovke. Putuj sada sa olovkom okolo na

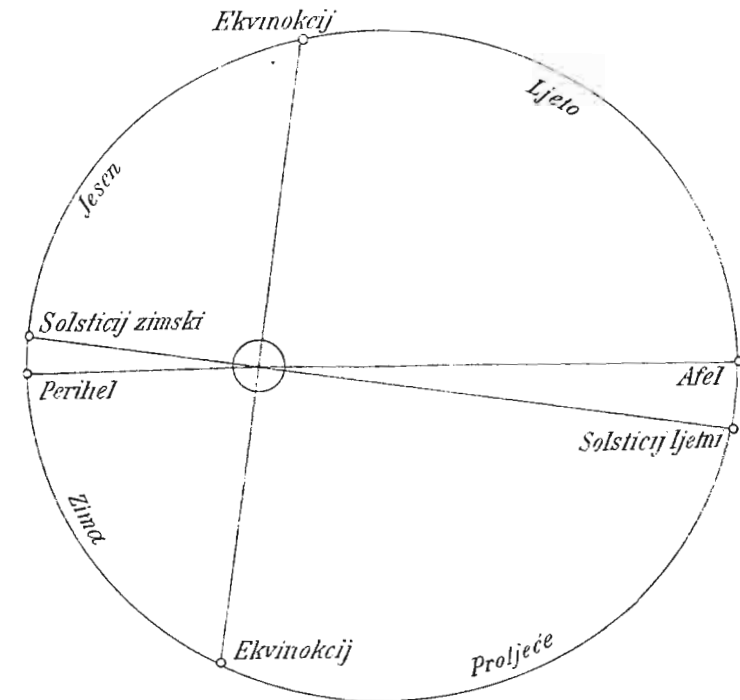


Sl. 76. Elipsa.

okolo, ali pri tom pazi, da ti konac ostane sveudilj napet, pa će olovka opisati krivulju nalik na kružnicu. To je elipsa (sl. 76.). One dvie točke, u kojima su čavlići bili, zovu se žarišta (focus) elipse, a pravac, koji od jednoga kraja elipse ide do drugoga kroz oba žarišta, zove se velika os elipse. U sredini između obiju žarišta je središte elipse, a u tom središtu okomiti pravac zove se mala os elipse. Svaki pravac napokon, koji potegneš od jedne točke elipse do kojega žarišta, zove se provodnica

(radius vector) elipse. Na našoj su slici potegnute: velika os, mala os i osam provodnica, koje sve idu k lievom žarištu.

Kepler je našao, da se Mars giba oko Sunca u ovakvoj krivulji, a ne u kružnici, kako je mislio još Kopernik; a Sunce nije u središtu, gdje se sieku obje osi elipse, nego u jednom od obiju žarišta, kako to pokazuje i naša slika (sl. 77.). Kad je malo za tim našao, da i staze svih drugih planeta kud i kamo bolje pristaju uz elipsu nego uz ekscentrični krug, nije više krsmao izreći svoj



Sl. 77. Put planeta oko Sunca.

prvi zakon: Svise planeti gibaju oko Sunca u elipsama, a u jednom je žarištu tih elipsa Sunce.

Budući da Sunce nije u središtu elipse nego izvan njega, kako pokazuje opet priložena slika (sl. 77.), očito je, da planet ne može da bude uvijek jednako dalek od Sunca. Kad je planet Suncu najbliži, kažemo da je u perihelu, a kad je najdalji od Sunca, velimo da je u afelu (od grčkih rieči: peri = kraj, blizo; apo

= od, i helios = sunce); a kad je na krajevima male osi elipse, onda ima planet srednju daljinu od Sunca. Razumijemo sada i to, da će Sunce, gledamo li ga na pr. sa naše Zemlje, izgledati veće, kad je Zemlja u perihelu, nego kada je u afelu. Nadjósimo jur prije za našu Zemlju srednju daljinu od Sunca 20 milijuna milja. U perihelu je naša Zemlja svake godine dne 1. siečnja, a u afelu pol godine kasnije dne 2. srpnja svake godine. Kad je u perihelu, bliža je Suncu za 666.666 milja, pa za to nam se čini sunčana ploča doista zimi nešto veća, nego ljeti.

Nu proročanskom upravo geniju Keplerovu lebdjelo je pred očima još jedno pitanje. Spoznaja, da planet Mars i Zemlja i svi ostali planeti lete oko Sunca u elipsama, probudila je u njemu tvrdo uvjerenje, da to Sunce mora da bude sielo nekakove nepoznate sile, koja ravna putove svih planeta oko njega. Ta mu se je jedinstvena sila očitovala u njegovom prvom zakonu tako jasno, da on o njezinoj eksistenciji nije ni najmanje dvojio, ma da nije bio kadar tu silu spoznati. On ju je svojom riedkom divinacijom osjećao i znao, da se ona mora pokazivati u tom, da po jednostavnim i jedinstvenim zakonima ravna putove Zemlje i svih ostalih planeta.

Od ovih se je Keplerovih zakona pred našim očima čas prije razvio prvi i najznamenitiji, da su staze svih planeta elipse. Izpitujuć pomno gibanje planeta Marsa, kako se nama pokazuje sa naše, kroz svemir leteće Zemlje, pa računajući onda, kako bi se to gibanje njegovo po nebeskom svodu pokazivalo našem oku, da nam je stajati na Suncu (heliocentrično gibanje), našao je gotovo uz put Kepler svoj drugi zakon.

Kako planet tečajem svoga puta oko Sunca mienja svoju daljinu od Sunca, mienja on i svoju brzinu, kojom leti oko Sunca. Nije dakle istina tisućljetna tyrdnja Ptolomejeva i njegovih predšastnika, da se sva nebeska tjelesa gibaju po nebu uvijek istom brzinom, dakle jednoliko, nego baš obratno: kad je Zemlja na pr. (vidi sliku 77.) Suncu najbliža, a to je dne 1. siečnja svake godine, onda i leti oko njega najbrže. Šest mjeseci kasnije, to je 2. srpnja, Zemlja je najdalja od Sunca (u afelu) i u tom se času najsporije giba oko Sunca. Kepler je zaista mjerio za Marsa plohe, što ih provodnica toga planeta u jednakim vremenima opisuje, na pr. za jedan mjesec dana, pak je našao, da se i tu očituje ona još uvijek tajna sila Sunca u veoma jednostav-

nom zakonu: Provodnice svakoga planeta opisuju u jednakim vremenima jednako velike plohe. (Drugi Keplerov zakon). Iz toga proizlazi, da se svaki planet u svom perihelu mora najbrže gibati oko Sunca, ali izlazi i to: i za koliko brže nego kad je u afelu. U prvom su slučaju naime provodnice kraće nego u drugom. Nu ako za mjesec dana opisana ploha treba da bude u oba slučaja posve jednaka, nije to inače moguće, nego da planet u onom prvom slučaju u istom vremenu proleti mnogo veći put, nego li u drugom, t. j. planet leti oko Sunca kad se primiče perihelu, sve brže i brže. Kad je u perihelu, brzina mu je najveća, a od sada, kako se odmiče na svojoj vječnoj stazi oko Sunca, brzina postaje sve manja i manja. Brzina se dakle planeta ravna posvema po njegovoj daljini od Sunca.

Ovaj vanredno jednostavni odnošaj, što postoji izmedju daljine planeta od Sunca i njegove brzine gibanja, morao je u proročanskom duhu Keplerovu još više učvrstiti uvjerenje, da jedna te ista, jedinstvena sila iz središta, a to je Sunce, mora da ravna istom energijom uzde svih planetarnih gibanja. A da je tomu doista tako, potvrdio mu je njegov treći i najviši zakon, koji je pred njegovim duhom tek stvorio harmoniju svemira u takovoj savršenosti, da je uzhitu svomu jedva znao dati granice.

Ostanimo za čas medjutim kod prvih dvaju zakona. Prekrasna bi bila posebna studija shlediti duh Keplerov, kako se je on izpitujuć gibanje Marsa na temelju mnogogodišnjih bilježaka Tycho-novih a i svojih, polako i postepeno dovinjavao svojim dvjema zakonima, i čovjek upravo uživa, čitajući i ponavljajući mišljenje ovoga velikoga genija. Nu toga ovdje ne smijemo učiniti, da ne zlorabimo odviše strpljivosti čitatelja. Spominjemo tek, da je to mišljenje trajalo od g. 1602. do g. 1609., pak je sjajne njegove rezultate a i način mišljenja svijetu predao Kepler u svom prvom i najvećem djelu: „Astronomia nova de motibus stellae Martis ex observationibus Tychonis Brahe“, koje je djelo g. 1609. izišlo u Pragu, a posvećeno caru Rudolfu II. U posveti veli mimo ino: „Astronomi su umjeli i toga boga rata svladati; ali izvrstni vojskovođa Tychon izpipao je u dvadesetgodišnjem noćnom straženju njegove ratne varke, a ja sam uz pomoć gibanja naše majke Zemlje obišao sva njegova krivudanja“.

Nu što je više rasla naučna slava Keplerova, to je teže bilo živjeti tomu riedkomu čovjeku. God. 1611. umre mu ljubimac sin Fridrik u 7. godini, a odmah istoga ljeta i žena. Carske su kase

bile prazne radi rata sa Matijom, siromah je Kepler morao pisati „nichtswürdige Kalender und Prognostica“, da može živjeti, i carski je matematik morao ponuditi svoju službu stališima gornje Austrije. Sa plaćom od 400 fl. preselio se je — g. 1612. — Kepler, kad je umro Rudolf II., koji ga je molio, da ostane do smrti kraj njega, u Line, gdje mu je bio glavni posao, da nauča matematiku u školi i revidira zemaljske mape. Pa on je i taj neugodni posao, poradi kojega se po cijeloj Austriji potučao od nemila do nedraga, radije obavljao, nego da se vrati na sveučilište u Tübingen kao slavni profesor, — uz uvjet, da pristane uz teologičke nazore tamošnjih protestantskih profesora, ma da je bio i sâm protestant. Još ga g. 1612. nazivlje poradi toga konsistorij: „Schwindelhirnlein“ i „Letzköpflin“!

Nu ni u ovim prilikama Kepler ne napušta misli, ući do dna u trag harmoniji svemira, nego na svaki način kuša, ne bi li iz svojih brojeva izčitao davno traženu harmoniju u obitelji bar našega Sunca. Mučilo ga je još pitanje, u kojim su daljinama naši svi planeti od Sunca, pa ne očituje li se i tu tajna sila Sunca u tom, da ona po jedinstvenom zakonu ravna i ove daljine. Tek g. 1618. došao je na sretnu misao, da brojeve, koji mu kazivahu velike osi pojedinih planetarnih elipsa, dva put, tri put i četiri puta same sobom pomnoži (matematik bi rekao: uzdigne na drugu, treću i četvrtu potenciju), pak da to isto uradi i sa vremenima, što ih trebaju planeti, dok jedan put obidju oko Sunca, dakle sa obhodnim vremenima svih njemu poznatih planeta, koja su mu iz njegovih motrenja na nebu jur točno bila poznata. I gle velikoga čuda: Kad god bi Kepler veliku os elipse ma kojega planeta tri puta samu sobom pomnožio (t. j. uzdignuo na kubus), a njegovo obhodno vrijeme dva puta samo sobom pomnožio (t. j. uzdignuo na kvadrat), pa napokon prvi broj podielio sa drugim, dobio bi uvijek, ma koji planet on odabrao, točno jedan te isti broj.

Najbolje će to pokazati ova mala tablica, kakovu je i Kepler upotrebio kod svojih računa. U prvom je stupcu ime planeta, a uza nj pod znakom r broj, koji nam kazuje srednju daljinu dotičnoga planeta od Sunca, ako uzmemo za jedinicu daljinu Zemlje od Sunca. U trećem su stupcu pod znakom u zabilježena obhodna vremena tih svih planeta točno na stotninu jednoga dana

	r	u
Merkur	0.3871	87.97 dana
Venus	0.7233	224.70 „
Zemlja	1.0000	365.26 „
Mars	1.5237	686.98 „
Jupiter	5.2028	4.332.58 „
Saturn	9.5389	10.759.22 „

Iz ove tablice, koju si je već Kepler sastavio, čitaš ponajprije, kojim redom poznati planeti kolaju oko Sunca: najbliži je Suncu Merkur, a najdalji je od njega Saturn. Razbiraš i to, koliko je puta koji planet Suncu bliži ili od njega dalji nego li naša Zemlja. Na pr. za Merkura čitaš s mjesta, da je njegova daljina od Sunca tek trećina naše daljine od Sunca, a za Jupitera čitaš, da je on 5 puta dalji od Sunca, nego mi.

Nu potruđiš li se sada još, pa za ma koji planet, na pr. Merkur, njegov r uzdigneš na kubus, t. j. izračunaš $0.3871 \times 0.3871 \times 0.3871$, pa onda njegov u uzdigneš na kvadrat, t. j. izračunaš 87.97×87.97 , i napokon onaj prvi broj podieliš sa drugim, dobit ćeš kod svih planeta isti veoma maleni broj, koji je pisan kao obični razlomak $= \frac{1}{1334666}$. Ovim svojim otkrićem okrunio je Kepler harmoniju svemira. U njem je treći zakon Keplerov, koji astronomi običavaju ovako kazati: Kubusi se velikih osi u planetnim elipsama odnose kao kvadrati njihovih obhodnih vremena.

Našavši ovaj zaista divni zakon, koji u jedno spaja sve do tada poznate planete, koji pripadaju k obitelji našega Sunca, postavio je Kepler krunu veličanstvenoj zgradi svemira, koja se našem duševnomu oku sada prikazuje kao cjelina, sagradjena po jedinstvenom planu, ali u stilu, koji svojim veličanstvom i svojom jednostavnošću nadilazi sve, što je do sada sagradila ili priroda ili ruka čovjeka. Neka odmah nadje ovdje mjesta i ova opazka. Gdjegod smo do danas umjeli u najdaljim dubljinama svemira dosta točno izpitivati gibanja ma kojih nebeskih tjelesa, pokoravahu se bez ijedne iznimke ovim trima Keplerovim zakonima!

Kakova je to tajinstvena sila, što po tako jednostavnim zakonima ravna ne samo planete našega Sunca, nego i u najvećim dubinama svemira gibanja i drugih sunaca?

To je pitanje lebdjelo pred duhom Keplerovim cieli njegov život

— al odgovora nije ni ovaj sjajni genij ljudskoga roda mogao naći. Učinio je to tek 50 godina kasnije Isaac Newton.

O uzhitu, što ga je ovaj treći zakon u samom Kepleru probudio, svjedoči cijelo njegovo posebno djelo, u kojem ga je saobćio svietu; naslov mu je: „*Harmonices mundi*“ (Harmonija svieta) a izišlo je g. 1619. u Linzu. On tu kaže na jednom mjestu: „Nakon dugog uzaludnog napora razsvietlilo me napokon svjetlo najdivnije spoznaje. Evo vam rezultata mojih studija. Hoće li moje djelo čitati suvremenici ili poznije generacije, to je meni svejedno. Nakon stotine će godina naći svoje čitatelje.“

I zaista je treći Keplerov zakon najljepši cviet u sjajnom njegovom naučnom radu. On je tekovina tako originalna i tako nova, da o njoj prije Keplera nije imao nitko ni pojma, ali je i najveći dokaz upravo divinatornog duha toga čovjeka, koji se je očitovao i u drugim prilikama, na primjer kad je prerekao, da Mars mora da ima dva Mjeseca, što je tek g. 1877. zaista potvrđeno obretom dvaju Mjeseca Marsovih. — Na vrhuncu naučnoga užitka stigla je Keplera opet velika žalost. Majku mu proglasili u Würtembergu vješticom, povelu poznatu parnicu proti njoj i radilo se o tom, da ju spale. G. 1620. pohiti Kepler u Würtemberg, da joj pomogne. Godinu je dana izgubio, ali i postigao, da su parnicu revidirali i majku konačno proglasili nekrivom. „To bijaše čin, koji se ne smije manje cijeniti, nego naučni rezultati, za koje smo mu zahvalni.“ Vrativši se u Linz, radio je na trećem svom glavnom djelu: „*Tabulae Rudolphinae*“, ali su ga opet i tu čekala žalostna vremena, skopčana sa tridesetgodišnjim ratom, koji je izpraznio carske kase. i sa proganjanjem protestantâ u Austriji. Godine je 1626. preselio svoju obitelj, da bude sigurnija, u Regensburg, a g. 1627. i sam se je preselio u Ulm, gdje je izdao svoje djelo. Sada je kanio napisati novi „*almagest*“, nu za to je trebao mira i život bez materijalnih briga. Dugo je urgirao dvorski ured, da mu izplati zaostatke njegove plaće, koji su tečajem godina narasli na 12.000 for. i napokon ga radi toga i radi buduće plaće uputiše na Wallensteina, kojemu je pošao u Sagan; ali tamo nije našao ni nuždnog mira ni traženih novaca i za to podje g. 1630. glavom na državni sabor u Regensburg, da tamo pred sakupljenim saborom ište svoje. Nu već 15. novembra god. 1630. umre u Regensburgu od jake groznice, koju si je na putu napornim jahanjem pribavio, u 59. godini svoga života. Što bi ovaj genijalni duh još bio uradio, da je imao život

bez briga, bi li možda bio postao Newton — toga ne možemo znati. Nu i ono, što je zaista uradio za svoju nauku, dosta je veličajno, da mu osigura za vječna vremena zahvalnu uspomenu u cijelom ljudskom rodu. Svake je hvale vredno, što su kasnije generacije ovakovog čovjeka i izvanjim načinom častile, da ga u neku ruku poznim pokolenjima metnu pred oči kao uzor. Tako mu je g. 1808. primas Dalberg u Regensburgu postavio spomenik, a u proslavu trećeg jubileja njegovog rođenja postavljen mu je u rodnom mjestu „*Weil die Stadt*“ mjedeni kip od Krelinga. Kepler sjedi i baca oko na nebo; jednu ruku upire o globus, a u drugoj drži šestilo. da mjeri staze zviezda.



V.

Galilei i Newton.

Aristotelova nauka o gibanju. — Galileo Galilei protiv Aristotela. — Život Galileia. — Njegova nauka o padanju tjelesa. — Princip uztrajnosti. — Borba Galileieva sa inkvizicijom. — Njegova osuda i zadnje godine života. — Newton. — Uzrok gibanju planeta oko Sunca. — Sila gravitacija. — Newtonov zakon gravitacije. — Gravitacija drži obitelj Sunca.

Sjajni um Keplerov izpripovjedio je ljudima pravu istinu o gibanjima planeta po nebeskom svodu: kao neko središte u toj obitelji stoji ogromna sunčana kruglja, a oko nje lete užasnim brzinama u elipsama sitne spram Sunca loptice — planeti — vrteći se ujedno kao zvreći oko svojih osi. Proročanski duh Keplerov slutio je i to, da iz Sunca mora da izlazi nekakova zajednička sila, koja djeluje na sve planete i vlada svietom. On ju je slutio, ali njegov um je ipak nije mogao da dohvati. Morao je najprije doći Galileo Galilei, koji je prevrnuo sve učenje Aristotelovo o gibanjima na Zemlji i na nebu, koji je otkrio ljudima pravu istinu o zemaljskim gibanjima, napose o padanju tjelesa.

I mi, koji smo rad znati, zašto li planeti lete oko Sunca onako, kako je našao Kepler, što ih drži na uzici, da kao olovne krugljice, privezane na koneu, lete oko Sunca, treba da se časak ustavimo

kod Galileia i njegove nauke o gibanjima na Zemlji i da popratimo životne događaje ovoga veleuma u eksaktnoj prirodnoj nauci, koji je bio Kepleru i veliki prijatelj.

Dne 7. prosinca 1892. proslavilo je sveučilište u Padovi uz sudjelovanje naučnjaka svih naroda svečanost, namijenjenu uspomeni muža, čije ime nigda neće utrnuti, dok bude ljudski rod visoko cijenio slobodu mišljenja i naučnoga izpitivanja. Toga se je dana navršilo 300 godina, što je Galilei na tom starodavnom i slavnom sveučilištu počeo naučati — čas, koji je znamenit za cijeli naobraženi svijet, jer u to doba njegova rada postali su temelji za njegov reformatorski rad na polju prirodne filozofije. Pojava ovoga silnoga čovjeka znači novu eru u prirodnoj nauci u obće, a osobito u astronomiji i fizici. Rodio se Galilei g. 1564. u Pisi. Otac ga je izučio muziku i slikanje tako, da je bio jedan od prvih majstora svoga vremena u jednoj i u drugoj umjeći. Za život mu je namienio izprva trgovački stališ, nu opazivši njegovu vještinu u klasičkim jezicima i gradjenju kojekakvih strojeva, pošalje dječaka od 17 godina g. 1581. na sveučilište u Pisi, da uči ondje medicinu. Tu je naučio i peripatetičku filozofiju do dna, da ju kasnije oštrim oružjem svoga uma do smrti svoje pobija i ruši. Tu je mladić od 18 godina u stolnoj erkvi u Pisi našao prvi zakon prirodni, koji je bio u opreci sa tadanjom naukom Aristotelovom, a ova je bila svetinja kao i Ptolomejev sustav. „*Quaestiones mechanicæ*“ (mehanička pitanja) zvala se je Aristotelova knjiga, u kojoj je bilo sve znanje o gibanju složeno, što ga je naučao Aristotel, a viekovi iza njega sve do Galileia vjerovali. Mimo ino učio Aristotel i to, da tielo pada to brže k zemlji, što je teže: tri put teže tielo pada tri puta brže. Mladi je Galilei slučajno motrio njihanje velikih sviećnjaka (lustara) u stolnoj erkvi, kojih je bilo mnogo i većih i manjih. Pa gle! I veliki i mali sviećnjaci svršavali su svoje polagane njihaje u istom vremenu, čim su visjeli na lancima jednako dugačkim. I njegov je genij s mjesta po tom zaključio, da teška i laka tjelesa jednako brzo padaju, jer i njihanje ovo nije bilo ništa drugo, nego polagano padanje k zemlji.

To je bio povod, da je Galilei stao u obće dvojiti o nauci Aristotelovoj, pak je pokusima i logičkim zaključcima stao izpitivati zemaljska gibanja u obće i to ga je njegovo nastojanje učinilo pravim utemeljiteljem današnje nauke o gibanju ili mehanike.

○ najobičnije gibanje zemaljsko, o padanje tjelesa k Zemlji,

najprije je njegovo oko zapelo. Ali nije znao još ništa matematike. U Pisi ga Ostilio Ricci prvi učio Euklidovu matematiku, i mladić od uzhita pustio medicinu uz jedva izprošenu privolu očevu. Siromah se vratio kući u Firencu s nestašice novaca i tamo svom energijom studirao stare geometre. Taj mu studij donio priznanje kneza Ubalda i kardinala Maria del Monte, i ovi mu pribaviše u Pisi već god. 1589. profesuru matematike, gdje je nasliedio svog učitelja. Sad počinje njegova gigantična borba protiv Aristotelovih principija prirodne filozofije, koja je bila sve umove onoga vremena obujmila snagom, koje danas gotovo ne razumijemo. Nije ovdje mjesto, ma koliko bilo zanimljivo, da pratimo ovu borbu, u kojoj je Galilei, po naravi svojoj sklon pravdanju, bio veoma neobziran spram protivnika, osobito peripatetika. Ovdje tek iztičemo, što nas zanima. Galilei je prvi spoznao i jasno rekao istinu, da se prirodno tielo, koje se nalazi u stanju mira, nikako ne može samo od sebe da počne gibati. Ne bude li na nj djelovala kakova sila, ostat će uvijek na miru i na svom mjestu. To je doduše bilo svima poznato i prije njega, ali konsekvencija ovoga uztrajanja prirodnog tiela u svom stanju za slučaj gibanja, ta nije bila poznata Aristotelu. Galilei je tek rekao, ako je kakova sila premetnula koje prirodno tielo u stanje gibanja, mora tielo u tom stanju uztrajati, a to će reći: tielo se mora do vieka u istom pravcu i sa istom brzinom dalje gibati. Samo po sebi ne može nikako da skrene sa svoga upravnoga puta ni na koju stranu, a ne može ni najmanje da promieni svoju brzinu ikada: uvijek jednoliko leti tielo pravcem u bezkonačni svemir — dok ne počne na nj djelovati izvana kakova sila, koja će ga svrnuti s njegove upravne staze na drugu, koja će mu brzinu ili povećavati ili umanjivati. Ovaj zakon, koji se u fizici zove „princip uztrajnosti materije“, spoznao je jasno tek Galilei i tim opet došao u protivurječje s Aristotelom. Galilei je učio: ako vidim, da tielo, koje leti pravcem, na pr. kruglja na kugljani, sve sporije ide, pa napokon i stane, znak je, da na tu kruglju djeluju nekakove sile, koje ju neprestano ustavljaju, a to su trenje i odpor zraka u ovom primjeru. Da njih nema, kruglja bi, jednoć bačena, morala uvijek dalje letjeti istim pravcem i istom brzinom. Aristotel pak uči, da kruglja ima u sebi nekakovu silu, koja po malo u njoj utrne, možda iz nje polako izlazi kao toplina iz tiela, koje je u hladnom prostoru. Jedino je gibanje u kružnici po Aristotelu savršeno i nepromjenljivo. Konflikt je bio gotov. Po Galileiu za jednoliko gi-

banje u pravcu ne treba nikakove sile, a po Aristotelu takovoga gibanja nema bez neprestanog utjecanja sile. Gledamo li danas, gdje se koje tielo giba pravcem i uvijek istom brzinom, zaključujemo, da je doista na nj jednoć djelovala sila, koja je uzrok tomu gibanju tiela, ali dok tielo u svom gibanju uztraje, dotle na nj ne djeluje nikakova sila, tielo uztraje u svom gibanju radi nemoći da svoje stanje samo promieni t. j. radi uztrajnosti materije. Ova je istina jedan od temelja današnje mehanike.

Obratno kada god vidimo, da se kojemu tielu brzina gibanja mienja, ili da tielo sa svoga pravca skreće u drugu stazu, zaključujemo, da na tielo djeluje nekakova postojana sila, koja te promjene izvodi.

Takovo je gibanje padanje tjelesa na Zemlji, na koje je mladi Galilei najprije bacio oko i stao o njemu razmišljati. Svagdje na Zemlji tielo, na pr. jabuka, pada okomito k površini Zemlje, ako nije poduprto. U prvoj sekundi pane 5 m., u drugoj 15 m. i t. d., u svakoj sljedećoj sekundi po 10 m. više. Budući da je Zemlja kruglja, svi se ovi smjerovi padanja stječu u središtu Zemlje, dakle je u središtu Zemlje sielo nekakove sile, koja privlači sva tjelesa k tomu središtu neodoljivom snagom. Ta je privlačiva sila u ovom slučaju sila teža i neumrla je zasluga Galileieva, da je on prvi padanje tjelesa raztumačio ovim najprirodnijim načinom. Sama bi po sebi jabuka, ako je u stanju gibanja, morala sasma jednoliko padati k Zemlji. Nu sila joj teža daje u svakom momentu novi prirast brzine, koji se k brzini predjašnjega sumira i zato brzina padanja raste od sekunde do sekunde, pa jer je ta sila teža postojana, i brzina mora da raste postojano (u svakoj sekundi za 10 m.).

Kako iz jedne svietle točke žarke zrake svjetla izlaze na sve strane prostora pa ga razsvjetljuju, tako iz središta Zemlje izlaze i nevidljive zrake sile teže, pa privlače sve, što je na Zemlji i oko nje, neodoljivom snagom k središtu Zemlje, kao što i pol magneta privlači nevidljivom svojom silom k sebi željezo.

Ovom je spoznajom u svezi sa prije iztaknutim principom uztrajnosti mladi Galilei udario u Padovi temelje modernoj mehanici. Držao je ondje predavanja o gnomonici, mehanici, sferičnoj astronomiji i umjeći utvrđivanja pred tolikom publikom, da ni najveće dvorane u Padovi nisu mogle da prime toliki sviet — događaj, kojemu do tada nije bilo premca, jer su ljudi prije Galileia matematična predavanja tako slabo polazili, da se je državama jedva

izplatilo držati profesuru matematike. Rezultate svoga izpitivanja o padanju tjelesa izdao je Galilei mnogo kasnije, tek god. 1638. u obliku razgovora njegovih pokojnih prijatelja Salvatija i Sagreda sa jednim zastupnikom Aristotelova smjera Simpliciusom. Ovi njegovi: „Discorsi e dimostrazioni mathematiche intorno a due nuove scienze attenenti alla mecanica“ jesu temelj današnjega našega znanja o gibanju tjelesa na Zemlji.

Kad je god. 1598. izteklo vrieme Galileievoj profesuri u Padovi, senat ju je opet produžio na 6 godina i onda dalje do 1609. povisujuć mu svaki put plaću. God. 1609. sastavio je prvi teleskop i poslao ga senatu republike Mletačke sa spisom, u kojem razlaže njegovu vrednost za nautiku i astronomiju. Senat se požurio, da mu potrostrući plaću i profesuru pretvori u doživotnu. Sada je počela perioda u Galileijevu radu, u kojoj je slavio najveće triumfe. Navrnvši svoj dalekozor još g. 1609. na nebo, gledao je stvari, koje još nikada nije gledalo oko smrtnika. „Nuncius sidereus“ ili „Glasnik sa zvijezda“ javio je svietu epohalne obrete njegove sa prvim dalekozorom i u jedan mah pronio mu se glas cielim nabraženim svietom. Neizmjernu je senzaciju pobudila ova knjžica, a bilo je to i naravno; jer, ako je sve istina, što je u njoj Galilei pripoviedao, uzdrmana je zgrada stare filozofije u svojim temeljima, a nije bilo nađe, da će se razklamani zidovi dati poduprieti novim uporima!

Mjesec peripatetika bio je sjajna, kao zrealo gladka ploča, a Galilei ga opisuje u toj knjžici kao sviet poput našega, pun visokih bregova i dubokih dolina. Kumovsku slamu, do tada maglu, proglašuje on vojskom stajačica; u plejadama vidio je on 40 zvijezda. Najvažniji obret su mu 4 mjeseca Jupiterova, jer je tim „ad oculos (bjelodano)“ dokazao, da se središte jednoga gibanja može i samo gibati, čega do tada nisu mogli nikako razumjeti. U tom je obretu našao Galilei prvu potvrdu Kopernikova sustava.

Na nesreću svoju otišao je Galilei godine 1610. po savjetu Cosima II. iz Padove, gdje je sasma slobodno predavao pod zaštitom Mletačke republike, u Fiorencu kao prvi dvorski matematik, gdje nije više morao ni predavati, a sve ga nosilo na rukama. Ova mu je odluka doniela svu kasniju nesreću u životu. Još je u Padovi motrio Saturna i njegov čudni oblik, a u Fiorenci je još g. 1610. odkrio, da planeti Merkur i Venus pokazuju miene (faze) kao i naš Mjesec. Taj je obret bio za njega veoma važan, jer je s jedne

strane dokaz, da su planeti po sebi tamna tjelesa, a s druge, da se planeti zaista gibaju oko Sunca, kako je učio Kopernik.

Godine 1611. ode u Rim, središte učenih ljudi, da sâm pokaže, što je odkrio i uvjeri o svem svoje protivnike. Primiše ga s velikim počastima i naskoro je u svojim predavanjima i demonstracijama uspio, da podpuno uvjeri protivnike. G. 1613. izišla je njegova knjiga o pjegama na Suncu, iz koje proizlazi, da ih je već god. 1610. vidio i po njima zaključuje, da se i Sunce vrti oko jedne osi. Na temelju ovih obreta izrazio se je Galilei kao izraziti pristaša Kopernikove heliocentrične nauke. Njegovi protivnici pokušahu, kako bi ga odveli na opasno polje teologičkih pitanja i nisu dugo čekali na to. Zapodjenuše na toskanskom dvoru pri stolu razgovor o tom, kako se nazori Galileijevi ne podudaraju sa biblijom, a pri tom je bio njegov najintimniji prijatelj benediktinac Castelli, koji je dakako živo branio svoga učitelja i o tim napadajima protivnika izvijestio Galileia. U dugom je pismu Galilei god. 1613. na to odgovorio, upustivši se bez nužne spremne u razlaganje svojih nazora o interpretaciji biblije i upotrebivši te nazore na ona mjesta sv. pisma, koja se opirahu nauci Kopernikovoj.

Posljedica bijaše g. 1616. suspendiranje Kopernikove nauke dekretom kongregacije indeksa, dok ne bude popravljena, i opomena Galileiu, da pusti svoje mnijenje, a ako ne bi poslušao, neka mu komisar inkvizicije pred svjedokom i notarom izda zapovied, da odustane od toga ovo mnijenje naučati i braniti ili o njemu raditi; ne primiri li se pri tom, neka se baci u tamnicu.

Galilei nije mirovao. Godine 1632. izišao je njegov neumrli dialog: „Dialogus de systemate mundi“, koji je neponjatnim gotovo načinom dobio od cenzure svoj imprimatur.

Razgovaraju opet Salvati, Sagredo i Simplicio. Koliko je krasan i prava umjetnina ovaj dialog sa formalne strane, toliko se više moramo diviti geniju njegovu, koji u njemu misli naučno kao mi, ili bolje, mi danas mislimo onako, kako je on mislio već onda. Neodoljivim te čarom zaokupi ovo djelo i danas, kad ga uzčitaš.

Ali protivnici nisu mirovali. Potvoriše ga, da je, obišav zabranu od g. 1616., iznuđio nepravim putem imprimatur svomu dialogu; starca od 69 godina pozvaše pred inkviziciju u Rim, kuda se je g. 1633. uputio.

U dominikanskom samostanu Santa Maria sopra Minerva proglašena je osuda u prisuću kardinala i prelata, koja je glasila na

doživotnu tamnicu i dužnost, da klečeći pred svima opozove uz prisegu svoj neznabožni nazor o istini Kopernikove nauke. Milost papina pretvorila je doživotnu tamnicu u doživotni izgon na njegov ladanjski posjed kod Arcetrija, gdje je dovršio svoje glasovite: „Discorsi“.

To je djelo morao štampati izvan Italije, jer je izdavanje novoga, po Galileiu pisanoga djela, bilo u Italiji zabranjeno od g. 1633. po čem jasno izbija na vidjelo, da protivnicima njegovim nije bilo toliko stalo do spasavanja starog pojimanja svieta, koliko do toga, da posvema unište svog najopasnijeg protivnika.

Do konca života ostao je Galilei u svojoj kući u zatvoru i pod oštrom pazkom; smio je dopisivati tek sa izvanjim prijateljima i štovateljima. Tek godine 1637., kad je osliepio najprije na desnom, a onda i na lijevom oku, kad je bolešću bio satrven, dozvoljeno mu je, da se poradi bolje liečničke pomoći preseli u svoju kuću u Fiorenci, ali tek onda, kad je k njemu poslani inkvizitor Fanano iz Firenze konstatovao, da je više nalik na mrtvaca nego na živa čovjeka. Tamo se je za čudo brzo oporavio i bila je njemu, koga jaka duševna snaga nije ostavila ni na čas, velika utjeha, kad su g. 1639. Viviani a g. 1641. Toricelli dobili dozvolu, da smiju s njim obćiti kao njegovi učenici. Tako je bar zadnje godine svoga burnoga života proživio u društvu i zabavi, koja je njemu prijala. Zaklopio je oči dne 6. siečnja 1642. u Arcetriju.

To je u kratkim crtama život ovoga velikoga čovjeka, koji je sâm o sebi rekao, da mu je zadaća svagdje u nauci tražiti istinu, čovjeka, koji je vanrednom spremom svoga duha ušao i u aktivnu borbu za istinu u nauci, ali je u njoj ipak podlegao.

Ako i nije on sam toga doživio, po njemu zastupana naučna istina pobiedila je, kako smo svi tomu svjedoci, podpuno i tim su se najbolje potvrdile njegove rieči: „da nema druge nepogrješive knjige do prirode, u kojoj je ciela filozofija u matematičnim karakteristikama ubilježena.“

Nek oprostite prijazni čitatelji i čitateljice ovu malu povjestnu digresiju: bila je suviše poučna i zanimljiva, da bismo ju bili mogli mimoići. Liep je primjer, kako si teško istina gdjekada u ljudi krči put!

A sada da nastavimo prekinutu nit našega razmatranja o pitanju, zašto planeti lete oko Sunca?

Kad je Galilei bio odredio zakone, po kojima sila teža sve privlači k središtu Zemlje, nije bilo suviše na strani pitanje, ne bi

častili kao kralja, dvaput je izabran članom parlamenta i stekao za ono doba veliki imetak.

Pa što je taj skromni profesor uradio, da ga je njegov narod toliko častio?

Odkrio je zakon, po kojem se ravnaju sva gibanja u svemiru i našao je uzrok tomu gibanju. On je nastojanju ljudskoga roda, da razumije i protumači svemir, postavio krunu, i od njega do danas nije u toj struci ništa novoga ljudski rod našao. Ali ne samo u obitelji našega Sunca, nego do najdubljih krajeva svemira, do kojih dopiru naši najjači teleskopi, i tamo vlada materijom Newtonov zakon gravitacije, i tamo kolaju tjelesa jedno oko drugoga po Newtonovu zakonu.

Evo kako je došao do toga zakona. Godine 1666. pobjegao je mladi Newton pred kugom iz Cambridgea kući u Woolsthorpe i po običaju svomu sjedio je jednoga dana pod jabukom u vrtu i razmišljao. U to pade jabuka na zemlju i ta mu dade povoda, da misli navrne u drugi smjer. Nije li možda ista sila teža ona sila, koja i Mjesec drži u njegovoj stazi oko zemlje? Zašto da njezina moć seže samo do površine Zemlje i do najviših bregova? Ne bi li mogla sezati i dalje sve do Mjeseca, makar i oslabljena? Ne bi li ona mogla biti uzrok, da Mjesec leti oko Zemlje? U prvi se mah ovo posljednje pitanje mora čudno činiti čitatelju, da bi teža, koja na Zemlji sva tjelesa povlači na tle, pak ih ondje čvrsto drži, da bi ta ista sila tamo gore na nebu proizvela ona živa i vječna gibanja zvijezda u krugovima. Ako su planeti zaista teški prema Suncu, moraju se, kako svaki kamen, kad ga kod nas izпустиš, pada k Zemlji, — srušiti u Sunce. Nu toga nema, dakle ne može biti ni sila teža ona, koja proizvodi kružna gibanja oko Sunca. Nu kad malo dublje zaroniš u ovo interesantno pitanje, pokazat će ti se smjesta, kako te je naivno mišljenje prevarilo. Sila teža ište doduše svagdje na Zemlji svoj tribut. Baciš li tielo — kruglju iz topa — u vis pravcem tako, da bi se morala u prvoj sekundi 50 m. dignuti nad horizontalu, konstatirat ćeš lako, da se nije digla 50 m. nad horizont, nego samo 50—5 metara t. j. 45 m. Sila teža uzela si je svoj tribut. Baciš li pak kruglju horizontalno, sagnula se je nakon jedne sekunde opet za 5 metara pod horizontalu: teža je opet uzela svoj tribut. Kadgod dakle vidimo, da tielo, koje bi po uztrajnosti moralo letjeti pravcem, skreće s toga pravca, moramo zaključiti, da tu utječe sila, koja ga neprestano povlači iz toga pravca. U našim

je primjerima to radila sila teža neumoljivom došljednošću i za to vidimo svako tielo na Zemlji, ma kojom ga brzinom bacili, i u ma kojem ga smjeru bacili, gdje se po nekakovoj krivulji vraća k Zemlji.

Kruglje iz današnjih topova izlete iz ždriela topa sa brzinom od 500 metara u sekundi i padaju u toj sekundi 5 metara k Zemlji. Ali Zemlja je kruglja, dakle nije podpuno horizontalna, nego se također pod nama savija. Mogu si dakle pomisliti kruglju iz topa bačenu tolikom brzinom, da će ona doduše u prvoj sekundi k Zemlji pasti 5 metara, ali ujedno je i tako daleko odletjela, da se je i naša Zemlja baš za pet metara pod horizontalom savila. Što bi bilo u tom slučaju? Kruglja se iz topa nije Zemlji ništa primaknula; ona je nad Zemljom na koncu te sekunde baš toliko metara, koliko je bila i na početku! Fizičarima je račun pokazao, da bi ju trebalo baciti brzinom od 7891 metra. Tako bi brzo morala letjeti kruglja iz topa, da drži ravnotežje sili teži. Kruglja bi doduše pala 5 metara k Zemlji, ali i zemaljska se je površina pod njom savinula baš za 5 metara. U drugoj će sekundi kruglja opet po uztrajnosti dalje odletjeti za 7891 metara, pasti će ponovno za 5 metara k Zemlji, nu baš se je za toliko metara i površina Zemlje savinula. Dakle se i nakon dvie sekunde kruglja nije ništa približila Zemlji i tako dalje. Kruglja ova ne će nikada pasti na Zemlju, nego će neprestano letjeti oko nje: kruglja je postala satelit našega planeta, pravi željezni Mjesec naše Zemlje. Da možemo dakle krugljama iz topova zaista dati toliku brzinu — u istinu i najbrže kruglje iz topova lete 10 puta manjom brzinom — mogli bismo stvarati po miloj našoj volji nova nebeska tjelesa, koja bi se u okovima sile teže morala neprestano vrtjeti oko Zemlje.

Jamačno je sada svakomu jasno, da se gibanje jednog nebeskoga tiela zaista može raztumačiti silom težom. Pitanje je sada još, može li se ovo tumačenje bar u jednom odredjenom i poznatom slučaju potvrditi. A na to je pitanje i slavni Newton prvi pomislio. Najbliži je Zemlji Mjesec. Po svim nazorima o svietu, on se giba oko Zemlje, za koju sada točno znamo, da je sielo sile teže. Ne bi li se po netom iztumačenoj teoriji dalo iztumačiti i gibanje Mjeseca oko Zemlje? Nu tu je valjalo Newtonu odgovoriti najprije na drugo pitanje. Istina je neprieporna, da jabuka, koja je od središta Zemlje daleko 1 polumjer zemaljski, pada u prvoj sekundi k Zemlji 5 metara (točno 4.89 m.). Istina je neprieporna i to, da je sila teža

li se ova iz središta Zemlje tolikom postojanošću izlazeća sila mogla primieniti i tumačenju nebeskih gibanja? Prvi si je to pitanje zadao najveći gorostas medju prirodoslovcima, najveći možda um, što ga je do sada rodio ljudski rod, Isaac Newton (sl. 78.).

Baš 100 godina iza smrti Kopernikove, a gotovo godinu dana iza smrti Galileijeve ugledao je svjetlo svieta slab dječarac Isaac Newton u selu Whoolstorpe kraj Granthama u Englezkoj dne 5. siečnja g. 1643. Otac mu je umro još prije nego mu je sin došao na sviet i još k tomu nedonošče. U velike se mati bojala za život vanredno malenog i kržljavog djeteta. I čudno! Ovo slabašno tielo



Sl. 78. Isaac Newton.

imalo je da krije jedan od najvećih umova, koji su na zemlji ikada živjeli i ovo kržljivo tielo imalo je da doživi veliku starost! Mati je imala u Whoolstorpeu nešto zemlje, što joj je nosilo 80 Lstrl. na godinu. Željela je, da Isaac tim posjedom upravlja i za to nauči ratarstvo. Ali mladi je Isaac pokazivao sasama drugačije želje. Tih i zamišljen gotovo uvijek, slabo se je zanimao za igre svojih drugova i čitao bi uvijek stare knjige, koje mu je pribavio apotekar u Granthamu, gdje je išao u osnovnu školu, ili bi gradio razne strojeve. Napravio je n. pr. veoma umjetnu vjetrenjaču, umjetna kola sa kolesjem, i uru sa vodom, pa nekoliko ura sunčanica. Jedna

je od njih prije 20 godina tek skinuta sa rodne mu kuće u Whoolstorpeu i prenesena u kraljevsko društvo Londonsko. Pače i igre na pr. zmaj nisu mu bile za odmor i zabavu, nego za to, da razmišlja, kako bi se bolje napravio, da vjetar na nj najbolje djeluje.

Kad se je nastojanje majke, da ga privede gospodarstvu, izjalovilo, pa se još k tomu pokazalo, da je tielo njegovo preslabo za svaki fizički rad, pošalje g. 1660. 18 godišnjega mladića u Cambridge (izg. Kembridž) na sveučilište, gdje se je rodila njegova neumrla slava. Za 7 je godina prošao sve stupnje englezkog sveučilišnog života i g. 1667. postao je magister i stariji kolegijat. Izučavao je najbolja tada djela matematička, fizička i filozofička, ali je i samostalno razmišljao o tim stvarima. Iz tih su godina već klice svih njegovih potonjih obreta. Već g. 1669. on je profesor matematike u Cambridgeu mjesto svoga učitelja Barrowa, koji je sasama prešao u teologe. Trideset je godina ostao ondje kao profesor i u tom se je vremenu malo mienjalo u njegovom tihom učenjačkom životu. Tek g. 1703. ostavi profesuru i postade kr. pjezneznik, preseli se u London i živio je, naskoro izabran predsjednikom Londonskog učenog društva, što u Londonu, što u Kesingtonu kraj Londona.

Od 80. godine dalje borio se je protiv težkih bolesti, kamenca, kostobolje i upale pluća, pa kad se je 27. veljače g. 1727. odvezao iz Kesingtona u London, da predsjedava u učenom društvu, naškodilo mu je put tako jako, da je 31. ožujka godine 1727. u 85. godini života umro!

Mrtvo tielo preneseše uz velike svečanosti u London i na izričnu zapovied kralja Gjura I. zakopaše ga u glasovitoj opatiji Westminster, panteonu velikih ljudi englezkih. Prvi su velikaši englezki nosili mrtvački plašt, a krasan sarkofag pokazuje i danas mjesto, gdje leže njegovi ostanci. Kasnije g. 1755. postaviše mu kip u Cambridgeu a u Toweru su god. 1731. skovali novac njemu na uspomenu sa napisom: Felix cognoscere causas. Godine je 1693. od napornog mišljenja pao u veliku bolest, od koje mu je um tako oslabio, da je sišao s pameti, pa nije ni sam više razumio svojih djela, ali se je naskoro opet oporavio. I toliki se um dakle nije mogao, bar na vrijeme, oteti slabini čovječjega tiela!

U velikim je častima živio, kao malo koji učenjak na svietu. Kraljica ga Ana učinila vitezom, na dvoru su ga kralja Gjura I.

okolo na okolo po cijeloj zemaljskoj kruglji svag'dje jednaka i da je uvijek jednaka: odkad ljudi pamte i mjere pojave, jabuka uvijek i svag'dje na zemaljskoj površini, u dolinama i na vrhuncima bre-gova, pane u prvoj sekundi 5 metara; nu istina je i to, da je Mjesec od središta Zemlje dalek, ne jedan, nego 60 zemaljskih polumjera. Je li snaga (jakost) sile teže i u ovoj velikoj daljini od središta Zemlje još tolika, da bi i Mjesec morao pasti u prvoj sekundi k njoj za 5 metara, ili joj snaga slabi, što dalje djeluje od središta Zemlje, kako to vidimo na svim drugim silama na Zemlji? Pa ako joj snaga i pada sa daljinom od središta Zemlje, u kojem joj omjeru pada? Bi li n. pr. jabuka u dvostrukoj daljini od središta Zemlje pa-dala u prvoj sekundi samo polovicu od 5 m. t. j. 2.5 metara, a da ju je od središta Zemlje odmaknuti za 5 zemaljskih polumjera, samo $\frac{1}{5}$ od 5 m. dakle 1 metar u sekundi?

I na to je gibanje slavni Newton doista krasno odgovorio. Sliedimo ga za čas. Neprieporna je, veli on, istina, da Mjesec leti oko Zemlje gotovo po kružnici, dakle se i on, kao i kruglja iz topa, od pravca, kojim bi po uztrajnosti morao letjeti, savija k Zemlji, dokaz, da Mjesec zaista k Zemlji pada. Nu jer je od sre-dišta Zemlje dalek ne jedan polumjer zemaljski, kao jabuka, nego njih 60, jamačno ne pada Mjesec k Zemlji u prvoj sekundi 5 m., nego manje — možda samo $\frac{5}{60}$ metara = $83\frac{1}{3}$ milimetara.

Mali račun smjesta pokazuje, da to nije istina. Da obidje Mjesec Zemlju po kružnici od 60 zemaljskih polumjera, treba on nekih 29 dana. Razdieliš li dakle obseg te kružnice sa 29 dana, dobio si put Mjeseca za 1 dan, a iz toga lako i put za jednu sekundu.

I tako je Newton našao, da Mjesec u sekundi k Zemlji pada za $\frac{5}{3600}$ metara, a to je jedva nešto više od 1 milimetra. U ovim je neznatnim brojevima bio obret temeljnoga zakona svemirskoga. Mjesec, koji je od središta Zemlje daleko 60 polumjera zemaljskih, ne pada k Zemlji 60 puta sporije, nego 3600 puta sporije, a $3600 = 60 \times 60 = 60^2$. Snaga sile teže opada dakle sa daljinom u kvadratičnom omjeru, a to će reći: u da-ljini od 2 zemaljska polumjera, sila teža nije 2 puta, nego već 4 puta slabija, u trostrukoj daljini već 9 puta slabija i t. d.

Zemlja dakle vlada podpuno Mjesecom. To je dokazano. Sila teža je uzrok, da Mjesec leti oko Zemlje i za nju stoji zakon, da joj snaga opada u kvadratičnom omjeru sa daljinom.

Nu i Zemlja leti oko Sunca u krivulji elipsi, koja je medjutim takodjer veoma jako nalik na kružnicu. Nije li dakle i ogromna sunčana kruglja sielo kakove centralne sile, koja privlači sva tjelesa oko sebe — a ta su spram nje sitni planeti — baš kao što Zemlja privlači Mjesec, sileći ga tim, da leti neprestano oko nje. I za nju mora da vriedi zakon, Newtonom nadjeni, da joj snaga opada u kvadratičnom omjeru sa daljinom od Sunca, nu jer je Sunce spram svih planeta gorostas svojom masom i veličinom, to će njezina pri-vlačiva sila biti kud i kamo veća od snage naše sile teže: njezina će vlada sezati daleko, daleko u svemir, ne 50.000 milja daleko, nego stotine milijuna. I gdjegod nadje u tom obsegu koje nebesko tielo, što leti pravcem, u okove će ga svoje sapeti i prisiliti, ili da leti oko Sunca, ili da se užasnom brzinom surva u Sunce, ako nije le-tjelo dosta velikom brzinom, kao što se i kruglja iz topa u brzo sruši na Zemlju, ako nije iz topa izletjela dosta velikom brzinom. I doista je Newtonov račun pokazao, da je ta sila Sunca 327.800 puta tako jaka, kao sila teža i to je ona ogromna centralna svjetska sila, koja blagotvorno podržava red u našem liepom harmoničnom sustavu sunčanom, ali ga i drži neumoljivom konsekvencijom i tim si absolutna vladarica osigurala potpunu poslušnost svojih podanika — planeta.

Jedva si možemo predstaviti, kako je ogromna ta privlačiva sila našega Sunca. Da ju ima Zemlja, tjelesa na njoj ne bi u se-kundi padala 5 metara, nego 1,600.000 metara! a sitno tjelešće na pr. komadić papira od 10 milimetara u kvadratu bio bi težak $3\frac{1}{4}$ klg! Po tom si možemo stvoriti sliku, pod kolikim li tlakom stenju mase na površini Sunca! Kakove li su te gigantične sile, što neprestano rade u centralnom ognjištu našega užega svjetskoga sustava! Pretvorbom svoga rada u toplinu i svjetlo snabdievaju nas divnom životnom snagom, koja nigda nepresahne!

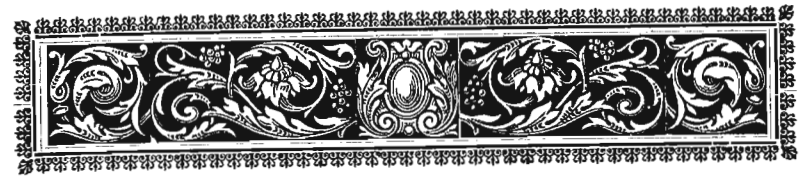
Tu divnu silu, redateljicu i absolutnu vladaricu svieta, zovu astronomi gravitacija. Newton je za nju našao zakon: Dva se nebeska tiela privlače silom (gravitacijom), koja je u upravnom omjeru sa masama tih tjelesa, a u obratnom omjeru sa kvadratom njihove daljine.

U toj je sili konačni uzrok harmoniji svieta. U zakonu gra-vitacije, koji je Newtonovo ime ovjenčao neprolaznom slavom, riešena je konačno zagonetka svih nebeskih gibanja. Naš je posao svršen. Na koji god planet mi ovaj zakon primienili, svag'dje se

pokazuje, da on po njemu mora letjeti oko Sunca baš onako, kako zaista leti.

Pa i oni gosti iz svemira, koji se znadu gdjekada dosta primaknuti našem Suncu, i oni se s mjesta podvrgnu ovomu zakonu, čim su ušli u obitelj Sunca. Mi smo se dakle uvjerali, izpitujući oprezno i pomno, korak po korak, ono, što vidimo na nebu i na Zemlji, da jedan jedini, vječni zakon vlada gibanjima u dalekom svemiru. To je Newtonov zakon gravitacije, jer ne samo u obitelji našega Sunca, nego i svagdje u najdaljim dubinama svemira, gdje su ljudi mogli dosta pomno izpitivati nebeska gibanja, očitovale im se, da se nebeska tjelesa i na milijune milja daleko međusobno privlače, da nema nigdje nebeskih tjelesa bez te sile privlačivosti ili gravitacije, a gdje djeluje, svagdje djeluje po istom zakonu, — po Newtonovu zakonu gravitacije. Svagdje u svemiru privlačiva sila nebeskih tjelesa opada sa daljinom u kvadratnom omjeru!

Neka nam ne zamjere čitatelji i osobito čitateljice, što smo ih možda odviše dugo provlačili stazama mišljenja velikih ljudi. Usudjujemo se ipak misliti, da će svatko, koji poznaje užitak izumljivanja i prave spoznaje prirode, rado pročitati ove redke. Tko ih pozorno pročita, bit će pojimanju neba mnogo bliži. Njegovu se je duhu otvorio put, koji je vodio k čudesima u upravi ove vječne zgrade. S velikim će zadovoljstvom k zvjezdanom firmanentu obraćati svoje oči i dublje, uzvišenije i nabožnije će misli niknuti u njemu o jedinstvu u prirodi i sili, koja sve u svemiru reda. On će i osjetiti, kako je sitna Zemlja i još mnogo manji od nje čovjek, koji je ipak nerazumljivom snagom svoga logičnoga duha obuhvatio i obasjao bajnim svjetlom svoga uma ovaj neizmjerni svemir. Stid bilo svakoga, koji ovaj od Boga dobiveni, božanstveni dar — snagu svoga duha odnemasuje, da okružljava ili posvema propadne!



Obitelj našega Sunca.

I.

Obćeni pregled.

Obitelj Sunca. — Planeti. — Planetoidi ili asteroidi. — Periodični kometi. — Kriesnice. — Zodijakalno svjetlo.

Povjestna crtica predjašnjega članka dovela nas je do spoznaje temeljnih istina, iz kojih si možemo tumačiti sve pojave na nebu, koji se tiču nas u prvoj liniji. Te su istine:

1. Zemlja se vrti za 24 sata oko svoje osi i to od zapada k iztoku. Mi mjesto te vrtnje vidimo vrtnju cieloga nebeskoga svoda oko iste osi i u istom vremenu, ali samo od iztoka k zapadu.
2. Zemlja obleti u elipsi, koja je gotovo kružnica, za 365 dana i nešto više jedan put svoju stazu oko Sunca.
3. Os zemaljska stoji koso na ravnini, u kojoj Zemlja leti oko Sunca pod kutom od $66\frac{1}{2}$ stupnja i
4. Os zemaljska ima u prostoru uvijek isti položaj, jer pokazuje uvijek na polarnu zvijezdu.
5. I svi ostali planeti lete oko Sunca u elipsama, koje su kod svih velikih planeta gotovo kružnice.
6. Uzrok tomu, što svi planeti lete ovako oko Sunca kao nekoga centra, jest sila gravitacija, koja ih vodi kao na uzici u vječnom mahu oko Sunca.

Iz ovih nam se istina po malo razvila sama od sebe misao, da Sunce i planeti čine u svemiru neku obitelj, u kojoj je Sunce glava obitelji, obitelj vezanu međusobno čvrstim vezom gravitacije, pak je sada red, da tu cielu obitelj iz bližega upoznamo i pregledamo — ta i naša je Zemlja tek jedan i to od sitnijih članova te obitelji. Astronomi toj obitelji nadjenuše ime „Sunčani sustav ili sistem“.

Stari su od te obitelji poznavali tek nekoliko članova, koje smo jur dosta puta spominjali. Kako se astronomija razvijala, rastao je i broj članova u obitelji našega Sunca pa po onom, što danas o njoj znamo, sastoji od ovih članova:

1. Jedno ogromno središnje tijelo, prema planetima nepomično. Veće je nego svi ostali članovi obitelji zajedno i svjetli svojim vlastitim svjetlom — to je Sunce.

2. Tri stotine devetdeset i osam planeta ili tjelesa drugoga reda, koja su razmještena u sve većim daljinama od Sunca, pa lete oko njega u elipsama, koje su gotovo kružnice i primaju od Sunca svjetlo, koje čini, da ih na nebu vidimo. Ti se planeti mogu zgodno svrstati u tri hrpe:

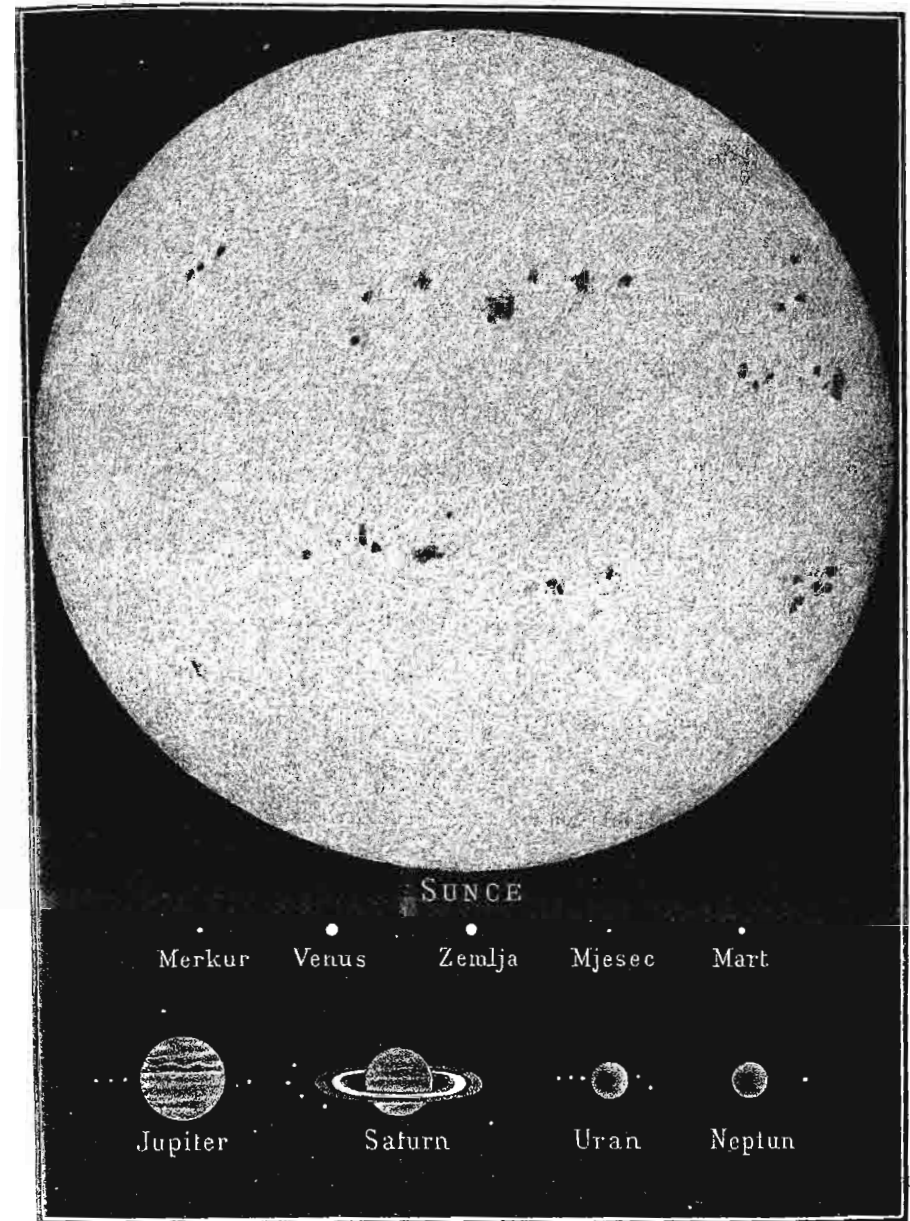
a) Srednji planeti, ujedno najbliže Suncu, jesu po redu njihove daljine od Sunca: Merkur, Venus (Danica), Zemlja i Mars.

b) Veliki planeti, ujedno najdalji članovi obitelji sunčane: Jupiter, Saturn, Uranus, Neptun.

c) Hrpa malih planeta izpunjuje kao nekakov obruč ili prsten prostor između Marse i Jupitera i dieli prvu hrpu od druge. Do konca godine 1894. našli su ih u svem 390, ali ih ima za stalno još mnogo više sudeći po obretima zadnjih godina. Nije naime prošla u potonje doba ni jedna godina, da ih nisu otkrili bar desetak novih. U samoj godini 1893. otkrili su ih 27!

3. Dvadeset Mjeseca ili tjelesa trećega reda, koji lete oko pojedinih glavnih planeta u elipsama, koje su opet veoma nalik na kružnice. To su: Mjesec naše Zemlje; Mars ima dva Mjeseca: Phobos i Deimos; Jupiter njih pet; Saturn pače njih osam: Mimas, Enceladus, Tethys, Dione, Rhea, Titan, Hyperion, Japetus; Uranus ih ima četiri: Ariel, Umbriel, Titania, Oberon; Neptun ima jedan Mjesec kao i Zemlja bez imena.

Glavne članove obitelji prikazujemo u ovdje priloženoj slici 79. u pravom omjeru njihovih veličina. Pogled na sliku pokazuje veoma



Sl. 79. Sunce i planeti. — Iaporedjene veličine.

liepo, što su svi veliki planeti zajedno spram ogromne kruglje sunčane.

Evo vam veličanstvene slike sunčane obitelji, koja sastoji od 427 nebeskih tjelesa: 1 središnja kruglja — Sunce — koja određuje i ravna gibanja svih čas prije navedenih 398 planeta i 20 Mjeseca ili satelita (trabanta), koji sa svojim glavnim planetima tvore šest manjih obitelji, od kojih je svaka za se u malom vjerna i podpuna slika velike obitelji sunčane.

Od svih ovih 427 zvijezda poznavali su stari tek njih osam: Sunce, Zemlju i Mjesec, Merkura, Veneru, Marta, Jupitera i Saturna, dakle samo one članove, koji se mogu prostim okom vidjeti na nebu. Urana je dne 13. ožujka 1781. otkrio Herschel teleskopom; on je bio sedmi veliki planet iza Saturna. Male planete između Marta i Jupitera otkrili su sve u našem stoljeću: od 1. siječnja g. 1801. do g. 1845. našli su njih pet i dali im imena Ceres, Pallas, Juno, Vesta i Asträa, a od g. 1845. amo otkrivaju ih u velikom broju svake godine. Među obretnicima ovih malih planeta osobito se iztiču astronomi: Peters, Palisa, Charlois i Wolf.

Dne 23. rujna 1846. napokon slavila je astronomija osobit trijumf: Francuz Leverrier računom je našao, da iza Urana mora da je još jedan veliki planet i odredio je mjesto, gdje je na nebu od prilike u ono doba; Galle u Vratislavi upravio je toga dana svoj teleskop na ono mjesto neba i odmah je našao novi planet, koji je dobio ime Neptun. Nije nemoguće, da je iza Neptuna još koji planet dalji od Sunca ili pak da ih je Suncu bližih od Merkura pak da će i oni jednog liepog dana pokazati astronomima svoje lice i tim još razširiti carstvo našega Sunca. Do sada bijahu sva iztraživanja u tom smjeru bez uspjeha.

Ustavimo se za čas kod planeta i njihovih satelita, koji sačinjavaju ono, što zovu astronomi „planetarni sustav“. Sva nebeska tjelesa toga sustava pokazuju dva glavna gibanja. Jedno je gibanje vrtnja ili rotacija oko jednoga premjera kruglje (vidi sl. 45.), što ju tvori to nebesko tielo; os rotacije ostaje u prostoru uvijek u istom smjeru. I Sunce i planeti i sateliti oživljeni su ovim prvim gibanjem.

Drugo je glavno gibanje lećenje planeta okolo Sunca i u isto doba satelita oko njihovih glavnih planeta tako, da i sateliti sliede svoje planete na njihovu putu oko Sunca. Kasnije ćemo vidjeti, da ni Sunce naše ne stoji nepomično na istom mjestu svemirskoga pro-

stora, nego da i ono leti po svemiru, noseći sobom cielu svoju pratnju planeta i satelita.

Nu izbrojivši ove stotine nebeskih tjelesa, još nismo nabrojili sve, što spada u obitelj našega Sunca. Osim planeta obilazi oko Sunca još nebrojeno mnogo drugih zvijezda u stazama često jako raztegnutima: to su kometi ili repatice. Čudna vrsta maglovitih zvijezda, koje su posvema različite od planeta i ostalih zvijezda po tom, što imadu svietao rep, koji mienja i oblik i veličinu svoju prema daljini zvijezde od Sunca. Ima ih, koje su ljudi, odkad historija bilježi događaje nebeske, vidjeli na našem nebu samo jedan put i Bog zna hoćemo li ih ikada još vidjeti. Nekoliko ih se je ipak ponovno pokazalo na našem nebu, a za druge su astronomi računima odredili, kad će se opet povratiti k našem Suncu, pak ih smijemo brojiti u stalne članove obitelji našega Sunca. Misle, da mnogi kometi opisuju krivulje, kojima traci s jedne i druge strane sežu u neizmjernost, pa da po tom samo jedan put udju u obitelj našega Sunca, oblete oko njega i na drugoj strani opet izidju u nepovrat. Takovih je kometa jamačno velik broj. Petnaest su ih tek našli, koji trajno kolaju oko Sunca u veoma spruženim elipsama u vremenu od 3 do 76 godina.

Osim ovih samostalnih i razmjerno velikih nebeskih tjelesa, koja čine obitelj sunčanu, putuju kroz svemir još mirijade sitnih tjelešaca na sve strane ili sama ili pak u cilim rojevima, pak se u određenim rokovima povraćaju na isto mjesto, dakle kolaju također oko Sunca. Njih nam ne može pokazivati na nebu ni najjači teleskop, jer su daleko presitna; da postoje, saznajemo tek po tom, što se Zemlja na svom putu oko Sunca s njima gdje-kada sastane: Zemlja kadšto prolazi kroz ciele vrste ovakove razdrobljene kosmičke materije, pa se tjelešca, koja prodju kroz našu atmosferu, užgu, a gdje-kada padnu i na Zemlju: to su kriesnice i ašroliti ili meteoriti.

Na koncu nam je još spomenuti ogroman svietao obruč ovakove meteoričke materije, koji se u obliku sploštene leće u određeno doba godine uzdiže nad naš horizont ili na zapadnom nebu iza zalaza Sunca ili na istočnom prije izhoda Sunca. Ima oblik čuna, komu je podnica ondje, gdje je Sunce, a svietli svjetlom nešto slabijim od kumovske slame. Zovu ga „zodijakalno svjetlo“, jer je cieli čun smješten pe zodijaku.

prošlo vremena i Zemlja bi nam se kazivala u veličanstvenoj, ali i groznoj slici: tiha i vedra vječna noć bez mjesečeva sjaja sterala bi po njoj svoja krila, milijuni bi zvjezdica svjetlucaли na nebeskom svodu, ali čovječje ih oko ne bi gledalo! Studen i vječna bi noć u kratkom vremenu ubila ljudski rod!

Pa da se Sunce za tri godine opet javi, vidjelo bi Zemlju mrtvu i tihu, odjevenu bijelim i ledenim ruhom zimskim.

Nu kanimo se te žalostne slike: jasno nam kaže, što će biti od Zemlje, utrne li jednoć Sunce — jedini izvor života na Zemlji. Krasno je to opisao poznati Flammarion u svom najnovijem djelu: „La fin du Monde“.

Pitanja se sasma druge vrste u nas sviju bude. Može li se dogoditi, da nam Sunce iznenada odkaže službu? Je li vjerojatno, da će nas ostaviti tečajem neizmjernoga vremena?

Ili će nas možda u sve vieke ovako grijati?

Ova pitanja zadaje već od davna rod ljudski prirodnoj nauci, a ona, da nam odgovori, ide najprije da traži i da sazna, što je Sunce? Znademo li naime točno, što je Sunce, kakove se na njemu promjene zbivaju, smjeti ćemo i zaključivati, što će od njega biti tečajem vremena. Nu tko da nam kaže, što je Sunce, kad je od nas 20 milijuna milja daleko, kad mu se nikako primaknuti ne možemo? Nije tomu 40 godina, što je starac Dove rekao: „Što su zvijezde ne znamo i ne ćemo nigda znati“. Pa ipak su malo godina kasnije našli glasnika, koji nam donosi sigurnih vesti o Suncu. Ne treba mu imena ni spomenuti — pogodit ćemo odmah i sami, da je svjetlo, koje nas je već sa Zemljom i nebom djelomice upoznalo, taj sigurni glasnik sa Sunca. Svjetlu i spektroskopu imademo zahvaliti gotovo sve, što danas pouzdana o Suncu znamo, nu i tu smo tek na početku znanja, jer nije tomu ni 40 godina, odkad su našli, da nam je svjetlo tako siguran vodja i prijatelj. Polje je još širom otvoreno, ali već i ono, što smo do sada o Suncu saznali, veličanstveno je; hajdemo dakle, da vidimo, što nam svjetlo odgovara na pitanje: što je Sunce?

Da se odgovoru na to pitanje primaknemo, promatramo najprije iz bližega pojave, što nam se pokazuju kod pomrčina Sunca; u velike će nas privesti do toga, što je Sunce.

Već od pamtivieka dolaze nam vesti o ovom veličanstvenom prirodnom pojavu. Sa strahom su ga i trepetom narodi gledali, sluteći jamačno, što bi bilo od njih, da se Sunce na duže vre-

mena sakrije. Nu i naobraženih se ljudi pomrčina Sunca duboko kosne, kako to pripoviedaju mnogi astronomi.

Ovdje je mjesto, da sa nekoliko rieči oertamo postajanje ovoga pojava.

Ploča Mjeseca i Sunca čine se našem oku na nebu čično jednako velike, akoprem znamo od prije, da je Mjesec spram Sunca zrnce, radi toga, što je Mjesec od nas samo 50.000 milja, a Sunce 20 milijuna milja daleko; a mi već od našega svagdanjega izkustva znamo, da nam se tielo čini tim manje, čim je dalje od nas.

S druge opet strane znamo, da se i Zemlja i Mjesec oko Sunca gibaju gotovo u istoj ravnini, pa s toga lako razumijemo, kako će se češće puta dogoditi, da nam pred očima tamna ploča Mjeseca prodje izpred sjajne sunčane ploče.

Nama će se dakako radi velike daljine obaju tjelesa činiti, kao da ploča Mjeseca sunčanu ploču baš pokriva. Često se puta dogadja, da Mjesec samo mali dio Sunca pokrije, jer se tako giba izpred Sunca, da im se ne mogu sredine pokriti. Astronomi vele, da je to djelimična ili parcijalna pomrčina Sunca. Nu mnogo je važnija za naše pitanje podpuna ili, kako astronomi kažu, totalna pomrčina Sunca. Mjesec naime u tom slučaju svojom sredinom pada baš na sredinu sunčane ploče, pa jer su obje ploče prividno jednake, pokrije Mjesec posvema sjajnu ploču sunčanu.

A zašto onda ne vidimo Sunca? Mjesec je neproziran, pa baca, jer je mnogo manji od Sunca, u svemir sjenu u obliku vrlo šiljastoga čuna. U priloženoj slici 80. predstavlja mali krug Mjesec i liepo se vidi čunasta sjena, što ju baca u svemir na tri mjesta. Šiljak te čunaste sjene pada na jednu točku Zemlje, i ondje je tamno, jer ni jedan sunčani trak na tu točku ne može da dopre. Nu jer se Mjesec giba, pomicati će se i šiljak čuna s jedne točke Zemlje na drugu, dok se Mjesec toliko ne odmakne, da mu šiljak čunaste sjene u obće na Zemlju ni ne pada, kako se to liepo pokazuje u dva položaja Mjeseca na našoj slici. Jasno je dakle, da će se totalna pomrčina samo na onim mjestima Zemlje vidjeti, kojih se šiljak onoga čuna na svom putu takne. Uz pravu se sjenu Mjeseca na našoj slici liepo iztiče i polusjena.

Pojav nas totalne pomrčine počinje zanimati tek u času, kad je rub mjesečeve ploče već do sredine sunčane došao; onda se tek počinje svjetlo sunčano slabiti i kako se čas totalnoga pomrčanja

To je pregled obitelji našega Sunca ili kako bi rekli astronomi „sunčanoga ili Kopernikova sustava“.

Red je sada, da ovu obitelj iz bližega proučimo. Osobit nas interes veže s ovim proučavanjem. Ta ona je naša velika otačbina u neizmjernosti, koju zovemo svemirom! Kruglja, na kojoj živimo, tek je jedan član u toj obitelji planetarnoj. Istina je, naša je Zemlja tek malo makovo zrnce u toj velikoj planetarnoj obitelji, a ciela obitelj nije ništa drugo, nego izgubljena jedna točka u neizmjernom svemiru, nu ipak je točno poznavanje ove obitelji za nas najvažniji dio astronomije. Ta obitelj našega Sunca jedina je za nas toliko na okupu, da možemo sakupiti dubokog i stalnog znanja o zakonima, koji vladaju svemirom; izpoređujući naš planet sa drugim planetima, možemo si tek stvoriti sliku o konstituciji ovih drugih nebeskih zemalja, koje će za uvijek ostati razstavljene od nas milijunima milja. Pa još više! Obitelj našega Sunca nije ništa nego tek jedna jedinica medju milijunima takovih obitelji, kojih centralna tjelesa mi svaku noć gledamo na nebu, gdje nas pozdravljaju svojim drhtavim svjetlom. Vjerojatno je, da naša obitelj nije na nebu niti jedna od najvažnijih, niti jedna od najbogatijih, a niti jedna od najvećih po svom obsegu; ali je i to istina, da je to jedina nebeska obitelj, gdje je čovjek umio eksaktno mjeriti gibanja tjelesa, koja sačinjavaju obitelj, gdje je umio prodrijeti u tajnu mehaničkih i fizikalnih zakona, koji ih ravnaju i po tom do najobednijih zakona svemirskoga mehanizma. Hvala teleskopu u svezi sa metodama matematičke analize, hvala metodama fizike, pa je čovjek izmjerio okom i razumom daljine u obitelji sunčanoj, s kojih se čovjek gotovo snobiva; odredio je i prepoznao gibanja tako spora, da treba stoljeća, dok ih oko može samo opaziti, spoznao je narav nebeskih tjelesa i kemičku konstituciju onih tvari, koje, goreći na njima, proizvode njihovo svjetlo. Ali ne smijemo zaboraviti ni toga: ako i jest sviet zvjezdani poprište, na kojem je um čovječji najtvrdje svoje spoznaje o gradnji svemira ubrao, taj je isti sviet i poprište mnogih hipoteza i slutnja. Ali i ove hipoteze i slutnje nemaju pravoga temelja, ako nisu analogije i zaključci izvedeni iz točne spoznaje obitelji našega Sunca, stečene neumornim radom poštivovnih ljudi u zadnje dvie tisuće godina: astronomija stajačica ne može biti bez astronomije sunčanoga sustava. Dosta zaista razloga, da se damo i mi na proučavanje ove obitelji. Prije nego ćemo se upustiti u neizmjerne dubljine nebeske, ogledajmo se bolje

i podrobno po onom kraju, u kojem se gibamo sami. Od Sunca do Neptuna i do krajnjih točaka periodičkih kometa, koji pripadaju obitelji našega Sunca, dosta je veliko i zahvalno polje za prvi izlet na nebo!

Žetva će jamačno biti tolika, da ne ćemo požaliti puta!



II.

Glava obitelji — Sunce.

Budućnost Zemlje. — Totalne pomrčine Sunca. — Atmosfera Sunca — Chromosfera. — Protuberance. — Oluje na Suncu. — Korona. — Dopplerov princip. — Spektrografija.

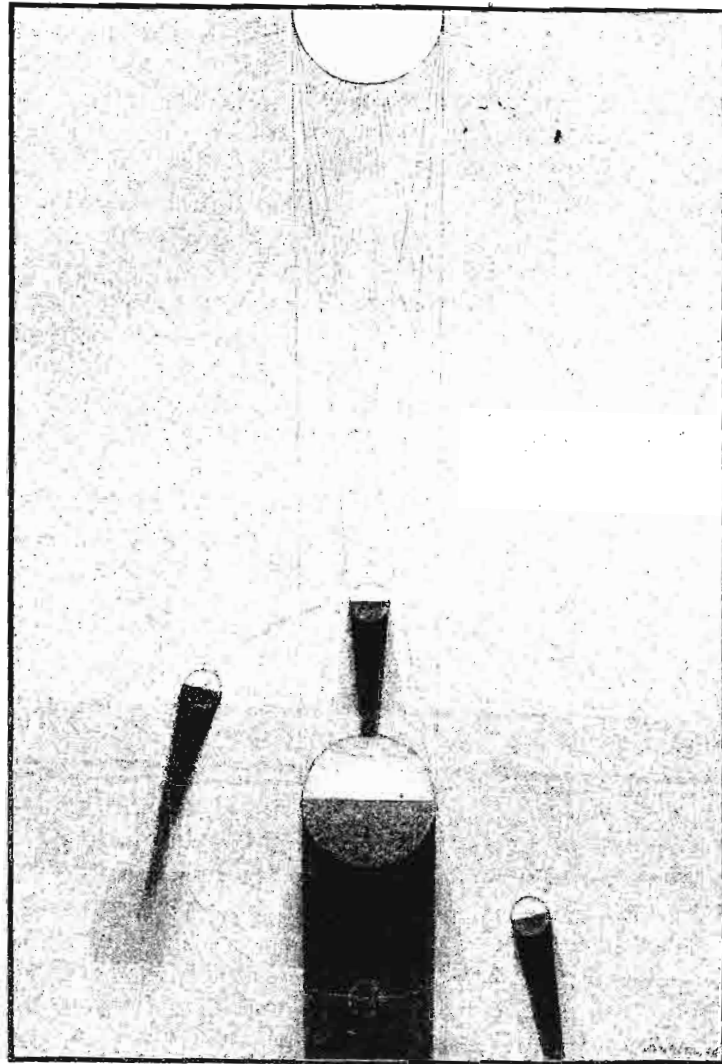
Sunce jarko, sunce žarko,
Ne sijaš jednako!

Obratimo se najprije k najvažnijemu za nas tielu nebeskom — k Suncu. Znamo svi, što je nama Sunce. Da nema svjetla i topline sunčane, na zemlji ne bi bilo života. Žalostnih li prizora, da se Suncu na jednoć prohtije ne izići, recimo tri godine dana!

Početak bio bi velika smetnja ljudi. Čudnim bi i zabrinutim licem ure naše razmatrali: već je 8 ili 9 sati, a Sunca još nema; možda se je ura pokvarila! Nu vrieme prolazi a dana nema. U gradovima bi sviet ipak još neko vrieme mogao redovite svoje poslove obavljati; kraj današnje sjajne električne razsvjete i dosta obljubljenoga neurednoga života noćnoga možda ne bi s početka toliko ni osjetili, da im nema Sunca, kad se ne bi žalostni prizori u prirodi zemaljskoj razvijali. Bez svjetla sunčanoga ne raste biljka, a bez nje nema hrane životinji. I biljka bi i životinja propala — pa čim da se onda hrani čovjek? Na drugoj opet strani pokazivala bi se grozna promjena svih pojava u zraku. Tim je pojavima uzrok razno grijanje kopna i mora. Nestane li toga grijanja, nema ni pojava u atmosferi. Prestali bi vjetrovi, nestalo bi oblaka sa rodnim kišama, a vodena bi se para u tihom uzduhu kao gusta magla na površinu zemaljsku spuštala i na njoj polako smrzavala. Malo bi

približava, tako i svjetlost Sunca naglo slabi, pa zato se i pojav tako strašno kosne čovjeka.

Svim se stvarima promieni lice, čitava priroda postaje tužna



Sl. 80. Obćeno tumačenje pomrčine Sunca i Mjeseca. Uzajamni položaj Mjeseca, Sunca i Zemlje.

i grozna; zelenilo se okolice pretvara u strašnu sivu boju; modro nebo postaje u visini mutno i boje kao olovo, a oko horizonta se nekakvim žutkastim zelenilom odjene; lice čovjeku pobliedi, kao mrtvacu, a temperatura zraka naglo pada; ova dva pojava djeluju na čovjeka tako strašno, da mu se nehotice pričinja, kao da će sva životna snaga prirode naskoro utrnuti. Obćenita šutnja i tišina obuzme prirodu; manje se ptice i kukci zavuku u zemlju; sve kao da navješćuje groznu i strahovitu nesreću. Nije dakle čudo, ako svjetina nagne bježati od straha s te goleme nesreće. Pa zbilja je još god. 1868. P. Faura opazio, gdje kineski ribari u svoje čamce bježe, da se od nesreće spasu, akoprem su u blizini gledali astronome, kako namještaju svoje aparate za opažanje.

Govoreći u članku: „Svjetlo glasnik iz svemira“ o Suncu, imali smo jur prilike taknuti se pojava, koje se u času totalne pomrčine pokazuju. Na strani 171. predstavlja slika 63. totalnu pomrčinu od god. 1842., koju je Bailly motrio. Usred Francuzke, u sjevernoj Italiji, a najpače u Rusiji ponamjestili su se bili onda mnogi astronomi, da po naputku Arago-a motre koronu i protuberance. Svi su bili složni u tom, da su vidjeli dvie različite zone svjetla u koroni, koja se je bila slegla oko tamne ploče mjesečeve. Najprije je bio dosta uzak obruč (2—4 minuta) veoma živog svjetla, okolo naokolo oko Mjeseca, a iz ovoga su sjajnog obruča probijale na sve strane svietle zrake — prava korona — i svietle igle do velike daljine od ruba ploče; jedni su ovu aureolu vidjeli 10—16 minuta daleko od ruba, a drugi (na pr. Otto Struve u Lipesku) 3—4 stupnja daleko! Boja joj bijaše po jednim žućkasta a po drugim biela kao mlieko. U Rusiji, gdje su bile najbolje prilike motrenju, bila je nutarnja (donja) korona vanredno velikog bielog sjaja, a za zrake, koje su iz nje probijale, činilo se, kao da se neprestano gibaju.

I protuberance su se ovom prilikom liepo pokazale astronomima i od njih potječu prvi točni opisi njihovi. Arago, Mauvais i Petit motrili su ih u Francuzkoj; Airy, Bailly i Piola u Italiji; Littrow u Beču itd. Opisuju ih jedni kao ružičastim svjetlom oblivene gore, drugi pak kao crvene plamenove, koji suču u vis iz velikoga požara. Petit je pače prvi uspio, da izmjeri visinu jedne od njih na 1 minuta i 45 sekunda ili 19000 milja. Littrow pače spominje visinu od 5 minuta! Kod ove su pomrčine pače osim ovih osamljenih i visokih protuberanca vidjeli i okolo ciele tamne

ploče Mjeseca u času totaliteta ružičasti uzki rub, koji je na kraju svom bio sav izrezuckan, pokazujući se kao zubato kolo.

Od onoga je vremena do danas bilo preko dvadeset totalnih pomrčina, kod kojih su astronomi osobito pažnju posvećivali koroni i protuberancama.

Vanredno je važna za nauku pomrčina od 18. kolovoza godine 1868., koju su od Adena do Nove Guineje promatrali. U prvom su redu ovdje pazili na protuberance. Slika 64, (na str. 172.) nam prikazuje koronu i protuberance, kako su se vidjele kod ove klasične pomrčine. Korona se odlikuje tim, da se svjetle zrake, što iz nje probijaju, osobitim načinom savijaju, a protuberance se sa ruba Mjeseca veoma nepravilno uzdižu na više mjesta. Osobito se izdiču četiri protuberance, među njima jedna duga 9 stupanja ili 14.580 milja, jer jedan minut vriedi, gledan sa Zemlje, punih 27 geograf. milja.

Sljedeće se je godine 1869. opet pokazala totalna pomrčina Sunca, koja se je poglavito po sjevernoj Americi sterala, pa su ju američanski astronomi točno razmatrali.

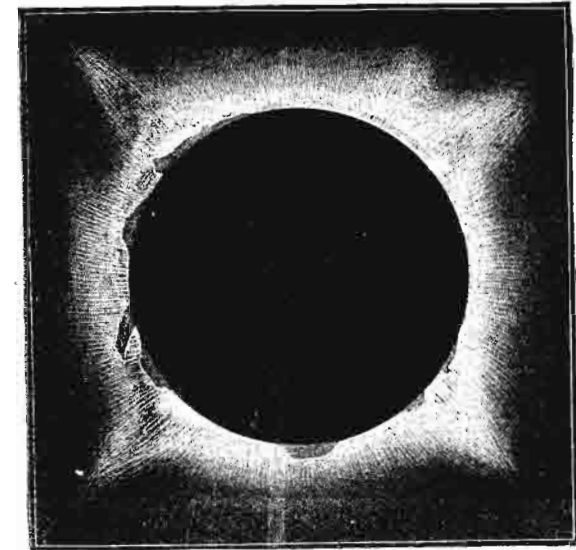
Američanski su astronomi svoju pažnju posvetili osobito koroni, pa, budući da je vrijeme svagdje bilo prekrasno, bio je i uspjeh njihovih opažanja upravo sjajan. Priložena ovdje slika 81., što ju je Eastmann u početku pomrčine dobio, predočuje ovu totalnu pomrčinu sa krasnom koronom i važnijim protuberancama. Na njoj se korona sa svojim zrakama krasno vidi i u svem 7 protuberanca. U gradu Des Moines, gdje su ovu sliku snimili, imala je korona od početka do kraja isti oblik. Nasuprot tomu načinio je dr. Gould u Burlingtonu tri slike onoga istoga pojava po gledanju prostim okom; po njima bi morali zaključiti, da je korona tečajem pomrčine nešto mienjala svoj oblik.

Kod kasnijih su pomrčina već fotografiju upotrebili, da dobiju slike korone neodvisne od subjektivnoga osjećaja čovjeka.

Prodjemo li redom sve slike, zanimat će nas u prvom redu oni silni crveni plameni, koji se na rubu mjeseca pokazuju — protuberance. Od g. 1842., kad su ih prvi put vidjeli, s najvećim su ih interesom pratili astronomi a smijemo reći i naobraženi sviet. Smjesta se dakako pojavila sila pitanja, što su protuberance i gdje im je uzrok? Pripadaju li Mjesecu ili Suncu? Nisu li možda oni crveni plameni utvare, koji nam se radi različitoga svjetlucanja samo pri-

kazuju? Jesu li možda bregovi na Suncu, koji se u odbijenom svjetlu sunčanom razžare kao vrhovi ledenih Alpa na Zemlji o zahu Sunca? Ili su možda silne mase razžarenih plinova izbačenih iz nutarnjosti Sunca? Al možda je to napokon samo pojav svjetla, komu je uzrok u našem zraku?

Da se sve ove dvojbe razbistre, preslab je bio i najbolji dalekozor i najtočniji opažatelj ovih pojava — sve do godine 1860., kad su Kirchoff i Bunsen otkrili spektralnu analizu svjetla. Već godine 1860. dozvaio je neumrla iztražitelj Sunca Secchi i fotografiju u pomoć — nu sve uzalud.



Sl. 81. Korona i protuberance za totalne pomrčine Sunca od 7. rujna god. 1869. (Po slici Eastmanna.)

Astronomi do g. 1868. još ni u tom ne bijahu složni, pripadaju li protuberance Mjesecu ili Suncu, kamo li, da bi se usudili odgovoriti na pitanje, kakova su to tjelesa.

Možemo si dakle od prilike predstaviti, s kolikom su napetošću prvu totalnu pomrčinu iza g. 1860. čekali, da na protuberance uprave spektroskop. Što je spektroskop odgovorio, znadu naši čitatelji već iz članka: „Svjetlo glasnik iz svemira“.

Znanje nam se naše o Suncu spektroskopom znatno pro-

širilo. Sunce je očividno umotano u atmosferu od razžarenih para raznih vrsta. U donjem dielu te atmosfere ima osim vodika još para drugih tjelesa, kao natriuma, željeza, magnezijuma i t. d.; gdje su opazili više stotina svjetlih crta; gornji pak dio, koji je od površine dalji, ima samo vodika, i još neku nepoznatu tvar — helium. Zašto se sve tvari ne dižu jednako visoko u atmosferi Sunca, lako ćemo i sami pogoditi, ako se sjetimo, da je vodik najlakša tvar, koju na Zemlji poznajemo. Guste pare kovina ostat će samo u najbližoj blizini sunčane površine, dočim će se razžareni vodik daleko u vis dizati; zato se od ostalih crta vide samo odlomci. Ovaj donji gušći dio atmosfere sunčane, u kojem se po našim opažanjima uz vodik nalaze i druge pare u razžarenom stanju, visok je 1000 i 1500 milja, što se je po dužini vidjenih crta dalo izračunati; obično zovu taj dio sunčane atmosfere *chromosfera*, dočim je gornji dio, u kom je gotovo sam vodik, onaj, koji nam se u obliku protuberanca pokazuje.

U tom gornjem dielu sunčane atmosfere najveća je zagonetka astrofizicima ostao *helium*, koji se je svojom jasnom žutom crtom, smještenom kraj žutih crta natrijevih, u spektru protuberanca od godine 1868. amo odavao. Uz vodik on je glavna sastavina viših slojeva sunčane atmosfere, mora dakle da je tvar prilično laka kao i vodik. Ali heliumu ne nadjoše nigdje traga na Zemlji: sve su kemičke elemente izpitali, ali u spektru niti jednoga nema žute crte helijuma! (Vidi ju u našoj slici 65. na strani 173.). Osim Sunca našli su helium u spektrumu mnogih stajačica, na pr. β u Liri, γ u Kasiopeji, u nekim zvijezdama Oriona i u novoj zvijezdi u Labudu od g. 1876. Spektrum svemirskih maglica pokazuje takodjer često svjetlu crtu helijuma (D_3); god. 1888. našao ju je Copeland i u velikoj Orionovoj maglici (isp. strana 40.). Svagdje ga dakle i u najdubljem svemiru ima, samo ne na Zemlji.

Tek koncem lipnja ove godine (1895.) skinuo je Englez Ramsay koprecu sa ove tajne: helijuma ima i na Zemlji! Tako glasi velika novost astrofizična zadnjih tjedana.

Kad je ispitivao veoma riedki mineral Cleveit (uranat olova), našao je u njemu novi plin, a Crookes iztraživao je s mjesta spektrum toga plina u Geisslerovoj cijevi i našao je, da u spektrumu njegovom uz druge svjetle crte sja osobito žuta crta D_3 — koja pripada heliumu. Helijuma dakle ima i na Zemlji, a kako je taj plin, pokazava

će skoro budućnost. Ovu je novost javio Berthelot Parižkoj akademiji, gdje je pubudila veliku senzaciju, jer se nadaju, da će sada lakše ući u trag pravoj naravi polarnoga i zodijakalnoga svjetla.

Nastaje sad pitanje: može li ta ogromna atmosfera Sunca — *chromosfera* — biti uvijek i na svim mjestima gladka i mirna kao površina mirnoga jezera?

Promislimo stvar i izporedimo atmosferu Sunca sa atmosferom Zemlje. Ondje razžareni plinovi, ovdje samo smjesa dvaju hladnih plinova dušika i kisika; ondje debljina od 1500 milja i više, ovdje od 20 milja. Ako se sada sjetimo raznolikih gibanja u našoj atmosferi, svakovrstnih oluja, silne množine vodene pare, koja se poradi toga na nekim mjestima nagomila, tvoreći prerazne oblike oblaka, morat ćemo i nehotice pomisliti, da će se slični pojavi i u *chromosferi* još u mnogo većoj mjeri pokazivati. Pa zbilja tako i jest. Na Suncu se zbivaju u *chromosferi* grozne oluje, spram kojih su i najjače oluje na Zemlji — sitnice. Mi te oluje sada na Suncu možemo svaki dan opažati, dapače — to se čini gotovo nevjerovatno, ali je istina, — mi i točno mjerimo, kolikom se brzinom po *chromosferi* cikloni vrte i gibaju, kako i gdje se počinju, kako se svršuju. U čudu će nas pitati čitatelji i čitateljice, kako je to moguće? Tko nam iz Sunca te oluje javlja? A mi im opet odvrćamo: naš izkušani vodja — svjetlo u spektroskopu.

Uzhtiju li malo samo pozornosti posvetiti sljedećim redcima o sunčanim olujama, uvjerit će se i sami, da to nisu možda slutnje i nagadjanja, nego da je to gola istina.

Neumrlji Secchi s osobitom je pomnjom te pojave u *chromosferi* Sunca motrio. Po njemu ih i opisujemo. Kadkada se površina *chromosfere* pokazuje mirna, kao površina mirne vode. Nu često se puta vidi ovakova, kako ju pokazuje priložena slika 82.: sa površine ližu mali šiljasti plameni u vis i onda se čini površina *chromosfere* kao polje, na kojem gori žito ili lan. Ti su plamečki vrlo promjenljivi i obično dosegnu do dvostruke visine *chromosfere*. To su očividno razmjerno sitne protuberance, koje se ne dižu visoko. Najčešće se ipak površina *chromosfere* pokazuje sva bodljikava kao jež (vidi sljedeću sliku), ali se na takovim mjestima visoko diže; pa i ovi jezičasti plamenčići nisu drugo, nego početci protuberanca.

Iz ovih se početaka na površini *chromosfere* razvijaju i dižu do velikih visina prave protuberance, primajući pri tom prerazličite oblike, kako ih pokazuju i naše 4 slike. Već po ovim oblicima

ovu daljinu od Sunca postupao sam vrlo oprezno, i našao sam iz triju opažanja kao najveću visinu 7 minuta i 49 sek. ili 340000 kilometara. To zato osobito spominjem, jer do sada (koliko je meni poznato), još nigda materija chromosfere (ovdje razžareni vodik) nije u većoj visini od 225000 kilometara opažena. Brzina, kojom se je materija protuberance u vis dizala, bila je 260 kilometara u sekundi i daleko veća od dosada opaženih brzina. Obćenit pregled pojava u onom času, kad su konci najvišu visinu dosegli, daje naša desna slika (sl. 83.).



12 sati i 30 m.

12 sati 55 m.

Sl. 83. Eksplozija jedne protuberance na površini Sunca po motrenju prof. Younga god. 1871.

Kako su se vatreni jezici u vis dizali, tako im je i sjaj opadao; oni se izgubiše kao razilazeći se oblaci, i u jedan sat i 15 minuta vidio si od silne protuberance samo još nekoliko svjetlih snopića i sjajnih pruga sasvim blizu chromosfere, koji su jedva mjesto označivali, gdje se je ovaj veličanstveni pojav odigrao čas prije.

Medjutim je spomenuti mali oblačak na lijevoj strani protu-

berance narastao, razvivši se u talasajući plamen, koji je neprestano mienjao svoj oblik. S početka puzao je samo po površini chromosfere, kasnije dizao se je kao piramida 80000 kilometara visoko, gdje mu se vrhunci razriešiše u dugačke konce i sjajne snopove žarkih trakova, koji su se savijali poput zavoja na jonskim pilovima; napokon se je i ona gubila i u 2 sata 30 minuta nestalo je sasvim. Cieli nas ovaj pojav gotovo sili na mišljenje, da se je tu izpod bivše velike protuberance nešto razprsnulo, da je bila eksplozija, koja je u glavnom okomito u vis, ali takodjer i na sve strane smjerala. Ako se još sjetimo ogromne visine, do koje su česti ove protuberance bačene, sjećamo se i nehotice onih sjajnih trakova, koji se kod pomrčina Sunca kao korona pokazашe. Možda je i njima uzrok u ovakovim naglim i silovitim revolucijama na sunčanoj kruglji.“

Nu osim ovih naglih i silovitih erupcija pokazao je spektroskop nedvojbeno još jednu vrstu oluja u chromosferi, koje su vrlo nalik na naše ciklone, samo su mnogo silnije. Masa se naime chromosfere podigne u vis, vrti oko osi i silnom brzinom leti po površini chromosfere. S pravom će nas zapitati čitalac, odkuda li mi to znamo, nu još će se više začuditi, ako mu reknemo, da umiju i brzinu ovih ciklona točno mjeriti.

Neka medjutim spektroskop sam govori

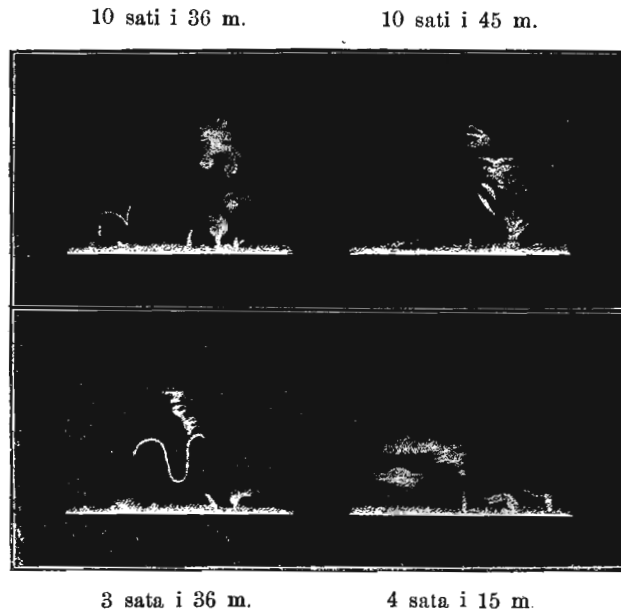
Jur mnogo puta spomenuti Lockyer upravio je dne 14. ožujka 1869. pukotinu svoga spektroskopa na rub Sunca i načinio ju tako široku, da je dužinu od 2800 kilometara na chromosferi na jedan put pregledati mogao, dok je ciklon, koji je motrio, zapremao samo 2500 kilometara. Svjetla crta F vodika u spektru ove protuberance bila je čudno savijena. Kad je Lockyer spektroskop namjestio na sredinu ciklona, vodikova se je crta razgranila na obje strane; kad ga je pak namjestio na jedan kraj ciklona, crta se svinula prama crvenom kraju spektra, a na drugom se kraju ciklona nagnula k ljubičastom kraju spektruma.

Tumačenje ovega na prvi mah zagonetnoga pojava moramo medju najznamenitija otkrića brojiti, koja nam je spektroskop dao, pa zato neka ne bude zamjere, ako i ovdje pokušamo taj pojav raztumačiti, tim više, što je na njemu osnovana danas posebna grana nauke — spektrografija.

Pomislimo si za čas, da na brodu plovimo po uzburkanom moru. Jedan talas za drugim udara o brod i ne će nam biti težko

smijemo slutiti, da se te mase gibaju, nu nedvojbeno je to pokazao spektrom protuberanca, odkad su ga mogli svaki dan motriti.

Sa svjetlim se crtama protuberanca zbivaju naime često puta čudne promjene. Drugu na pr. vodikovu crtu vidio je Lockyer jedan put čudno zavijenu, vijugala se kao zmija ili val na vodi. Drugi put opet vidio je Young istu vodikovu crtu, svu razkidanu u sitne komadiće. Te promjene crta dokazuju, da se u onim silnim razžarenim masama vodika, koje se dižu iz chromosfere, događaju silovite i burne promjene.



Sl. 82. Promjene jedne protuberance, motrene u Genevi dne 11. travnja god. 1872. od Gautier-a.

Našim čitateljima pokazujemo ovdje u slici 82. promjene jedne protuberance, koju je motrio Gautier u Genevi dne 11. travnja god. 1872. od 10 sati 34 minuta do podne, pa do 4 sata i 15 minuta po podne, dakle u svem nekih 6 sati. Pak što se je sve s njom zbilo, kako li je mienjala u ono par sati i oblik i visinu i veličinu! Poprieko je bila visoka nekih 12000 geografskih milja. Kakove li moraju biti sile, što u tako kratkom vremenu proizvedu ovako velike promjene u ogromnim masama razžarenoga plina?

Nu osim ovih gotovo redovnih promjena protuberanca događaju se u chromosferi Sunca još i druge kud i kamo jače, silnije i nagle provale, koje se još brže mienjaju i do silnih visina bacaju razžareni vodik. Lockyer ih je okrstio sunčanim olujama i našao, da su naše najjače oluje samo lak zefir spram onih sunčanih. Lockyer, Secchi, Young i drugi opazili su češće ovakove silne provale iz chromosfere Sunca, nu jedna od najstrašnijih, što su ih do sada opazili i narisali, bila je ona, koju je profesor Young dne 7. rujna 1871. opazio i naslikao. Mi ćemo ju po njemu opisati.

„Dne 7. rujna 1871. između 12 $\frac{1}{2}$ i 2 sata po podne, pripovjeda Young, dogodila se na Suncu neka vrsta provale ili eksplozije, koja se je svojim nenadanim, naglim dolazkom, i svojom velikom žestinom odlikovala. Upravo o podne razgledao sam na zapadnom rubu Sunca ogromnu protuberancu sa svojim telespektroskopom; od zadnjega poldneva samo se je malo promienila bila i bila je dugačak, prilično visok i dosta miran oblak sa razmjerno slabim sjajem, ali se veoma daleko pružio (sl. 83.). Glavna joj masa bijaše ravno spružen oblak, koji je od prilike 3200 milja visoko nad chromosferom lebdio, ali je preko dvaju stupova sa površinom chromosfere bio spojen. Dugačka je bila ta protuberanca 225 sekunda i visoka gotovo 120 sekunda, a tomu odgovara dužina od 161000 kilometara i visina od 87000 kilometara. Kad su me oko 12 $\frac{1}{2}$ sati na nekoliko časaka na stranu pozvali, nije se na njoj upravo ništa vidjelo, po čem bi mogao slutiti, da će se naskoro kakova provala zbiti, samo je desni stup nešto svjetliji i čudno zavinut bio, isto se je tako na lijevoj strani pokraj stupa mala ali vrlo svjetla masa podigla bila. Lieva slika pokazuje, kakova je bila protuberanca u ono vrijeme. Silno li se začudih, kad sam se iza pol sata povratio (12 sati 55 min) i našao, da je bila ciela protuberanca provalom od ozdo do gore baš u same krpice razderana. Na mjestu mirnoga oblaka bio je uzduh, ako smijemo ovaj izraz za Sunce upotrebiti, letećim ostacima, množinom okomitih prividno vatrenih konaca ili jezika izpunjen, svaki 10 do 30 sekunda dugačak i 2 do 3 sekunde širok; najsjajiniji bijahu ondje, gdje su prije stupovi stajali i dizahu se naglo u vis. U času, kad sam pojav opazio, bili su pojedini konci već 4 minuta visoko (161.000 kilometara), nu ovi se pred mojim očima još sveudilj dizahu i najviši od njih dosegoše 10 minuta kasnije (1 sat 5 min.) ogromnu daljinu od 325000 kilometara iznad površine Sunca. Mjereć

prebrojiti, koliko će ih u jednoj minuti o ladju udariti, ako ladja na moru mirno stoji. Recimo na pr. da će ih 20 u svakoj minuti ladju stići i o nju lupiti. Nu recimo, da ladja plovi proti valovima. Svakomu je jasno, da će sada u jednoj minuti na svaki način više valova o ladju udariti, nego prije, dok je ladja mirno stajala; recimo, da će ih sada 30 u minuti udariti o ladju. Ako pak ladja skupa sa valovima dosta brzo plovi, pa stanemo brojiti, koliko će ih sada o ladju udariti u minuti, naći ćemo, da će ih svakako manje, možda 12, u minuti udariti o ladju. Tko je na moru plovio, sigurno je već taj pojav opazio, a ako nije, lako će ga opaziti, ako sat u ruku uzme i valove motri. Sličan se pojav mora i kod tonova opaziti. Tielo, koje daje ton A, načini 435 titraja u sekundi, dakle i na uho u svakoj sekundi udari 435 valova i uho čuje neprestano ton A. Nu uzmite samo, da svirala na željezničkoj lokomotivi taj glas A daje, ali da se ujedno od našega uha brzo udaljuje. Sada već ne će na uho 435 titraja u sekundi udariti, nego svakako njih manje. Uho ne će čuti ton A, nego nešto niži ton i to tim niži, čim se lokomotiva brže od nas odmiče. Pa zbilja, tko pozorno sluša sviranje lokomotive kad iz postaje odlazi, a ima muzikalan sluh, čut će jasno, kako glas postaje sve dublji. Obratno opet, ako se lokomotiva brzo približava nama, glas će sve viši postajati, jer u svakoj sekundi više valova stigne na uho.

Sličan se pojav mora i kod svjetla pokazivati. Sjetimo se samo, da je i svjetlo titranje etera, ali kud i kamo brže nego zvuk, da na pr. svjetlo, što ga naše oko osjeti kao crveno, u sekundi 480 bilijuna titraja učini, a ljubičasto na drugom kraju spektruma 760 bilijuna. Svaka nuanca boje, koja je između ovih granica, ima svoj stalni, od fizičara točno određeni broj titraja. Svjetlo na pr. druge vodikove plave crte F čini u svakoj sekundi 617 bilijuna titraja i ako njezino svjetlo ostaje na mjestu, udarat će o naše oko u svakoj sekundi 617 bilijuna titraja. Nu uzmimo, da nam se ovo svjetlo približava velikom brzinom; u tom će slučaju u naše oko na svaki način udariti više od 617 bilijuna titraja u sekundi, boja će plave crte na svaki način nešto tamnija biti, nu ta će razlika biti tako sitna, da je nikakovo oko ne bi moglo opaziti. Ali mi znamo, da se brži titraji etera više lome od sporijih, dakle i modra vodikova crta sada ne može ostati u spektrumu na svom prijašnjem mjestu, nego se mora nešto malo više lomiti, t. j. pomaknut će se nešto prama ljubičastom kraju spektruma. To je pomicanje veoma sitno, tek koju

tisućinu jednoga milimetra; nu ako je spektroskop veoma osjetljiv, morat ćemo ipak i to sitno pomicanje na njegovoj skali opaziti.

Razmotrimo sada protivni slučaj. Svjetlo, što daje onu modru crtu, neka se od našega oka brzo odmiče. Sada ne ćemo u sekundi 617 bilijuna titraja primiti, nego svakako manje njih i boja će crte prema tomu udarati nešto više u zelenkasto, nu opet će razlika presitna biti, da bi ju i najbolje oko opazilo. Bolje će nam tu promjenu pokazati spektroskop. Ovo više zelenkasto svjetlo manje se lomi, jer eter sporije titra, dakle ni sada crta ne može na svom redovnom mjestu ostati, nego se mora nešto prama crvenoj boji spektruma pomaknuti i mi trebamo samo vrlo osjetljiv spektroskop, da nam ovu sitnu promjenu mjesta na svojoj skali pokaže.

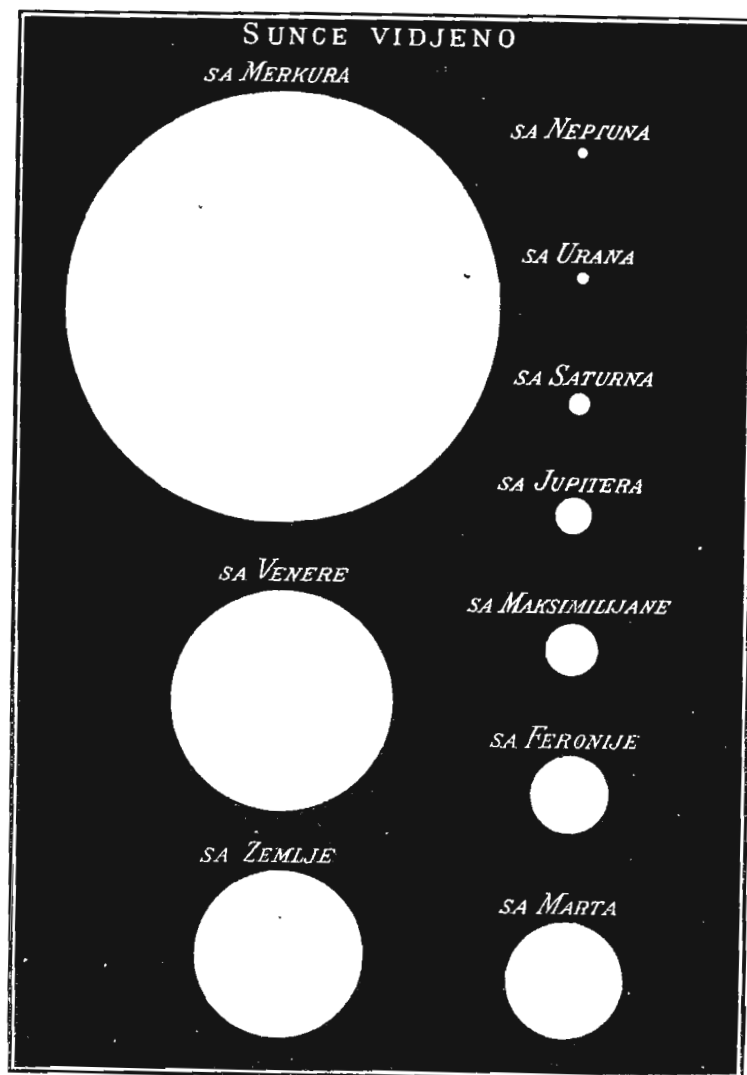
Skupimo te naše zaključke u jedno.

Ako se izvor svjetla, koji u svom spektrumu daje koju sjajnu crtu, od nas dosta brzo odmiče, pomaknut će se crta malo prama crvenom kraju spektruma; obratno, ako se to svjetlo nama približava, pomaknut će se crta nešto malo prama ljubičastom kraju spektruma. Pomaknut će se pak sa svoga mjesta tim više na jednu ili drugu stranu, čim se brže svjetlo odmiče ili primiče.

Nu sada ćemo smjeti i obratno zaključiti.

Kad nam spektroskop pokazuje, da se je koja svjetla crta sa svoga redovnog mjesta u spektrumu prama crvenoj boji spektruma pomakla ili naklonila, moramo smjesta zaključiti, da se svjetlo, koje tu crtu daje, od nas odmiče; a pokaže li spektroskop, da se je crta nešto prama ljubičastoj boji pomakla, zaključujemo, da se izvor toga svjetla nama približava. Što više! Ako nam je spektroskop toliko točan, da možemo izmjeriti, za koliko se je crta na jednu ili drugu stranu pomakla, moći ćemo iz ovoga odklona računom pronaći, kolikom se brzinom izvor svjetla nama primiče ili od nas odmiče. Ovaj se zakon u fizici zove Dopplerov princip i postao je u najnovije vrijeme u astronomiji stajačica vanredno važan, odkad umiju spektra stajačica fotografirati i mikroskopom točno mjeriti ova presitna pomicanja crta u njihovim spektrima. Ta je grana spektralne analize dobila i posebno ime, zove se spektrografija, i donijela je u ovo par godina nauči dva velika obreta, kojih ćemo se kasnije spomenuti u

i kamo sjajnije tielo, nego ikoja druga zvijezda na njegovu nebu. Sasma bi druge prilike bile, da nam se je odseliti iz naše sunčane obitelji na sferu, gdje su druge zvijezde stajačice: naše neizmjereno



Sl. 84. Sunce gledano sa glavnih planeta njegove obitelji; izporedjene prividne veličine.

vrelo svjetlosti i sjaja splinulo bi se u toj silnoj daljini na jednu svietlu točku, izgublenu medju nebrojenim vatrama zvjezdanoga neba! Najsjajnija je zvijezda na našem nebu Sirius i njegov prividni promjer gledan sa Zemlje za stalno nije niti jedna stotnina jedne sekunde, dok Sunce naše gledano sa Neptuna ipak ima promjer od 64 sekunde. Prema tomu je ploča sunčana, gledana sa Neptuna, još uvijek barem 40,690.000 puta tako velika kao ploča Siriusa. Sunce dakle razsvjetljuje uz iste uvjete Neptun još uvijek jače, nego bi to učinilo 40 milijuna zvijezda prvoga reda! Dan je na tom skrajnjem članu u našoj obitelji još uvijek 800 puta svjetliji nego u nas pun Mjesec!

Nu čim upotrebiš crno staklo, koje će ublažiti prejaki sjaj Sunca, pa motriš kroza nj duže vremena sunčanu ploču, nestat će iluzije, da je površina Sunca čista kao zlato i svagdje jednako sjajna: baš nasuprot vidjet ćeš jasno, da se izmjenjuju svjetlija i tamnija mjesta, a kad ju gledaš u teleskopu sa velikim povećanjem, naći ćeš i to, da joj je na rubu sjaj mnogo slabiji. To pokazuju osobito novije fotografije sunčane ploče, i po takovoj fotografiji načinjena je i naša slika (sl. 85.). U novoj je Vatikanskoj zvezdarni, koju smo jur prije opisali, ova fotografija snimljena dne 7. kolovoza god. 1893. i broji se medju najbolje današnje fotografije Sunca. Veoma je poučno razmatranje ove slike. U reprodukciji izgubila se je doduše prilično karakteristična nejednakost sjaja sunčane ploče, ali se za to liepo iztiče opadanje sjaja prama rubu i osobito se iztiča mnoga tamna, gotovo crna mjesta na sunčanoj ploči — glasovite sunčane pjegge. Tko dobro gleda sliku, opazit će, osobito pri kraju i svjetlijih mjesta; to su sunčane baklje.

Odmah u prvim godinama, kad su sagradili teleskop, otkrili su na Suncu crnih pjega gotovo u isto doba Fabricius, Galilei i Isusovac Scheiner (god. 1611.). Koliko je ovaj obret teleskopa tadanji naobraženi sviet presenetio, pokazuje veoma liepo karakteristični odgovor, što ga je dobio Isusovac Scheiner, kad je kazivao svomu glavaru, što je vidio na Suncu, i molio ga, da smije to publicirati. Provincijal mu reče: „Proučio sam djela Aristotela nekoliko puta od početka do kraja, i mogu reći, da u njima nisam ništa našao o tom, što mi Ti tu pripoviedaš. Otidji, sinko moj, i umiri se. Budi uvjeren, da je ono, što držiš pjegama na Suncu, ili pogreška Tvojih stakala ili pogreška Tvojih očiju“. A nije ni čudo. Od Aristotela

ovoj knjizi. Sada upotrebimo ovaj princip na Sunce, pa se spomenimo prije opisanoga opažanja Lockyerova na jednoj protuberanci.

Kad je naime Lockyer svoj spektroskop na jedan rub protuberance upravio, crta se vodikova prama crvenoj boji nagnula, dakle se je protuberanca na toj strani od nas odmicala. Kad je pak pukotinu spektroskopa na drugi njezin kraj upravio, ista se je modra crta prama ljubičastom kraju nagnula, dakle se je na onoj strani nama primicala. Očito je dakle, da se je protuberanca vrtjela oko nekakve osi, ona je bila — ciklon na Suncu. Računom je Lockyer dalje našao, da se je to sve sa silnom brzinom od 64 kilometra ili više nego osam milja u sekundi zbivalo.

Tko bi prije 35 godina smio samo i pomisliti, da ćemo mi igda s ovakovom sigurnošću događaje u svemiru moći pratiti i motriti? Mi sa Zemlje gledamo ciklone u chromosferi Sunca i računamo, kolikom se brzinom i kojim se smjerom gibaju i vrte na Suncu, udaljenom od nas preko 20 milijuna milja!

Ova su otkrića spektroskopa zaista sjajna, da im se čovjek upravo mora diviti. Nu po njima smo tek saznali, da je Sunce obkoljeno atmosferom od razžarenih para, da se u njegovoj chromosferi silovite promjene i oluje neprestano zbivaju, ali ostaje još uvijek mnogo pitanja, koja će istom poznije generacije ljudskoga roda moći riješiti, kad bude širom Zemlje mnogo opažaca, koji će oružani savršenijim strojevima ove promjene neprestano motriti, kao što danas na pr. meteorolozi redovno motre promjene vremena u našoj atmosferi. Zadnjih su godina i zbilja počeli protuberance redovno motriti i rezultate bilježiti. Tako je na pr. na zvjezdarni Campidoglio u Rimu astronom Respighi već god. 1869. redovita opažanja protuberanca započeo; Secchi i Tacchini u „Collegium Romanum“ u Rimu, a astrofizikalni instituti u Potsdamu, Meudonu, Pavlovsku i osobito Pickering u Cambridge-u u sjev. Americi posvećuju se posvema ovakovim iztraživanjima.

Znamenita otkrića o chromosferi Sunca zabavila su nas, te smo skoro i zaboravili na koronu, onaj drugi sjajni pojav kod pomrčina Sunca, koji im daje osobiti čar.

Svi, koji su spektrom korone kod pomrčina opažali, slažu se u tom, da joj je spektrom veoma slab, ali neprekidan bez ikakve tamne crte. Nu više su puta na tom slabom neprekidnom spektru i nekoliko svjetlih crta opazili, tako na pr. Yeung god. 1869. Među njima se odlikuje jedna zelena, koja ne pripada ni jednoj zemaljskoj

tvari, zato joj dadoše ime — Koronium. Nu uvijek se iste crte ne pokazuju, s toga je pitanje o koroni još uvijek otvoreno. Toliko je međutim ipak sigurno, da i ona Suncu pripada i da vlastitim svojim svjetlom svietli.

Ova sjajna otkrića spektroskopa upoznala su nas ipak samo sa atmosferom Sunca. Još uvijek je pred nama pitanje: A što je Sunce samo? Ohrabreni dosadanjim sjajnim rezultatima idemo korak dalje, da izpitamo još i sunčanu kruglju samo, pak da po tom odlučimo, što je Sunce i hoće li nam do vieka ovako sjati. Tu će nas opet u prvom redu voditi stariji prijatelj astronomije — teleskop.

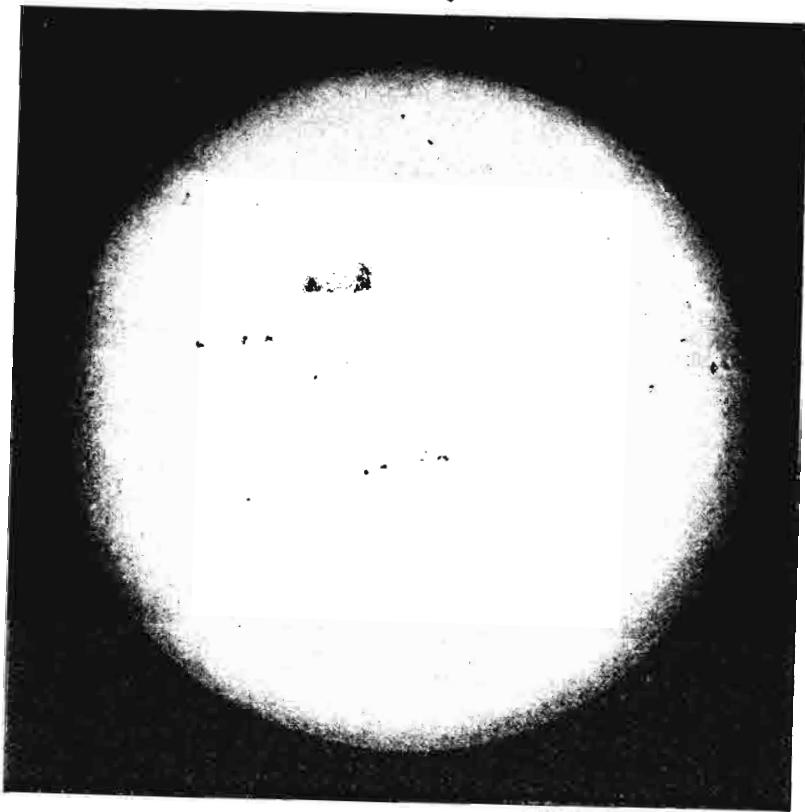
* * *

„Čist je kao Sunce“ stara je rieč u hrvatskom narodu. Pa zbilja, ako kušaš pogledati u Sunce prostim okom, svagda ćeš mu naći ploču čistu i sjajnu kao suho zlato. Ali nije lako gledati u Sunce — to zna svaki čovjek od svog iskustva. Vanredni njegov i čisti sjaj zablješti oči tako jako, da možeš i osliepiti, ako ga duže vremena gledaš. Najzgodnije je u Sunce gledati, kad izlazi ili zalazi. Pokazuje ti se u tim prilikama kao okrugla ploča, gore i dolje nešto sploštena. Ali to mu nije pravi oblik. Nepravilno lomljenje svjetla u nižim slojevima naše atmosfere daje mu ovaj oblik i čini, da mu je sjaj slabiji. Čim se digne nešto više nad horizont, postane sasvim okruglo, kao podpuna kružnica, i tako sjajno, da već ne možeš gledati u nj. Taj nam se krug čini o podne najmanji; ali se to samo čini radi našega običaja prosudjivati okom veličinu kojega predmeta po njegovoj prividnoj daljini od našega oka. Najtočnije je mjerenje pokazalo, da je ploča sunčana čisti dan točno jednako velika. Srednju veličinu Sunca sa Zemlje pokazuje u naravnom omjeru ovdje priložena dosta zanimljiva slika 84. Prividna se veličina svakoga tiela mienja sa daljinom od oka: tako se i sunčana ploča pokazuje različite veličine sa raznih planeta našega sustava. Tim će se vidjeti manje, čim je dalji planet od njega. Po tom je načinjena naša slika. Sa Merkura se vidi Sunce najveće, a sa Neptuna najmanje. 6673 puta je veća sjajna ploča sunčana sa Merkuru nego sa Neptunu. Za nas smrtnike na Zemlji sunčana je ploča od prilike sedam puta manja nego sa Merkuru, a za eventualne stanovnike na Neptunu gotovo 1000 puta manja nego za nas! Pa ipak je i na Neptunovu nebu Sunce još uvijek kud

*

amo držali su, da je Sunce vječna i čista vatra sa osobitim mističnim svojstvima, pa odkuda u tom uzoru čistoće —ernih pjega?

Medjutim ih je vidio i mladi holandezki astronom Ivan Fabricius, sin glasovitoga astronoma Davida Fabriciusa, već godine 1611. Kad je jednoga dana pogledao kroz svoj teleskop (bez crnoga stakla) Sunce, vidio je sav u čudu na njemu toliku crnu pjegu,



Sl. 85. Sunca. (Po fotografiji snimljenoj dne 7. kolovoza 1893. u 2 sata i 30 m. u novoj Vatikanskoj zvjezdarni.)

da je u prvi mah pomislio: to je oblak. Nu pomnije mu izpitivanje pokazalo, da se vara; ali pjege nije mogao taj dan dalje motriti, jer mu je Sunce bleshtilo oči. Odlučio je sutradan o izhodu motriti Sunce. „Moj otac i ja“, pripovieda, „u velikoj smo uzrujanosti proživjeli ostatak dana i noć, snivajuć o tom, kakva bi to mogla biti pjega:

ako je na Suncu, rekao sam si, vidjet ću ju bez dvojbe i sutra; nije li na Suncu, učinit će nam ju gibanje Sunca do sutra nevidljivom; i zaista vidjesmo sutra opet pjegu, ali se nešto pomakla sa svog mjesta prama zapadu i tim je neizvjestnost još porasla; domislismo se, pa bacismo sliku Sunca kroz malu luknjicu u prozoru tamne sobe na bieli papir i vidjesmo opet pjegu kao nešto produženi oblčak: rdjavo nas vrieme tri dana priečilo, da pratimo dalje pojav. Poslije toga ju vremena vidjesmo, ali se posvema pomakla k zapadnoj strani sunčane ploče. Opazismo drugu, manju, na iztočnom rubu; u roku od nekoliko dana došla je do sredine. Pojavila se konačno i treća; prve je nestalo najprije, a drugih dviju par dana kasnije. Lebdio sam izmedju nade i dvojbe, hoću li ih opet vidjeti; nu deset dana kasnije, prva se opet pojavila na iztočnom rubu.“

Dvoje sledi iz ovoga opisa: Pjege doista pripadaju Suncu, ali se i Sunce vrti oko jednoga svoga promjera. Kasnije se pokazalo, da ta vrtnja traje nekih $25\frac{1}{2}$ dana.

Ova su dva velika obreta prvih teleskopa silno uzrujala sviet i u temeljima uzdrimala Aristotelsko mišljenje ljudi. Sunce nije vječna čista vatra, na njemu jeernih pjega, i Sunce se vrti oko osi za $25\frac{1}{2}$ dana!

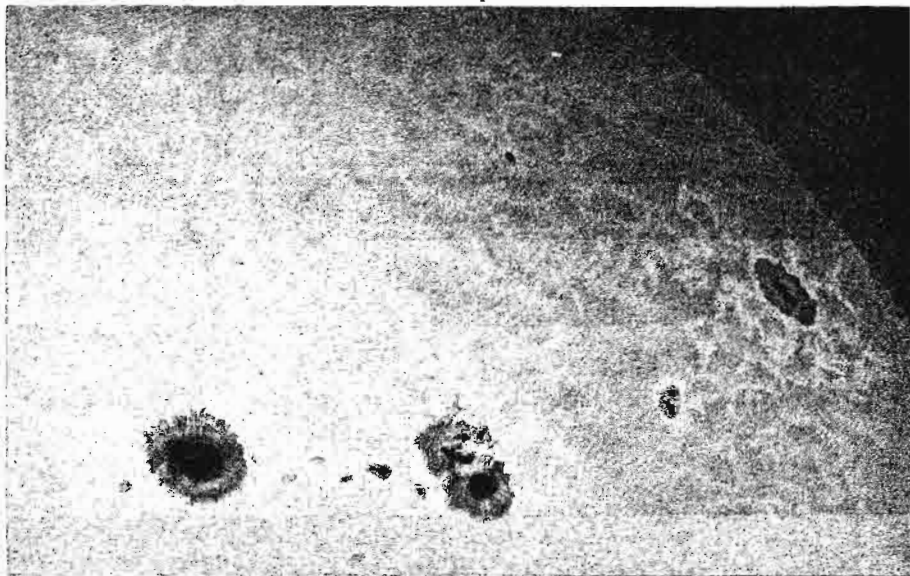
Od onoga doba do danas nije jenjalo izpitivanje sunčane površine teleskopom i u naše dane spektroskopom. Što su sunčane pjege? bilo je doduše odmah pitanje, ali odgovora još i danas ne znamo pouzdanoga. Trebat će još pomnije i uztrajnije motriti sjajnu površinu Sunca — astronomi ju zovu fotosfera — dok se dovinemo tajni. Za sada tek opisujemo pojave prezanimljive, što ih pjege do sada pokazale.

Pjege su obično tvorbe na fotosferi vanredno nepravilnoga oblika, ali oštih rubova, i sastoje redovno od dva diela: tamnije, sasme erne jezgre, i nešto svjetlijega ruba, okolo ciele jezgre. Zovu taj rub penumbra ili polusjena. Naša ih slika 85. pokazuje većih i manjih dosta velik broj. Osobito se iztiče na gornjoj strani u dvoje razkidana, velika pjega — mimogred spominjemo, jedna od najvećih, koje su dosad na Suncu vidjeli, a to je i razlog, zašto smo baš ovu fotografiju Sunca čitateljima našima iznili. I penumbra se na našoj slici dobro vidi.

Još ljepše pokazuje pjege ovdje priložena slika (sl. 86.), na-

činjena opet po fotografiji Warren de la Rue-a od 20. rujna godine 1861. Jezgra se i penumbra na svim pjegama veoma liepo iztiču, a osim toga se oko desne pjege izvrstno vide i sunčane baklje. Na slici se vidi samo komad od sunčane ploče.

Trajno je motrenje sunčanih pjega dovelo do veoma zanimljivih rezultata. Evo ih glavnih: Pjege nisu tako crne i tamne, kako nam se u teleskopu prikazuju radi velikoga kontrasta sa sjajnom fotosferom. Kad na pr. Venera ili Merkur prolaze izpred Sunca, pjege su uz njih sasna sive. Po najnovijem

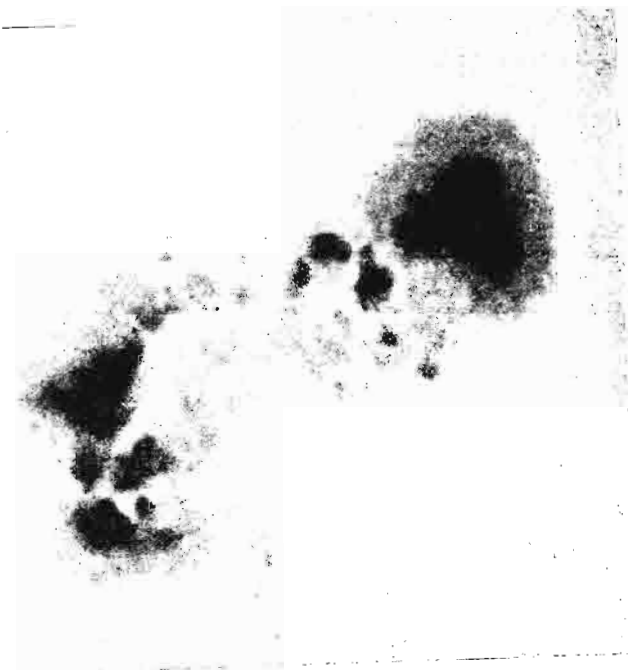


Sl. 86. Pjege i baklje na suncu 20. rujna 1861. po fotografiji Warren de la Rue-a.

mjeranju Langley-a još su uvijek 500 puta svjetlije od punog Mjeseca.

Kolike su te sunčane pjege? Pogled na našu sliku — pokazuje, da ih je po veličini veoma različitih: od najmanjih crnih piknjica, koje se i u teleskopu jedva vide, do veoma velikih, koje možeš o izhodu i zapadu Sunca i prostim okom vidjeti. Baš je naša slika s te strane karakteristična. Uz dosta velik broj malih pjega pokazala se početkom augusta god. 1893. na Suncu i jedna od

najvećih do sada vidjenih pjega, razdijeljena u dvie jezgre sa zajedničkom penumbrom. Za to su ju u novoj Vatikanskoj zvezdarni i posebice fotografirali i po tim fotografijama načinjene su naše dvie slike, koje pokazuju onu ogromnu pjegu onako, kako se je vidjela dne 7. i 8. kolovoza god. 1893. (sl. 87. i 88.). Ispitujuć pomnije ove dvie slike, naći ćemo u velikim crtama doduše isti oblik, ali za 24 sata je pjega ipak oblik i veličinu znatno promienila. Ovakove se međjutim ogromne pjege, koje imadu promjer od 80.000



Sl. 87. Velika pjega na Suncu u kolovoza g. 1893. Dne 7. kolovoza. (Po fotografiji u novoj Vatikanskoj zvezdarni.)

i više kilometara, pa Zemlju svojom veličinom nadmaše 6 i više puta, ne vide baš često na Suncu. Jedna je od najvećih bila do sada pjega, što ju Davis vidio na Suncu 30. kolovoza god. 1839. Kad se je bila razvila do najveće svoje dužine, bio joj je promjer preko 300.000 kilometara, a oplošje 200 milijuna četvornih mirijametara. Ako su sunčane pjege doista kakove udubine u fotosferi, koliki moraju biti ti otvori, u kojima bi ciela zemaljska kruglja bila tek jedna pećina ili stiena u krateru vulkana!

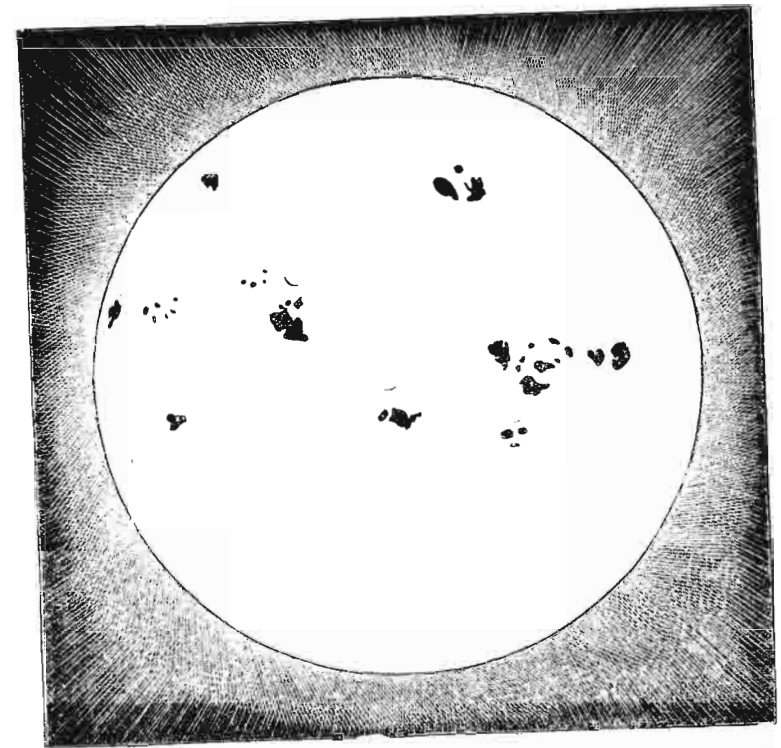
su riedak pojav na Suncu. Bakalja pak ima na Suncu svagdje, ali najviše ipak oko pjega, a vide se, samo kad su na rubu sunčane ploče. Te su baklje nekakove vanredno svietle partije u fotosferi, u obliku žila, koje se razilaze na sve strane. Slika ih naša 88. veoma liepo pokazuje. Karakteristično je, da se baklje u najvećem sjaju često pokazuju na istim mjestima, gdje su prije bile pjegje. Čini se, veli Cassini, kao da se je Sunce očistilo u onim krajevima, gdje su se pojavile pjegje. Svakako su pjegje i baklje u uzkoj svezi i jamačno je isti uzrok postanju jednih i drugih.

Još nam se je taknuti jednoga, ali najzanimljivijega i najzagonetnijega pitanja kod sunčanih pjega. Koliko se poprieko vidi pjega na Suncu, recimo, tečajem godine dana? Već je 100 godina prošlo i više, što astronomi broje i bilježe pomno broj sunčanih pjega i rezultat je toga motrenja vanredno zanimljiv. Broj je pjega po godinama veoma nejednak. Ima godina, kad ih je veoma mnogo i veoma velikih, a ima opet godina, kad su veoma riedke ptice. Naša slika 90. pokazuje, koliko pjega može biti u jedan mah na Suncu i sve velikih dimenzija!

Nasuprot su zabilježili vremenâ, gdje na Suncu nije bilo ni jedne pjegje. Na pr. od g. 1821. do g. 1823. prošlo je po Zachu 29 mjeseci, a da nisu vidjeli na Suncu ni jedne pjegje! Tek 10. srpnja god. 1823. stale su se pokazivati prve nove pjegje. S početka mišljahu, da je to tek slučajno. Nu odkad je astronom Schwabe u Dessauu stao god. 1824. sasama sistematično motriti i bilježiti pjegje svaki dan, kad je Sunce sjalo, i taj mučni posao s neumornom uztrajnosti nastavio pune 24 godine, ne izpustiv ni jednoga dana do g. 1850. odkrio je on preznamenit pojav, da se u broju sunčanih pjega jasno očituje pravilna perioda. Najviše je pjega našao u godinama 1828., 1837. i 1848., a najmanje g. 1833. i 1843. Dakle je izmedju dva maksima i dva minima u broju pjega razmak od nekih 10 godina. Englez je Carrington našao opet minimum pjega g. 1856., a maksimum g. 1860. God. 1847. uzeo je tu stvar u ruke R. Wolf u Zürichu i skupio sva opažanja od god. 1610. do naših dana i po njima sastavio sve epohe, kada je bio maksimum, a kada minimum pjega na Suncu. U ovoj je tablici jedno od najvećih otkrića našega vieka o Suncu, i ona je preznamljiva, a da ju ne bismo ovamo smjestili.

Pregled godina za maksima i minima sunčanih pjega:

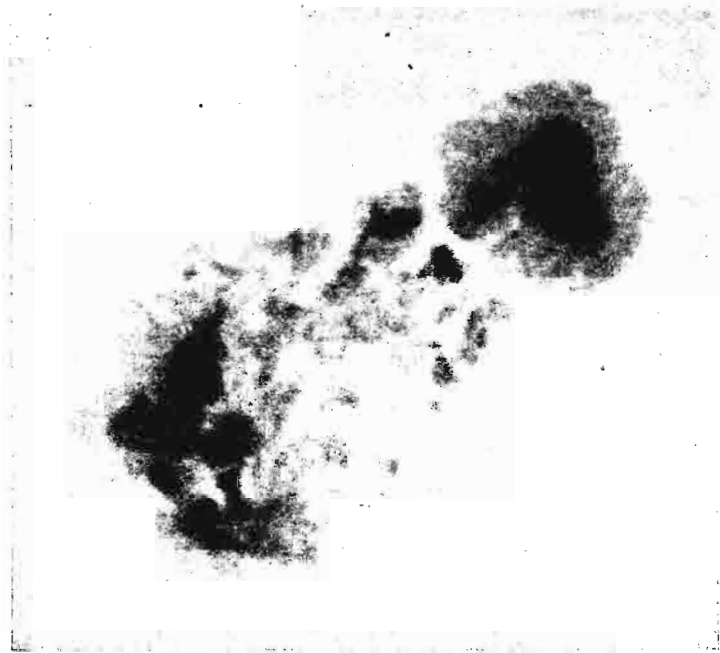
Epohe minima:			Epohe maksima:		
1610·8	1698·0	1784·8	1615·5	1705·5	1789·0
1619·0	1712·0	1798·5	1626·0	1718·2	1804·0
1634·0	1723·5	1810·5	1639·5	1727·5	1816·1
1645·0	1734·0	1823·2	1649·0	1738·7	1829·5
1655·0	1745·0	1833·8	1660·0	1750·0	1837·2
1666·9	1755·5	1844·0	1675·0	1761·5	1848·6
1679·5	1766·5	1856·2	1685·0	1769·9	1860·2
1689·6	1775·8	1867·2	1693·0	1779·5	1870·7



Sl. 90. Sunce sa pjegama dne 2. rujna god. 1839. po Capt. Davisu.

Ova tablica, rezultat velikog truda i mnogogodišnjega rada, pokazuje dvoje: prvo, da je trajanje jedne periode, bilo izmedju dva maksima, bilo izmedju dva minima, gotovo uvijek jednako $11\frac{1}{9}$ godina, tako da na jedno stoljeće pada baš punih devet perioda; drugo, da epohe, kad je najmanje pjega na Suncu, ne padaju točno u sredinu razdoblja izmedju dva zasebična maksima. Od jednog mi-

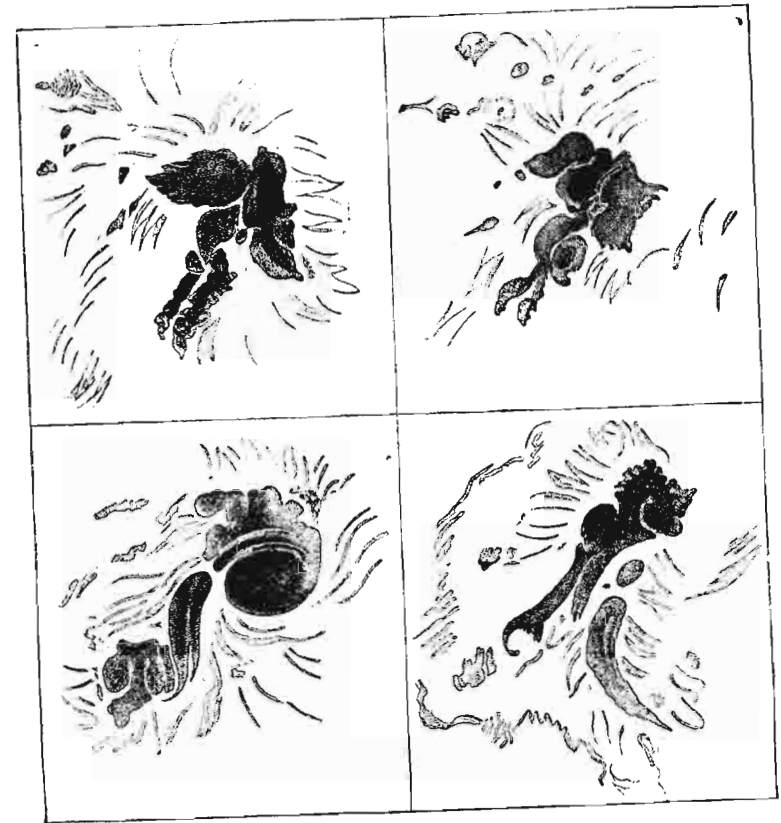
Nikada se gotovo ne-pokaže pjega na Suncu od jedared u najvećim svojim dimenzijama. Obično se najprije pokaže na fotosferi neznatna crna piknjica — pora; ova raste i raste, kasnije se tek oklopi penumbrom; gdjekada se više pora spline u jednu veliku pjegu — obično okruglu ili ovalnu. Nu ima dosta primjera, da pjega postane naglo. Ovakove se dosta nagle promjene u obliku pjega, u broju jezgara i u veličini jezgara i penumbre veoma često mogu vidjeti na Suncu. Od jedne rotacije



Sl. 88. Velika pjega na Suncu u kolovozu g. 1893. Dne 8. kolovoza.
(Po fotografiji u novoj Vatikanskoj zvjezdarni.)

Sunca do druge — pjega nam naime ostaje nekih 13 dana sakrivena na drugoj polutki Sunca — moći ćeš konstatovati drugi raspored hrpa, koji pokazuje, da se pjege za stalno pomiču po fotosferi i jedna prama drugoj, neodvisno od njihove zajedničke vrtnje oko osi sunčane. Evo ovdje još naslikane pjege, koju je motrio Dawes u listopadu i studenom god. 1859. (sl. 89.). Na njoj možeš pratiti promjene pjege u razmacima od dva dana. Pro-

mjene su dosta velike i u jezgrama i u penumbri, u veličini pjega i u njezinim oblicima. Pojavi razkomadanja jedne pjege i obratni, stjecanja mnogih pjega u jednu, zbivaju se u tako raznim oblicima, da bi sâm opis tih promjena zapremao cijelu knjižicu. Viek je jedne pjege u obće razmjerno veoma kratak, ali i u tom se pokazuju znatne razlike. Jedne se pojave i izgube u roku od par dana, to



Sl. 89. Nagle promjene jedne sunčane pjege po motrenju Dawesa
27., 29., 31. listopada i 2. studenoga 1859.

su obično male pjege; druge traju jednu ili dvie rotacije Sunca (26—52 dana). Primjeri još dužeg trajanja su riedki. Karakteristično je i to za pjege sunčane, da sve gotovo postaju oko ekvatora Sunca u pojasu, koji ide od prilike 30° na sjever i jug od ekvatora; pjege u 40° sjeverne ili južne širine veoma

nima do bližnjeg maksima prodje poprieko samo 3-7 godina, dakle broj pjega znatno brže raste nego što opada. Njje teško nastaviti ovaj red po volji. Maksima pjega moraju biti 1882., 1893., 1904. i t. d., a minima 1878., 1889., 1900. i t. d. Što li je uzrok tomu, da sile u Suncu ovako pravilno jedno vrijeme počivaju, pa onda opet podvostručenom snagom rade? Ni danas još ne znamo odgovora. Trebat će još koji decenij marljivoga motrenja, dok se koji astronom dovine odgovoru!

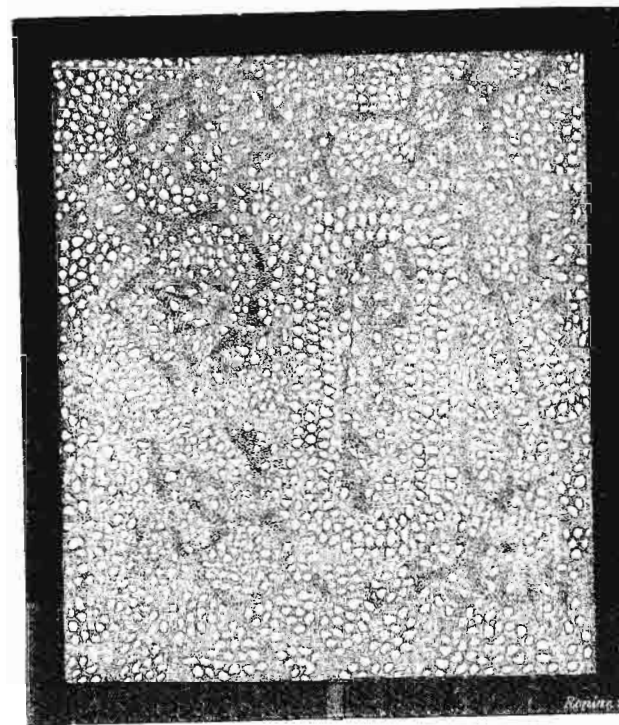
Ako je već veoma čudnovata ova pravilnost u povraćanju sunčanih pjega, još je više čudna i zagonetna njihova sveza sa nekim pojavima na Zemlji. Na temelju iztraživanja Wolfa, Sabinea, Fritza i Loomisa znademo za dva pojava na Zemlji, koji pokazuju isto takovu periodu, kao i pjege. To su perturbacije u zemaljskom magnetizmu i polarna svjetla. Oba se pojava na Zemlji u najvećem broju pokazuju baš onih godina, kada je na Suncu najviše pjega. (Izporedi o tom zanimljivom pitanju knjigu: O. Kučera: „Crte o magnetizmu i elektricitetu“. Izdala „Matica Hrvatska“. Zagreb 1892.) Napose se čini, da postoji zaista između zemaljskoga magnetizma i broja sunčanih pjega na Suncu uzročni savez, ali će i tu trebati još mnogo opažanja, dok se bude smjelo uztvrditi, da je objema pojavama isti uzrok. I tu je još široko polje zaslužnomu radu!

Razmatrajući pjege i baklje u fotosferi Sunca, gotovo zaboravimo na fotosferu samu. Kakova je redovno sjajna površina našega Sunca? Bez teleskopa gledana je gladka, svagdje jednako sjajna masa. U velikom je teleskopu posvema drugačija. Kao da je sva posijana bezbrojem malih svjetlih krpica, koje su odijeljene nešto tamnijim mjestima. Naša ju slika 91. dosta dobro prikazuje. Zgodno ju izporediše sa prikazom onih najmanjih bijelih oblacića u našoj atmosferi i nazvaše „granulacija fotosfere“.

Po svem što smo ovdje priobćili našim čitateljima o pojavima na površini Sunca moramo zaključiti, da fotosfera nije nipošto gladka i neprekidna sjajna ploha, kako se prikazuje oku, nego da je sastavljena od veoma sjajnih masa, nalik na cirruse u našoj atmosferi, koje su na znatno tamnijoj podlozi; ove se pore gdjekada stoje u većem broju u male pjege, a iz ovih postaju onda prave pjege. Baklje pak ne će biti ništa drugo, nego gusta hrpa velikog broja ovih granulacija.

Ovo je slika pojava na našem Suncu, kakova se danas pokazuje na temelju naučnoga izpitivanja. Znamo, da lebdi na ustima

svakomu pitanje: pa što je po tom Sunce? Mi tek znamo, da je oko njega ogromna atmosfera žarkih plinova, koja se nastavlja u zagonetnu i vanredno visoku koronu; znamo dalje po teleskopskom i fotografičnom izpitivanju, kakova je sjajna površina njegova — fotosfera. Spektroskop nam je javio materije, od kojih je sastavljena ta atmosfera Sunca i silne oluje, koje se zbivaju u njoj. Zaista sjajni rezultati nauke, ali zato nam je ipak Sunce još puno zago-



Sl. 91. Granulacija na površini Sunca po Hugginsu.

netaka. Što je ta fotosfera, koja nam daje svjetlo i toplinu nužnu za život? Što su te pjege, što su baklje? Kakova je nutrinja sunčane kruglje? Hoće li nam do vieka ovakovo sjati ili će jedno utrnuti?

Koliko pitanja, toliko zagonetaka! Red je sada na ljudskom razumu, da na temelju dosadanjeg studija ovih pojava na Suncu nastavlja izpitivanje i po zakonima, strogo logičkim, traži uzroke

tim pojavima, a tek po njima da zaključuje o nutrinji sunčane kruglje i njezinoj budućnosti. Jednom riečju: Što je Sunce — danas još ne znamo. Nu što o njem današnja nauka misli, to je dužnost, da razložimo i našim čitateljima i čitateljicama — ta Sunce je i alfa i omega svega bivstvovanja na Zemlji!

Nekoje su nam stvari o sunčanoj kruglji točno poznate, jer su neovisne o svim hipotezama. Neposredna je posljedica Newtonova zakona gravitacije, da možemo govoriti o masi i o težini sunčane kruglje posvema točno. Izporedjena sa masom Zemlje, izlazi masa Sunca 325.000 puta tolika kao masa Zemlje, dok je objam sunčane kruglje 1,269.000 puta veći od objama Zemlje. Izlazi po tom, da je Sunce tielo rjedje od Zemlje. Gustoća je sunčane materije tek četvrtina od gustoće zemaljske materije, dakle prema vodi = 1:367. Najčvršćemu je ugljenu gustoća 1:360, a fosforu 1:77. Dakle je Sunce nešto teže od kruglje ugljena, koja je tako velika kao Sunce, a nešto lakša od isto tolike kruglje fosfora. U bačvama (po 1000 kg.) bila bi težina Sunca izražena brojem:

1879,000.000,000,000,000,000,000,000

Taj je broj tolik, da mu vrijednosti razum već ne obuhvaća, a i fantazija je gotovo preslaba, da si ga predoči.

Na Zemlji privlači sila teža svako tielo k središtu Zemlje, pa zato padaju tjelesa sve rastućom brzinom na Zemlju, čim nisu poduprta. Brzina padanja raste u svakoj sekundi u nas za 9·8 metara, a u prvoj sekundi padne tielo od prilike 5 metara. Ta privlačiva sila Zemlje ovisi od mase zemaljske. Za Sunce znamo i masu i veličinu, pa po tom znademo, da padajuće tielo na Suncu u jednoj sekundi dobije 27½ puta toliku brzinu kao na Zemlji, t. j. 269·5 metara. Dok nabrojiš: ništa-jedan, palo je tielo na Suncu 134·75 metara duboko! Dakle je isto tielo na Suncu i teže 27½ puta nego na Zemlji; da nam je preneti utez od 1 klgr. na Sunce, bio bi tamo težak punih 27·5 klgr. Kruglja, bačena iz topa horizontalnim smjerom, ne bi mogla na Suncu daleko letjeti: padala bi u strmoj krivalji k površini Sunca, i par metara od izhodišta gibanja već bi pala na tle. Te su prilike i uzrok, da o pojavima na Suncu možemo tek nagadjati, kako se zbivaju, kakovi su ondje tlaci spram naših i kakove oblike prima materija Sunca pod ovim užasnim tlacima.

Nu Sunce je ujedno i izvor svjetla i topline za cijelu svoju obitelj. Množina je svjetla i topline, što ga šalje na sve strane u svemir, tako užasno velika, da su ju tek približno mogli odrediti.

Po najtočnijem mjerenju Zöllnera fotosfera je Sunca 61.9000 puta svjetlija od punog Mjeseca, 5000 puta svjetlija od Jupitera i 55.000 milijuna puta tako svjetla kao zvijezda prvoga reda — nama jur dobro poznata Kapella. Samo se električno svjetlo može izporediti sa sunčanim; po Crovi vrijedi svjetlo Sunca 8500 svieća, a svjetlo električnih regulatora običnih 2000 svieća. I toplina je užasna, što ju Sunce bez prestanka žari u svemir, uzprkos tomu, što bez dvojbe silna atmosfera sunčana dobar dio te topline proguta (apsorbira). Da Sunce nema atmosfere, bilo bi još mnogo vruće, sjajnije i modrije nego što jest. Za obitelj je Sunca najvažnije, koliko topline u svem daje Sunce recimo tečajem jednoga dana ili jedne godine. Mnogo su se mučili oko toga pitanja fizici i astronomi: najboljim uspjehom Francuz Pouillet i Sir John Herschel. Rezultat je Pouilletov bio taj, da bi Sunce, kad bi cio dan (24 sata) okomito sjalo na led, raztopilo vrstu leda 37 cm. debelu. Tu se još pretpostavlja, da zemaljska atmosfera ništa ne proguta od sunčane topline. Nu jer je Sunce dio dana izpod horizonta i samo na jednom mjestu Zemlje okomito žari, raztopila bi se na dan na cijeloj Zemlji tek vrsta leda debela 9·2 cm., ili u godini dana vrsta leda debela 33 metra. Temperatura Sunca mora prema tomu biti veoma velika. Nu rezultati su mjerenja veoma različiti: Secchi i Šved Erikson našli su nekoliko milijuna stupanja, a Violle tek nešto preko 2000° C.! Zöllner je našao 28.000° C., Rosetti u najnovije vrijeme 10.000° C. Sva je prilika, da je temperatura fotosfere znatno niža od temperature u nutrinji sunčane kruglje.

Nu od ove užasne množine topline pada na sitnu zemaljsku kruglju tek minimalni dio: jedna sto petdeset milijuntina; sva ostala toplina žari dalje u svemir i na ostale članove obitelji. Pa i ta sitna množina sunčane topline kolika je spram naših umjetno proizvedenih topline na Zemlji! Kušajmo ju, da si stvorimo jasniju sliku, pretvoriti u mehaničnu radnju. Na svaki bi kvadratni metar Zemlje došlo na godinu 2,318.157 kalorija topline, na svaki hektar više nego 23 milijuna kalorija, a to će reći, da bi mogao tom toplinom 23 milijuna kilograma vode ugrijati za 1° C. Toplina se može pretvoriti u mehaničku radnju, kako to najbolje pokazuje parostroj. Ovom bi toplinom mogao izvesti radnju od 9 milijuna 852 hiljade 200 milijuna meterkilograma! Žarna toplina Sunca, što pada na svaki hektar naše Zemlje, razvija u tisuću različitih oblika snagu, koja je jednaka neprekidnoj radnji od 4163 konjskih sila!

Da 543 milijarda parostroja, svaki od 400 efektivnih konjskih sila, rade dan i noć bez prestanka, toliko bi uradili, koliko uradi na Zemlji toplina, što ju od Sunca prima. Omjerite prema tomu sveukupnu množinu topline, što ju Sunce žari u svemir i pomislite, što bi bilo od nas, da nam Sunce uzkrati tu svoju toplinu! Otkuda Suncu ta toplina? Kako se obnavlja taj silni izvor topline, da već tolike viekove jednako žari?

Opet pitanje zanimljivo ali i zamršeno. Zemaljski su izvori topline većinom kemičko spajanje dotične materije sa kisikom. I Sunce je, kako znamo, gradjeno od istih materija. Nu da je Sunce, veli Tyndall, komad ugljena, koji dobiva toliko kisika, da se može onako razsijati kao Sunce, izgorio bi već za 5000 godina. A da ne nadomješta toplinu, što ju žarenjem gubi, ohladjivalo bi se Sunce svake godine za 1°C . Ne može dakle postajati toplina sunčana običnim gorenjem. Pomišljali su kasnije na trenje Sunca o eter, a Englez W. Thomson iznio je misao, da u Sunce neprestano pada silna množina meteora užasnom brzinom, koji u momentu pada razvijaju mnogo topline. Lockyer je u najnovije vrijeme tu misao znatno razširio i njom kušao protumačiti postanak svih nebeskih tjelesa. Najvjerojatnija nam se čini još uvijek misao Helmholtzova, da se sunčana toplina obnavlja tim, što se sunčana kruglja malo po malo ohladjivanjem steže: sila se teža pretvara u toplinu. S početka bijaše Sunce velika maglovita masa — svemirska maglica — koja se sterela daleko preko staze današnjega planeta Neptuna. Stezanje te mase na današnji objam, po računima Helmholtza i Thomsona, daje doista toliku množinu topline, da će nam ostati još mnogo i mnogo vjekova ovolika. Nu ipak je moguće, pače vjerojatno, da će se Sunce ohladiti, da će sve manje i manje davati topline planetima preko godine, pa možemo predviđati vrijeme, gdje će posvema nestati žarenja sunčane topline — čas, kada će utrnuti zadnji život na planetima, jer bez sunčane ga topline nema! Sve ako je možda i istina, da Sunce jur sja 500 milijuna godina, pa da je, po Helmholtzu, jur $\frac{4}{5}$ od svoje topline izdalo, da će dakle samo još 500 puta manje vremena sjati, nego što je već sjalo: ipak je pred nama još liep broj vjekova za razvijanje ljudskoga rada!

* * *

Da skupimo sada sve u jedno, pa da kušamo na temelju pomnog izpitivanja naučnog odgovoriti na pitanje: što je Sunce?

Kad su prvi motritelji vidjeli pjege, izrazili su odmah i svoje nazore o tom, što je Sunce. Galilei oklopio je Sunce finom elastičnom tekućinom (fluidom), u kojoj plivahu pjege kao oblaci u našoj atmosferi. Scheiner govori o vatrenom oceanu, koji svojim burama, svojim pećinama i udaranjem talasa o njih proizvodi pojave sunčanih pjega. Slično govori i astronom Cassini. Po njemu je sunčana ploča, koju mi vidimo, „ocean svjetla, koji oklapa tvrdu i tamnu jezgru Sunca; silovita gibanja, koja se zbivaju u atmosferi, uzrok su, da gdjekada vidimo vrhunce bregova na onoj tamnoj jezgri, a to su crne jezgre u sunčanim pjegama“. Ova misao, da je Sunce tamno tielo, ojačala je obretom englezkoga astronoma Wilsona iz g. 1769. On je prvi opazio, da se kod sunčane pjege, kad se pojavi na iztočnom rubu Sunca, penumbra vidi samo na strani, obrnutoj rubu, dočim je na drugoj strani nema, pače i jezgra je pjege s početka zastrta. Kako se pjega pomiče rotacijom Sunca prama sredini ploče, pokazuje se po malo jezgra i druga strana penumbre, a kad pjege na zapadnom rubu ploče nestaje, opet se vidi od ciele pjege samo polovica penumbre na strani ruba. Taj se je pojav najjednostavnije tumačio tim, da je pjega udubina u sunčanoj fotosferi, kojoj je dno jezgra pjege, a postrane su stiene penumbra. Na tom je pojavu osnovao Wilson svoju teoriju Sunca, koju su, popunjenu Herschelom, sve do polovice našega vieka obćeno priznavali izpravnom. Herschel si je pomišljao sunčanu kruglju tamnu i obkoljenu dvjema različitim vrstama atmosfere, nalik na dvie vrste oblaka. Izvanja vrsta, okrenuta k nama, jest fotosfera; ona je razžarena i žari u svemir neizmjernu vrućinu. Nutarnja pak vrsta oblaka nema ni svjetla ni topline i štiti površinu jezgre sunčane od užasne vrućine fotosfere. To je Herschel osobito izticao, jer si je prema svojim filozofskim nazorima pomišljao, da na Suncu može biti ljudi. Po njemu postaju pjege tim, da se otvore vrste oblaka, kroz koje vidimo tamnu jezgru. Ako je otvor u donjoj vrsti manji nego u gornjoj, tumači se i penumbra, jer fotosfera donekle razsvjetljuje i pokrajne stiene u tamnoj inače drugoj vrsti oblaka. Po novijim nazorima fizike nemoguće je, da bi Sunce imalo tamnu i hladnu jezgru. Neizmjerna vrućina fotosfere morala bi i unutra žariti i nutarnju vrstu sunčane atmosfere veoma brzo ugrijati i razžariti, tim brže, čim je neprozirnija. Ta bi atmosfera istim načinom djelovala na jezgru, pa da je ova s početka i bila hladna i tamna, tečajem bi se tisuć godina morala razžariti i žarila bi se i danas, jer su po-

*

kusi Drapera i zaključci Kirchhoffa pokazali, da se sve materije gotovo kod iste temperature počnu žariti. Uzprkos ovim prigovorima držala se ova teorija, dok ne dodje spektroskop i spektralna analiza. Ovi joj slomiše vrat.

Što je učinila spektralna analiza Sunca, to znamo. Neoborivom argumentacijom dokazala je, da Sunce ima jezgru u najvećoj mjeri razžarenu, koja bi sama za se dala neprekidan spektar. Ta je jezgra umotana u atmosferu, takodjer tako strašno visoke temperature, da su u njoj sve tvari razžareni plinovi. Među njima se izdiču od zemaljskih tvari vodik, natrium, željezo, kalcij, magnezij, nikelj, barijum, bakar, mangan i dr.

Kirchhoff, utemeljitelj ove teorije Sunca, pomišljao si je jezgru sunčane kruglje kao tekućinu ili čvrsto tijelo, dočim ju kasniji izpitatelji proglašuju plinovitom. Da je jezgra Sunca čvrsta, kako je s početka mislio Kirchhoff, morala bi se radi silnoga žarenja topline u svemir, koje bi sve išlo na račun te čvrste, razmjerno tanke kore, ta kora veoma naglo ohladjivati. Masa Sunca mora dakle da je pomična, kako bi strujanjem materije iznutrinje dolazila toplina na površinu i tako jednoliko trošenje topline razdielilo na čitavu masu Sunca. Teže je već odlučiti, je li Sunce tekućina ili plinovita masa. Za potonje govori mala gustoća Sunca i silna njegova temperatura. Ako je naime vrućina Sunca već na površini, gdje se ipak neprestanim žarenjem u svemir troši, tolika, da sve kovine pretvori u razžarene pare, teško je pomisliti, da bi u nutrinji toliko padala, da bi ondje materije postale tekućine. Pak da zaista velik dio te tekućine sastoji od raztaljenog željeza, magnezija, bakra i t. d., moralo bi Sunce biti znatno gušće, nego što jest. Tomu su prigovarali, da je na Suncu užasan tlak, pak da se već nedaleko od površine radi toga tlaka moraju svi plinovi sgusnuti u tekućine. Nu tomu tlaku opet nasuprot djeluje užasna temperatura tih materija, koja ne da, da se plinovi pretvore u tekućine.

Ma koju od obiju hipoteza držali izpravnijom, ne će biti bitne razlike u konstituciji sunčane mase. I zastupnici su plinovite teorije prisiljeni, dati plinovima toliku gustoću, da već ni s daleka nisu nalik na naše plinove i pare, nego teku teško kao smola ili ljeplivo staklano.

Ovu jezgru Sunca obkoljuje, kako znamo chromosfera, u kojoj su sve kovine kao razžarene pare; od nje potječu Franenhoferove

crte. Oko nje je korona, u koju lete iz chromosfere poznate nam protuberance. Kod pomrčina zadnjih godina opazio je prvi T a c c h i n i, da imade na Suncu i takovih protuberanca, koje se ne vide, kada Sunce sja, a odlikuju se bjelkastom bojom. Nu i protuberance, koje je neposredno prije pomrčine motrio, bile su u vrijeme totaliteta kud i kamo veće, nego prije pomrčine. To je potvrdio i Handrikov, jedan od ono malo sretnika, kojima nije vrijeme pokvarilo motrenje pomrčine od kolovoza 1887. (bio je na briegu Blagodat na istočnom obronku Urala). Pickering je našao, da u tim protuberancama nema više vodika, nego da sastoje od još lakšeg nekakovog plina, kojega mora da je mnogo u chromosferi i izvanjoj atmosferi Sunca. Je li taj plin nama još posvema nepoznat ili je možda helium ili pako koronium, koji se očituje zelenom crtom u spektru korone, o tom će odlučiti tek bližnje pomrčine Sunca. Fotosfera napokon bila bi ona vrsta, u kojoj se pare kovina radi žarenja topline svoje u svemir toliko ohlade, da se sgusnu mjestimice u žarke oblake, kao što u nas vodena para, sa tom razlikom, da sunčani oblaci sastoje od razžarenih kapljica kovina, a zemaljski od kapljica vode. Ti oblaci lebde u atmosferi nesusnutih para, koje neizpunjuju samo prostor medju oblacima nego su u debeloj vrsti složene i iznad fotosferičnih oblaka; tako prelazi fotosfera u chromosferu. U nižim su vrstama njezinim još sve teške pare kovina, a u višim laki plinovi vodik i helium. Razžareni plinovi medju fotosferičnim oblacima i iznad njih žare znatno manje svjetla, nego li sjajni metalčki oblaci: oni su tamnija mjesta u granulaciji Sunca. U fotosferi se zbivaju pojavi pjega i bakalja, a iz chromosfere ližu protuberance u vis. Sve ove slojeve napokon oklapa vanredno tanka, daleko sežuća atmosfera, koja nam se samo kod totalnih pomrčina očituje kao korona. Ona je smjesa vanredno lakih razžarenih plinova, medju njima osobito zagonetni koronium, a u njoj je razasuta sitna prašina čvrstih tjelesa, koja su možda identična sa kriesnicama i meteoritima, o kojima će posebno biti govora.

U nutrinji se žarke sunčane kruglje zbivaju s fizikalnih uzroka svakovrstna strujanja i silne revolucije, koje često sežu do površine njezine, do fotosferičkih oblaka. Tad se ova uzburka kao ocean od strašnoga vihora; na mnogim se mjestima gomilaju silni valovi, dok se na drugoj strani žarke mase ruše u dubljinu; često će puta iz nutrinje izbačene žarke mase plinova probiti posvema površinu i našim se očima pokazivati kao baklje. Gdjekada će žarke mase biti

druge opet pježiće, s osobitom bjelinom svojom, označivale bi mjesta vječnoga leda na bregovima i polarnog leda; nu osim ovih stalnih pjega opazili bismo ih mnogo promjenljivih, koje potječu od oblaka u našoj atmosferi: vidjeli bismo često, kako ove zastiru na kratko vrijeme one prve. Prividni bi polumjer zemaljske ploče bio od prilike 4 puta



Sl. 92. Zemlja — zvijezda u svemiru.

veći od mjesečeva, pa kad bi Zemlja bila puna, t. j. kad bi cijelu razsvjetljenu polovicu gledali sa Mjeseca, sjala bi nam trinaest puta jačim sjajem od sjaja punog Mjeseca! Nu kako bi se motritelj odmicao sve dalje u svemir, umanjivao bi se i prividni promjer ploče

zemaljske i napokon ga ne bismo ni vidjeli: Zemlja bi sjala na nebu kao i svaka druga zvijezda, prostomu bi se oku prikazivala kao nama Venera, Jupiter ili Saturn.

Je li Zemlja doista podpuna kruglja? Da nije, pokazuju već visoki bregovi i duboka mora. Površina joj dakle nije gladka, kako bi trebalo da bude u podpune, geometričke kruglje. Nu radi toga još ne bi morali napustiti misao, da je Zemlja kruglja. Najviši su bregovi na Zemlji Mount Everest 8840 m., Kinčindžunga 8532 m., Dapsang 8619 m., dakle poprieko oko 8500 metara ili $1\frac{1}{5}$ geogr. milje, a to je tek $\frac{1}{15000}$ od zemaljskog polumjera. Po bregovima bi se dakle Zemlja veoma malo udaljila od oblika podpune kruglje. Na globusu sa polumjerom od 1 metra, bili bi najviši bregovi tek debljina papira, kojim je oblipljen.

Al drugu su stvar izniela pomna mjerenja na površini Zemlje. Ako je Zemlja podpuna kruglja, mora meridijan zemaljski, koji prolazi kroz oba pola Zemlje, biti podpuna kružnica, koju geometri diele u 360 stupanja. Svaki od ovih 360 stupanja mora da je baš tako dugačak kao svi drugi. Zaista su mjerili ljudi dužinu stupnja na raznim mjestima u Peru-u, Laplandu, Francuzkoj, Italiji (Bošković!)* itd. pa su našli, da su stupnji jednoga zemaljskoga meridijana nejednaki, a to ne bi moglo biti, da je Zemlja podpuna kruglja. Evo primjera:

Na ekvatoru je jedan stupanj (okruglo):	56.700 franc. toisâ
U Laplandu „ „ „ „	57.400 „ „
U Francuzkoj „ „ „ „	57.000 „ „

(1 toisa = 6 parizkih stopa; 1 parizka stopa = 0.3248 metara).

Prema tomu je 1 stupanj na ekvatoru najkraći, u Laplandu, ne daleko od pola zemaljskoga, najduži, a u Francuzkoj ima neku srednju dužinu. Što sledi odtuda? Svaka kružnica ima 360 stupanja; veća ima duže, a manja kraće stupnjeve. Periferija je veće plicia od periferije manje; manji je krug jače zavijen. Ako su dakle stupnjevi meridijana nejednaki, nije li očit zaključak, da je Zemlja ondje, gdje su stupnjevi kraći, jače zavijuta, a ondje, gdje su stupnjevi duži, više splosnuta? Drugim riečima: Zemlja je na polovima splosnuta. Ona ima više oblik naranče, oblik veoma sličan kruglji. Zemlja je sferoid ili točnije geoid. Prema tomu je i promjer ze-

* Vidi: Dvořák: Boškovićev rad na polju fizike. Rad jugoslav. akadem. knj. 87., 88. 90. str. 540.

tako napete, da će ne samo probiti fotosferu, nego će kao protuberance odletjeti do 20.000 milja u vis. Čini se, da akcija ovih gorostasnih sila nije uvijek jednaka, nego je vezana na 11 godišnju periodu sunčanih pjega. Ove erupcije ponesu dakako sobom u velike visine i velike množine razžarenih plinova iz fotosfere i chromosfere. Kad se ove mase u velikoj visini, riješene tlaka, koji je bio na njima, znatno raztegnu, moraju se po zakonima fizike i jako ohladiti, pa se sgusnu kao i vodena para u našoj atmosferi. Tako jamačno postaju debeli i tamni oblaci gustih metaličnih para, koje ne dadu proći sunčanom svjetlu, pa nam se očituju kao pjege na Suncu. Nad ovim se oblacima mora atmosfera Sunca ohladiti, pa se i laki njezini plinovi sgušćuju u oblake, koji utjecanjem žarkih plinova sa svih strana još više rastu i tim tvore penumbru pjega. Malo će po malo i ove tvorbe, kad jenja snaga erupcije i kad postanu ohladjivanjem sve tamnije i teže, padati natrag u fotosferu: tu će se u dotiku sa mnogo toplijim tvarima ponovno ugrijati i razpliniti: — pjege će nestalo.

Drugi ne manje znameniti astronomi misle, da pjege nisu ni pošto oblaci iznad fotosfere, nego baš protivno udubine, ponori u njoj, pak im postanak tumače kao posljedicu vrtlogâ, ciklonâ u sunčanoj atmosferi, koji fotosferu raztrgaju i njezine žarke mase povuku u ponor, sličan lievku, kako kod nas cikloni atmosfere povuku u svoje ždrielo oblake, a virovi u vodi sve, što do njih dodje. Danas se još ne da odlučiti, koji je od ovih dvaju nazora izpravan, a možda su i oba izpravna. Nu bilo il ovako il onako, svakako je Sunce — taj jedini izvor života na Zemlji — poprište vjekovitih gorostasnih revolucija i erupcija, o kojima mi na Zemlji nemamo ni pojma. I tu se potvrđuje u najvećem stilu ona: u borbi je život! Što je postalo u očima nauke od uzora sjaja i čistoće? Poprište najsilnijih prirodnih revolucija, spram kojih su najveće katastrofe na Zemlji tek sitnica!



III.

Glavni članovi obitelji — planeti i njihovi Mjeseci.

Zemlja — zvijezda u svemiru. — Mjesec naše Zemlje. — Merkur. — Venus. — Mars. — Mali planeti ili asteroidi. — Prvak u obitelji — Jupiter. — Saturn. — Uranus. — Neptun.

1. Zemlja — zvijezda u svemiru.

Košulja je svakomu najbliža! Od svih članova sunčane obitelji najbliža nam je naša postojbina — s njom započinjemo svoje posjete u obitelji sunčanoj.

Sav sviet danas zna, da je Zemlja tek jedan član u obitelji našega Sunca, da je planet, da ima oblik kruglje, da sasma izolirana lebdi u svemirskom eteru — zvijezda medju bezbrojnim družicama (sl. 92.). Svako diete zna, da ima dvojako gibanje: dnevnu vrtnju oko jednog svog promjera i godišnji liet kroz svemir ili gibanje oko Sunca. Sav sviet to danas zna, nu koliko je trebalo naučnoga rada i napora, dok su se ljudi dostali ove spoznaje, vidjeli smo u najkrupnijim crtama u predjašnjem članku „Harmonija svemira“. Da se je čovjeku bilo moguće samo na par dana prebaciti na Veneru, bio bi sve te istine u brzo čitao s neba, gdje bi Zemlju gledao kao najsajajnu luč noćnoga neba.

Tu postojbinu našu, kolievku svih najdubljih misli i najviših ideala ljudskoga roda, pogledajmo sada iz bližega — kao zvijezdu u svemiru!

Zemlja je kruglja — to smo jur prije našli (izporedi stranu 136.—139.), i to ogromna kruglja sa promjerom od 12.756 kilometara. S jedne strane prima svjetlo Sunca, dok joj je druga polovica obavita gustom tminom. Da nam se je dignuti sa Zemlje i odmicati sve dalje od nje u svemir, gledali bismo ju kao okruglu ploču; sve manju i manju, ali i sve svjetliju, jer se sunčano svjetlo, što ga Zemlja odbija prama motritelju iz svemira, sve više koncentrira na to manju pločicu (sl. 92.). Pločica bi ujedno pokazivala miene ili faze, kako ih nama pokazuju Merkur i Venera, prema međusobnom položaju Zemlje, motritelja i Sunca. Da nam je na pr. otići 50.000 milja daleko od Zemlje na Mjesec, zemaljska bi nam se ploča ukazala puna svijetlih pjega (kontinenti) i tamnih (mora, oceani)

maljski, oko kojega se Zemlja vrti, nešto kraći od promjera na ekvatoru. Po Besselu je kraći za $5\frac{3}{4}$ geogr. milja ili 42 kilometra.

I ova je razlika tako malena, da se globusi moraju graditi kao podpune kruglje. Neka nadje ovdje mjesta opazka, da su se u najnovije vrijeme složili naučnjaci sa svih strana svieta, kako bi iznova što točnije izmjerili Zemlju. Rezultati ove velike radnje bit će jamačno poznati već za koju godinu.

Zašto je Zemlja na polovima splosnuta? Čovjek veoma rado razmišlja o uzrocima pojava. I ovaj pojav mora da je posljedica nekoga uzroka, neke ili nekih sila. Koje su to sile, što su proizvele ovaj mali odklon zemaljskoga lika od podpune kruglje? Ušli smo u polje fizike. Kadgod se kakova elastična ili pruživa masa vrti oko kakove osi, nabuja oko ekvatora, a splosne se na krajevima osi. Pripisuju to fizičari centrifugalnoj sili, koja se radja kod svake vrtanje. Je li se i Zemlja s istog razloga splosnula? U tom bi slučaju morali dvoje zaključiti: 1. Zemlja je njekoć bila pruživa (danas, kako je poznato, nije više) i 2. Zemlja se morala onda vrtjeti oko pravca, koji spaja oba njezina pola, pa mora da se i danas još oko njega vrti. Da je prvi uvjet bio izpunjen, tvrde mnogi prirodoslovci, koji poznaju nutrinju Zemlje: geolozi; a da je drugi uvjet izpunjen, o tom smo se i mi jur prije uvjerali. Centrifugalna je sila dakle uzrok, da se je Zemlja na polovima splosnula, ista sila, koja ti se očituje u kamenu, koji si privezao na vrpcau pa ga u ruci snažno zavrtio. Dok se kamen vrti, vrpca je napeta i u ruci baš osjećaš, kako hoće, da se iz nje iztrgne i daleko odleti. Što brže vrtiš, to je veća ta centrifugalna sila kamena, pa ti se može i dogoditi, da ti vrpca od nje zaista pukne i kamen daleko odleti. Fizik je Plateau izveo zanimljiv pokus. Napunio je oveću staklenu posudu smjesom vode i alkohola u toj mjeri, da smjesa bude baš tako gusta kao ulje od uljike. Kad je u nju ulio ulja, ulje se samo skupilo u podpunu kruglju i lebdilo u sred smjese. Svaka tekućina, na koju ne utječe nikakova sila, prima oblik kruglje. Plateau je sada u tu uljenu kruglju utakao os, pa je tu os ručicom vrtio. Po malo se stala i uljena kruglja vrtjeti oko te osi i što je brže vrtio, to se jače uljena kruglja splosnula na polovima, a nabujala oko ekvatora. Kad je jako brzo vrtio, splosnula se kruglja do tanke ploče i napokon joj se izvanji rub odkinuo i kao samostalni prsten dalje vrtio oko iste osi, dočim se preostali dio ploče ponovno nešto stegnulo i skupio u manju krugljicu. Treba za to

točno određena brzina vrtanje, da se odlupi cijeli prsten. Bude li vrtanja prebrza, ne odlupi se cio prsten, nego se odkinu od ekvatora komadi, koji se s mjesta skupe u male krugljice i nastave vrtjeti se oko prve osi, ali se ujedno i svaka vrti oko svoje osi. Obitelj Sunca u laboratoriju!

Zemlja se doista vrti oko jednoga svoga promjera i ta vrtanja traje — to već prije odredismo — 24 sata. Nama se očituje ta vrtanja kao prividno gibanje zvjezdanoga neba oko nepomične točke na nebeskom svodu — oko nebeskoga pola: izhod i zapad Sunca i Mjeseca i tolikih stajačica; luci, što ih opisuju sve zvijezde oko one nepomične točke u podpuno jednolikom gibanju — sve su to svagdanje potvrde vrtnji Zemlje. Svaki nas znade, da se ova prividna dnevna vrtanja neba zbiva od iztoka k zapadu, i da je vrtanja Zemlje baš protivnoga smjera. Pa koliko li vremena traje ta vrtanja Zemlje sasama točno?

Ništa sada nije lakše odrediti, nego to trajanje. Uoči i zablježi moment, kada ma koja zvijezda prolazi kroz meridijan tvoga mjesta, pa prebroj sekunde do časa, kad će opet proći na tvom mjestu kroz meridijan. To je vrijeme točno trajanje jedne rotacije Zemlje oko njezine osi. Ma koju zvijezdu odabrao, uvijek ćeš dobiti isti broj: 86.164 sekunda srednjega vremena, ili 236 sekunda manje nego 24 ure; opravdano je dakle govoriti: Zemlja se okrene oko osi za 24 sata.

Ovo vrijeme zove se u astronomiji jedan zvjezdani dan i i on je za 236 sekunda kraći od sunčanoga dana, po kojem mi u običnom životu računamo vrijeme. Odkuda ta mala razlika između zvjezdanog i sunčanog dana? Ta i Sunce se okreće po nebeskom svodu kao i sve ostale zvijezde!

Uzrok će ove razlike obiju dana biti manje poznat čitateljima i čitateljicama našim, kao što i činjenica, da je trajanje zvjezdanog dana od pamtivjeka jednako, dočim su sunčani dani u istoj godini nejednaki.

Kako je točno mjerenje vremena, ne samo u astronomiji nego i u praktičnom životu, danas jedan od najvažnijih zadataka civilizovanog svieta, ne će biti zamjerke, da se ovdje bar taknemo gore spomenute razlike.

Prije opisani meridijan instrument (vidi str. 116. sl. 39.) najbolji je stroj u savezu sa dobrim njihalom, da točno prebroji sekunde od jednoga prolaza zvijezde kroz naš meridijan do drugoga.

Odkad ljudi pamte i astronomi mjere, uvijek je taj broj za sve stajačice isti: 86.164 sekunda ili 23 sata 56 minuta i 4 sekunde našega gradjanskoga ili, kako kažu astronomi — srednjega vremena.

Nu pokušaj li po istoj metodi odrediti, koliko vremena treba središte Sunca, od jednoga prolaza kroz meridijan (podne) tvoga mjesta do drugoga, naći ćeš ova dva znamenita rezultata: 1. razmaci vremena nisu uvijek medju sobom jednaki, a kako se to vrijeme zove jedan sunčani dan, očit je zaključak, da sunčani dani ni u istoj godini nisu posvema jednaki; 2. Sunce treba uvijek nešto više vremena, dok se povrati opet do meridijana, nego ostale zvijezde stajačice: svaki se dan Sunce zakasni od prilike za 3 minuta i 56 sekunda (srednjega vremena), t. j. trajanje je jednoga sunčanoga dana doista točno 24 sata.

Ove dvie činjenice, nebrojenim opažanjima utvrđjene, treba da si raztumačimo. Recimo odmah, da će nam zvjezdani dan, budući od pamtivieka konstantan, morati služiti kao mjerilo promjenljivoga sunčanoga dana i tim nam se tumači pojav. da astronomi svoje ure ravnaju samo po zvjezdanom danu.

Za nas, koji znamo, da Zemlja uz vrtnju oko osi, pokazuje još i drugo gibanje: valjanje oko Sunca tečajem jedne godine, lako je pojmiti gore spomenutu razliku izmedju obiju vrsta dana. Vrtinja je Zemlje posve jednolika: os, oko koje se vrti, ostaje uvijek u svom položaju, ma kuda Zemlja letjela oko Sunca. Prenesi to na neizmjerne daleki svod nebeski. Spram njegove daljine od nas je cijeli ogromni put Zemlje oko Sunca tek jedna točka, dakle se na svodu nebeskom očituje vrtnja Zemlje baš tako, kao da Zemlja ni ne leti oko Sunca.

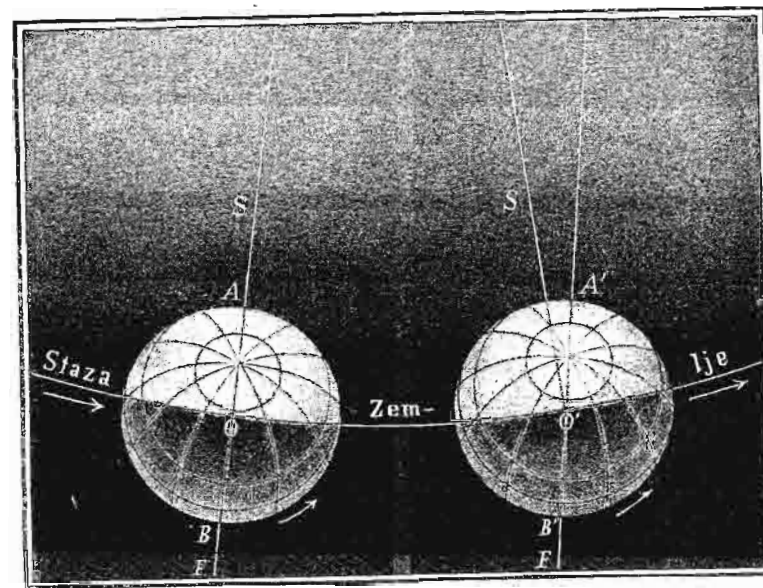
Lako ćemo sada razumjeti, da je jedna vrtnja Zemlje (sl. 93.) svršena, kada ravnina meridijana BOA, u kojoj je u dotičnom času zvijezda negdje u smjeru BF, dodje ponovno u položaj A'O'B', koji je točno usporedan sa prvim položajem, jer će u tom času opet biti u njoj neizmjerne daleka zvijezda F. Toliko i je trajanje zvjezdanog dana. Nu sunčani dan mora da je nešto duži. Recimo, da je u istom meridijanu BOA o podne zabilježen čas, kad je središte Sunca S prošlo kroz taj meridijan. Kad je prošao jedan podpunji zvjezdani dan, proletjela je Zemlja na svom putu oko Sunca luk OO', konkavan prema Suncu, meridijan OA došao je u položaj O'A', usporedan prvomu položaju: Zvijezda F je opet u njem. nu da dodje i Sunce u meridijan, valja da se Zemlja još dalje vrti za kut A'O'S'.

Uzrok je dakle toj razlici izmedju obiju vrsta dana dvojak:

prvo, gotovo neizmjerne daljina stajačica od nas spram daljine Sunca, i drugo, valjanje našega planeta oko Sunca.

Os je Zemlje po svom položaju konstantna: na cijelom putu oko Sunca pokazuje uvijek na istu točku nebeskoga svoda, na polarnu zvijezdu. Ova je činjenica veoma važna: u njoj je uzrok pravilne izmjene godišnjih doba na Zemlji. Da se os Zemlje tamo i amo koleba po svojoj volji ili po slučaju — sav bi se red na Zemlji izvrnuo.

Navrnimo sada na čas pažnju drugom gibanju Zemlje: valjanju



Sl. 93. Razlika izmedju trajanja zvjezdanog i sunčanog dana.

njezinom oko Sunca. Zemlja se valja oko Sunca u elipsi za godinu dana. Ravnina, u kojoj se valja oko njega, prolazi kroz središte Zemlje i središte Sunca; poznata nam je od prije dobro uz ime ekliptika. Dimenzije te ogromne elipse izražene su ovim brojevima:

Daljina perihela	22.855 zemalj. polumjera	145,700.000 kilometara
Srednja daljina	23.245 " "	148,250.000 " "
Daljina afela	23.630 " "	151,800.000 " "

Dužina je te ogromne krivulje oko 930 mil. kilometara. Trajanje toga našega brodarenja oko Sunca je 365 i jednu četvrt dana

(srednjih sunčanih). Po tom je lako odrediti put, što ga mi od dana na dan na tom našem brodu prevalimo, leteći oko Sunca. Svaki dan proletimo 2 milijuna 544 hiljade 200 kilometara ili 2602 kilometra za sat, ili 29.450 metara u svakoj sekundi! Užasnom dakle brzinom letimo mi oko Sunca. Isporedite tim nekoje brzine na Zemlji, da si ju bolje predočite.

Dobar pješak prevali u 1 sekundi od prilike	1 $\frac{1}{3}$ metra
Brzi vlak	16—22 "
Orao	32 "
Zvuk	333 "
Zemlja na putu oko Sunca	30.000 "
Svjetlo	298.000 kilometra.

Ako kažemo, da je Zemlja svoj ogromni put oko Zemlje dovršila za 365 $\frac{1}{4}$ sunčanih dana, nismo tim rekli, da se je Zemlja isto toliko puta okrenula oko svoje osi. Zemlja se je u tom vremenu oko svoje osi okrenula 366 $\frac{1}{4}$ puta, dakle je broj zvjezdanih dana u godini baš za jednu jedinicu veći od broja sunčanih. To je posljedica zemaljskoga valjanja oko Sunca u savezu sa njezinom vrtnjom oko osi. Sjetimo se samo činjenice, da je zvjezdani dan od prilike za 4 minute kraći od sunčanoga. Ako dakle danas (sl. 93.) Sunce *S* i neka odredjena zvijezda *F* u isti čas prolaze kroz naš meridijan *AB*, zakasnit će se Sunce sutradan u svom prolazu kroz naš meridijan *A'B'* za 4 minuta od prilike. U slijedećem se okretu ovom zakašnjenju pribraja novo od 4 minute i t. d., dok se ne svrši godišnji put Zemlje oko Sunca, pa se opet nadju zvijezda *F* i Sunce *S* (vidi sl. 93.) u istom času u našem meridijanu. I tako će se u tom vremenu okrenuti Zemlja 366 puta oko osi svoje, ili zvijezda će *F* proći 366 puta kroz naš meridijan, dok će se Sunce zakasniti baš za jedan celi prolaz kroz meridijan, t. j. proći će kroz naš meridijan tek 365 puta.

Ovo je dvojako gibanje naše Zemlje uzrok nekim pojavama prevažnim za nas stanovnike na Zemlji. Vriedno je, da ih se ovdje bar taknemo.

Od dana na dan gledaju stanovnici istoga mjesta Sunce, gdje se uzdiže nad njihov horizont do različitih visina. Točke izhoda i zalaza, gdje se sjajna kruglja uzdiže i skriva, mienjaju svoje mjesto tečajem godine, a i visina, do koje se Sunce o podne uzpne, nije tečajem godine jednaka, i radi toga daje različito trajanje njegovoga boravka nad našim horizontom danima i noćima našim nejednake i promjen-

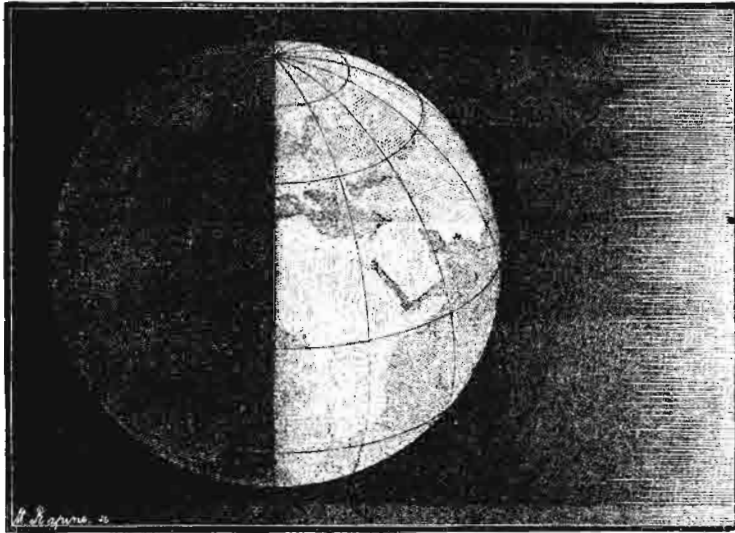
ljive dužine. Odtuda opet na svakom mjestu Zemlje različite temperature tečajem godine i razni uvjeti klime: odtuda godišnja doba. Na drugoj se strani opet ne mienjaju ovi uvjeti samo prema polutci, koja je Suncu obrnuta ili od njega odklonjena, nego i na istoj se polutci mienjaju prema geografskoj širini dotičnoga mjesta. Odtuda razni pojasi klimatički na zemaljskoj kruglji: ledeni pojasi sa dugim danima i dugim noćima, umjereni pojasi, vrući pojasi i krajevi oko ekvatora, koji imadu svake godine dva ljeta i dvie zime i gdje je dan uvijek jednak noći.

Svim je tim pojavima astronomički uzrok u dvojakom gibanju zemaljske kruglje. Kojim se redom izmjenjuju, to odlučuje položaj zemaljske osi i njezinog ekvatora prema ravnini, u kojoj leti Zemlja oko Sunca. Molimo čitatelja, koji želi, da i toj izmjeni dodje do dna, neka posveti nešto pažnje priloženoj ovdje tabli (sl. 94.), na kojoj je predočena staza naše Zemlje oko Sunca i položaj našega planeta spram Sunca u raznim točkama te staze. U čudu će najprije opaziti, da zemaljska os nije niti okomita na ravnini, u kojoj se Zemlja valja oko Sunca, niti je os u toj ravnini, nego je nagnuta spram te ravnine u točno odredjenom kutu od 66 stupanja 32' 31". Taj je naklon zemaljske osi tečajem ciele godine isti, a to će reći, os zemaljska ostaje na cielom putu oko Zemlje sama sebi uzporedna. Zato i pokazuje ona ciele godine prema istoj točki na neizmerno udaljenom svodu nebeskom — pol nebeski ima na istom mjestu Zemlje uvijek istu visinu nad horizontom. Ako os zemaljska tečajem godine ne mienja svoga smjera, očito je, da će i ravnina zemaljskoga ekvatora ostati ciele godine sama sebi uzporedna, a to će reći: njezin se naklon prema ravnini zemaljske staze (ekliptici) ne će tečajem godine ništa mienjati, biti će uvijek (90 — 66° 32' 42") = 23° 27' 28". Taj se kut zove naklon ekliptike. Da je kojim slučajem os zemaljska baš okomita na ravnini staze (ekliptici), ekvator bi naše Zemlje uvijek bio u ravnini ekliptike, i Zemlja bi naša pokazivala posvema druge klimatičke prilike, nego što ih danas pokazuje. Bilo bi vrlo zanimljivo izpitivati, kako bi bilo u tom slučaju na Zemlji, ali tomu ovdje nije mjesto: mi ostajemo kod realnih obstojnosti.

Dva put u svakoj godini (u ožujku i rujnu) ravnina zemaljskoga ekvatora produžena prolazi baš kroz Sunce, ili drugim riečima: Sunce je u zemaljskom ekvatoru (vidi sliku 94.); ta su dva suprotna mjesta oba ekvinokcija. U cielom preostalom dielu godine Sunce je ili na sjeveru ili na jugu od ravnine zemaljskog ekvatora i to tim

lipnja u solsticiju, i baš taj položaj Zemlje pokazuje ovdje priložena slika 96. Krug, što dieli svjetlo od tmine, sve se je dalje odmicao od zemaljskih polova: sjeverni je pol ušao u svjetlu, a južni u tamnu polovicu. Posljedica je po slici svakomu jasna: na sjevernoj polutci Zemlje noći su za svaku točku sve kraće i kraće postajale, a dan je sveudilj rastao i to u to većoj mjeri, što je mjesto dalje od ekvatora. Na južnoj su se polutci zbivali baš protivni pojavi; na ekvatoru je pak i sada ostao dan jednak noći.

Od 21. lipnja do 22. rujna leti Zemlja od ljetnog solsticija do jesenskog ekvinokcija (pogledaj tablu). U toj je cijeloj periodi sjeverni

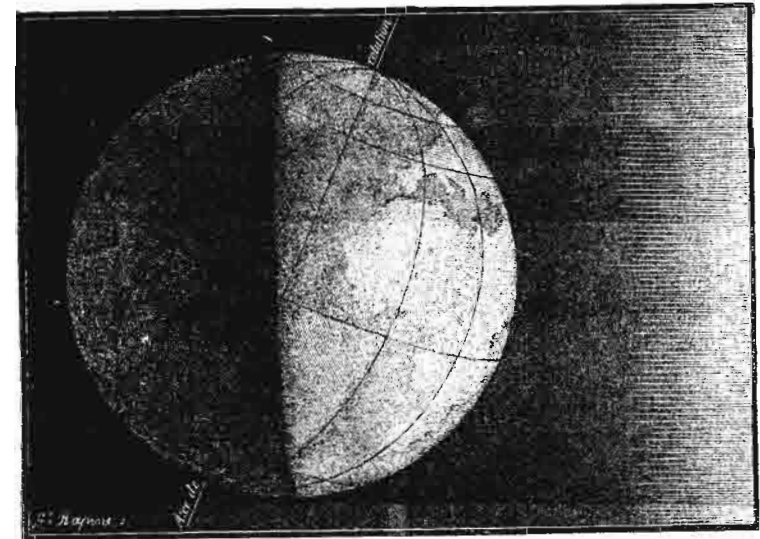


Sl. 95. Zemlja u vrijeme ekvinokcija: obćena jednakost dana i noći.

pol zemaljske osi sveudilj na razsvietljenoj polovici zemaljske kruglje, a južni u tmini; izmjene se između dana i noći u ljetu zbivaju obratnim redom od onoga, kojim su se zbivale tečajem proljeća. Jasno je dakle, da su krajevi oko sjevernoga pola Zemlje punih 6 mjeseci gledali Sunce iznad svoga horizonta, a krajevi su oko južnoga pola u tom polugodištu imali neprestano — noć. Za ove ledene krajeve imamo dakle dan od 6 mjeseci, pa onda noć od 6 mjeseci, ublaženu donekle neprestanom večernjom rumeni. Čudnih li prilika na zemaljskom polu: od 20. ožujka do 21. lipnja opisuje Sunce

ondje podpune spirale nad horizontom, koje se do 20. lipnja uzpuu 23° nad njegov horizont, a od toga se dana do 22. rujna opet spuštaju k horizontu. Toga se dana sakrije Sunce pod horizont, da se ne pokaže više nad njim punih 6 mjeseci!

Tko je uhvatio sliku ovih promjena u prvom polugodištu, smjesta će razumjeti, da se ovi isti pojavi u drugom polugodištu razvijaju istim načinom, samo obratnim redom. U jesenskom ekvinokciju ponovno jednakost dana i noći na cijeloj Zemlji. Jesen i zima na sjevernoj polutci bit će ono, što su bili proljeće i ljetno na južnoj polutci. Iste se nejednakosti dana i noći ponavljaju. Ljetni je sol-

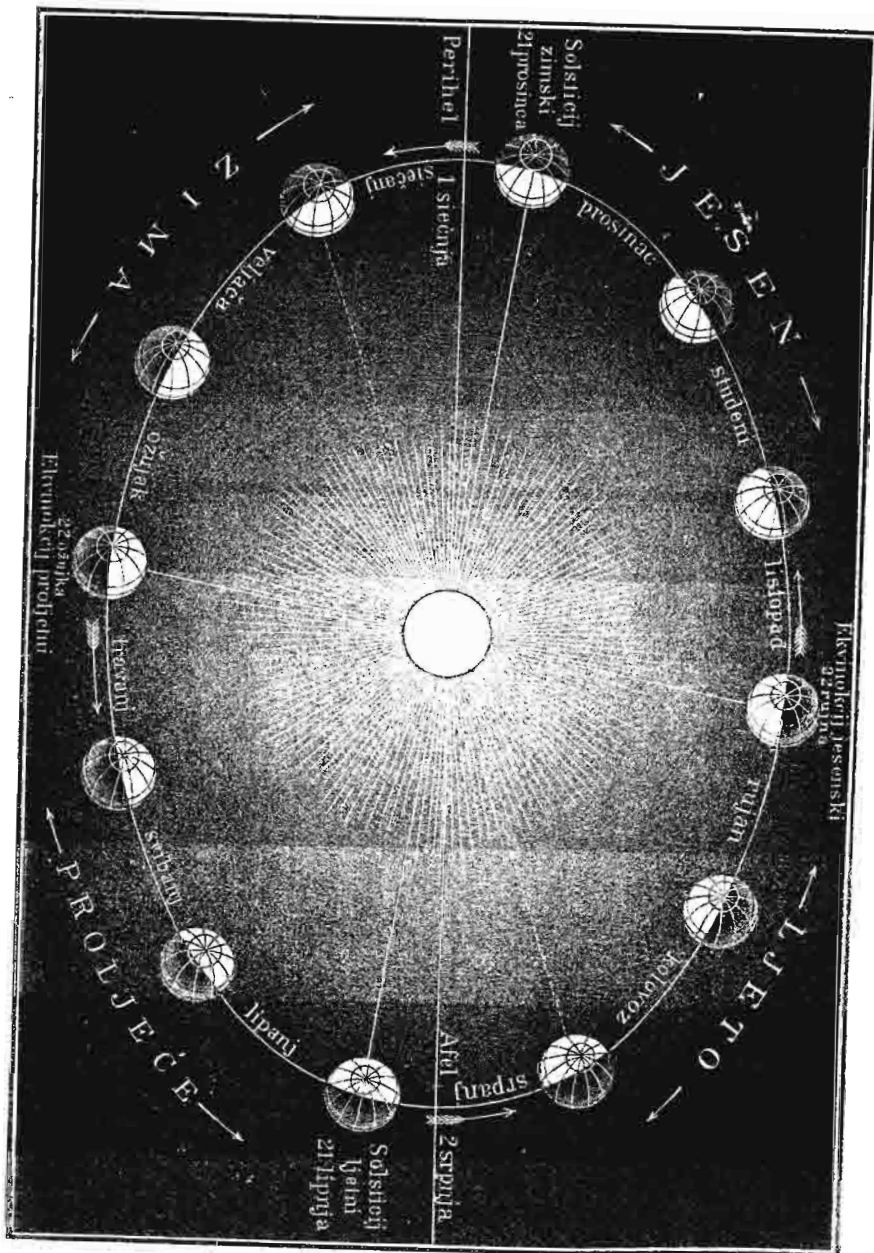


Sl. 96. Zemlja u vrijeme solsticija: nejednako trajanje dana i noći.

sticij vrijeme najdužih dana i najkraćih noći za sjevernu polutku; nu u isto je doba to i vrijeme najkraćih dana i najdužih noći na južnoj polutci. Obratni je odnošaj o zimskom solsticiju.

Razlika je između odnošaja na objema polutkama tek u tom, što godišnja doba na njima nisu posvema jednaka, što je već Hiparh opazio i kušao raztumačiti (izporedi str. 194.). Ovdje je mjesto, da se opet ove razlike taknemo. Put je Zemlje oko Sunca elipsa, a Sunce nije u njezinom središtu, nego u jednom žarištu (sl. 97.). Velika os te elipse ne prolazi točno kroz oba solsticija. Slika naša

Sl. 94. Godišnje dobi na zemlji. — Perihel i afel. — Ekvinokeiji.



dalje na sjever ili jug, čim je dalja Zemlja od svojih ekvinokcija. Napokon, dva put u svakoj godini (u lipnju i prosincu) dobiva Zemlja taki položaj, da je kut između Sunca i ravnine zemaljskoga ekvatora najveći (maksimum) i jednak naklonu ekliptike. To su epohe solsticijâ. Motrenje priložene table olakšava poimanje ovih položaja.

Ova četiri odlična položaja Zemlje na njezinu putu oko Sunca određuju ime dotičnom dobu godine, kako to jasno pokazuje naša slika. Točno se vrijeme, kad počinje koje godišnje doba, nešto malo mienja od godine do godine s razloga, kojih se ovdje ne možemo taknuti. Za koliko se mienja, neka pokaže ovaj primjer za sjevernu polutku Zemlje iz godine 1876. i 1877.

Godina 1876.

Proljeće.	Dne 20. ožujka	6 sati 17 minuta	u jutro.
Ljeto.	" 21. lipnja	2 " 41 "	" "
Jesen.	" 22. rujna	5 " 8 "	u večer
Zima.	" 21. prosinca	11 " 3 "	u jutro.

Godina 1877.

Proljeće.	Dne 20. ožujka	11 sati 57 minuta	u jutro.
Ljeto.	" 21. lipnja	8 " 27 "	" "
Jesen.	" 22. rujna	10 " 57 "	" "
Zima.	" 21. prosinca	4 " 59 "	" "

Kad je Zemlja u jednom ili drugom ekvinokciju, ravnina njezina ekvatora, produžena prolazi baš kroz središte Sunca. Oba su dakle pola Zemlje jednako udaljena od Sunca i ravnina, koja dieli razsvjetljenu polovicu zemaljske kruglje od nerazsvjetljene, prolazi baš kroz oba zemaljska pola, dakle je jedan meridijan. Što je posljedica toga položaja? To jasno pokazuje priložena slika 95. Svaka točka na Zemlji opisuje od svog potpunog kruga u dnevnoj vrtnji baš polovicu u svjetlu, a drugu polovicu u tmjni: svagdje je na Zemlji u tom času dan upravo jednak noći. Sunce je svagdje na Zemlji 12 sati nad horizontom, a 12 sati izpod njega.

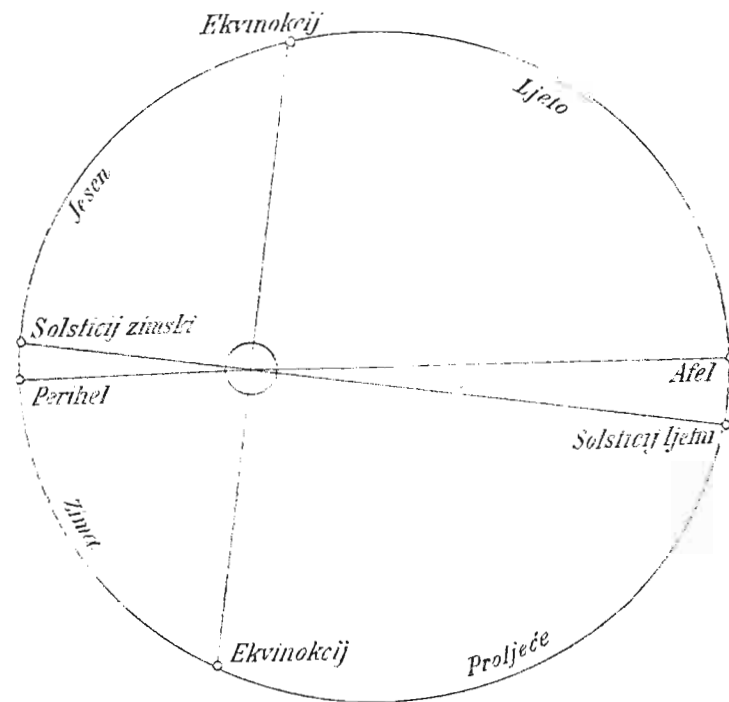
Od proljetnog ekvinokcija do ljetnog solsticija (suncostaja), proleti Zemlja dio svoje staze, koja pripada mjesecima: travnja, svibnju i lipnju (vidi tablu). Os ostaje sveudilj sama sebi uzporedna. sjeverni se pol s toga sve više priklanja k Suncu, a južni se pol u to isto vrijeme sve više odmiče od Sunca; dan se i noć sve više razilaze u svojoj dužini, i ta nejednakost postane najveća oko 21.

pokazuje točno razlike. Neposredno se vidi iz te slike, da mora na sjevernoj polutki Zemlje (za nju vrijedi ova slika) biti zima najkraće, a ljeto najduže doba godine; druga dva doba imaju neku srednju dužinu, ali je proljeće ipak duže od jeseni. Da je to istina, pokazuje već nejednaka dužina lukova na našoj slici. Nu uzmite k tomu još i drugu nama poznatu činjenicu, da Zemlja leti oko Sunca tim brže, čim mu je bliža, pak vidite smjesta, da se Zemlja brže gibala oko Sunca, kad je na sjevernoj polutki njezinoj jesen i zima, a sporije, kad je proljeće i ljeto, a tim se razlika u trajanju godišnjih doba još povećava na sjevernoj polutki. Evo srednjih brojeva za tu polutku:

Proljeće 92·9 dana	Jesen 89·7 dana
Ljeto 93·6 „	Zima 89·0 „

Po tom je na sjevernoj polutki zima gotovo za 5 dana kraća od ljeta, a na južnoj je baš obratno. Zemlja je u perihelu svake godine na dan 1. siječnja, a u afelu dne 2. srpnja. Srednju daljinu ima dne 1. aprila i 2. listopada svake godine. Uzprkos tomu, što je Zemlja Suncu najbliža dne 1. siječnja, a nas je u to doba najljueća zima: ne čini dakle razlike u godišnjim dobima daljina Zemlje od Sunca (ta se u obće mienja tek za 800.000 geogr. milja, što se prama 20 milijuna posvema gubi). Meteorološka doba godine određuje u prvom redu naklon zemaljske osi spram staze njezine oko Sunca, a u drugom redu nejednako trajanje godišnjih doba, kojemu je uzrok ekscentričnost zemaljske staze i s njom u svezi nejednaka brzina Zemlje na njezinom putu. Za proljeća i ljeta na sjevernoj polutki Zemlje boravi Sunce nad horizontom svakoga mjesta dulje, nego jeseni i zimi; trajanje dana nadmašuje trajanje noći, čim se više primičemo času ljetnoga solsticija (21. lipnja). To je prvi uzrok, zašto raste temperatura na svakom mjestu sjeverne polutke za ljetnog polugodišta; tomu se pridružuje veće trajanje ovih dvaju godišnjih doba. Drugi glavni razlog, zašto je u ljetnom polugodištu toplije, jest veća visina Sunca nad horizontom svakoga mjesta. Sunčane zrake prolaze dakle ljeti manje koso kroz našu atmosferu, nego li zimi i jeseni, a jakost je topline sunčane to veća, što manje koso padaju zrake njegove na koje mjesto: činjenica, svakomu od svakdanjeg izkustva poznata, ali i svakomu razumljiva, ako se sjeti, da je u prvom slučaju vrsta atmosfere, kroz koju prolaze sunčane zrake, znatno raskinja, nego u drugom.

Spomenimo se još južne polutke naše Zemlje. Tko je zadnje tri slike iole pomnije motrio, doći će i sâm do zaključka, da su naša jesen i zima za južnu polutku proljeće i ljeto. U tom je polugodištu Sunce još osim toga i najbliže Zemlji, dakle će žarke zrake njegove južnu polutku nešto jače ugrijati, nego sjevernu. Uzmite još k tomu, da je naše proljeće i ljeto za južnu polutku jesen i zima, pa da ova dva doba traju nekih $7\frac{3}{4}$ dana više, nego druga dva, razumjeti ćete odmah i to, da je zimnje doba južne polutke



Sl. 97. Staza Zemlje. — Nejednakost godišnjih doba.

hladnije od zime na sjevernoj, tim više, što je i Sunce u to doba i dalje od Zemlje. Južna polutka ima dakle vruća ljeta i oštrije zime od nas: ove se dvije nejednakosti dakle izravnavaju i srednje su godišnje temperature na obje strane ekvatora gotovo posve jednake.

Da skupimo sve o zemaljskoj zvijezdi ujedno!

Svi se pojavi, što ih proučismo, izvode izravno iz vrtnje Zemlje, i njezinoga lieta kroz svemir. Trajanje njezine vrtnje ili zvjezdani

dan, naklon njezine osi spram staze zemaljske, uvijek isti položaj te osi u svemiru, trajanje godine i oblik zemaljske staze — to su elementi, koji se složiše, da svake godine proizvode na našem planetu one veličanstvene promjene, kojima smo od kolievke do smrti vidoci — promjene, koja su ujedno i bitni uvjet organskomu životu na Zemlji. Da se nekoji od ovih elemenata ili svi stanu mienjati, smjesta bi se mienjali na Zemlji i dani i noći i godišnja doba i klimati zemaljski, a te bi promjene u životu organskih bića ili smjesta ili polako proizvele najveće modifikacije — a mogle bi ga i uništiti. Što nas dakle čeka? Mienjaju li se gornji elementi ili će do vieka ovakovi biti, kakovi su danas? Hoće li se do vieka ovako izmjenjivati dani i noći, godišnja doba? Hoće li dan uvijek biti dug 24 sata, a godina $365\frac{1}{4}$ dana? Sve pitanja koliko zanimljiva, toliko i važna za koljeno ljudsko, ta o njima visi napredak ili propast ljudskoga roda:

Nauka nam odvrća: od spomenutih elemenata možemo smatrati nepromjenljivim: trajanje zvjezdanoga dana i dužinu naše godine; ekscentricitet pak zemaljske staze i naklon ekliptike mienjaju se od godine do godine, ali na sreću veoma polako. Staza dakle naše Zemlje mienja ponešto svoj oblik: elipsa postaje manje i više splosnuta, a os zemaljska nije uvijek pod istim kutom nagnuta spram te staze, ali te se promjene zbivaju gotovo neopaženo i stegnute su u odredjene, ne prevelike granice, između kojih se periodično povraćaju. Pa kako smo jur prije našli, da i naš izvor svjetla i topline, a po tom izvor života na našem i na drugim planetima, — naše žarko sunašće, treba milijuna godina, dok mu oslabi svjetlo i toplina, možemo sada pouzdano reći, da će proći tisuće i tisuće godina, dok se osjetljivo promienu zemaljski klimati. Ako ne bude nenađenih i nevjerojatnih katastrofa, astronomički će uvjeti životu našega planeta ostati dugo, dugo nepromienjeni i ljudski se rod može radostno i pouzdano dati — na sve veći kulturni rad: ustroj ga naše obitelji u njemu ne će ni malo smetati.

Spomenimo se pri tom više puta, da svaki nas u Hrvatskoj (45° sjeverne širine) skupa sa zemaljskom krugljom nečuvenom brzinom juri po svemiru u dvojakom gibanju: dok nabrojiš „ništa — jedan“, okrenuo si se oko zemaljske osi nekih 300 metara dalje, ali ta os sama, skupa s tobom i cielom Zemljom, pojurila je napried na svom putu oko Sunca u tom istom trenu 4 geogr. milje ili oko 30 kilometara. I tako te nosi Zemlja bez prestanka od sekunde do sekunde cio tvoj život!

2. Mjesec naše Zemlje.

Mjesec prema Zemlji. — Ima li na Mjesecu života? — Tvorbe na Mjesecu. — Mora. — Kružne gore i doline. — Gorske kose na Mjesecu. — Jaruge na Mjesecu. — Fizične promjene na Mjesecu. — Linnée i njegova propast. — Dvostruki krater Messier. — Novi krater Hygin. — Mjesec nije bez atmosfere i vode. — Na Mjesecu je valjda još i života.

Tko se ne sjeća, pročitav ove rieči, genijalno-fantastičnoga umotvora Jules Verne-ova? Izpališe top i odjuriše na Mjesec, da ga se licem u lice nagledaju! Nu kako je malo, da bolje rečem, nikakove nade, da će čovjek ikada do Mjeseca doći, valja nam se strpjeti, pa ga iz daljine od 50.000 milja polako i pozorno motriti, ne bismo li ga i odavle točno upoznali.

I zbilja. Otkad je svieta i vieka, ljudi su oči svoje rado upirali na Mjesec. Nema pjesnika, koji ga se u izljevima srca svoga taknuo nije, nema zaljubljene duše, koja ga u trenutcima melanholije nije pozivala u pomoć, da mu tugu srca svoga izjada. Ta poznata je ona hrvatska:

Bledi Mjesec, tebi tužim
Moj na svietu tužan stan;
Tebi tužan ruku pružam
Ištuć lieka mojih rân!

Tek što je kraljica dana potonula, eno ga pastira nebrojenomu stadu zvjezdica. Prati ih vazda na putu po neizmjernom svemiru i svojim im sjajnim ali blagim svjetlom pokazuje, rekao bi, pute. Kud i kamo veći i sjajniji od svih zvijezda na noćnom nebu sgodno nam se predstavlja kao kralj noći, razsvjetljujući ju svojim blagim sjajem. Pridodaš li k tomu još i čudne oblike, u kojima nam se ukazuje — sad uštap, sad mladji, sad četvrt, i nehotice ćeš se zapitati: Otkud je, što je i kuda će?

Nu utaman ćeš ga pitati. Tišinom, koju ništa ne prekida, kruži po svemiru, uvijek isti, uvijek putnik po istoj stazi. Ma koliko ga motrio sve je na njemu mirno, sve mrtvo, sve pusto, kao da nema ni traga kakovu životu. — Je li zbilja baš tako? —

Kad ga — uzak srp — na večernjem nebu gledaš, vidiš već prostim okom, da je kruglja, koja u svemiru lebdi, jer tamni dio mu svietli slabim svjetlom, pa jasno razabiraš podpunu kruglju. I Zemlja je kruglja, koja isto tako u svemiru lebdi i po njemu se valja.

će nam biti očitije, da nam je Mjesec baš — pred nosom. Ovoj je vanrednoj blizini Mjeseca posljedicom, da nam se, akoprem po sebi presitno tijelo u svemiru, čini velik i da mu. na površini već prostim okom više detalja razpoznamo, nego na drugim nebeskim tjelesima najjačim teleskopima. Nije čudo, ako se prijatelj neba najradije odvaži na put po tom bližnjem svijetu, gdje ga, kako reče Webb, čeka u tim čudnovatim krajevima po gdjejoja radostna ura. Ta i glasovita velika radnja Schröterova o topografiji Mjeseca potekla je iz težaje, da se sam zabavi, da se — njegove su to rieči — nagradi za gdjekoje naumljeno ali neizvedivo putovanje po Zemlji.

Nu prije, nego što se i mi na takov put damo, najde da ga razmotrimo kao tijelo u svemiru.

Zemlja se giba oko Sunca — svoga središta. Mjesecu je Zemlja ovakov centrum. Put Zemlje oko Sunca traje 365 dana i mi to vrijeme zovemo godinom. Po analogiji morat ćemo i put mjesečev oko njegova središta — Zemlje — nazvati mjesečevom godinom. Nu jer Mjesec taj put već za nekih 29 dana svrši, nalazimo, da mu je godina 13 puta manja od naše — njegova je godina od prilike naš mjesec.

Dan na Zemlji visi o vrtnji njezinoj oko svoje osi i traje 24 ure. Ne tako na Mjesecu! I on se doduše vrti oko osi, pa ćemo trajanje jednoga mu okreta po analogiji nazivati mjesečevim danom. Nu već površno razmatranje pjege, što ih svatko na Mjesecu vidi, pokazuje, da je vrtnja Mjeseca oko osi kud i kamo sporija. Pjege su uvijek na istom mjestu: pjege, što si ju jednom uočio usred mjesečeve ploče, uvijek će tamo ostati. Mjesec nam dakle uvijek istu stranu pokazuje, a to će reći, da se samo jedanput oko svoje osi okrene, dok oko Zemlje obadje, t. j. mjesečev dan traje $29\frac{1}{2}$ naših dana. Dok zemaljska godina ima 365 dana, pokazuje se u mjesečevoj godini samo jedan jedini!

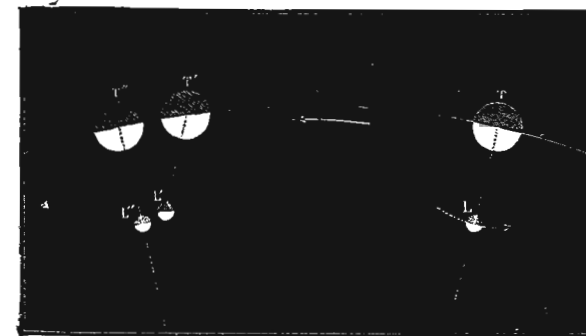
Sunčana će se dakle kruglja polako uzdizati nad iztočnom stranom mjesečeva horizonta, pa će trebati punih 7 zemaljskih dana, dok se popne do poldneva, a opet drugih će se 7 dana polako spuštati prema zapadnom horizontu, da opet punih 14 dana ne izadje nad horizont. Zaista dugi dani a još duže noći! Nu s ovim za nas stanovnike na Zemlji čudnim pojavom u savezu je još i drugi, ne manje čudnovat.

Kako se cijelo nebo sa svim svojim zvjezdicama i Suncem prividno oko Zemlje za 24 ure jedan put okrene, tako se i oko Mje-

seca sav nebeski svod za $29\frac{1}{2}$ dana okrene (sl. 98.) osim jednoga jedinoga tiela na nebu, a to je — Zemlja. Trinaest puta veća nego Mjesec za nas, stoji ona nepomično na mjesečevu nebu — daleko najsajnija i najveća kruglja na tom nebu.

Mora da je to za eventualne stanovnike na Mjesecu čudan i zagonetan pojav: usred vječna kretanja cieloga neba i Sunca — nepomična gorostasna kruglja sa mienama, sasvim nalik mjesečevim za nas!

Nu još više. Kao što čovječje oko nikad nije ugledalo druge polutke Mjeseca, tako ni selenite na onoj polutci nigda ne vidješe Zemlje. Na njihovu nebu nema najkrasnijega i najvećega nebeskoga tiela — nema Zemlje! Tek po pripoviedanju svojih sugradjana na drugoj polutci mogu za nju saznati.



Sl. 98. Razlika izmedju trajanja sinodičkog (29 dana 12 sati 44 minuta) i zvjezdanog mjeseca (27 dana 7 sati 43 minuta).

Nu ako i jest Zemlja na mjesečevom nebu najkrasnije nebesko tijelo, nije najvažnija. Imade li naime na Mjesecu života, izvor mu je kao i na Zemlji — Sunce. Pa kako ima na Zemlji radi kuta od 23 stupnja izmedju ekvatora i ekliptike, raznih godišnjih doba, tako ih ima i na Mjesecu. Nu jer je taj kut kod Mjeseca vrlo malen — $6\frac{1}{2}$ stupanja — ne može biti tolike razlike u godišnjim dobima, kao kod nas na Zemlji: gotovo bi mogli reći, da je tamo uvijek isto godišnje doba. Stanovnik na ekvatoru Mjeseca vidi Sunce i ljeti i zimi gotovo u istoj visini nad svojom glavom, a stanovnik ga na polu opet uvijek vidi u svom horizontu. Tamo je vječno ljeto, a ovdje vječna zima, dakle u predjelima u sredini izmedju ekvatora i

Ako je dalje istina, što kosmogonija uči -- a sva je tomu prilika -- on je put od puta naše, on je diete Zemlje. Zemlja, nekoć kruglja žarkih plinova, vrtjela se, kao i danas. Splasnula se s toga na stozerima, a čestice se oko ekvatora odlupile od kruglje, pa stvorile obruč oko Zemlje, koji se naskoro razkinuo i smotao u klupko -- u naš Mjesec. Nije li dakle opravdana misao, da na njemu i u njemu djeluju iste prirodne sile kao i na Zemlji, a na iste materije? Djeluju li pak iste sile na iste stvari, ne moraju li i produkti tih sila nalik biti produktima na Zemlji? Čini se, da je duh čovječji to već nekako instinktivno naslućivao, jer si inače ne bismo znali protumačiti onoga prastaroga mnijenja, da Mjesec utječe na odnošaje zemaljske na pr. na vrijeme, pače i na udes ljudski; da je na njemu živih stvorova i ljudi -- selenita! Ta nije tomu tako davno, što je Cardano (od god. 1501.—1576.), matematicima i liečnicima jednako poznat sa svoje učenosti, sasna ozbiljno tvrdio, da su ga dva starca sa Mjeseca jednom posietila, isti onaj Cardano, za koga kažu, da je hotice od gladi umro, jer si je astrologijom bio prorekao dan smrti. Radije je poginuo, nego da mu slava vrstnoga astrologa potamni!

Dadeš li na drugoj strani srca rieč u toj stvari, i ono će ti sličnim načinom odgovoriti. Kune se Mjesecu, zove ga u pomoć, tuži mu svoje jade, nadahnjuje ga dakle životom. Neprirодно mu je, nerado se hvata misli, da bi ondje bila vječna smrt i bezkrajna pustoš. Pa tako već u staro vrijeme piše Plutarh (50 do 120 ili 130 g. p. I.) zanimivu razpravu „de facie in orbe Lunae“, u kojoj Mjesec obilnim životom zaodjeva.

Nu danas već nema mjesta gonetanju i naslućivanju. Prirodna je nauka udarila pravim putem. Motriti treba nebo uztrajno i savjestno i pojedine mu objekte, pa na temelju toga poznavanja zaključivati, kakovi mogu odnošaji tamo biti.

Kamo da se dakle obratimo, željni odgovora na potaknuta pitanja? Komu drugomu, ako ne astronomiji, toj kraljici svih nauka, koja je već s mnoge velike tajne u prirodi koprenu skinula? K njoj se utecimo, astronome upitajmo, kakovi su odnošaji na Mjesecu i može li na njemu biti života? Odgovor je s ove jedine strane pouzdan.

Što nam dakle o Mjesecu pričaju najnovija iztraživanja, neka reknu sliedeći redci.

Mjesec je davno mrtav. Na njemu nema organičkoga života, jer nema ni zraka ni vode. Na njemu počivaju u vječnom sanku i sve druge prirodne sile. Nekoć poprište silnih vulkanskih katastrofa, danas je mrtva lešina.

To je u kratko nazor o Mjesecu, koji se još danas u inteligentnim krugovima obično i čuje i vjeruje. I ne bez razloga. Jer površno razmatranje površine mu, a sa slabim optičnim sredstvima, i zbilja daje tu sliku Mjeseca. Uzmi još k tomu autoritet nekih astronoma na pr. Beera i Mädlera, koji su u svojim djelima još u prvoj polovici našega vieka ovo mnijenje zastupali, pak ćeš lako razumjeti, kako je moglo ovo mnijenje tako duboko korienje zahvatiti. Nu prirodna nauka u našim dnevima silno napreduje. U vidu današnje astronomije treba da i mnijenje svoje o Mjesecu izpravimo i prema napredku nauke popunimo.

Mjesec je tamna kruglja, koja se za nekih 29 dana jedan put oko Zemlje okrene, a s njom zajedno se opet valja oko Sunca; -- on je dakle trabant Zemlje. Da je zbilja taman, pokazuju već dosta jasno njegove miene ili faze. Svjetlo naime, koje nam noći razsvjetljuje, pozajmljeno je od Sunca. Nu kako je kruglja, razsvjetljuju mu sunčani traci uvijek samo jednu polutku, dok je druga u sjeni. Dodje li Mjesec na svom putu oko Zemlje baš medju Zemlju i Sunce, okrenuo je zemlji tamnu polutku i mi ga ne vidimo. Za 14 je dana došao na drugu stranu Zemlje, pa je sada sva razsvjetljena polutka k Zemlji okrenuta i mi vidimo pun Mjesec (uštap).

Na putu od prve točke do druge Mjesec raste, a od druge natrag k prvoj pada. Miena nam dakle Mjeseca već pokazuje na jednoj strani, da on samo pozajmljenim svjetlom svietli, a na drugoj opet strani, da se okreće oko Zemlje za 29 dana (vidi sl. 98.).

Za oko je Mjesec na noćnom nebu daleko najveće tielo, Sunce mu jedino po veličini možeš uzporediti. Nu astronomija nas uči po metodama, kojih smo se prije dotakli (izp. str. 139.—144.), da je ta veličina Mjeseca samo prividna. Samo za to, što je Mjesec nekih 50.000 milja daleko od Zemlje, dok daljina svih ostalih nebeskih tjelesa na milijune broji, čini nam se, da je tako velik; prividni mu je promjer oko $31\frac{1}{3}$ minuta.

Izporedimo li ovu daljinu Mjeseca s daljinom Sunca od Zemlje, koja je poprieko 20 milijuna milja, smijemo reći, da nam je Mjesec pred očima. Sjetimo li se pak, da svjetlo od Sunca do nas 8 minuta treba, a od najbliže stajačice z Centauri pune 3 godine, još

pola vječno proljeće, sa manjom ili većom popriečnom toplinom, kako je već mjesto bliže ili dalje od pola. S istoga se razloga gubi i velika razlika u dužini dana na istom mjestu, koju kod nas opažamo. Nema tamo dugih dana i kratkih noći i obratno: uvijek su si dan i noć gotovo sasvim jednaki, dan $14\frac{3}{4}$ naših dana, a isto toliko i noć.

Skupimo li to sve u jedno, nalazimo u velikim crtama analogiju između Mjeseca i Zemlje; astronomički su si pojavi u velike slični. Ako je pak Mjesec, kako kosmogonija tvrdi, čedo Zemlje, morat ćemo i tamo iste glavne kemičke tvari pretpostaviti, s kojima se na našem planetu susrećemo. To analogiju još popunjuje. Evo je:

Na Mjesecu je miena dana i noći, kao i na Zemlji; isto ih Sunce grije najednako, jer su im daljine od njega najednake. Kao što je Sunce izvor svim pojavama na Zemlji, isto tako je izvor svim pojavama na Mjesecu. Iste prirodne sile, koje djeluju ovdje, djeluju i tamo, a još k tomu i na iste materije. Nije li po tom dosta opravdan zaključak, da je život, što ga Mjesec živi, malik života, kojim je Zemlja živjela i još danas živi? Promienjeni odnosaji dakako da su i jednomu i drugomu donekle lice promienili, — kao što i na Zemlji žarki traci Sunca na ekvatoru kožu ljudsku potamniše; — nu za to se ipak bar u velikim crtama mora da izrazi puna analogija između obiju svietova. Pa ipak je obično mišljenje, da je Mjesec, u protimbi sa Zemljom, mrtav, da je razrovan mrtva masa! Pogledajmo mu malo bolje lice, da vidimo, da li i koliko je taj nazor opravdan?

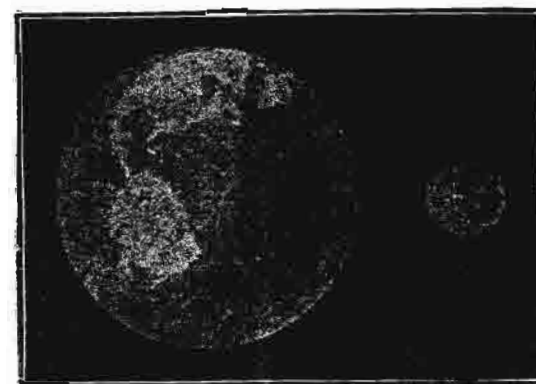
* * *

Mjesec je kruglja s prividnim promjerom od 31 minuta i 24 sekunda, a to daje, s obzirom na srednju daljinu — 50.000 milja ili 384.000 kilometara — pravi promjer od 3474 kilometara ili $\frac{2}{7}$ od promjera Zemlje. Površina mu je dakle 14 puta manja, a volumen 50 puta manji od zemaljskoga. Od Zemlje bi dakle mogao 50 tolikih krugalja načiniti, kakov je Mjesec (sl. 99.).

Da je materija Mjeseca i Zemlje jednako gusta, bile bi im i mase u istom omjeru. Nu pokazalo se je, da je masa Mjeseca tek $\frac{1}{81}$ od mase zemaljske, dakle je i tvar mjesečeva rjeđa od zemaljske. Jednostavan račun daje rezultat, da je materija Mjeseca gotovo na polovicu rjeđa od zemaljske, dakle od prilike $\frac{3}{4}$ puta gušća od

vode. Nema dakle dvojbe, da su glavne formacije na površini Mjeseca čvrste, da je i on, kao i Zemlja, oklopljen čvrstom korom.

Prvo, što na površini Mjeseca već prostim okom vidimo, jesu tamne pjege, i te su već stare grčke filozofe na razmišljanje potakle. Pa i zbilja nalazimo već kod njih hipoteza o tom, što su te pjege. Ima ih, koji su već onda naslućivali, da je Mjesec u obće nalik Zemlji. Spominjemo samo Anaksagoru (500—430 pr. I.), Philolaja (480—420 pr. I.) i Demokrita (459—340 pr. I.). Ovaj je iztakao nazor, da pjege, što ih na Mjesecu vidimo, od bregova i dolina potječu. Najpoznatija je s te strane već spomenuta razprava Plutarhova (50—120 po I.): (De facie in orbe Lunae), u kojoj se



Sl. 99. Zemlja prama Mjesecu.

pače iztiče, da je na Mjesecu ljudi. Nu svi ovi nazori bijahu tek slutnje, hipoteze osnovane na teoretičkom razmatranju.

Tek izumom teleskopa, toga najsilnijega motora u astronomiji, počeo je za nju, a napose za proučavanje Mjeseca nov višek. Veliki Galilei (1564.—1642.), jedan od obretnika toga instrumenta, upravio je prvi teleskop na Mjesec. Jedan je jedini pogled bio dostatan, da sve slutnje i hipoteze prošlih vjekova zamieni faktom, da je površina Mjeseca zbilja bregovita, da je u velikim crtama nalik čvrstomu tlu na Zemlji, ali su ipak formacije bregova i dolina na Zemlji i Mjesecu dosta različne. On je pače već pokušao, da računa visinu bregova po geometričkim pravilima, jer je opazio, da vrhunci bregova još svietle, kad je nižih predjela u noćnoj tmimi već davno nestalo.

Sam Galilei i njegovi suvremenici Hevel (1611. do 1687.) i Riccioli (1598.—1671.) upoznali su u tim pjegama velike ravnice, kojim je tlo duboko izpod bližnje površine Mjeseca, pa je zato i tamnije. Hevel je doduše poprimio ime „mare“ (more) za ovakovu ravnicu, akoprem je sigurno, da je već i on znao, da u zbilji nisu mora, najviše da su dna oceana, koji su nekad na Mjesecu bili, pa i dosta tragova ostavili. Od onih je vremena ovo ime u selenografiji ostalo, pa se još i danas one velike, tamno-smedje pjege zovu mora.

Već ova prva teleskopična motrenja Mjeseca pokazale jasno, da je tvorba materije na Mjesecu vrlo nalika tvorbama na Zemlji. Tamo se, kao i na Zemlji, prostiru velike ravnice, tamo se, kao i kod nas, izmjenjuju visoki bregovi sa dubokim dolinama, koje se, poput naših, raznoliko veru između bregova.

Posljedica tomu bijaše, da su ovi prvi motritelji našega trambanta naginjali nazoru, da je i na Mjesecu života, ako i ne u obliku zemaljskom. I ovo se je mnijenje do pod konac prošloga vieka obćenito uzdržalo, akoprem je već onda Riccioli odlučno tvrdio, da na Mjesecu ne može biti života, jer da nema dvaju bitnih uvjeta svakomu životu: atmosfere i vode.

Tek g. 1781. ustao je i glasoviti Herschel proti obćenom nazoru, da je na Mjesecu svieta, i njegov je autoritet djelovao. Uzprkos izraživanju Schrötera, prvoga selenografa u početku našega vieka, i Gruithuisena, koji su marljivo i uztrajno Mjesec motrili s izraženom namjerom, da dokažu promjene na površini Mjeseca i mogućnost života na njemu, propadao je ovaj nazor početkom našega vieka sve više i više, dok mu napokon ne zadade smrtni udarac djelo Beera i Mädlera: *Der Mond* (1837.). Oni na temelju svojih dugotrajnih i intenzivnih izraživanja utvrdiše, da je doduše između površine Mjeseca i Zemlje dosta, a i bitnih analogija, ali ga poradi toga, što na njemu nema vode, ne smijemo smatrati ni kopijom kamo li kolonijom Zemlje. Tečajem se je godina ovaj nazor razprostro, nu — fama crescit eundo — ujedno i raztegnuo, te je napokon od njega postao obćeni nazor — svakako obćenitiji, nego što su Beer i Mädler mislili — nazor, da je Mjesec velika, suha i nepromjenljiva pustinja bez života, koja da je, ne imajući ni traga od atmosfere ili vode, nalik silnoj masi ohladnjela lave. Nazor svakako pretjeran. Od god. 1864. naime, kad je British Association

izabrala odbor s posebnom zadaćom, da načini točnu i veliku kartu Mjeseca, okrenula je nova era u poznavanju Mjeseca i površine mu.

Na temelju radnja navlastito englezkih astronoma smijemo danas utvrditi, da nema astronoma, koji bi se obćenomu nazoru o mrtvilu na Mjesecu pridružio.

Ne, Mjesec nije mrtav. On još i danas živi životom, sličnim životu našega planeta! Ne samo da nije absolutnom sigurnošću dokazano, da Mjesec nema atmosfere, nego baš protivno: imade razloga važnih i prevažnih, koji odlučno govore za egzistenciju atmosfere. Ne samo da ne stoji, da na njemu nema vode, nego baš protivno: imade znakova, koji nas na to upućuju, da je na Mjesecu leda, da se i na njegovoj površini znadu tvoriti magle i oblaci, ako i ne u onoj mjeri, kako smo vični na Zemlji gledati. Nu neka govori jedan od najvažnijih selenografa — iztraživalaca mjeseca — i pisac svakako najboljega djela o Mjesecu — Englez Neison:

„Za nazor Beera i Mädlera nema ni najsitnijega dokaza, s kojim bi se čovjek mogo zadovoljiti i jamačno ne će tomu nazoru priznati, da je istina, nijedan astronom, koji je selenografiji toliko pomnje posvetio, da si može vjerojatno današnje stanje na Mjesecu predočiti. On je naprotiv zaključcima ovih velikih selenografa, kojih radnjama u prvom redu naše današnje znanje o pravoj naravi mjeseceve površine zahvaliti imademo, upravo oprečan.“

Neka nam je dakle dozvoljeno, taj protivni nazor поблиže razmotriti i par razloga za to navesti, da je opravdan.

* * *

Na Mjesecu su s početka tražili atmosferu poput zemaljske: gustu i punu vodenih para. Ne našav takove, rekoše, da je u obće nema.

Nu je li prirodno, je li razborito tražiti oko Mjeseca atmosferu, koja bi se svojom gustoćom našoj usporediti mogla? To si pitanje selenografi tek u najnovije vrijeme staviše, a odlučan je odgovor bio: Na Mjesecu ne može ni biti atmosfere, koja bi po svojoj gustoći atmosferi oko Zemlje nalik bila. Evo zašto:

Da je bar njekoč oko Mjeseca bila atmosfera a i veća množina vode, o tom ne može biti sumnje. Zadubeš li se naime u točan studium formacija, koje se još danas na Mjesecu vide, opaziti ćeš u njih jasne tragove i vodi i atmosferi, iste, koje nalaziš na svojoj

puta rjedja od naše, a taj se broj s prije dobivenim već mnogo bolje slaže.

Mjesec dakle ima svakako atmosferu, samo još treba, da joj gustoću točnije odrede. Iz svega, što do sad o njoj saznati mogosmo, razabiramo toliko, da je svakako mnogo rjedja od zemaljske, broj 300 možda se ne će previše udaljiti od istine.

Pa kad je tako, niesmo li ovlaštteni zaključiti, da će i ova atmosfera podržavati na Mjesecu odnošaje nalik onim na Zemlji, same ćemo ih teže opaziti moći, jer je velika razlika u gustoći. Obratimo se dakle sada k ovim učincima mjesečeve atmosfere, tim radije, što ćemo iz njih crpsti direktan dokaz za eksistenciju te atmosfere.

* * *

Atmosfera Zemlje uzrok je, kao što znamo, raznim promjenama na površini. Na jednoj strani opažamo, da se uz bitno sudjelovanje njezino velik dio tla na Zemlji svakoga proljeća zaodjeva krasnim zelenim rukom, koje prirodoslovci nazivlju vegetacijom. Pod jesen se je ovo ruho već sasna promienilo, ali ne, da za uvijek ugine, nego da se budućega proljeća opet u istoj krasoti pokaže. Promjene su to periodične naravi, a naći ćeš takovih i više, ako se dublje upustiš u studium zemaljske kore i atmosfere oko nje.

Na drugoj pak strani opažamo, da se dielovi zemaljske kore i pojedinih formacija raztrošbom trajno mienjaju, da se pod utjecajem atmosfere razpadaju, da ih malo po malo nestaje. To su opet promjene trajne naravi.

Ima li pak Mjesec atmosferu nalik našoj, opravdan je zaključak, da će se i na površini Mjeseca morati pokazivati promjene, nalik opisanim promjenama na Zemlji.

Je li dakle na površini Mjeseca tragova takovim promjenama, po kojima bismo smjeli zaključiti, da ima atmosferu?

Prije nego što podjemo, da odgovaramo na to pitanje, hajdemo da preletimo bar preko one polovice Mjeseca, koju vidimo! Ta će nam šetnja dobro doći u razpravljanju potaknutoga pitanja, a možda će se kojemu čitatelju i svidjeti, da bar u velikim crtama upozna glavne tvorbe Mjesečeve površine.

Gledaš li ga prostim okom, vidjet ćeš na njemu, — osobito kod je pun, a uza to i blizu horizonta, — tek nekoliko svetlih tamnih pjega, a sva mu preostala površina svijetli jednolikim žutim svjetlom (vidi priloženu kartu Mjeseca. Sl. 100.).

postojbini. Vidiš im lice namrškanoo i raztrošeno od silnih oluja, koje se nekoč nad njima provališe, a vidiš i ostatke starih porušenih formacija, ostatke, koji ne bi mogli postati bez zraka i vode. „Gutta cavat lapidem“ i tu se potvrđuje.

Jednom riečju: Jedina hipoteza, koja nam mnoge promjene na površini Mjeseca protumačiti može, jest ta, da je bar nekoč Mjesec imao atmosferu, da je bar nekoč na njemu bilo vode u velikoj množini. Ako je pak tako — a o tom danas nitko ne dvoji — najprirodnija je pretpostava, da je ta atmosfera Mjeseca prama ukupnoj mu masi od prilike u istom odnošaju bila, u kojem je zemaljska atmosfera prama masi Zemlje. Nu ti su odnošaji dosta različiti. Promislimo li naime, da je materija Zemlje puno gušća od materije Mjeseca, da je dakle i težina stvari na Mjesecu mnogo manja, lako ćemo se dosjetiti, da će se atmosfera ondje po mnogo većem prostoru razširiti, da će mnogo rjeđja biti nego na Zemlji. Računamo li tu okolnost, pokazuje se, da atmosfera Mjeseca odmah s početka nije mogla ni na površini mu imati veće gustoće od $\frac{1}{50}$ zemaljske atmosfere.

Na još je i druga razlika između Mjeseca i Zemlje, koja je i tu gustoću unanjiti morala. Površina je Mjeseca razmjerno od prilike 6 puta veća od površine zemaljske. Zna se pak iz opažanja, učinjenih na Zemlji, da Zemlja malo po malo i atmosferu i vodu guta (absorbira). Ako i vrlo malo, ipak svake godine neke množine vode i atmosfere nestane, da bolje rečemo, ulazi u kemički spoj sa tvarima, od kojih je zemaljska kora sastavljena. Makar da je ta množina godinice potrošene atmosfere i vode tako mala, da nam se neposrednu opažaju otimlje, jasno je ipak, da će tečajem milijuna godina velika narasti, pa gustoću atmosfere i množinu vode na Zemlji znatno promieniti. Pak zbilja! Da ti se je bilo prije milijun godina postaviti na Zemlju, ne bi joj lje ni lica prepoznao. Zaludu bi po njoj tražio današnje kontinente i oceane. Sve ako bi imao mjesta, gdje bi nogom stao, gusta bi ti atmosfera, puna težkih para, vidik zastrela, hmân bi tražio zvjezdicama posuto nebo, hmân bi se ogleđavao za krajem, gdje zuji tih i mio zetar, u kom bi se spokojno odmorio, u kom bi lakše dahnuo!

Nije sumnje: od godine do godine nestaje na Zemlji vode i zraka, a to nam potvrđuje i susjedni sviet Martov. Ako je na njemu ljudi, koji ostrim teleskopima odnošaje na našoj kruglji onako rado motre, kako mi njihove, mnogo će im smetati velika množina ob-

laka i vodene pare, koja im gotovo uvijek zastire površinu naše kruglje. Mi se pako odavde divimo čistoj atmosferi Marta. Oko ekvatora mu nikad skoro ne vidimo ni traga oblacima; nebo mu je čisto i prozirno kao staklo, pa s toga je Kayseru i Schiaparelli-u i bilo moguće tako krasne karte Marta nacrtati. Ako se na njemu i vidi još kopna i vode, pokazuje se ipak jasno, da nema ni s daleka toliko vode, kao na Zemlji. U nas su još $\frac{2}{3}$ površine zemaljske pokrite vodom, a u njega tek polovica, a i ta voda ne leži više u velikim oceanima, već se između kopna vere u bezbrojnim kanalima. Mart je pak po kosmogoniji planet stariji od našega, i baš je tomu posljedica, da je absorpcija zraka i vode već znatno napredovala.

Ne ćemo dakle daleko segnuti od istine, ako utvrdimo, da se na svakom planetu i voda i atmosfera po malo gubi, a jer je i Mjesec tielo te vrste, vriedit će to i za njega. I na njemu se je morala tečajem vjekova atmosfera i voda gubiti.

Nu kako je površina Mjeseca razmjerno šest puta veća od zemaljske, morat će se atmosfera i voda od prilike šest puta brže gubiti nego na Zemlji, pak ćemo moći razumjeti, kako to, da su se na mnogo mladjem Mjesecu oceani već sasvim izgubili, dok ih je na starijoj Zemlji još obilje. Ali ćemo razumjeti i to, da će i atmosfera Mjeseca, za koju već prije rekosmo, da može tek $\frac{1}{50}$ od gustoće zemaljske imati, uslied ove brže absorpcije već nekih 300 puta rjeđja biti od zemaljske.

Držeći se dakle postojano analogije između Zemlje i Mjeseca — a malo će se koji naći, da bi o tom podvojio — morat ćemo vjerojatnim smatrati, da je danas oko Mjeseca atmosfera od prilike 300 puta rjeđja od naše.

Nu naći će se ovim zaključcima prigovor, da su oni samo na vjerojatnosti, a ne na istini osnovani. Još više! Protivi im se autoritet jednoga od najznamenitijih astronoma našega vjeka — Bessela, koji je iz teoretičkih razmatranja zaključio, da je atmosfera Mjeseca, ako je u obće ima, u najboljem slučaju 1000 puta rjeđja od zemaljske! Pače je po njemu vjerojatno, da je još mnogo rjeđja, a to je skoro toliko, kao da je ni nema.

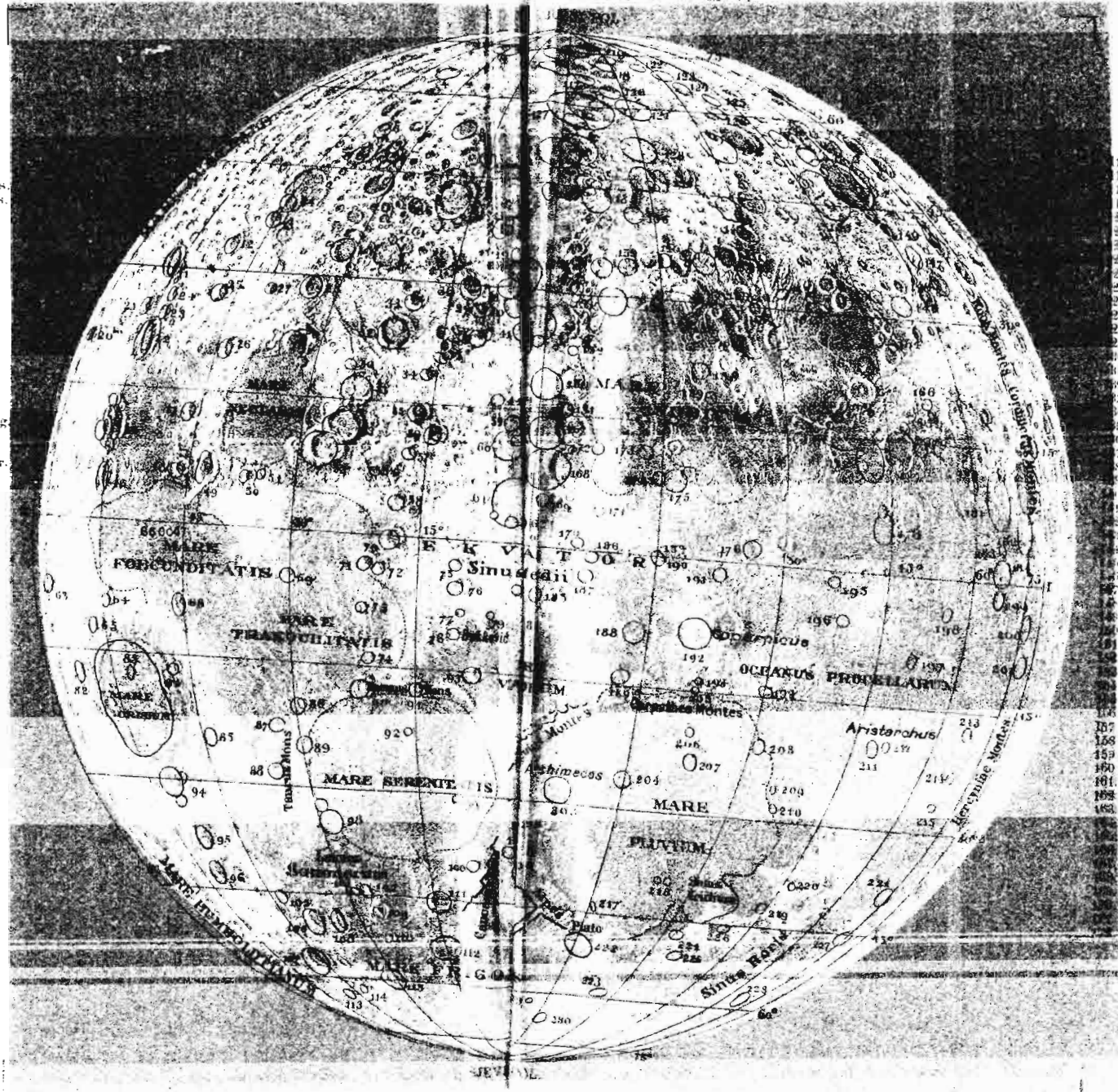
Zasluga je englezkoga astronoma Neisona, da je pokazao, kako se je u račun Besselov uvukla pogreška, pa se uslied toga, kad ju popraviš, rezultat računa mu obaljuje od prilike na $\frac{1}{5}$ prve vriednosti, a to bi značilo, da je po Besselu atmosfera Mjeseca samo 200

KRUŽNE DOJINE I KRATERI
NA ZAPADNOJ POLOVICI

KRUŽNE DOJINE I KRATERI
NA ISTOČNOJ POLOVICI

- | | |
|--------------------------|-------------------|
| 1. Simpelius. | 57. Descartes. |
| 2. Skort. | 58. Taylor. |
| 3. Moretus. | 59. Parrot. |
| 4. Mazinus. | 60. Albategnius. |
| 5. Vlacq. | 61. Hipparchus. |
| 6. Nearcus. | 62. Reaumur. |
| 7. Hommel. | 63. Schubert. |
| 8. Baco. | 64. Apollonius. |
| 9. Clairaut. | 65. Firmicus. |
| 10. <i>de</i> Licetus. | 66. Messier. |
| 11. Maginus. | 67.1 |
| 12. Furuerius. | 68. Tarantius. |
| 13. Rheila. | 69. Maskelyne. |
| 14. Metius. | 70. Delambre. |
| 15. Fabricius. | 71. Sabine. |
| 16. Riccius. | 72. Biller. |
| 17. Fernel. | 73. Arago. |
| 18. Stoeber. | 74. Ross. |
| 19. <i>de</i> Saus-sure. | 75. Godin. |
| 20. Nonius. | 76. Agrippa. |
| 21. Waller. | 77. Sibersschlag. |
| 22. <i>de</i> Humboldt. | 78. Bosković. |
| 23. Hase. | 79. Hyginus. |
| 24. Ptolemaeus. | 80. Triesnerker. |
| 25. Snell. | 81. Ekerl. |
| 26. Stevin. | 82. Confort. |
| 27. Breda. | 83. Ponce. |
| 28. <i>de</i> Saurin. | 84. Procius. |
| 29. <i>de</i> Saurin. | 85. Macodius. |
| 30. <i>de</i> Saurin. | 86. Vitravus. |
| 31. <i>de</i> Saurin. | 87. Marab. |
| 32. <i>de</i> Saurin. | 88. Baco. |
| 33. <i>de</i> Saurin. | 89. Lefevre. |
| 34. <i>de</i> Saurin. | 90. Baco. |
| 35. <i>de</i> Saurin. | 91. Marab. |
| 36. <i>de</i> Saurin. | 92. Baco. |
| 37. <i>de</i> Saurin. | 93. Marab. |
| 38. <i>de</i> Saurin. | 94. Baco. |
| 39. <i>de</i> Saurin. | 95. Marab. |
| 40. <i>de</i> Saurin. | 96. Baco. |
| 41. <i>de</i> Saurin. | 97. Marab. |
| 42. <i>de</i> Saurin. | 98. Baco. |
| 43. <i>de</i> Saurin. | 99. Marab. |
| 44. <i>de</i> Saurin. | 100. Baco. |

- | | |
|------------------------|---------------------|
| 16. Newton. | 173. Guariko. |
| 17. Gruemberger. | 174. Parry. |
| 18. Klaproth. | 175. Bonpland. |
| 19. Casdus. | 176. Landsborg. |
| 20. Blacius. | 177. Lestronoe. |
| 21. Schiner. | 178. Flamsteed. |
| 22. Wilson. | 179. Hansteen. |
| 23. Kircher. | 180. Damoiseau. |
| 24. Bellinus. | 181. Grimaldi. |
| 25. Zichius. | 182. Riccioli. |
| 26. S. z. c. | 183. Lohmann. |
| 27. Clavius. | 184. Hevelius. |
| 28. Longomontanus. | 185. Pallas. |
| 29. Wähelm. | 186. Schumacher. |
| 30. Schiner. | 187. Schroeter. |
| 31. Ptolemaeus. | 188. Stadius. |
| 32. Wagnorius. | 189. Frischthum. |
| 33. S. z. c. | 190. Flammarion. |
| 34. Inghelium. | 191. Reinhold. |
| 35. Tycho. | 192. Copernicus. |
| 36. Hansen. | 193. Tobias Mayer. |
| 37. Heil. | 194. Ecker. |
| 38. Gauricus. | 195. Kepler. |
| 39. Wavallanus. | 196. Marus. |
| 40. <i>de</i> Saurin. | 197. Renet. |
| 41. <i>de</i> Saurin. | 198. Gualterius. |
| 42. <i>de</i> Saurin. | 199. Others. |
| 43. <i>de</i> Saurin. | 200. Cases de Luna. |
| 44. <i>de</i> Saurin. | 201. Galvani. |
| 45. <i>de</i> Saurin. | 202. Galvani. |
| 46. <i>de</i> Saurin. | 203. Galvani. |
| 47. <i>de</i> Saurin. | 204. Galvani. |
| 48. <i>de</i> Saurin. | 205. Galvani. |
| 49. <i>de</i> Saurin. | 206. Galvani. |
| 50. <i>de</i> Saurin. | 207. Galvani. |
| 51. <i>de</i> Saurin. | 208. Galvani. |
| 52. <i>de</i> Saurin. | 209. Galvani. |
| 53. <i>de</i> Saurin. | 210. Galvani. |
| 54. <i>de</i> Saurin. | 211. Galvani. |
| 55. <i>de</i> Saurin. | 212. Galvani. |
| 56. <i>de</i> Saurin. | 213. Galvani. |
| 57. <i>de</i> Saurin. | 214. Galvani. |
| 58. <i>de</i> Saurin. | 215. Galvani. |
| 59. <i>de</i> Saurin. | 216. Galvani. |
| 60. <i>de</i> Saurin. | 217. Galvani. |
| 61. <i>de</i> Saurin. | 218. Galvani. |
| 62. <i>de</i> Saurin. | 219. Galvani. |
| 63. <i>de</i> Saurin. | 220. Galvani. |
| 64. <i>de</i> Saurin. | 221. Galvani. |
| 65. <i>de</i> Saurin. | 222. Galvani. |
| 66. <i>de</i> Saurin. | 223. Galvani. |
| 67. <i>de</i> Saurin. | 224. Galvani. |
| 68. <i>de</i> Saurin. | 225. Galvani. |
| 69. <i>de</i> Saurin. | 226. Galvani. |
| 70. <i>de</i> Saurin. | 227. Galvani. |
| 71. <i>de</i> Saurin. | 228. Galvani. |
| 72. <i>de</i> Saurin. | 229. Galvani. |
| 73. <i>de</i> Saurin. | 230. Galvani. |
| 74. <i>de</i> Saurin. | 231. Galvani. |
| 75. <i>de</i> Saurin. | 232. Galvani. |
| 76. <i>de</i> Saurin. | 233. Galvani. |
| 77. <i>de</i> Saurin. | 234. Galvani. |
| 78. <i>de</i> Saurin. | 235. Galvani. |
| 79. <i>de</i> Saurin. | 236. Galvani. |
| 80. <i>de</i> Saurin. | 237. Galvani. |
| 81. <i>de</i> Saurin. | 238. Galvani. |
| 82. <i>de</i> Saurin. | 239. Galvani. |
| 83. <i>de</i> Saurin. | 240. Galvani. |
| 84. <i>de</i> Saurin. | 241. Galvani. |
| 85. <i>de</i> Saurin. | 242. Galvani. |
| 86. <i>de</i> Saurin. | 243. Galvani. |
| 87. <i>de</i> Saurin. | 244. Galvani. |
| 88. <i>de</i> Saurin. | 245. Galvani. |
| 89. <i>de</i> Saurin. | 246. Galvani. |
| 90. <i>de</i> Saurin. | 247. Galvani. |
| 91. <i>de</i> Saurin. | 248. Galvani. |
| 92. <i>de</i> Saurin. | 249. Galvani. |
| 93. <i>de</i> Saurin. | 250. Galvani. |
| 94. <i>de</i> Saurin. | 251. Galvani. |
| 95. <i>de</i> Saurin. | 252. Galvani. |
| 96. <i>de</i> Saurin. | 253. Galvani. |
| 97. <i>de</i> Saurin. | 254. Galvani. |
| 98. <i>de</i> Saurin. | 255. Galvani. |
| 99. <i>de</i> Saurin. | 256. Galvani. |
| 100. <i>de</i> Saurin. | 257. Galvani. |



- | | |
|------------------------|-----------------|
| 101. <i>de</i> Saurin. | 107. Erasmii. |
| 102. <i>de</i> Saurin. | 108. Herodoti. |
| 103. <i>de</i> Saurin. | 109. Gurg. |
| 104. <i>de</i> Saurin. | 110. Herodoti. |
| 105. <i>de</i> Saurin. | 111. Erasmii. |
| 106. <i>de</i> Saurin. | 112. Asclerius. |
| 107. <i>de</i> Saurin. | 113. Erasmii. |
| 108. <i>de</i> Saurin. | 114. Erasmii. |
| 109. <i>de</i> Saurin. | 115. Erasmii. |
| 110. <i>de</i> Saurin. | 116. Erasmii. |
| 111. <i>de</i> Saurin. | 117. Erasmii. |
| 112. <i>de</i> Saurin. | 118. Erasmii. |
| 113. <i>de</i> Saurin. | 119. Erasmii. |
| 114. <i>de</i> Saurin. | 120. Erasmii. |
| 115. <i>de</i> Saurin. | 121. Erasmii. |
| 116. <i>de</i> Saurin. | 122. Erasmii. |
| 117. <i>de</i> Saurin. | 123. Erasmii. |
| 118. <i>de</i> Saurin. | 124. Erasmii. |
| 119. <i>de</i> Saurin. | 125. Erasmii. |
| 120. <i>de</i> Saurin. | 126. Erasmii. |
| 121. <i>de</i> Saurin. | 127. Erasmii. |
| 122. <i>de</i> Saurin. | 128. Erasmii. |
| 123. <i>de</i> Saurin. | 129. Erasmii. |
| 124. <i>de</i> Saurin. | 130. Erasmii. |
| 125. <i>de</i> Saurin. | 131. Erasmii. |
| 126. <i>de</i> Saurin. | 132. Erasmii. |
| 127. <i>de</i> Saurin. | 133. Erasmii. |
| 128. <i>de</i> Saurin. | 134. Erasmii. |
| 129. <i>de</i> Saurin. | 135. Erasmii. |
| 130. <i>de</i> Saurin. | 136. Erasmii. |
| 131. <i>de</i> Saurin. | 137. Erasmii. |
| 132. <i>de</i> Saurin. | 138. Erasmii. |
| 133. <i>de</i> Saurin. | 139. Erasmii. |
| 134. <i>de</i> Saurin. | 140. Erasmii. |
| 135. <i>de</i> Saurin. | 141. Erasmii. |
| 136. <i>de</i> Saurin. | 142. Erasmii. |
| 137. <i>de</i> Saurin. | 143. Erasmii. |
| 138. <i>de</i> Saurin. | 144. Erasmii. |
| 139. <i>de</i> Saurin. | 145. Erasmii. |
| 140. <i>de</i> Saurin. | 146. Erasmii. |
| 141. <i>de</i> Saurin. | 147. Erasmii. |
| 142. <i>de</i> Saurin. | 148. Erasmii. |
| 143. <i>de</i> Saurin. | 149. Erasmii. |
| 144. <i>de</i> Saurin. | 150. Erasmii. |
| 145. <i>de</i> Saurin. | 151. Erasmii. |
| 146. <i>de</i> Saurin. | 152. Erasmii. |
| 147. <i>de</i> Saurin. | 153. Erasmii. |
| 148. <i>de</i> Saurin. | 154. Erasmii. |
| 149. <i>de</i> Saurin. | 155. Erasmii. |
| 150. <i>de</i> Saurin. | 156. Erasmii. |
| 151. <i>de</i> Saurin. | 157. Erasmii. |
| 152. <i>de</i> Saurin. | 158. Erasmii. |
| 153. <i>de</i> Saurin. | 159. Erasmii. |
| 154. <i>de</i> Saurin. | 160. Erasmii. |
| 155. <i>de</i> Saurin. | 161. Erasmii. |
| 156. <i>de</i> Saurin. | 162. Erasmii. |
| 157. <i>de</i> Saurin. | 163. Erasmii. |
| 158. <i>de</i> Saurin. | 164. Erasmii. |
| 159. <i>de</i> Saurin. | 165. Erasmii. |
| 160. <i>de</i> Saurin. | 166. Erasmii. |
| 161. <i>de</i> Saurin. | 167. Erasmii. |
| 162. <i>de</i> Saurin. | 168. Erasmii. |
| 163. <i>de</i> Saurin. | 169. Erasmii. |
| 164. <i>de</i> Saurin. | 170. Erasmii. |
| 165. <i>de</i> Saurin. | 171. Erasmii. |
| 166. <i>de</i> Saurin. | 172. Erasmii. |
| 167. <i>de</i> Saurin. | 173. Erasmii. |
| 168. <i>de</i> Saurin. | 174. Erasmii. |
| 169. <i>de</i> Saurin. | 175. Erasmii. |
| 170. <i>de</i> Saurin. | 176. Erasmii. |
| 171. <i>de</i> Saurin. | 177. Erasmii. |
| 172. <i>de</i> Saurin. | 178. Erasmii. |
| 173. <i>de</i> Saurin. | 179. Erasmii. |
| 174. <i>de</i> Saurin. | 180. Erasmii. |
| 175. <i>de</i> Saurin. | 181. Erasmii. |
| 176. <i>de</i> Saurin. | 182. Erasmii. |
| 177. <i>de</i> Saurin. | 183. Erasmii. |
| 178. <i>de</i> Saurin. | 184. Erasmii. |
| 179. <i>de</i> Saurin. | 185. Erasmii. |
| 180. <i>de</i> Saurin. | 186. Erasmii. |
| 181. <i>de</i> Saurin. | 187. Erasmii. |
| 182. <i>de</i> Saurin. | 188. Erasmii. |
| 183. <i>de</i> Saurin. | 189. Erasmii. |
| 184. <i>de</i> Saurin. | 190. Erasmii. |
| 185. <i>de</i> Saurin. | 191. Erasmii. |
| 186. <i>de</i> Saurin. | 192. Erasmii. |
| 187. <i>de</i> Saurin. | 193. Erasmii. |
| 188. <i>de</i> Saurin. | 194. Erasmii. |
| 189. <i>de</i> Saurin. | 195. Erasmii. |
| 190. <i>de</i> Saurin. | 196. Erasmii. |
| 191. <i>de</i> Saurin. | 197. Erasmii. |
| 192. <i>de</i> Saurin. | 198. Erasmii. |
| 193. <i>de</i> Saurin. | 199. Erasmii. |
| 194. <i>de</i> Saurin. | 200. Erasmii. |
| 195. <i>de</i> Saurin. | 201. Erasmii. |
| 196. <i>de</i> Saurin. | 202. Erasmii. |
| 197. <i>de</i> Saurin. | 203. Erasmii. |
| 198. <i>de</i> Saurin. | 204. Erasmii. |
| 199. <i>de</i> Saurin. | 205. Erasmii. |
| 200. <i>de</i> Saurin. | 206. Erasmii. |
| 201. <i>de</i> Saurin. | 207. Erasmii. |
| 202. <i>de</i> Saurin. | 208. Erasmii. |
| 203. <i>de</i> Saurin. | 209. Erasmii. |
| 204. <i>de</i> Saurin. | 210. Erasmii. |
| 205. <i>de</i> Saurin. | 211. Erasmii. |
| 206. <i>de</i> Saurin. | 212. Erasmii. |
| 207. <i>de</i> Saurin. | 213. Erasmii. |
| 208. <i>de</i> Saurin. | 214. Erasmii. |
| 209. <i>de</i> Saurin. | 215. Erasmii. |
| 210. <i>de</i> Saurin. | 216. Erasmii. |
| 211. <i>de</i> Saurin. | 217. Erasmii. |
| 212. <i>de</i> Saurin. | 218. Erasmii. |
| 213. <i>de</i> Saurin. | 219. Erasmii. |
| 214. <i>de</i> Saurin. | 220. Erasmii. |
| 215. <i>de</i> Saurin. | 221. Erasmii. |
| 216. <i>de</i> Saurin. | 222. Erasmii. |
| 217. <i>de</i> Saurin. | 223. Erasmii. |
| 218. <i>de</i> Saurin. | 224. Erasmii. |
| 219. <i>de</i> Saurin. | 225. Erasmii. |
| 220. <i>de</i> Saurin. | 226. Erasmii. |
| 221. <i>de</i> Saurin. | 227. Erasmii. |
| 222. <i>de</i> Saurin. | 228. Erasmii. |
| 223. <i>de</i> Saurin. | 229. Erasmii. |
| 224. <i>de</i> Saurin. | 230. Erasmii. |
| 225. <i>de</i> Saurin. | 231. Erasmii. |
| 226. <i>de</i> Saurin. | 232. Erasmii. |
| 227. <i>de</i> Saurin. | 233. Erasmii. |
| 228. <i>de</i> Saurin. | 234. Erasmii. |
| 229. <i>de</i> Saurin. | 235. Erasmii. |
| 230. <i>de</i> Saurin. | 236. Erasmii. |
| 231. <i>de</i> Saurin. | 237. Erasmii. |
| 232. <i>de</i> Saurin. | 238. Erasmii. |
| 233. <i>de</i> Saurin. | 239. Erasmii. |
| 234. <i>de</i> Saurin. | 240. Erasmii. |
| 235. <i>de</i> Saurin. | 241. Erasmii. |
| 236. <i>de</i> Saurin. | 242. Erasmii. |
| 237. <i>de</i> Saurin. | 243. Erasmii. |
| 238. <i>de</i> Saurin. | 244. Erasmii. |
| 239. <i>de</i> Saurin. | 245. Erasmii. |
| 240. <i>de</i> Saurin. | 246. Erasmii. |
| 241. <i>de</i> Saurin. | 247. Erasmii. |
| 242. <i>de</i> Saurin. | 248. Erasmii. |
| 243. <i>de</i> Saurin. | 249. Erasmii. |
| 244. <i>de</i> Saurin. | 250. Erasmii. |
| 245. <i>de</i> Saurin. | 251. Erasmii. |
| 246. <i>de</i> Saurin. | 252. Erasmii. |
| 247. <i>de</i> Saurin. | 253. Erasmii. |
| 248. <i>de</i> Saurin. | 254. Erasmii. |
| 249. <i>de</i> Saurin. | 255. Erasmii. |
| 250. <i>de</i> Saurin. | 256. Erasmii. |
| 251. <i>de</i> Saurin. | 257. Erasmii. |
| 252. <i>de</i> Saurin. | 258. Erasmii. |
| 253. <i>de</i> Saurin. | 259. Erasmii. |
| 254. <i>de</i> Saurin. | 260. Erasmii. |
| 255. <i>de</i> Saurin. | 261. Erasmii. |
| 256. <i>de</i> Saurin. | 262. Erasmii. |
| 257. <i>de</i> Saurin. | 263. Erasmii. |
| 258. <i>de</i> Saurin. | 264. Erasmii. |
| 259. <i>de</i> Saurin. | 265. Erasmii. |
| 260. <i>de</i> Saurin. | 266. Erasmii. |
| 261. <i>de</i> Saurin. | 267. Erasmii. |
| 262. <i>de</i> Saurin. | 268. Erasmii. |
| 263. <i>de</i> Saurin. | 269. Erasmii. |
| 264. <i>de</i> Saurin. | 270. Erasmii. |
| 265. <i>de</i> Saurin. | 271. Erasmii. |
| 266. <i>de</i> Saurin. | 272. Erasmii. |
| 267. <i>de</i> Saurin. | 273. Erasmii. |
| 268. <i>de</i> Saurin. | 274. Erasmii. |
| 269. <i>de</i> Saurin. | 275. Erasmii. |
| 270. <i>de</i> Saurin. | 276. Erasmii. |
| 271. <i>de</i> Saurin. | 277. Erasmii. |
| 272. <i>de</i> Saurin. | 278. Erasmii. |
| 273. <i>de</i> Saurin. | 279. Erasmii. |
| 274. <i>de</i> Saurin. | 280. Erasmii. |
| 275. <i>de</i> Saurin. | 281. Erasmii. |
| 276. <i>de</i> Saurin. | 282. Erasmii. |
| 277. <i>de</i> Saurin. | 283. Erasmii. |
| 278. <i>de</i> Saurin. | 284. Erasmii. |
| 279. <i>de</i> Saurin. | 285. Erasmii. |
| 280. <i>de</i> Saurin. | 286. Erasmii. |
| 281. <i>de</i> Saurin. | 287. Erasmii. |
| 282. <i>de</i> Saurin. | 288. Erasmii. |
| 283. <i>de</i> Saurin. | 289. Erasmii. |
| 284. <i>de</i> Saurin. | 290. Erasmii. |
| 285. <i>de</i> Saurin. | 291. Erasmii. |
| 286. <i>de</i> Saurin. | 292. Erasmii. |
| 287. <i>de</i> Saurin. | 293. Erasmii. |
| 288. <i>de</i> Saurin. | 294. Erasmii. |
| 289. <i>de</i> Saurin. | 295. Erasmii. |
| 290. <i>de</i> Saurin. | 296. Erasmii. |
| 291. <i>de</i> Saurin. | 297. Erasmii. |
| 292. <i>de</i> Saurin. | 298. Erasmii. |
| 293. <i>de</i> Saurin. | 299. Erasmii. |
| 294. <i>de</i> Saurin. | 300. Erasmii. |
| 295. <i>de</i> Saurin. | 301. Erasmii. |
| 296. <i>de</i> Saurin. | 302. Erasmii. |
| 297. <i>de</i> Saurin. | 303. Erasmii. |
| 298. <i>de</i> Saurin. | 304. Erasmii. |
| 299. <i>de</i> Saurin. | 305. Erasmii. |
| 300. <i>de</i> Saurin. | 306. Erasmii. |
| 301. <i>de</i> Saurin. | 307. Erasmii. |
| 302. <i>de</i> Saurin. | 308. Erasmii. |
| 303. <i>de</i> Saurin. | 309. Erasmii. |
| 304. <i>de</i> Saurin. | 310. Erasmii. |
| 305. <i>de</i> Saurin. | 311. Erasmii. |
| 306. <i>de</i> Saurin. | 312. Erasmii. |
| 307. <i>de</i> Saurin. | 313. Erasmii. |
| 308. <i>de</i> Saurin. | 314. Erasmii. |
| 309. <i>de</i> Saurin. | 315. Erasmii. |
| 310. <i>de</i> Saurin. | 316. Erasmii. |
| 311. <i>de</i> Saurin. | 317. Erasmii. |
| 312. <i>de</i> Saurin. | 318. Erasmii. |
| 313. <i>de</i> Saurin. | |

Ne tako u dobru dalekozoru! Prvi će te pogled na Mjesec zaista presenetiti. Nema tu gladke površine ni jednolikoga svjetla! Sa svih se strana uzpinju visoki bregovi, kojim se vrhunci u jakom bielom sjaju svjetlucaju; izmjenjuju se s tamnim krivudastim dolinama manjega obsega, a tamne su pjege, što si ih već prostim okom vidio, duboke, velike ravnice, izpresiecane kosama niskih brežuljaka i posijane osamljenim vrhuncima. A da ne podvojiš ni malo, da si pravo vidio, eno ti i jakih, crnih sjena, što ih visoki bregovi daleko u doline bacaju. Pače još više! Staneš li pozornije motriti te sjene, opazit ćeš lako, da im se dužina mienja, kako se već Sunce nad onim krajem diže ili spušta. Pa to je već Galilei-a potaklo, da po dužini sjene i visini Sunca mjeri visinu bregova, — metoda, koja selenografima još i danas rabi.

No dočim se zemaljske gore najradije poredaše u dugačke kose, naći ćeš na Mjesecu već najmanjim dalekozorom sasvim drugčiju tvorbu gora. Na hiljade ćeš ih vidjeti, koje sa svih strana obkoljuju veću ili manju, ali uvijek duboku ravnicu, pak ti se u malenu dalekozoru prikazuju kao bieli, veoma pravilni kruzi. Posred tamne im se ravnice čestokrat uzpinje samotani vrhunac, koji u sunčanom svjetlu živahno blista. Oni okrugli bregovi daju Mjesecu na prvi mah prečudnu fizionomiju. Nehotice ti skoro na um dolazi misao, da je Mjesec pun samih vulkana i vulkaničkih kratera, jer samo ovim možeš donekle te čudne tvorbe prisposodobiti. Pak dok ne stadoše Mjesec jakim teleskopima motriti, bilo je i zbilja obćeno mnienje, da je Mjesec pun vulkana, pa kad ne opaziše nikakva traga erupcijam tih tobožnjih vulkana, zaključiše, da su se na Mjesecu već sve prirodne sile smirile, da je — razrovana lešina. No odkad optici umiju graditi silne teleskope, koji nam Mjesec na nekoliko milja mogu primaknuti, pa mu na površini već i sitniji detalj pokazuju, promienio se je i ovaj nazor.

Bit će zanimivo saznati, što nam ovakov jaki teleskop na Mjesecu još može pokazati.

Dužinu od jedne geografske milje (7420 metara) vidimo u daljini Mjesece pod presitnim kutom od 4 sekunde. Predpostavimo li, da najmanji predmet, što ga prostim okom još razabiramo, mora da ima barem promjer od 30 sekunda, jasno je, da ćemo na Mjesecu razabrati prostim okom predmet s promjerom od $7\frac{1}{2}$ milja ili 55.000 metara, i taj će nam se ukazati tek kao najsitnija točka. S daleko-

Na vanjskoj se opet strani Kopernika pružiše radijalno na sve strane uzke i kratke doline, verugajući se između bregova, a iz njih opet niču samotni vrhunci ili im se pridružuju sitni obručici malih kratera. Osobito je zanimiva okolica na zapadu Kopernika. Sva je ravnica na toj strani upravo posuta kraterima svakoga oblika i objama. Ali nisu oni tek razštrkani po ravnici, nego ćeš odmah opaziti čudan red među njima. Gdje gdje su si tako blizu, da im se nasipi baš sastaju, i tu su polomljeni, tako, da velika vrata vode iz jedne dubljine u drugu. Nu imade na Koperniku još i drugih pojava, koji ga učiniše jednim od najtajinstvenijih krajeva na celom Mjesecu. Kad Sunce dovoljno prodre u ravnice, znade ona zasjati nekim vrlo čudnovatim plavkastim svjetlom, konu uzroka nikako ne znamo. Na iztočnoj mu opet strani, u kraju posuta množinom manjih brežuljaka, opazili su u vrijeme, kad je već svih sjena nestalo, tajinstvene crne točke, kojih si selenografi nikako raztumačiti ne znadu. Slavni selenograf Schmidt, poznat sa svoje velike karte Mjeseca, opazio je dne 10. aprila 1873. do 20 takovih crnih točaka, a na protivnoj strani Kopernika jednu, u' i zelene boje.

Što li su te točke? — Do danas odgovora ne ima, ali je vrijedno upamtiti, što o njima marljiv motritelj Mjeseca H. I. Klein reče: „Ovaj se predjel Mjeseca ne može dosta preporučiti pažnji motritelja. Tamo je po svoj prilici poprište događajima, koji su u velikoj opreci s običnim nazorima o površini Mjeseca.“ On dakle drži, da su one točke znak nekakova života na Mjesecu.

Nu dosta o tim do sada sasvim tamnim pojavama na Mjesecu! Predjimo radije na razmatranje poznatijih nam krajeva — a ti su svakako velike ravnice, tako zvana „mora“, što ih nekoliko već prostim okom razabiramo.

Više nego polovicu površine zapremaju te duboke i velike ravnice — mjesečeva „mora“. Nu te ogromne ravnice nisu mora, jer im u dalekozoru jasno vidiš dno i tlo na njemu, koje se često puta poput velikih američkih ravnica valovito diže i spušta; vidiš opet drugdje, gdje ih presiecaju duge kose nižih brežuljaka, ili se pak na mnogim mjestima uzdižu samotni bregovi s visokim vrhuncima. Nema dakle sumnje, da mjesečeva „mora“ nemaju vode: ipak ćeš jednu analogiju između onih silnih ravnica i naših oceana u brzo opaziti. Kao što su naši oceani među sobom spojeni, tako se i velike mjesečeve ravnice jedna u drugu prelijevaju; tek dva ćeš mora

naći (Mare crisium i Mare humorum), koja su sa svih strana obrubljena visokim bregovima, očita analogija našim velikim jezerima.

Motriš li ova mora, a osobito obale im, pri niskom Suncu, a u dobru teleskopu, nedvojbenih ćeš tragova naći, da je ondje bar negda voda ležala. Više ćeš puta naći alluvijalnim načinom nanesenoga zemljišta; drugda ćeš opeta vidjeti obale onim karakterističnim načinom izrovane, kako samo voda ovdje na Zemlji zna i umije. Još više! U ravnici, koju zovu „Mare serenitatis“, opazit ćeš na mnogim mjestima tako jasne terase tla, da i nehotice pomišljaš na vodu, koja je nekad tamo ležala, pa se malo po malo gubila, ostavljajući svoj trag u tim terasama.

A i tlo se u onim „morima“ znatno razlikuje od tla u drugim krajevima Mjeseca. Svi su znaci tomu, da im je tlo još i danas meko, rahlo, nalik tlu naših izsušenih močvara. Nije dakle baš izključena mogućnost, da je bar na najdubljim mjestima ovih „mora“ još nešto vode ili bar vlage, a to nam još više potvrđuju čudne promjene u boji tla. Došim se obično pokazuju u tamnoj sivoj boji, svjetlucaju gdjekada i mjestimice zelenim i surim sjajem, koji je vrlo karakterističan; gdjekada se naima i u bregovitim predjelima sastaneš s komadićem tla, koji te svojom bojom sjeti tla „mora“, pa ti se čini, kao da se je tamo komad odrunio i ovamo među gore preselio. Nisu li to možda oaze na inače pustu Mjesecu, gdje se je makar i neznatna vegetacija sačuvala?

Evo imena svim morima na Mjesecu:

Mare frigoris (Studeno more)	Mare nectaris (More nektara)
„ imbrium (More kiša)	„ procellarum (Burno more)
„ serenitatis (Vedro more)	„ nubium (Oblačno more)
„ crisium (More pogibelji)	„ humorum (Vlažno more).
„ foecunditatis (Plodno more)	

Što od ovih velikih ravnica i prije opisanih kratera na površini Mjeseca preostaje, izpunjeno je formacijom tla ponajslabijom običnoj formaciji tla na Zemlji. Ili se daleko steru dugačke kose gora, izprekidane dubokim dolinama, ili se pak iz teraina posuta množinom manjih brežuljaka uzdižu ogromne visočine, a iz ovih se još nebu pod oblake uzpinju visoki vrhovi, baš kao kod nas iz znamenitih visočina u centralnoj Aziji. Nu dok je na Zemlji običnija formacija kosâ, prevladjuje na Mjesecu formacija visočina

zorom pak, koji 1000 puta povećava, opaziti ćemo dakle već predmete s promjerom od 55 metara.

Budu li pak ti predmeti viši od svoje okolice, smijemo uztvrditi, da će se već i diferencija od 20 metara u zgodnim okolnostima opaziti.

Proučavajući dakle Mjesec s ovakovim silnim sredstvima, uvidjeli su selenografi naskoro, da se na prvi mah čudna formacija mjesečevih bregova tim više gubi, čim su jača optička sredstva, kojima se Mjesec motri, a površina mu izilazi sve sličnija površini naše postojbine. Ako i nema sumnje, da je na Mjesecu dosta tvorbi vulkaničkoga porijekla, isto je tako sigurno, da velika većina onih okruglih bregova nije u nikakvom savezu s vulkaničkim silama Mjeseca, već su postali načinom sličnim kao i naši bregovi. Na hiljade ćeš ovakovih tvorbi na Mjesecu naći, osobito ako ga motriš u prvoj ili zadnjoj četvrti. Jer su pak, kad ih malim dalekozorom motriš, veoma slične formaciji naših vulkana, dobile su sve ove tvorbe zajedničko ime — „krateri“, akopiem se tim imenom nipošto više ne spaja misao o vulkaničkom podrijetlu. To se je zajedničko ime za svu ogromnu množinu (ima ih toliko, da su svi glasovitiji ljudi na Mjesecu našli svoje mjesto) ovih okruglih bregova doduše uzdržalo, nu kolike je među njima razlike, pokazuje najbolje ta okolnost, što ih selenografi dijele u ništa manje, nego devet razreda. Tuj je govora o ravnicama s nasipima (Wallebenen), o kružnim gorama (Bergring), o kružnim ravnicama (Ringebenen) i t. d. Svima im je zajednička krugu slična ravnica, opasana sa svih strana nasipom, koji je čestokrat sastavljen od nekoliko kosa previsokih bregova. Karakterističan je biljeg tim bregovima, da se na vanjskoj strani polako spuštaju i napokon u okolici izgube, dočim se na nutarnjoj strani strmo bacaju u duboku ravnicu, kud i kamo dublju od površine Mjeseca na vanjskoj strani nasipa. Ravnica sama ili je sasvim ravna, ili joj se u sredini uzpinje nekoliko bregova, koji međjutim nikada ne dosegnu visine nasipa. Nu bolje od svakoga opisa prikazuje nam ovakovu formaciju Mjeseca prekrasna slika (sl. 101.) od J. Nasmytha, koja nam predstavlja jedan od najvećih i — mimogred spomenimo — jedan od najtajinstvenijih kružnih bregova na Mjesecu — Kopernika. Velika je to i duboka ravnica, 56 engl. milja široka, koja je za motritelja oko prve četvrti upravo prekrasna slika. Okružuju je sa svih strana koncentrične kose bregova, koji se mjestimice na 11.000 i više englezkih stopa uzpinju.

Srednja je kosa najviša i upravo posuta množinom vrhunaca, za koje ti se pri punom Mjesecu čini, da su struka bisera oko ravnice, a njoj se u sredini eno uzdiže centralna gora sa svojih 8 vrhunaca.



Sl. 101. Kružni breg Kopernik na Mjesecu po J. Nasmythu.

s vrhovima, koji znadu i visinu od 7000 metara doseći — visinu, kud i kamo veću od naših najviših vrhunaca, ako se obaziremo na različitu veličinu Mjeseca i Zemlje.

Tu formaciju liepo pokazuje naša ovdje priložena slika 102., koja prikazuje verižno gorje (Kettengebirge) Apenina na Mjesecu, a pred njim se iz ravnine uzdiže nekoliko kratera, među njima najveći u sredini slike Archimedes, a lievo od njega: gornji Autolychus, donji Aristillus. Sasma gore desno u kutu, na kraju Apenina, eno krater Eratostenes, a na desnom rubu slike u sredini manji krater Plinius.

Izporédimo li dakle formacije mjesečeva tla s onima, koje na Zemlji susretamo, naći ćemo u velikim crtama podpunu analogiju između tla Zemlje i tla Mjeseca, a i to nam potvrđuje zaključak, da su iste prirodne sile sklapale površinu Mjeseca i Zemlje, da ju dakle iste sile još i danas preobrazuju. Jednu će biti razliku pozorní čitatelj ipak opazio. Čvrsto je tlo Zemlje još izprekidano velikom množinom rieka, koje se poput žila u tiehu na sve strane razprostiru. Kako su korita mnogim riekama dugačka, nema sumnje, da bi ih motritelj sa Mjeseca opaziti morao, kad bi se dobrim teleskopom poslužio. Vidio bi valjda mrežu vrlo nepravilnih tamnih crta, razastatu po čitavoj površini, a opazio bi svakako na skoro i tu karakterističnu okolnost, da te crte obično počinju u blizini visokih predjela, a teku prema nižim krajevima zemaljske površine. te se u oceanima napokon izgube.

Opisujući mjesečevu površinu, ne nadjosmo nigdje tvorbe, koja bi bar iz daleka nalik bila koritima naših rieka. Istina je: dok na Mjesecu nema vode u većoj mjeri, ne može biti ni rieka. Nu kako je gotovo stalno, da je na Mjesecu bar nekoć bilo vode u obilju, morali bismo bar korita rieka, pa bilo i izsušenih, naći, ako su icole bile dugačke. Imade li Mjesec ovakovih tvorbi?

* * *

Dvie su već stotine godina prošle bile, odkada su astronomi svoje durbine na Mjesec upravljali, pa ipak ne nadjoše ni traga kakovim krivudastim crnim crtama, koje bi se mogle ma izdaleka samo izporéditi koritu naših rieka.

Tek god. 1787. dne 5. oktobra opazio je Schröter u svom 7 stopa dugom teleskopu s ogledalom (reflektorom) blizu kružnih

bregova Aristarcha i Herodota „dolinu uzku, koja se kao zmija vijuga“. Dne 7. oktobra mogao ju je dalje sliediti i konstatovati, da je to uzka i crna jaruga, u tlu Mjeseca, kojoj obale sasma isto-



Sl. 102. Apenini na Mjesecu sa kraterima: Archimedom, Autolychom, Aristillom i Eratostenom. (Po fotografiji J. Nasmytha.)

smjerno teku. Tečajem svojih motrenja obreo je Schröter 11 takovih jaruga i kod svih je opazio, da se steru mnogo milja daleko, pa se obično izgube u tlu Mjeseca, razširujući se sve više i postajućí

ujedno sve pliče i pliče. Schröter im je nadjenao ime „jaruge“ (Rillen) — ime, koje su danas svi selenografi za ovu čudnovatu formaciju na Mjesecu poprimili; samo ih Gruithuisen, koji se je u prvim decenijama našega stoljeća mnogo i uztrajno proučavanjem Mjeseca bavio, redovito nazivlje: „korita rieka“.

Nije čudo, što su ovu foimaciju na Mjesecu tako kasno otkrili, kad je velika većina ovih jaruga tako uzka, da moraš današnje najbolje teleskope upotrebiti, želiš li ih vidjeti. Pa ipak, ma da je malo radnika na tom polju i da ih tek od jučer poznaju, nabrojili su do sada već 1000 takovih jaruga, a svaka nam gotovo godina donese novih. Nu baš s toga se razloga ne ćemo ni čuditi, što astronomi ove jaruge najzagonetnijim tvorbama na Mjesecu smatraju, kojih nikako ne mogu da pravo razumače. Najprirodnija je i svakako najbliža misao ta, da su jaruge análoga koritima naših rieka, kojih i onako na Mjesecu inače ne nadjosmo. Naša slika 102. nam pokazuje veoma liepo više onakovih, što dužih, što kraćih jaruga.

Kod mnogih je jaruga i dosta razloga ovoj hipotezi. Jedna od najstarijih neka nam to potvrdi.

Gruithuisen otkrio je god. 1814. jaruga, koju krsti koritom rieke. Kako teče, neka tumače rieči samoga Gruithuisena. On veli: „Ovo korito izvire kod Lehrmannova briega K, na sjevernoj strani, s 4 rukava i jednim pritokom (Glavni struk teče, razširujući se sveudilj, prema kružnomu briegu Triesnecker (vidi kartu Mjeseca br. 79. i 80.) i lomi se ovdje, gdje je ujedno najširi, i kako se čini, najdublji, kao u koljeno; sada se opet suzuje upućujući se prama tamnoj pjegi Hyginus; primivši još jedan pritok, lomi se po drugi put u koljeno, prima s obje strane male rukave i sa Triesneckera dolazeći veliki rukav, pa teče upravo prama dugoljastom briegu 73 na Lehrmannovoj karti; tu se nešto ugiblje na stran i po malo gubi, razišav se u mali delta. Ciela je dužina toga korita, u koliko se od izvora razpoznaje, 47 geogr. milja. Protječe, poput Pada, plitkom ravnicom, samo se tlo kod Triesneckera nešto uzdiže, ali je zato i korito tim dublje i šire urezano, pa se jasno vidi, da je cio tok kosa ravnica, koja se spušta prama ravnici „Mare vaporum“, koja je po svojoj prilici negda nosila more, u koje su se obje rieke izlievala.“

U ovom se slučaju zbilja čini, da je jaruga vrlo nalika koritu bivše rieke na Mjesecu. Nu imade opet dosta drugih primjera, gdje jaruge ovih kriterija ne pokazuju. Imade ih mnogo, koje izviru i

utonu u tlu jednake visine; druge su opet sasvim upravne crte, te bi radije pomislio, da su umjetni kanali ili ceste; treće se opet pokazuju, kao da su pukotine u kori Mjeseca. Nu kod svih je ipak karakteristično svojstvo, da im obale sasvim točno paralelno teku, i jer su većinom tako uzke, da im se dno ne vidi, nije sigurno dokazano, ne imadu li na dnu kakovu tekućinu. Budući da im se tečaj mnogokrat slaže s tečajem uzkih dolina, misli Neison, da su jaruge možda neodvisno od vode postale, ali su kasnije služile kao korita rieka.

Bit će zadaćom bližnje budućnosti, da u pitanje o jarugama malo više svjetla unese, razmatrajući ih uztrajno vrlo jakim teleskopima. Nu ako ih i slabo do danas poznavaju, otkrili su i u njima vrlo čudnovatih pojava. Gotovo svi motritelji naime spominju, da se ista jaruga ne vidi uvijek jednako, kako bi to moralo biti, ako na Mjesecu nema atmosfere ni vode, i ako je na njemu sve mrtvo. Tražeći jarugu uz dobro poznate uvjete razsvjete, često se puta prevariše u nadi, da će ju vidjeti. Nema joj ni traga! Nu tek, što se okrenuše, eno je na jednom u najljepšem sjaju, tako jasne, da je nikako pregledati ne možeš. Ovakovi se pojavi nikako drugačije ne mogu protumačiti, ako ne predpostavkom, da su gdje koje jaruge zastrte od vremena do vremena uslied stanovitih procesa na površini Mjeseca. Kakovi su to procesi, za sigurno još ne znamo; ali je najvjerojatnije, da se ondje tvore nekakove magle, koje se steru iznad jaruga.

A nije to opaženo samo kod jaruga. Imade cielih krajeva na Mjesecu, koji su s te strane, što no rieč, sumnjivi, jer se tamo znadu motritelju pokazati događaji tako tajinstvene naravi, da ih upravo ni pojmiti ne možeš, ne ćeš li, da se sva zgrada dosadanjih nazora o Mjesecu sruši. U tom su kolu osobito važni: kraj sjeverno od Aristarcha, „palus putredinis“ između Archimeda i Apenina; (vidi našu sliku 102.) prije spomenusmo okolicu Kopernika, a dodajemo joj još predjel između Agripe, Jul. Caesara, Boškovića i Hygina (na našoj karti Mjeseca kraj oko brojeva 76.—79.).

U tim se krajevima Mjeseca zbivaju neprestano pojavi, svakako važni, ali i tako zagonetni, da se ne mogu dosta preporučiti uztrajnomu motrenju svih prijatelja neba, koji su tako sretni, te razpoložu valjanim, ako i malim teleskopom.

Nu tim se ujedno primakosmo pitanju, za studij Mjeseca prevažnomu, a ne manje zanimljivomu — pitanju o fizičnim promjenama na površini Mjeseca, kojega se već prije jednom zgodom

dotakosmo, jer te bi promjene bile direktan dokaz, da postoji atmosfera oko Mjeseca. Je li zbilja na Mjesecu sve mrtvo? Je li zbilja naš trabant pusto zapušteno groblje?

Neka nam odgovaraju pouzdana opažanja.

* * *

Kad bi misao Beera i Mädlera, da na Mjesecu nema ni vode ni zraka, bila izpravna, mogli bismo s pravom zaključiti, da je na Mjesecu sama tiha pustoš, jer bi u tom slučaju manjkali glavni faktori, koji lice svakomu planetu tečajem vremena mienjaju. Najbolji je tomu primjer naša Zemlja sama. Kolike je već faze života prošla, koliko se još danas mienja i kako će joj se lice još preobraziti tečajem vjekova?

Nu kako su novija iztraživanja gotovo za stalno pokazala, da Mjesec ima atmosferu, koja je toliko gusta, da razmjerno može proizvesti onakove promjene na Mjesecu, kakove naša atmosfera ovdje proizvadjja, unapried ćeš već morati zaključiti, da se površina Mjeseca, ako i sporo, ipak mora da mienja. Uzmí k tomu, da na Mjesecu dan 14 naših dana traje, da mu dakle sunčani traci površinu punih 14 dana griju, a onda se opet isto tako dugo ohlađuje, ne ćeš ni posumnjati, da će se malo po malo komadi od pojedinih formacija odkidati, u duboke ravnice padati, pa ih dielomice i zatrpati; a da je zbilja tako, dokaz je, što su na Mjesecu našli veliku množinu krnjih kružnih dolina i bregova. Više je dakle nego vjerojatno, da će se već s ovoga razloga tečajem vjekova svi bregovi na Mjesecu s dolinama izravnati. Pa i nema ni jednoga astronoma, koji ovih promjena na površini Mjeseca ne bi dopuštao, samo ih ne običavaju ubrajati u fizikalne promjene, jer, koliko je godj sigurno, da se zbivaju, toliko je i jasno, da će se riedko kad ili nikada tolik komad jedne formacije na jedan put odruniti, da bi mi to sa Zemlje mogli opaziti. Baš protivno! Ove se promjene zbivaju postepene i u maloj mjeri, te će tek iza mnogih vjekova formacijama Mjeseca podati drugo lice.

Zato i jest prevažna zadaća današnje selenografije, da sastavi točne i u detail izvedene karte Mjeseca, koje će nam pouzdano predočiti današnje stanje formacija na Mjesecu.

Velikim i izvrstnim djelom Neisonovim i radnjama Londonškoga selenografskoga društva tek su temelji položeni takovoj va-

ljanjoj topografiji Mjeseca. Naše je današnje topografsko poznavanje Mjeseca pokraj svih ovih radnja još uvijek tako nepodpuno, da bi se koja formacija mogla u velike promieniti, mogla bi pače i sasvim nova formacija postati, a mi toga ne bismo morali ni opaziti, jer nam je detail predjela sasvim nepoznat.

Evo širokoga polja zanimivu i prevažnu motrenju za umnoga posjednika teleskopa srednje veličine!

Mimoilazeći dakle ove spore, ali trajne promjene na površini Mjeseca, pitamo se: Jesu li do danas teleskopom konstatovane kakove fizične promjene, koje bi nam tim, što postoje, direktnim dokazom bile, da je na Mjesecu atmosfera? Odgovaramo sasma odlučno: Jesu!

Već su Schröter i Gruithuisen u prvim decenijima našega stoljeća odlučno tvrdili, da su vidjeli na Mjesecu što trajnih, što promjenljivih, periodičnih promjena.

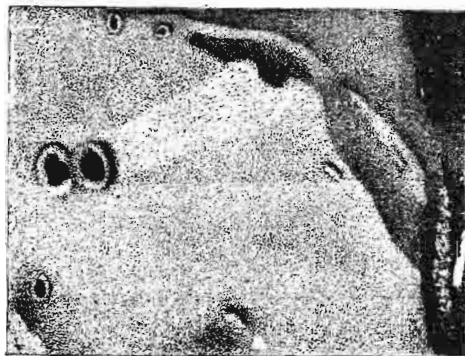
Nu kako je uz obične nazore o Mjesecu teško bilo ovakove promjene tumačiti, opirala se je većina astronoma priznanju ovih promjena, pripisujući ih na jednoj strani različitoj i promjenljivoj razsvjeti Sunca, koja oblik objektu znatno promieniti znade, pa si lako zaveden, da isti objekt promienjenim proglašiš; s druge se opet strane pozivahu na priznanu manjkavost našega znanja o topografiji Mjeseca.

Nauka je dakle sve tvrdnje ovih selenografa, koje se promjena ticahu, odbila, premda nam se čini, da bi se trebali više obazirati na radnje ovih selenografa, — bar, odkad je nauka nazore Beera i Mädlera već priično napustila.

Srećom te nisu opožaji spomenute dvojice osamljeni ostali. Imade i u naše dane dosta primjera, za koje većina astronoma, a osobito selenografa, misli, da dokazuju podpunu istinu tvrdnje: na Mjesecu se još i danas događaju velike fizične promjene. Znatnog je pak zamašaja ovaj faktum već zato, što najbolje opravrgava obćeni nazor o mrtvom Mjesecu. Neka nam je dakle dopušteno najznamenitije događaje ove vrsti poblize pripoviediti.

Poznati athenski astronom, možda najbolji poznavalac Mjeseca u naše vrijeme, jur spomenuti Julius Schmidt, uzrujao je dne 16. oktobra 1866. cieli astronomski sviet prezanimivom viešću, da je na Mjesecu nestalo velikoga kratera s promjerom od 6 engl. milja i više! Evo kako:

U jednoj od najvećih ravnica na Mjesecu — zove se „Mare serenitatis“, a ima površinu od 125.000 engl. milja — opazili su već najstariji motritelji a osobito Schröter g. 1788., Lohrmann g. 1823., Beer i Mädler oko g. 1833. više kratera; drugi po sjaju i veličini dobio je ime Linné. Lohrmann su mu pače i Mädler točno označili mjesto po širini i dužini, i naročito spominju, da se jasno i lako vidi kod svake razsvjete Sunca. Schmidt ga je sam prije g. 1866. češće vidjao i opisao kao krater od 7 engl. milja u promjeru i bar 1000 stopa dubok. God. je 1866. opet iztraživao onaj kraj Mjeseca i sav u čudu našao, da je absolutno nemoguće ikakav krater vidjeti na onom mjestu, gdje je Linné stajao. Mjesto njega vidiš na onom mjestu malen brežuljak sa sitnim kraterom, koji se samo



Sl. 103. Kružna dolina Messier sa svjetlim trakom. (Po crtnji Gruithuisena god. 1826.)

u najjačim teleskopima i to veoma kratko vrijeme, kad je razsvjeta najpovoljnija, tek opaziti može

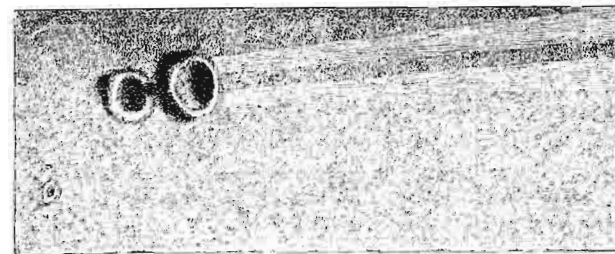
Dvie su stvari moguće: ili su prijašnji motritelji grdno pretjerali, kad su onaj krater opisivali, ili se je on grdno promienio.

Proti prvoj pretpostavi govori obće priznata i u nebrojenim slučajevima dokazana točnost ljudi, kakovi su Lohrmann, Mädler i Schmidt. Napose je ovdje važno, što je i sam Schmidt Linné-a prije u starom obliku vidjao.

Nema dakle druge, nego priznati, da se Linné promienio. Ali kako? Jesu li tu djelovale vulkaničke ili druge kakove sile? S početka naginjahu nazoru, da je kotlina Linné-a prigodom vulkaničke erupcije lavom napunjena; no danas obćeno drže, da su se masi

oko kotline razdrobili i kotlinu ili sasvim ili bar najvećim dielom zatrpali. Ili ovako, ili onako — promjena je grdna svakojako. — Ali nije ta katastrofa na Mjesecu ostala sama. Uz mnoge druge opažaje, koji bar vrlo vjerojatnima čine slične promjene i u drugim krajevima Mjeseca, vriedno je, da posebice još dva slučaja iztaknemo, koji će svaku sumnju odstraniti, ako je još kakova u nas iza ovoga primjera ostala.

U ravnici „Mare foecunditatis“ leže jedna tik do druge dvie kružne doline, kako ih priložena slika 103. po crtnji Gruithuisena od 24. prosinca g. 1824. prikazuje. Od g. 1827. pa do g. 1833. iztraživao je Mädler okolicu ovih kružnih dolina s tolikom pomnjom, da je više od 300 crtnja o njoj sastavio. Motrio ju je pak tako pomno svietlom traku za volju, koji se upravan kao pravac 2 do 3 milje daleko u dolinu pruža, pa se prema kraju nješto razširuje i od svoga sjaja



Sl. 104. Dvostruki krater Messier sa razciepanim svjetlim trakom.

gubi. Ovaj je svietli trak upravo unicum na površini Mjeseca i takova zagonetka, da se još ni danas astronomi ne usudjuju tumačiti mu podrijetlo. Mimogred spomenimo, da se gdjekada i na dvoje razdieliti zade, ostavljajući u sriedi taman trak (sl. 104.); neki su pače htjeli vidjeti, da se materija ovih svietlih trakova giba!

O samoj dvostrukoj kružnoj dolini — zovu ju Messier — kaže Mädler ovo: „One su u svakom pogledu sasvim jednake. Promjer, oblik, visina i dubljina, boja nutarnjih strana i kružnoga briega, pače i položaj pojedinih vrhunaca na bregovima, sve se to tako slaže, da je pred nama ili osobita igra slučaja ili je tu morala djelovati prirodna sila, nama još sasna nepoznata.“

Nu od g. 1855. ovamo opaziše, da se ova podpuna jednakost gubi. Prvi je na to upozorio englezki astronom Webb. Zapadna se je kružna dolina znatno umanjila i osim toga dobila oblik sasvim

A što da rečemo o životu u takim prilikama? Na polovici planeta, koja ima vječni dan, već mora davno, da je sve izgorjelo: tamo je vruća i pusta Sahara. Druga tamna polovica dobiva s prve strane neprestano tople i blage vjetrove strujanjem zraka, tamo mora da je blaga, ugodna i topla ljetna noć — ali žalibože vječna!

Tek večernja i jutarnja rumen razblažuje nešto ovu vječnu tminu svojim blagim svjetlom, kao u nas za kratkih ljetnih noći.

I ondje se uzdižu nebrojene zvijezde polako na iztočnom horizontu, i kruže po nebeskom svodu Merkurovu prema zapadnom mu nebu: stajačice u istom od prilike sjaju kao i u nas, nu Venus i Zemlja kao dvie najsjajnije zvijezde Merkurova neba takovim sjajem, da im premca na našem nebu ne poznajemo. Čudnog li života na tom planetu!

* * *

Je li između Merkura i Sunca još koji planet, Suncu još bliži? Vidjet će ga biti teško, jer će se još kud i kamo manje odmicati od Sunca, nego Merkur, a i ovoga je već teško vidjeti, jer su mu preblizu žarki traci Sunca.

Nu slavni francuzki astronom Leverrier, koji će nas poslije još jednoć u velike zabaviti, opazio je, da staza Merkurova nije posvema onakova, kako bi morala biti prema računima po Newtonovu zakonu. Pokazuju mu se u stazi neke sitne nepravilnosti ili perturbacije, koje se nikako ne dadu tim protumačiti, što Merkur dolazi u blizinu poznatih planeta Venere i Zemlje, nego bi se mogle protumačiti tim, da je između njega i Sunca još jedan nepoznati planet (intramerkurijalni planet), koji nešto utječe svojim privlačenjem na Merkurovu stazu. Stadoše mu računati po tom i stazu, kako bi ga možda lakše opazili ili za vrijeme totalnih pomrčina Sunca, ili kad prolazi kao crna piknjica izpred Sunca.

I zbilja vidješe Lescarbault g. 1859. a Loomis g. 1862. takovu crnu okruglu piknjicu, gdje prolazi pred Suncem, misleći da prolazi možda taj nepoznati planet — Vulkan mu nadjenuše ime — izpred Sunca. Kad je napokon 29. srpnja g. 1878., za totalne pomrčine Sunca u Americi, Watson u Ann Arboru kraj Sunca zaista vidio u času totaliteta zvijezdu 4. reda, koja se po njegovu sudu nije podudarala s nijednom poznatom stajačicom u onom kraju, mislili su astronomi, da su našli već davno traženog Vulkanu. Nu kratko bijaše veselje! Peters je u Clintonu naskoro pokazao, da je

Watson u hitnji jamačno zamienio novu tobože zvijezdu s poznatom stajačicom, a Oppolzer je u Beču pokazao, da se opaženo mjesto nipošto ne podudara sa proračunanom stazom Vulkanu! Po njegovu bi računu nasuprot morao Vulkan dne 19. ožujka g. 1879 proći izpred Sunca. Mnogi su astronomi taj dan naperili svoje durbine na Sunce, ali ne vidješe ništa sumnjiva, pa je i Oppolzer sam kasnije napustio misao, da postoji taj ili koji drugi „intramerkurijalni“ planet. Izpred Sunca doduše prolaze gdjekada crne točke, ali to će jamačno biti tjelesa poput kometa ili kriesnica, koja tek jedan put prodju izpred Sunca. Perturbacije u stazi Merkura postoje međjutim ipak, pak će biti zadaća bližnjih decenija, da ih posvema protumači. Kako danas stvari stoje, moramo misliti, da Vulkanu nema, nego da je možda između Merkura i Sunca cio roj malih planetića, poput asteroida između Marta i Jupitera.

4. Venus (Venera, Danica, Večernjica). ♀

Venera i zemlja. — Pjege na Veneri. — Njezina atmosfera. — Vrtil se oko osi. Schiapparellijev obret. — Klimatičke prilike na Veneri.

Tko ne poznaje sjajnu zvijezdu, što se uvijek pokazuje u pratnji Sunca ili kao Večernjica iza zapada Sunca, ili kao sjajna Danica prije izhoda Sunca? Tko ne poznaje u Hrvata stihove, kojima Danicu u Gundulićevoj krasnoj Dubravci pred zoru pozdravljaju seljaci?

I ona je kao i Merkur čas na iztočnoj strani Sunca (Večernjica), čas na zapadnoj (Danica), samo se od Sunca mnogo dalje odmiče, pa nam zato svojim velikim sjajem ukrasuje kao ni jedna druga zvijezda večernje i jutarnje nebo. Venus ili Venera joj je ime astronomičko, koje već označuje njezinu osobitu ljepotu među družicama. Zna se odmaknuti od Sunca najviše za 48 stupanja, pa ju s toga nikada ne možeš naći na nebu oko ponoći. Tako je sjajna, da su ju u zgodnim prilikama vidjeli prostim okom i po bielom danu, a tjelesa, njom obasjana, bacaju sjenu!

Leti oko Sunca u srednjoj daljini od $14\frac{1}{2}$ milijuna milja ili 108 milijuna kilometara u elipsi, koja je gotovo podpuna kružnica. Spram Zemlje, kojoj je srednja daljina 20 milijuna milja ili 149 milijuna kilometara. i Venus je dakle unutrašnji planet. Svoju stazu jednom proleti za $224\frac{2}{3}$ naših dana. Od Zemlje joj je daljina veoma različita: najveća (izporedi sliku 50. na str. 149.) jest $20 + 15 = 35$ milijuna milja, a najmanja $20 - 15 = 5$ milijuna milja. Prema

tomu joj je i prividna veličina sa Zemlje veoma različita. Te razlike pokazuje u pravom omjeru naša slika 49. na str. 148. Kad je Zemlji najbliža (kad je u donjoj konjunkciji) prividni joj je promjer 64 sekunde; u srednjoj daljini jedva 17 sekunda, a u najvećoj samo 9·5 sekunda (gornja konjunkcija). Kad je Zemlji najbliža, dakle i za nas najveća, okrenula nam je svoju tamnu stranu, i mi ju u to doba vidimo u teleskopu tek kao veoma uzki srp; u srednjoj daljini od nas na pola je razsvjetljena, a u najvećoj je puna sjajna ploča, ali i najmanja. Kad je sasvim tamna i opet kad je podpuna sjajna okrugla ploča, mi je ne vidimo, jer nam ju u oba slučaja zastiru sjajne zrake Sunca. Mi ju tek možemo vidjeti kao više ili manje krnju ploču. Sjaj će joj biti za nas očito tim veći, čim nam je bliža, ali ujedno i čim je veći dio njezine ploče razsvjetljen. Naj-

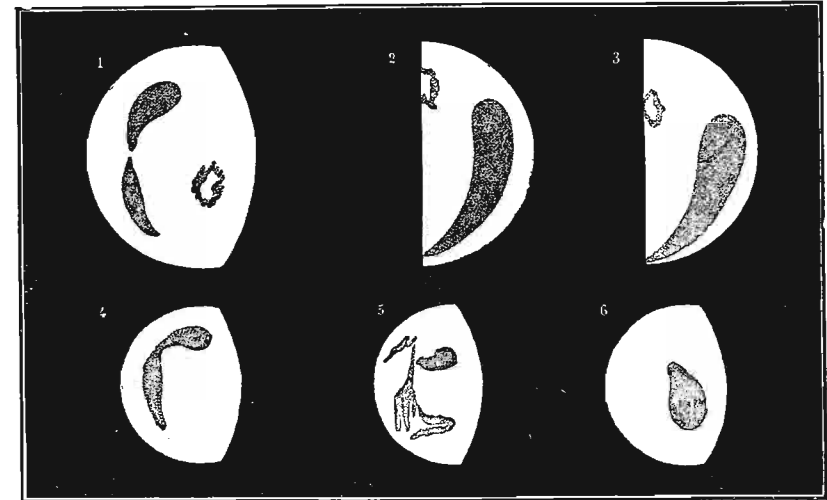


Sl. 111. Venera i Zemlja; izporedjene po veličini.

sjajnija je 35—38 dana iza donje konjunkcije (vidi sl. 50. na str. 149.). Ako se stvar još tako desi, da je u to doba Venera najdalje od Sunca, a Zemlja najbliže Suncu — a to bude u svakih 8 godina jedan put — tad je daljina između Zemlje i Venere najmanja, što može biti, i Venera je tako sjajna, da ju i po danu možemo vidjeti prostim okom. Što li si sviet misli, kad vidi zvijezdu usred bielog dana?

Venera je kruglja u velike nalik na našu Zemlju. Promjer joj je 1631 milju (sl. 111.) prama 1719 milja naše Zemlje, dakle je velika kao Zemlja. Godišnja su joj doba ipak znatno kraća od naših: tek 56 naših dana. I gustoća joj je gotovo ista kao i u Zemlje: 5·34 prama 5·56 na Zemlji. Tjelo, koje važe na Zemlji 5 kilograma,

važe na Veneri 4 kilograma. U svem je to sviet vanredno nalik na Zemlju. Kad nam se ukazuje kao uzak srp, opaža se jasno, da joj rub srpa nije oštar: medja između svjetla i sjene nije oštro izražena. To pokazuje, da je oko Venere atmosfera, koja je dosta gusta. I spektralna je analiza to potvrdila uz dodatak, da je atmosfera i po kemičkoj konstituciji svojoj nalik na zemaljsku. Kad je prolazila g. 1874. i 1882. izpred Sunca, vidjeli su mnogi astronomi cijelu ploču Venere još prije, nego je ušla u sunčanu ploču, obkoljenu okolo na okolo svietlom aureolom. Sunčane su zrake dakle segle i u drugu polukruglju Venere, a to može biti samo onda, ako je ova



Sl. 112. Tamne i svijetle pjege vidjene na Veneri. — 1, 2, 3 tamne pjege, što ih je vidio D. Cassini god. 1666. i 1667. — 4, 5, 6 pjege, što ih je vidio Langdon god. 1871.

obkoljena plinovima, u kojima se svjetlo lomi. Watson je pače išao iz svojih podataka o aureoli računati visinu te atmosfere i našao je broj 88 kilometara, dakle gotovo isti, koji vrijedi za visinu zemaljske atmosfere. Čini se, da je ta atmosfera gotovo uvijek puna oblaka, te s toga ne možemo vidjeti površinu Venere. Ipak su, motreći Veneru u najzgodnijim položajima jakim teleskopima, već davno na njoj vidjeli pjege. Već je Dominik Cassini god. 1666. i 1667. vidio na njoj tamnih pjege (sl. 112.). Po jednoj je pjezi mislio, da smije uztvrditi, da se i Venera vrti oko osi za 23

sata i 20 minuta. Kasnije su i Schroeter (god. 1788.—1793.) i de Vico (g. 1840.—1842.) ponovno vidjeli takovih pjega i po njihovu gibanju takodjer našli gotovo isto trajanje vrtnje Venerine tako, da se je i s te strane činila posvema jednaka Zemlji. U našoj su slici pod brojevima 4, 5, 6, dodane pjege, kako ih je 204 godine poslije Cassinija vidio i narisao Langdon. Interesantno je izpoređivati sličnost pjega u obje crtnje toliko razmaknute po vremenu. Nu svi ovi zaključci o vrtnji Venere oko osi padaju, ako te pjege nisu stalne na površini Venere, nego ako su to oblaci u njezinoj atmosferi, koji se prema strujama zraka pomiču. Nu jur spomenuti Schiaparelli pokazao je, kako su se svi stariji astronomi varali u tumačenju vidjenih pjega na Veneri. Oni su svi motrili te pjege jedan put na dan i to u prvom sumraku, pa našavši, da je pjega gotovo na istom mjestu kao dan prije, zaključili su, po analogiji kod drugih planeta, da se je i Venera medjutim jednoć okrenula oko svoje osi, a nisu ni pomišljali na drugi isto tako moguć slučaj, da se pjega za 24 sata nije morala gotovo ništa pomaknuti sa svoga mjesta, ako se Venera veoma sporo vrti oko osi. U prvom bi se slučaju pjega morala za 6 sati pomaknuti do polovice ploče. Valjalo je dakle istu pjegu motriti po više sati. To su zaista učinili Schiaparelli u Milanu i Holden na Lick-zvjezdarni g. 1892. i oni su našli, da se Venera za to vrijeme u obće nije ništa dalje oko svoje osi okrenula. Tek su veoma pomna motrenja njima pokazala, da se Venera veoma polako vrti oko svoje osi, pa da za svoju vrtnju oko osi valjda treba isto toliko vremena, kao i za svoj put oko Sunca ($224\frac{2}{3}$ dana). Isti se pojav pokazao kod Merkura, a našli smo ga i u Mjeseca. Prema tomu i Venera okreće Suncu uvijek istu svoju stranu kao i Merkur, pa vriede za klimatičke prilike na Veneri isti zaključci, koje smo iztakli kod Merkura, u nešto blažoj mjeri. Merkura i Veneru imamo smatrati ne planetima, nego Mjesecima, trabantima našega Sunca. U obće se pokazuje kao posljedica sile gravitacije u svemiru ovaj pojav: Kadgodj se medjusobno privlače dva tiela, ne predaleka, koja imadu veoma različitu masu, utjecat će veliko tielo na brzinu vrtnje manjega dotle, dok ne izjednači trajanje vrtnje oko osi, sa trajanjem puta oko većega tiela.

Još se jedan zanimljivi pojav pokazuje na Veneri! Kad nam se ukazuje kao veoma uzak srp, mi od njezine ploče osim toga srpa ne bismo smjeli ništa vidjeti. Ponovno su astronomi vidjeli i tamni dio

njezine ploče, gdje sja slabim sivim svjetlom, kao da fosforescira. Čini se, da se to pokazuje osobito u ono vrijeme, kad je na Suncu mnogo pjega! Otkuda to svjetlo na noćnoj strani Venere? Pomišljali su iznajprije na Mjesec Venerin, koji obasjava noćnu stranu, ali u najnovije su vrijeme konačno dokazali, da Venera nema Mjeseca, ili bar da ono, što su dugo vremena držali Mjesecom, nije njezin Mjesec. Možda su to jaka polarna svjetla u noćima Venere, a možda Venera za sobom vuče i rep slabo razsvietljene materije poput repa kometa. Bit će kasnije prilike, da se na to pitanje svratimo.

Sunce je na Veneri od prilike dva put jače, nego na Zemlji, koja je na nebu Venerinu od prilike 6—8 puta sjajnija zvijezda, nego li nama Venera.

Skupimo li ovo malo, što o Veneri znamo, u jedno, smijemo utvrditi, da je po fizikalnoj svojoj konstituciji Venera u svem prava sestra Zemlji. Potvrdi li se pak konačno tvrdnja Schiaparellija, da je Venera trabant Sunca, i da mu okreće uvijek istu stranu svoju, moraju klimatičke i astronomičke prilike na Veneri biti posvema druge nego na Zemlji i mnogo slične prilikama na Merkuru.

5. M a r s. ♂

Mars je druga zemlja. — Atmosfera. — Kontinenti. — Mora. — Led na polovima. — Oblaci u atmosferi. — Kanali na Martu. Schiaparellijevi obreti. Podvostručenje tih kanala.

Naš je susjed Mars ona nebeska Zemlja, koja se je po svojoj blizini i svome položaju najprikladnijom pokazala za naša motrenja. Mi joj danas već znamo obću fiziologiju (znamo joj godišnja doha, meteorologiju), pače i geografiju; razabiramo mora i kopna, kao i na Zemlji, pače i ušća velikih rieka, obale sredozemnih mora i nad njima oblake. Možemo dapače već razabirati zemlje, u kojima je po čistini neba i tišini atmosfere najugodnije živjeti; još malo, pa ćemo prepoznati i nepobitnih tragova civilizacije.

Da nam je doći na taj novi svijet, ne bi osjećaj, što nam dušu zaokupi, ni malo bio tuđ, jer je sve, što opažamo, nalik prizorima u našoj zemaljskoj prirodi. Osjećamo, da smo premješteni na nebesku kruglju za čudo nalik našoj. Evropski seljak, koga bujica izseljivanja baci na obale Australije, pa se jednog liepog jutra probudi u sasvim nepoznatu predjelu, gdje su stabla, tlo, životinje, godišnja

doba, Sunce i Mjesec drugačiji, ne će se manje iznenaditi, ne će se manje tuđim osjećati od nas, kad stupimo na planet Mars. Kad sa Zemlje stupimo na Mars, toliko je, kao da promienimo stupanj širine na Zemlji.

Promatramo li pažljivo taj susjedni svijet, presenetit će nas čudne analogije, koje nas svaki čas sjećaju naše zemaljske postojbine.

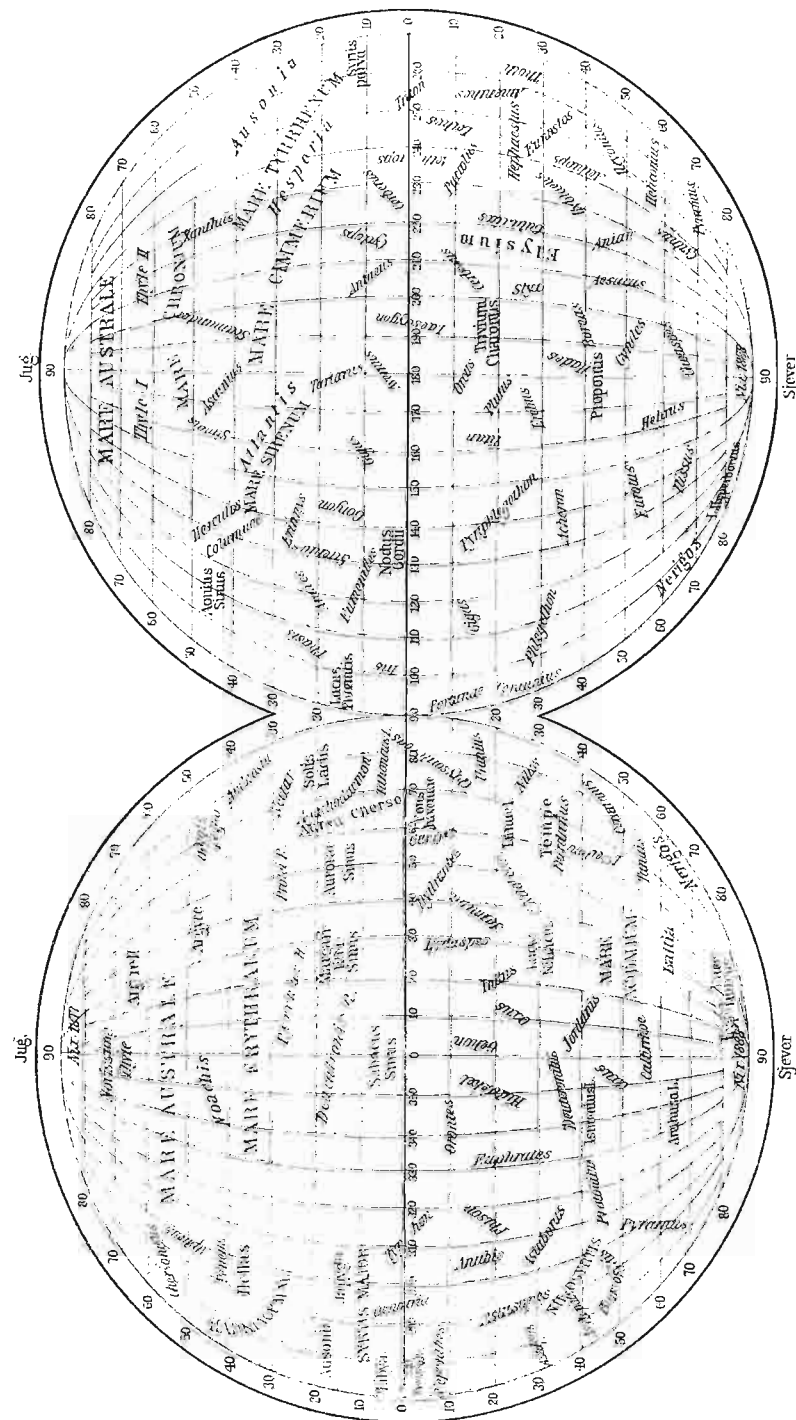
Najprije opažamo, da i taj planet ima atmosferu tako gustu, da dobar dio sunčanoga svjetla proguta, pa ne da, da na rubovima ploče geografsku tvorbu i crvenkastu boju kontinenata njegovih prepoznamo. Kao i naša ima ta atmosfera vodene pare; s jedne ju strane dokazuje spektralna analiza, s druge polarni snieg, što ga već sa Zemlje vidimo, koji se ne bi mogao mienjati s godišnjim dobima, ne bi mogao ni postati niti se taliti, niti izhlapljivati, da voda ne ima na tom planetu istu ulogu, kao i u našoj meteorologiji.

Na drugoj strani opet zaključujemo po razdjelbi površine Marsove na svijetle i tamne predjele, da su tamni predjeli široke vodene površine, koje svjetlo gutaju, a kontinenti ga odbijaju, pa su zato i svijetli. Malo ćemo poslije vidjeti, da se i te vode s godišnjim dobima mienjaju.

Godišnja su doba baš točno takova, kao i naša, jer je os, oko koje se Mars vrti, gotovo isto tako prama Suncu nagnuta, kao i os našega planeta. Godina je ipak skoro dvaput tako duga (ima 687 zemaljskih dana), a tako su i godišnja doba dvaput duža od naših: svako traje od prilike 6 mjeseci; ali nisu tako jednolika kao kod nas. Marsov je dan nešto duži od našega na Zemlji; Mars se naime jedan put oko svoje osi okrene točno za 24 ure, 37 minuta i 23 sekunde.

Na Marsu je manje oblaka nego na Zemlji. Riedko kad postaju u ekvatorijalnim predjelima, a samo su u polarnim krajevima gušći. No ipak nas pojavljivanje i nestajanje, lietanje bjelkastih oblaka, bijelih kao polarni snieg, nad stanovitim predjelima, gdjekada i nad ekvatorom, upućuju, da se tvore magle i oblaci, pa se biele, kad ih odozgo gledamo, jer odbijaju sunčano svjetlo kao i snieg, koji je baš pao. Ti se oblaci jamačno kao i naši razplinu u kišu, a od nje postaju vrela, vode i rieke.

Polarni se snieg mienja po godišnjem doba. Sva se motrenja u tom slažu, da ga je najviše iza zime, a najmanje iza ljeta dotične polutke. Jače se mienja na južnom, nego na sjevernom polu, a to se baš slaže s ekscentricitetom njegova puta, koji južnoj polutki



PREGLEDNA KARTA PLANETA MARSA

sa njegovim tamnim crtama u jednostavnom stanju,
po motrenjima za šest opozicija od god. 1877-1888.

od J.V. Schiaparelli-a

daje raznoličnija godišnja doba, nego li sjevernoj. To je isto i na našem globu.

Isto se tako, kao ni kod nas, mjesto najjače studeni ne sudara sa geografskim polom, već je od njega 5—6 stupanja daleko. Od g. 1877. i g. 1879. amo opazili su, da je južni pol više tjedana sasvim ostao bez sniega; zadnji put se to dogodilo g. 1894. dne 12. listopada. Kako na Zemlji, tako su i tamo polovi morem pokriti.

To su glavne analogije, što nam ih planet Mars i Zemlja, naš stan, pokazuju. U nepristranom, zemaljskim predsudama nepomućenom duhu posegnut će razložna logika nešto dalje od očiju; pronicavi naš um pogadja, osjeća, pojmi, da prirodne sile ne ostadoše neradine, da ih u njihovu radu ne mogaše zaustaviti kakovo čudo trajne neplodnosti. Pa u istinu, ima tamo dana i noći, jutra i večeri, sunčanih trakova i sjene, vedrih i mutnih dana, oblaka i kiše, kopna i mora, proljeća i zime, oluja i tišina. Nije li baš prirodno pomišljati na čarobne ljetne večeri, pa ne potječu li one možda i na Marsu koga, da se pusti u sladke sanjarije kao i mi na Zemlji? Odanle vidjeni svietlimo na nebu, kao Venera nama. Nije li prirodno pitanje, ima li i tamo bića, koja nas motre, koja našu postojbinu možda bolje znadu, nego mi njihovu, koji su možda jednakih ili pače većih sposobnosti od nas? Kako da motrimo ona mora i kontinente, a da ne pomišljamo na stanovnike njihove? Kako bismo mogli gledati te obale, ta ušća, ravnice i polja, a da ne pomišljamo na stanovnike njihove? Kako bismo mogli gledati te obale, ta ušća, ravnice i polja, a da ne pomišljamo i na oaze, samotne stanove, miroljubiva sela, napučene gradove, krasne prijestolnice, industrijalne radnje, na umjetnost i na sve ostale tvorine stoljetne civilizacije?

* * *

Prije nego što priedjemo na pojedinosti o fizičnoj konstituciji susjednoga nam svieta, proučit ćemo mu geografiju, kako nam ju pokazase najnovija otkrića teleskopom. (Izporedi priloženu: „Preglednu kartu planeta Marsa“ od Schiaparelli-a.)

Najprije se možemo upitati, kolik nam se prividno pokazuje globus Marsa. Kad nam je najbliži, može dosegnuti promjer od 30 sekunda. Izporediš li ga dakle s punim Mjesecom, komu je promjer 31 minuta i 24 sekunde, bit će Mars 63 puta manji. (Načiniš li si naime Mjesec kao ploču široku 63 cm., bio bi Mars ploča široka

1 cm.) Dakle će nam dalekozor, koji samo 63 puta povećava, Marsovu ploču toliko pokazati, kolik je Mjesec, kad ga gledaš prostim okom. I to već dostaje, da polarni snieg, kad je najveći, točno razabiramo. Samo deset puta jači teleskop, koji dakle 630 puta povećava, pokazuje nam Marsa u promjeru 10 puta, a u površini 100 puta većim od mjesečeve ploče, vidjene prostim okom. Većina velikih instrumenta, koji rabe za studij toga planeta, imaju povećanja svake ruke. Gdjekad su upotrebili okulare, koji sliku ploče 1000—1200 povećaju. Kod tako silnih povećanja vide se mora, kontinenti, zaljevi i geografska razredba podpuno. Al motrioci ne idu toliko za tim, da slike budu velike, koliko da budu čiste i jasne. Treba za taj studij teleskopa od 20 do 29 cm. u promjeru.

Da bi rezultati motrenja na Marsu bili valjani, treba da su, osim relativne mu blizine, još dva uvjeta izpunjena. Atmosfera mora da je na mjestu motrenja sasvim čista, a ni u atmosferi Marsa ne smije da bude oblaka. Drugim riečima: i kod stanovnika ovoga planeta mora da je, kao i kod nas, liepo vrieme.

Pa ipak je Mars iza Mjeseca najpoznatija nam zvijezda. Nijednoga mu planeta s te strane izporediti ne možeš. Jupiter najveći, a Saturn najzanimljiviji od svih planeta — oba mnogo važnija i radi veće daljine od Sunca za motrenje prikladnija — obkoljeni su gotovo uvijek atmosferom prepunom oblaka, te im nikad skoro ne vidiš površine. Uran su i Neptun samo svjetle točke. Merkur je, kao što obično udvorice, potamnjen sunčanim traciama. Jedina bi se Danica (Venus) mogla izporediti Marsu; velika je kao Zemlja, promjer joj je dakle dva puta tolik, kao u Marsa, bliža nam je, pa se može na pet milijuna milja primaknuti. No ima tu pogrešku, da je medju nama i Suncem, pa s toga vidimo od nje, kad nam je najbliža, samo tamnu polutku, obrubljenu svjetlim srpom (ili bolje, mi je u obće ne vidimo). Zato joj je mnogo teže površinu motriti, nego Marsu. Pa tako ostaje Mars pobjednikom, i od ciele porodice sunčane možemo se s njim jedinim točnije upoznati.

Spomenimo samo još to, da je naša Zemlja prema Marsu u istom položaju, u kom smo mi prama Veneri. Mi ćemo moći mnogo prije upoznati geografiju Marsa nego oni našu, a dok smo mi glede Venere slabo napredovali, astronomi će Venere geografiju naše za njih nebeske Zemlje potanko već poznavati.

No priedjimo sad na pojedine stvari.

Prvi astronom, koji je na Marsu pjega opazio, bio je Fontana

g. 1636. i 1638. Na njegovim jednostavnim risarijama vidiš Marsa god. 1636. kao okruglu ploču sa tamnom pjegom u sredini, a god. 1638. jasno izraženu mien (phasu). Pjega su na Marsu opazili g. 1640. Zucchi u Rimu, g. 1644. Bartholi u Napulju, g. 1656. i 1659. Huyghens u Leydenu, g. 1666. Hooke u Londonu i Cassini u Bologni, a g. 1670. isti u parizkom observatoriju, utemeljenu tek nekoliko mjeseci prije. Osim Cassinija motrio je pomnije i Huyghens g. 1659. ove pjege i po njihovoj promjeni dnevnu vrtnju Marsa oko njegove osi. Ova je motrenja na parizkom observatoriju nastavio osobito Maraldi, nećak Cassinijev, odabravši si g. 1704. i 1719. planet Mars za posebni svoj studij. Ta su iztraživanja izvadjali na velikim Campanijevim objektivima, koje su ili na istočnoj strani tornja na observatoriju ili pak u Marlyjskom tornju rukom držali. Motrilac sa okularom u ruci morao je na zemlji stajati i sliku zvijezde tegotno tražiti. Bijahu to dalekozori bez cievi, žarište takovoga objektiva bijaše 300 stopa daleko od leće!

Ako se sve teleskopične slike izporede, ne da se tajiti, da ima neki savez medju starijim i novijim slikama. Sjetimo li se još, da su instrumenti a i motritelji različiti bili, imademo sigurnih podataka, da su pjege, koje i sada još obično vidimo, staroga podrijetla. Sive ili svjetle pjege, što ih naši predji vidješe, stalne su na površini Marsa, pak ćeš ih većinu i zbilja naći na svim starim i novim kartama. Pa tako su mogli već i geografske karte toga planeta narisati.

Geografska je tvorba ovoga planeta sasvim drugačija, nego na Zemlji, na kojoj mi živimo. Tri su četvrti našega globa pokrite vodom, a kopno tvore tri glavna kontinenta (Amerika, Afrika i Azija — Europa je samo nastavak Azije); na Marsu pak nema ni velikih oceana, ni velikih kontinenata; naći ćeš samo sredozemnih mora, otoka, poluotoka, morskih tiesna, rtova, zaljeva, uzkih kanala, ili da u jedno rečemo, naći ćeš mnogo više u detalju izvedenu tvorbu obala. Kopna je gotovo isto toliko, koliko mora, i ta se kopna razastiru uzduž ekvatora i preko njega na obje strane. Geološke tvorbe opet nisu iste, kao kod nas, gdje se svi kontinenti završuju šiljcima, okrenutima prama jugu. Mora su puna zaljeva i u obće plitka, jer se čini, da na mjestima, koja su manje tamna, do dna vidimo, a osim toga rekao bi, da se tečajem vremena mienjaju: ili kopno poplave ili se izsuše — promjene, koje se sa Zemlje danas lako vide.

Prije svega dakle na Marsu je manje vode nego na Zemlji. Dio vode, koja bi imala biti na plañetu, jamačno je utroba tla progutala. Tečajem milijuna godina morala je toplina planeta, kao i na Zemlji, vode i oceane Marsa progutati (absorbirati), pretvarajući ih u oblake i vraćajući ih u obliku kiše ili oceanima samim ili pak riekama i vodama, kojim bijahu vrela. Ali sva voda, što je pala, nije pošteno i netaknuta moru povraćena; malen dio njezin prodro je u nutarnjost tla do neproničnih mu slojeva i tu je većim dielom ostao, dajući hrane izvorima voda i rieka. Nema sumnje, da svake godine maloga diela vode sa površine planeta nestane. Računas li velik broj stoljeća i pomisliš li na geološku poviest svakoga planeta, komu su periode milijuni godina, bit će i ova mala masa vode velika, moći će pače i presegnuti masu preostale vode. Učinci se ovoga procesa jasno opažaju na tvorbi Marsovih mora. Ne samo da ne zapremaju polovicu površine, nego su već napustila i stare podmorske doline, kao što bi se i na Zemlji zbilo, kad bi mogao polovicu sadanje vode ukloniti, a osim toga potvrđuje i različita boja njihova, da nisu vrlo duboka i da neki predjeli, koji su na karti kao mora naslikani, niti nisu prava mora, nego tek poplavljeno tlo, izpresiecano otocima, otočićima i jezerima, kojim se oblik i objem, kako se čini, čak i prema meteorologijskim odnošajima mienja. A ovo se stanje i sa kosmogonskom starošću, koju planetu dati smijemo, podpuno slaže, jer po vjerojatoj teoriji, da su svietovi postali zgušćivanjem prvobitnih plinovitih koluta, koji se od sunčane nebuloze odkinuše, bili bi najdalji planeti najstariji i red bi se, po kojem postadoše, slagao s njihovom daljinom od Sunca.

* * *

Sad dolazimo do izvanredne zagonetke, do pitanja o kanalima na Marsu.

Tim su imenom nazvali sive crte, duge 1000 do 5000 kilometara, a široke do 1000 kilometara, koje obično upravnim smjerom, a gdje i u slabom luku kontinente presiecaju i mora međuoobno spajaju, križajući se u pravim kutima. Izgleda to kao kakova geometrička, kontinentalna mreža. (Vidi kartu.)

Dvie su osobito ideje, na koje moramo pomišljati, gledajući taj bizarni geografski plan: prvo, da za zbilja nije tako, da je motritelj žrtvom kakove varke, da nije dobro vidio ili pak pretjerao; drugo, ako je opažanje istinito, ako su ti kanali autentični, da nisu pri-

rodni, nego se čini, da su proizvod razboritoga mišljenja, industrijalno djelo stanovnika na planetu. Branili se mi od toga, kako mu drago, ovaj nam osjećaj obuzimlje duh, i čim više sliku analizujemo, tim se jače u nas utvrđuje ovo mienje. Ajdemo, da pobliže pretresemo vjerojatnost ove autentičnosti. Dat ćemo u tu svrhu rieč gospodinu Schiaparelli-u, ravnatelju milanske zvjezdare i obretniku tih zagonetnih kanala.

„Zadnja se je opozicija (kad je planet od Sunca daleko 180 stupanja) Marsa zbila u Milanu godine 1882. uz najbolje meteorologijske uvjete“, piše sam Schiaparelli. „Imadosmo dug niz prekrasnih dana; uslied velikoga uzdušnoga tlaka, koji je u ono vrieme prevladao, tiho i vedro vrieme, pa zato i osobito zgodno za naša motrenja. Punih četrnaest dana mogosmo snagu našega izvrstnoga ekvatoreala crpsti, a daljih četrnaest dana bila je atmosfera, da je nisi mogao bolje poželjati. Akoprem nije prividni promjer planeta premašio 16 sekunda, dočim je g. 1879. bio preko 19 sekunda a g. 1877. čak 25 sekunda, mogao sam ipak za ove treće periode opozicijā, koje sam ja motrio, punu pregršt obreta i otkrića o fizičnoj naravi ovoga svieta dobiti, koji svojom novotom i interesom sve nadmašuju, što sam do sada vidio.

Niz sredozemnih mora izmedju ekvatora i južnoga mora oštrije se je naslikao nego g. 1879. U kimerskom se je moru (vidi kartu) vidio nekakov otok ili svietla crta, koja ga je svega po dužini presjekla, pa je s toga nalik bilo erytraejskomu moru. Još me je više prese-netio pogled na promienjenu veliku Syrta, koja je u Lybiju zahvatila, pa se je u obliku široke crne vrpce do 60° sjeverne širine protegnula. Nepenthes i jezero Moeris bijahu širi i tamniji, a od močvare, koja se na karti od g. 1879. još sasvim dobro vidi, tek je nekoliko tragova preostalo. Tako su i stotine tisuća četvornih kilometara površine, koji su prije svietli bili, sada potamnili, a velik je broj krajeva, koji su bili tamni, sada svietao. Ovakove metamorfoze dokazuju, da je uzrokom onih tamnih pjega na površini planeta neko gibljivo i promjenljivo sredstvo, bila to sad voda ili koja druga tekućina, pa možda i vegetacija, koja se razprostire od jednoga kraja k drugomu. No to još nisu najzanimiviji opažaji. Na tom se planetu vide duge tamne crte; one presiecaju kontinente, pa im možemo, ako i ne znamo što su, nadjenuti ime kanala. Razni su astronomi više njih opazili, osobito Dawes g. 1864. Za zadnjih triju opozicija učinio sam ih predmetom svojih posebnih studija, pa

sam ih i priličan broj obreo. Te se crte — a ima ih bar 60 — vuku od jedne tamne točke do druge, za koje se misli, da su mora, i tvore na svietlim ili kontinentalnim plohama sasvim jasnu mrežu. Čini se, da im je ustroj nepromjenljiv i trajan, bar me na to mienje upućuju moja motrenja od četiri i pol godine. Oblik im i stupanj jasnoće nije uvijek jednak; to je u savezu s okolnostima, kojih nam faktično naše znanje još ne da sasvim sigurno odrediti. God. 1879. nadjen ih je velik broj, kojih g. 1877. nije bilo vidjeti, g. 1882. pak nadjeni su svi, koji su za prijašnjih opozicija opaženi, a uz njih još i novi. Gdjekad se te crte vide tamne i nejasne, drugda se opet pokazuju oštre i točne, kao da si ih perom potegnulo. U obće teku kao crte najvećih krugova po kruglji; nekoje pokazuju očit zavoj. Križaju se ili koso ili u pravom kutu. Široke su često put 2° ili 120 km., a mnoge su dugačke 80° ili 4800 km. Boja im je gotovo sasvim jednaka morskoj boji, samo su obično nešto svjetlije. Svaki kanal svojim krajevima ulazi u mora ili u koji drugi kanal. Nijednomu nema kraja u sredini kopna.

Ali to još nije sve. Za stanovitog se godišnjeg doba kanali podvostruče ili da bolje rečem, razciepe u dvoje. Ovaj se osebujni pojav, rekao bi, opaža samo u izvjestno vrijeme i u isto doba širom svih kontinenta. U tjednima prije južnoga solsticija na onom svietu god. 1877. i poslije njega nije bilo niti traga tomu događaju. Jedan je jedini slučaj g. 1879. opažen; dne 26. prosinca (nekoliko dana prije proljetnog ekvinokcija, koji je bio 1. siečnja 1880. na Marsu) opazio sam, da se je Nil izmedju mjesečevog (Lacus Lunae) i ceraunskoga jezera razciepio. Moram priznati, da su me one dvie pravilne, jednake i istosmjerne crte iznenadile, tim više, što sam par dana prije, 23. i 24. prosinca, baš onaj isti predjel pomno motrio, ne otkrivši u njemu ništa tome sličnoga. Veoma sam nestrpljivo čekao na povratak planeta g. 1881., da vidim, hoće li se taki pojav na istom mjestu opetovati, pa zbilja opazih 11. siečnja g. 1882., mjesec dana iza proljetnoga ekvinokcija na Marsu (koji je bio 8. prosinca 1881.), isti pojav; koncem veljače bio je još jasnije razciepan. Istoga se dana 11. siečnja još jedan kanal razdvojio i to srednji dio cyklopskog kanala prema Elysiju. No još sam se više začudio, kad sam 19. siečnja gledao, gdje se je kanal Jamuna, koji je onda baš usred ploče bio, u dva istosmjerna pravca razdielio, prosiecajući prostor izmedju Niliacijskoga jezera i zaljeva Aurora. Najprije pomislih, da mi se je oko umorilo, pa me vara, ili da je to novi

oblik strabisma (škiljenja); no naskoro se moradoh uvjeriti, da je pojav prava istina. Počevši od ovoga 19. siečnja sledila je jedna novost za drugom: redom se pokazase: Orontes, Euphrates, Phison, Ganges i najveći dio ostalih kanala tako jasno razdvojeni, da se o tom podvojiti ne može. Opazio sam tako preko 20 primjera ovakova ciepanja, a od tih se je njih 17 zbilom tečajem jednoga mjeseca, od 19. siečnja do 19. veljače.

U pojedinim sam slučajevima mogao opaziti zanimivih simptoma, koji su ciepanje unapried naznačivali. Dne 13. siečnja na pr. sterala se je uz Ganges laka nejasna sjena, dne 18. i 19. vidio si tamo tek niz bielih pjega, dne 20. bila je sjena još izrazitija, a već 21. bio je Ganges tako jasno razciepan, kako sam ga sve do 23. veljače vidjao. Euphrat, kanal Titana i Pyriphlegeton isto se tako počese nejasno i maglovito ciepati.

Ovo ciepanje nije optički učinak uslied pojačane snage oka, kao što se to kod dvostrukih zviezda gdjekada zbiva, a ne dieli se ni kanal sam u dvie česti; pojav je nasuprot ovaj: Na desnoj ili na lievoj strani postojeće crte vidi se, gdje u daljini, koja se u obće izmedju 6 i 12 stupanja mienja, — a to čini 350 do 700 kilometara — postaje jednaka i prvoj uzporedna crta, a da se tim tečaj i položaj prve crte ni najmanje ne mienja. Čini se, da još i bliže kanali postaju, no teleskop nema toliko snage, da bi ih za sigurno razlučiti mogao. Boja im je crvenkasto sura i dosta tamna. Smjer je obim kanalima gdjekada na dlaku isti, i nešto tomu sličnoga ne pokazuje zemaljska geografija nigdje. Sve nas upućuje na to, da je to osobita organizacija Marsa, koja je po svoj prilici u savezu s godišnjim dobima. To su opažena fakta. Udaljivanje planeta i ružno mi vrijeme ne dadoše, da nastavim motrenje. — Teško si je stvoriti sud o nutarnjem ustrojstvu ove od naše različite geografije. Ako je pojav u savezu sa godišnjim dobima, može za ovo motrenje rabiti svaki instrumenat, koji na svietloj podlozi razabira crnu crtu široku 0·2' i dvie crte kao spomenutu, ako su 0·5' daleke. Bilo bi prerano, kad bi kod ovoga stanja stvari htjeli da gonetamo, što da su ti kanali. No što se njihove eksistencije tiče, poslužio sam se svim sredstvima, da zapriečim varku: ja sam siguran onoga, što sam vidio.“

Tako govori glasoviti talijanski astronom. Mi ćemo sada sami tu čudnovatu mrežu razmatrati. Zaista, čim ju duže motrimo, tim nam se više bizarna, a tim manje prirodna čini

Ovi nas kanali u veliku nepriliku dovode, želimo li ih raztu-

površine proizvodi indirektno voda tim, da probudi vegetaciju Marsa. Samo se uz ovu hipotezu može lako i neprisiljeno protumačiti sve, što je vidio na Marsu g. 1894. Mora nipošto na Marsu već nemaju onih silnih množina vode, kao oceani zemaljski, ali nisu ni sasma suha (kao na Mjesecu); ona su tek plitki reservoiri za vodu, koja još na Marsu kola. Za kanale pako veli Lowell, da su većinom umjetnoga podrijetla; izgradili su ih stanovnici Marsa, da na velike kontinentalne plohe, koje uz sve promjene od godišnjih doba ostaju konstantne, dovedu nužnu vodu.*

6. Mali planeti ili asteroidi.

Titusov zakon. — Broj i veličina asteroida. — Najveći i najmanji asteroidi. — Njihove staze. — Prilike astronomičke na njima.

Broj je planeta u obitelji našega Sunca bio nazad 90 godina veoma malen: znali su ih samo sedam. U času, kada pišemo ove redke (30. ožujka g. 1894.) taj je broj narastao na 398. Istina je, svi su ovi novi planeti do jednoga, Neptuna, vanredno mala nebeska tjelešca, tako mala, da svojom veličinom u obće ne dosežu ni do veličine mjeseca velikih planeta. Zvat ćemo ih s toga asteroidi ili mali planeti. Ipak je to veoma interesatna hrpa nebeskih tjelesa. Daju obitelji našega Sunca novo zanimljivo lice, a bacaju i novo svjetlo na problem o postanku i razvitku sunčane obitelji — problem, koji od vjkada u velike zanima svaki misaoni duh.

Svi su ti mali planeti smješteni između Marsa i Jupitera. Veoma se zanimljiva naime činjenica otkriva, ako između sebe izporedimo daljine velikih planeta od Sunca.

Srednja je daljina Saturna od Sunca nekih 200 milijuna milja. Podieliš li ju na 200 jednakih dielova, dobivaš sljedeću zanimljivu tablicu za daljine planeta od Sunca, koju je otkrio Titius:

Merkur	$8 + (0 \times 6) =$	8 milijuna milja
Venera	$8 + (1 \times 6) =$	14 " "
Zemlja	$8 + (2 \times 6) =$	20 " "
Mars	$8 + (4 \times 6) =$	32 " "
Jupiter	$8 + (16 \times 6) =$	104 " "
Saturn	$8 + (32 \times 6) =$	200 " "
Uranus	$8 + (64 \times 6) =$	392 " "

* Izporedi o Marsu veću moju radnju: Planet Mars i Schiaparellijevi obreti na njem. (Glasnik hrvatskoga naravoslovnoga društva. 1889. IV. str. 114.—164.)

Pogledaš li ovu tablicu pomnije, otkrivaš u njoj čudnovat zakon, po kojem rastu daljine planeta od Sunca: faktor, kojim je pomnožen broj 6, kod svakog je sljedećeg planeta dva puta tako velik kao u predjašnjega — do jedne iznimke: — između Marsa i Jupitera on je četverostruk. Da je između Marsa i Jupitera još jedan planet, bio bi red potpun i njegova bi srednja daljina od Sunca morala biti $(8 + 8 \times 6) = 56$ milijuna milja. Vele, da je već Kepler slutio, da će se između Marsa i Jupitera naći još jedan planet.

U početku našega vieka ova se slutnja izpunila: baš na novu godinu, u prvoj godini našega stoljeća, otkrio je Piazzu u Palermu slučajno Cereru, ali već god. 1802. našao je Olbers u Bremenu Palladu; g. 1804. Harding u Lilienthalu Junonu, a g. 1807. napokon Olbers Vestu. Za srednju daljinu Pallade i Cerere našli su 55 milijuna milja, za Junonu 53, a za Vestu 47 milijuna, dakle u svem zbilja oko $8 + (8 \times 6) = 56$ milijuna milja. Između Marsa i Jupitera ne nadjoše dakle samo jedan, nego odmah četiri planeta. Do g. 1845. nisu ih više poznavali, nu od onda su ih počeli sistematično tražiti, i njihov je broj narastao do sada (ožujak g. 1894.) na 398 komada a nema dvojbe, da ih još priličan broj kola oko Sunca u pojasu između Marsa i Jupitera. Staze su im tako blizu jedna drugoj, tako prepletene, da se gotovo ne možeš oteti misli zajedničkog im podrijetla, koju je misao osobito d'Arrest iznio. Predočimo si samo: oko 400 a jamačno i više sitnih zemljica leti u elipsama oko Sunca, a sve su smještene između Marsa i Jupitera!

Polumjeri su u svima vanredno maleni: ciene ih na 25—375 kilometara. Osobitu im pomnju posvećuje bečka zvjezdarna, i u njezinom i inače za prijatelje neba veoma vriednom kalendaru: „Astronomischer Kalender. Herausgegeben von der k. k. Sternwarte in Wien“ naći ćeš svake godine poman popis svih malih planeta. Po tom je izvještaju do sada najmanji asteroid Agatha sa promjerom od jedva 9 kilometara. Čudnog li svieta! Oko ekvatora bi njegovoga jedva 29 kilometara željezničke pruge mogao položiti, i naš bi osobni vlak projurio oko toga svieta ondje, gdje je najširi, za jednu uru! Ako je i na njemu ljudi, imade li i tamo više država i naroda, koji barbarsku zublju rata uzdižu jedan spram drugoga, kao mi ovdje na Zemlji? Ili je možda bar tamo sviet, na kojem je vječni mir — jedan pastir i jedno stado? — Najveći su Ceres i Vesta sa promjerima od 382 kilometra, dok naš Mjesec ima 3482 kilometra! I

mačiti i, ako ćemo biti iskreni, bilo bi najjednostavnije, kad bi sve, što je na njima anormalna i zagonetna, optičkim varkama pripisali. No to je dosta teško učiniti. Astronom Schiaparelli nije tek tkogod, koji bi istom što utvrdio. On je znamenit astronom, već davno na glasu po svojoj kometarnoj teoriji kriesnica, a i po drugim radnjama. Opazilo se je doduše, da su matematični astronomi dosta loši motrioci, no u ovom slučaju to nije, jer je ravnatelj milanske zvjezdarne dobra motrenja o Saturnu izveo, njegovo mjerenje dvostrukih zvijezda veoma je točno i jako oštro, a osim toga popravio je znatno i kartu Marsa; on je prvi znao planet trigonometrički izmjeriti i položaj od 114 točaka na površini mu odrediti, a to je bio plod od 482 mikrometrička mjerenja. To je remek-djelo. Dodat ćemo još i to, da Schiaparelli nije čovjek fantazije, nego baš protivno.

Moglo bi se prigovoriti, da je vrlo čudnovato, ako je talijanski astronom pravo vidio, ako je sve točno i baš tako, kako da nitko prije njega nije smotrio tih kanala, pa makar da je planet i jačim instrumentom motrio od onoga na milanskoj zvjezdarni.

Evo nekoliko odgovora na to pitanje.

1. Milanski je ekvatorijal odličan instrumenat, i optička su mu svojstva već davno na glasu; akoprem osrednje velik, nadmašuje znatno mnogo veće instrumente. Poznato je međutim i to, da nisu baš najveći instrumenti oni, koji najjasnije i najoštrije slike kod motrenja planeta daju.

2. Milansko je podneblje za astronomska motrenja osobito povoljno; atmosfera je čista, mirna i jednake temperature.

3. Zima se je g. 1881.—1882. odlikovala osobitom vedrinom neba. U Nizzi i svagdje na jugu upravo su se tomu čudili.

4. Gospodin je Schiaparelli svoja motrenja izvodjao s uztrajnošću, koja i odgovara važnosti njegovih rezultata.

Saberemo li sve te okolnosti, smjet ćemo vjerovati, da ona nova otkrića nisu utvare. Što više, od g. 1882. do danas posvećivali su astronomi najveću pažnju ovim kanalima, i u svakoj su opoziciji — najzadnji put god. 1894. — razni motritelji konstatirali kanale i njihova podvostručenja.

Gotovo sama bez ikakve oporbe nudja nam se razumu hipoteza o inteligentnom podrijetlu ovih pojava. Makar kako smiona bila, i na nju se moramo obazirati. Ima doduše i protivnih nazora u izobilju. Je li vjerojatno, da stanovnici kojega planeta tako orijaška

djela grade? Kanale široke 100 kilometara? Predočimo si samo to? Pa čemu?

Dobro, (a to je vrlo značajna okolnost) mogao bi si hipotezu o čovječjem podrijetlu tih tragova protumačiti sastavbom samoga planeta. Na jednoj je strani materijal na tom planetu mnogo lakši, na drugoj opet daje kosmogonična teorija ovom planetu mnogo veću starost, nego našem, pa je posve prirodan zaključak, da je na njemu mnogo prije života bilo i da su njegovi ljudi mnogo napredniji od nas. Dok se nam probijanje Alpa, prolom Sueške prevlake, Panamske prevlake, podmorski kanal medju Francuzkom i Englezkom, more u Algiru, čine kolosalnim podhvatima nauke i industrije, našim će potomcima sve to biti igrarija. Kad se samo sjetimo napredka u 19. stoljeću, željeznica, fotografije, telefonije i t. d., zapitat ćemo se, koliko bi se načudili, kad bi već unapried mogli ugledati materijalni i društveni napredak, što ga dvadeseto, dvadesetprvo stoljeće i nasljednici im čovječjemu rodu kriju! Duh, koji baš ni malo nije optimističan, vidi već, gdje dolazi dan, kada će zrakoplov biti obično sredstvo za putovanje, kada će se medje izmedju naroda za uvijek izbrisati, kada će nedostojna ratna hydra i neopisiva ludorija stajalih vojska umaknuti pred slavnim pokretom ljudskoga roda, koji misli na svjetlu i slobodi.

Nije li dakle posve logična misac, da je starije ljudstvo Marsa i podpunije, pa da u koristonosnoj zajednici naroda postaju djela mira kud i kamo razvijeniya?

Koju god hipotezu o prirodnom ili industrijalnom podrijetlu kanala prihvatimo, svakako je njihova eksistencija zagonetka prezanimiva i jedan od najosebujnijih predmeta, što nam ih je fizična astronomija iztraživanju dodielila.

Zadnju opoziciju Marsa od god. 1894. proučavao je osobito Percival Lowell na svojoj novoj zvjezdarni u Flagstaffu (izpor. str. 125.) sa istrumentom od 18 palaca. U časopisu „Astronomy and Astrophysics“ izviestio je on sam o svem, što je na njemu vidio te godine.

Dolazi do ovih zaključaka: Na površini se Marsa mienja boja planeta tečajem Marsove godine. Zimi su svi krajevi bliedi, u proljeću boja nešto oživi i postaje plavkasto-zelena; u ljetu je ta boja izrazitija i puna, a u jeseni se Marsovoj opet gubi.

Nu ta se promjena ne pokazuje u isti mah na cielom Marsu. Boja potamni najprije oko polova, pa se valja kao val od južnog pola prama ekvatoru. Čini mu se, da ovu promjenu u boji Marsove

Ceres je dakle spram ostalih članova u obitelji našega Sunca sićušan svjetić.

Lako razumiješ, da ih samo teleskopom možeš vidjeti, zato ih i zovu takodjer teleskopički planeti. Tek Ceres se i Vesta pokazuju gdjekada i prostomu oštrumu oku kao zvjezdice 6. reda, svi su drugi mnogo slabije zvjezdice sve do 15. reda. Lako ih s toga zamijene sa slabim stajačicama; tek ako marljiv astronom pozornom motri koji kraj zodijaka, pa ga izporedi sa dobrom kartom stajačica, prepoznat će ih on kao nove zvjezdice, na kojima naskoro opazi, da se gibaju među stajačicama, pa ih po tom razbira, da su planeti.

Srednja je daljina svim poznatim asteroidima od Sunca poprieko 50—60 milijuna milja, dakle su od prilike ondje, gdje bi morao stajati po Titusovu redu još jedan planet, nu čini se, da ih je više na strani spram Marsa nego spram Jupitera. Najbliži, Siri, dalek je od Sunca medjutim samo $36\frac{2}{3}$ milijuna milja, a najdalji, Thule, 85 milijuna, tako da svi kolaju u pojasu širokom 49 milijuna milja. Staze su im svim elipse, osim jednoga jedinoga, za koji su našli, da je gotovo podpuna kružnica. To je Siri ili asteroid br. 332, što ga je g. 1892. otkrio Wolf u Heidelbergu, a promjer mu je jedva 29 kilometara. Samo su te elipse više splosnute nego u velikih planeta: najmanje u Lacrimose (208), a najviše u Aethre (132). Posljedica je tomu, da im se staze prepliću kao karike u lancu. Staze su njihove doduše poprieko jako blizu ravnine, u kojoj Zemlja leti oko Sunca, ravnini ekliptike, tako da smijemo reći, i ovi su planeti svi u zodijaku, kao i veliki planeti, nu i tu je dosta velikih razlika. Dok je ravnina Massalije spram ekliptike nagnuta tek za kut od 0 stupanja 41 minut, staza je Pallade nagnuta prema zemaljskoj u kutu od $34^{\circ} 41'$! I obhodno im je vrieme dosta različito: najbrže obidje oko Sunca Brucia (323) za 1158 dana, a najsporije Thule za za 3214 dana.

O fizičnoj konstituciji ovih sićušnih nebeskih tjelesa ne znamo gotovo ništa, jer se i u najjačim teleskopima pokazuju tek kao svjetle točke. Spektroskop je medjutim i tu prvi uspjeh postigao: najveći i najsajjniji asteroidi imaju guste i visoke atmosfere. To potvrđuju i nagle promjene u njihovu sjaju, koje su gdjekada opazili. I boja im se kano da mienja, a nekoji se od njih uvijek pokazuju u jasno izraženim bojama, tako je na pr. Iris uvijek intenzivno crven, kao i Mars.

S tih razloga ne znamo danas gotovo ništa reći o astrono-

mičkim prilikama na tim planetima. Kako su im elipse poprieko jako splosnute, smijemo reći, da su klimati na njima veoma ekstremni. Aethra na pr., kojoj je staza najviše splosnuta, prima od Sunca u svom perihelu 5 puta više svjetla i topline, nego u afelu. Kako su opet svi ti svietovi veoma maleni, mora da im je i sila teža veoma slaba: mi bi se tamo možda 500 puta lakši osjećali, nego na Zemlji. A da nam je napokon sa kojega asteroida pogledati nebo, vidjeli bismo na njemu svu silu (preko 400) sjajnih zvijezda, koje pokazuju miene ili faze, kao nama Mjesec, i te sve zvijezde mora da pokazuju razne krasne konstelacije, koje se neprestano mienjaju. Ponovno kličemo: Čudna li života na tim svjetićima!

7. Jupiter. ♃.

Jupiter, najveći planet u obitelji. — Ekvatorijalne pruge na Jupiteru. — Klimatski odnošaji na Jupiteru. — Dani i godina. — Jupiter ima veliku i gustu atmosferu. — Velika crvena pjega Jupiterova. — Jupiter je umiruće sunašce. — Mjeseci Jupiterovi. — Obret petoga mjeseca.

Iz kraja najsitnijih svjetića obitelji sunčane vodi nas korak dalje smjesta na najveći planet u toj obitelji: u srednjoj se daljini od 104.2 milijuna milja (770 milijuna kilometara) valja oko Sunca kolosalni Jupiter.

Za prosto je oko na noćnom nebu sjajna zvijezda prvoga reda, s njim se natječe u sjaju samo Venera, ali Veneru možeš gledati tek u večer ili u jutro, dok Jupiter zna svojim velikim sjajem obasjavati čitave noći. Toliki mu je sjaj, da bacaju predmeti na Zemlji sjenu! Svjetlo mu je uvijek mirno i blago i tim se razlikuje na prvi pogled od stajačica, a navrneš li na njega malen teleskop, svjetla se točka, koju si čas prije gledao prostim okom, premetnula u okruglu ploču, veoma oštrog ruba. Kad je Galilei dne 7. siječnja god. 1610. prvi put svoj teleskop na Jupitera svrnuo, vidio je tu ploču, ali u njezinoj pratnji još 4 male zvjezdice, kojih prostim okom još nitko nije bio vidio. Za čudo se te 4 zvjezdice uvijek drže Jupitera, prelazeći sad na jednu, sad na drugu stranu njegove ploče. Najveća među njima sja kao zvijezda 6. reda, zato ju i mogu vanredno oštre oči vidjeti i bez stakla. To su 4 mjeseca Jupiterova, koje je kao takove prepoznao već Galilei, a naša slika pokazuje tu malu obitelj Jupiterovu, kako se često može vidjeti u slabom teleskopu (sl. 113). Cielu svoj život nije Galilei mogao zaboraviti na

je jedne takove pjege Cassini g. 1665. otkrio, da se Jupiter vrti oko jednoga svoga promjera i našao je, da ta vrtnja traje jedva 9 sati 55 minuta i 34 sekunde. Dan je dakle Jupiterov spram našega veoma kratak, ma da je Jupiter tako ogroman i on se vrti silnom upravo brzinom oko svoje osi; jedva je $\frac{2}{3}$ od našega dana dan Jupiterov. S toga je Jupiter i veoma splosnut na polovima, a to će pozoran motritelj opaziti već u malom teleskopu, jer je svaki polarni polumjer za 4500 kilometara kraći od ekvatorialnoga. Posljedica je tomu opet, da silna centrifugalna sila dosta jako umanjuje težinu tjelesa na Jupiteru: tielo, koje je na ekvatoru Jupitera teško 5 kilograma, bilo bi na njegovom polu, gdje nema centrifugalne sile, teško 6 klgr.

Nekoliko rieči o klimatskim odnošajima na Jupiteru, u koliko su odvisni od astronomičkih uvjeta!

Os je Jupiterova gotovo okomita na njegovoj stazi, i u tom je veoma različan od Zemlje, za koju smo našli, da joj je os spram staze nagnuta u kutu od nekih 66 stupanja. U Jupitera je taj kut 86 stupanja i 54 minuta, dakle manjkaju samo 3 stupnja do okomitog položaja. Posljedica je tomu najprije ta, da je malo razlike tečajem Jupiterove godine u dužini dana i noći u raznim njegovim širinama. Od ekvatora, gdje su dan i noć jednaki (svaki traje 4 sata 58 minuta) sve do 86° stupnja sjeverne ili južne širine, veoma se polako mjenja dužina dana i noći; tek veoma neznatni polarni krajevi, 3° stupnja daleko od polova, imadu dane i noći, koji su duži nego 9 sati 55 minuta; na samim polovima ostaje Sunce nad horizontom pol Jupiterove godine, da se onda isto tako dugo skriva pod horizont, a to će reći, da ondje traje jedan dan gotovo punih 6 zemaljskih godina, a isto toliko i jedna noć. Ova duga perioda obuhvaća 10.478 Jupiterovih rotacija, 10.748 zvjezdanih ili 10.477 sunčanih mu dana. Godišnja su doba po tom na Jupiteru malo različita, baš radi toga, što mu je os gotovo okomita spram staze. U zoni ekvatorijalnoj je veliki dio njegove godine ljeto, dok umjereni pojasi uživaju gotovo vječno proljeće, a polarnim je sudbina vječna zima. Svako godišnje doba traje na Jupiteru ne 3 mjeseca kao na Zemlji, nego pune gotovo 3 godine!

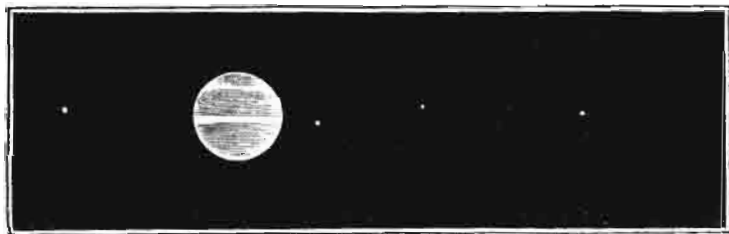
Sunce na njemu sja i grije 27 puta slabije nego na Zemlji, ali nam se Jupiter ukazuje znatno sjajnije, nego što bi se prema tomu imao pokazivati. Zaključak je, da se Jupiter još nije toliko ohladio,

da bi bio posvema izgubio svoje vlastito svjetlo: on još nešto malo sja i svojim svjetlom.

Vanredno je zanimljiv studij njegove površine, kad ga duže vremena izvodiš u dobrom teleskopu: površina mu uvijek pokazuje više paralelnih tamnih pruga, koje su odijeljene svjetlim prugama; te su pruge uvijek uzporedne sa ekvatorom Jupiterovim, ali im se oblik neprestance mjenja, i u tom se posvema razlikuju od konstantnih pruga na Marsu. Ova velika promjenljivost pruga, koje su po novijim motrenjima u velikim teleskopima veoma zamršene strukture, pa pokazuju više formaciju u slojeve naslaganih oblaka, pa i činjenica, da je ploča Jupiterova na rubu mnogo manje svjetla nego u sredini, pokazuje, da je oko Jupitera veoma gusta i visoka atmosfera — ciene joj visinu na 45.000 kilometara. U tu je atmosferu planet uvijek umotan, pa mu jamačno ni ne vidimo površine. Ono, što vidimo u teleskopu, nisu ništa drugo nego maglovite tvorbe ili oblaci i sva je prilika, da je na dnu te neprozirne atmosfere veoma tanka korica planeta, koja je još veoma mekana i koja još uvijek u svemir žari nešto svoga svjetla i topline. Čini se pače, da se je prije nekoliko godina užasnom katastrofom probila ta korica, pa da su se u jednom kraju planeta, koji je bar tako velik kao Evropa, razlile žarke mase iz nutrinje po toj korici. Bilo je to god. 1878. kad su najednoć na Jupiteru opazili u kolovozu veliku ovalnu svietlu crvenu pjegu, koja se je veoma polako tek za 5—6 godina izgubila. Tumače taj zagonetni pojav tim, da se žarka masa na probitoj korici odsieva u atmosferi Jupiterovoj. Motrenje ove glasovite „crvene pjege“ na Jupiteru dalo je ponovno dobru priliku, da odrede točno trajanje rotacije Jupiterove, pa su tom prilikom našli, da se je i crvena pjega veoma polahko pomicala po površini, a to se lako može razumjeti po predjašnjem tumačenju. Ovakve velike revolucije na kojem planetu ne će ostati vezane na ono mjesto, gdje su postale, nego će zahvaćati i susjedne krajeve površine, dok će se na prvim mjestima sile po malo smiriti i žarka masa utrnuti.

Ekvatorijalne uzporedne pruge Jupitera, a takovih vidiš gdje-kada dosta velik broj sve do polova, imadu doduše u velikim crtama uvijek isto lice, nu kad ih motriš u jakom teleskopu, vidiš jasno, kako im se detail i konture od jedne noći do druge znatno mjenjaju. Po tom zaključujemo, da su u tim krajevima meteorološki prilike

ovaj Jupiterov sviet, a Webb kaže: „Ne samo od jedne noći do druge, nego od jedne ure do druge, oko ti se ustavlja na njihovom neprestanom gibanju; staze im rastu ili se umanjuju i ovi se planeti en miniature dotiču, skupljaju, skrivaju, razilaze jedan od drugoga, dajući tim podpunu sliku labirinta.“ I zaista nema gotovo na cielom nebu za prijatelja neba zanimljivijega pojava, nego motriti malim teleskopom to neprestano komešanje u svietu Jupiterovu. Ovaj je obret Galileijev u velike doprinesac k tomu, da si je Kopernikov obret prokrio put: ta svak je na svoje oči gledao veliko centralno tielo, gdje slobodno lebdi u svemiru, a oko njega bez prestanka lete 4 sitna svjetića: živa slika Kopernikovog sunčanog sustava. Pa koliko je to centralno tielo spram svojih trabanta! Promjer mu je više nego 11 puta veći od promjera Zemlje: 142.000 kilometara ili oko 19.000 geogr. milja (vidi sl. 114.). Površina mu je



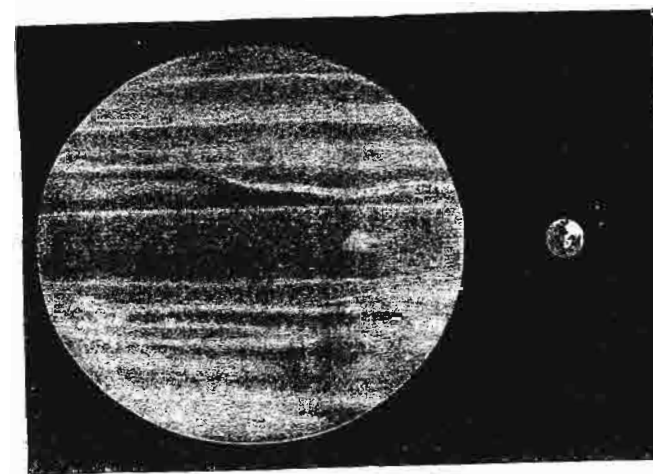
Sl. 113. Sviet Jupiterov: Jupiter i njegova 4 velika mjeseca.

s toga 118 puta veća od zemaljske, a iz Jupitera bi mogao načiniti ništa manje nego 1280 zemaljskih krugalja.

On je najveći planet u obitelji našega Sunca, i masa mu je od prilike $2\frac{1}{2}$ puta tako velika, kao masa svih ostalih planeta zajedno. Iz sunčane bi mase mogao načiniti samo 1048 Jupiterovih masa, a iz Jupiterove 310 zemaljskih masa, dakle je Jupiterova masa znatno rjedja od zemaljske, jedva $\frac{1}{4}$, ili tvar Jupiterova ima specifičnu težinu 1·3 spram vode. Tielo, koje važe na Zemlji točno 1 kilogram, bilo bi na Jupitru teško 2·24 kilograma. Da slučajno Sunce prestane vladati u svojoj obitelji tim, da najednoć izgubi svu svoju silu privlačivost ili gravitaciju, preuzeo bi Jupiter radi svoje velike mase vladu u obitelji Sunca i prisilio bi sve planete i nekoje komete, da se valjaju oko njega. Zemlja bi za 380 godina svršavala taj svoj novi put.

Svoj put oko Sunca svrši Jupiter za nešto manje od 12 godina (11 godina 314·76 dana srednjih zemaljskih). Staza mu je elipsa nešto više splosnuta od zemaljske, a ravnina, u kojoj leti oko Sunca, gotovo se posvema podudara sa ekliptikom (naklonjene su obje ravnine tek u kutu od $1^{\circ} 18' 41\cdot3''$). Prema tomu je najmanja daljina Jupitera od Sunca 732 milijuna kilometara, a najveća 807 milijuna kilometara. Obseg je dakle njegove staze grozno velik; duga je više nego 4.800 milijuna kilometara, i taj ogromni put proleti on za manje nego 12 godina!

Za jedan dan proleti prema tomu Jupiter u svemiru 1,115.000 kilometara, a za jednu sekundu 12.900 metara, dakle mu je ipak brzina jedva polovica od brzine, kojom naša Zemlja juri kroz svemir.



Sl. 114. Jupiter i Zemlja: izporedjene veličine.

Kako se medjutim i Zemlja valja oko Sunca, jasno je, da je daljina izmedju Jupitera i Zemlje veoma promjenljiva. Ako je Jupiter na drugoj strani Sunca, ali sa Zemljom i Suncem u istom pravcu, najveća mu je daljina od Zemlje i ta je 955 milijuna kilometara, dok mu je najmanja daljina onda, kad su sva tri tiela u istom pravcu, ali je Zemlja izmedju Jupitera i Sunca. Ta je 585 milijuna kilometara. Prema toj velikoj razlici u daljini od Zemlje, jasno je, da će nam se Jupiter činiti gdjekada veći, a gdjekada manji.

Malo iza obreta Jupitera opazili su na njemu sivih pjega u obliku medju sobom uzporednih pruga (vidi sliku 114.). Po gibanju

dosta nepromjenljive. Imademo i na Jupiteru pojas kalma (gdje nema gotovo ciele godine nikakvih vjetrova) — kakov nam se i na Zemlji pokazuje baš oko ekvatora (6° sjeverno od njege).

Izraživanje Jupiterovog spektra pokazalo je, da u njegovoj atmosferi bez dvojbe ima mnogo vodene pare. Nu s druge strane jur znamo, da mu je jezgra još veoma vruća, pa s toga moramo misliti, da će tamo biti još velika množina strašnih vulkaničkih erupcija, koje će žarke još plinove izbacivati daleko u vis možda kroz cielu atmosferu. Dolazeći iz nutrinje planeta, vrte se sporije od njegove atmosfere, zaostaju iza nje, pa nam se jamačno pokazuju kao one tamne paralelne pruge, koje obaviju gotovo cieli planet. Ako su izbačene pare još svjetle, mogu pjegama dati i crvenkastu boju, koju su tako često na njima vidjeli. Sve u svem: Jupiter je u malim crtama slika našega Sunca. Neprozirna velika atmosfera, promjenljivost svih tvorbi na njegovoj površini, žarenje — pa bilo i slabo — svjetla i topline — sve su to znaci, da u Jupiteru gledamo staro i slabo sunašće, koje će naskoro utrnuti!

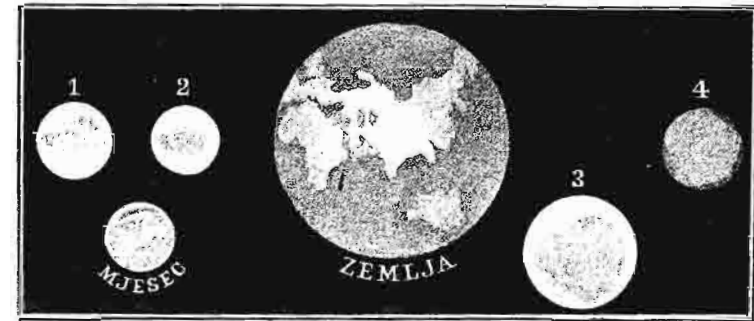
Pa i po broju trabanta je Jupiter malo sunašće. Galilei ih je vidio četiri, koji lete oko njega u gotovo podpanim kružnicama u istom smjeru, u kojem i planeti lete oko Sunca. U priloženoj slici 115. vidite ta četiri mjeseca Jupiterova, izporedjena sa Zemljom i njezinim Mjesecom. Svi se gibaju gotovo u ravnini Jupiterova ekvatora. Svaki dan gotovo proizvode kakovu pomrčinu. Evo im imena (starijih mitoloških) i trajanja njihove vrtanje oko Jupitera:

Ime:		Trajanje vrtanje:	
		u srednjim zemaljskim danima	u Jupiterovim danima
I. Mjesec.	Io	1 dan 18 sati 27 m. 33 sek.	4.2756 dana
II. "	Europa	3 " 13 " 14 " 36 "	8.5825 "
III. "	Ganymed	7 " 3 " 42 " 33 "	17.2912 "
IV. "	Kallisto	16 " 16 " 31 " 50 "	40.4265 "

Najveći je, kako pokazuje i naša slika, treći, a najmanji, od prilike tolik, kao naš Mjesec, jest drugi. Tri prva mjeseca pomrčaju kod svakog obhoda oko Jupitera, dok četvrti gdjekada prodje iznad ili izpod njegove sjene. Oni su za Jupiter povod mnogim pomrčinama Sunca. Sa Zemlje u tim prilikama vidimo na ploči Jupiterovoj sjene dotičnih mjeseca kao male crne točke, koje se povlače po njegovoj površini, dočim mjesece same možemo vidjeti kao svjetle pjegice, na nešto tamnijoj ploči Jupiterovoj. Pomrčina

mjeseca opažamo preko godine na Jupiteru bar 4400, traju 2—3 sata, a sunčane 5—10 minuta. Spomenimo ovdje, da su pomrčine Jupiterovih mjeseca bile povodom, što je Römer otkrio brzinu svjetla i da su danas te pomrčine veoma važne za to, što brodar po njima odredi geografsku dužinu onoga mjesta, gdje mu je brod. Točni su promjeri tih mjeseca: I. 3800; II. 3400; III. 5600; IV. 4800 kilometara. Najveći je dakle Jupiterov mjesec veći od planeta Merkura!

Nu oku, koje bi ih gledalo sa Jupitera, svi bi se osim prvoga činili manji od našega Mjeseca, jer su im daljine veće nego daljina našega Mjeseca od Zemlje. Sva je prilika, da i oni Jupiteru uvijek okreću istu stranu, kao i nama naš Mjesec. Nebo mora, da je tamo sasama drugačije nego u nas: pojavi četiriju mjeseca, koji su gdje-kada svi nad horizontom, a gdjekada opet svi pod njim, mora da



Sl. 115. Veličine Jupiterovih mjeseca izporedjene sa veličinama Zemlje i njez. Mjeseca.

priredjuje eventualnim stanovnicima Jupitera dražestne prizore na nebu. A tek stanovnici na prvom mjesecu Jupitera! Njima je ploča Jupiterova 40 puta većega promjera, nego nama Sunce, dakle im je Jupiter 1600 veći, nego nama Sunce. Sunce im je pak 27 puta manje nego nama. Sva je dakle prilika, da će oni Jupitera smatrati centralnim tielom sunčanoga sustava. U priloženoj je slici 116. umjetnik kušao, da nam predoči prizor, koji bi morali vidjeti stanovnici prvog mjeseca Jupiterovog, kad im izlazi Jupiter. Što je Sunce (mala pločica na lievo u slici) uz onu ogromnu ploču sjajnoga Jupitera? Krasnih li prizora na tom nebu!

Dvie stotine i osamdeset i dvie godine gledali su astronomi svijet Jupiterov uživajući u tom, kako se sva gibanja u tom sistemu

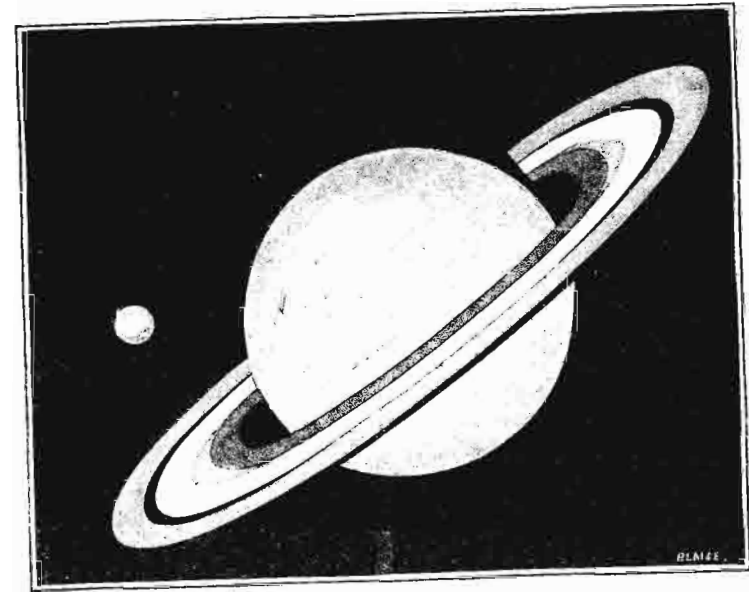
različna prema položaju Saturna, Zemlje i Sunca: najmanja je daljina od Zemlje 1190 milijuna kilometara, a najveća 1646 milijuna kilometara. Naravno je tomu posljedica, da nam se Saturn ne prikazuje uvijek jednako velik. Nema ipak dvojbe, da je i Saturn tamno tijelo, a svjetlo, kojim nam tako liepo sja na nebu, pozajmio je od Sunca: to jasno pokazuju u teleskopu sjene, što ih bacaju njegovi mjeseci i sjena planeta, koju baca na svoje kolute.

Iza Jupitera on je najveći planet u našoj obitelji. Promjer mu je na ekvatoru $9\frac{1}{2}$ puta veći od zemaljskoga, a to je 119.075 kilometara ili nekih 16.000 milja. I on je na polovima splošnut, jer su mu polarni promjer izmjerili na jedva 15.000 milja. Površina mu je dakle 77 puta veća od zemaljske, a objam 720 puta veći, t. j. od Saturna bi mogao načiniti 720 tolikih krugaljca, kolika je Zemlja. Al Saturnova tvar nije ni s daleka tako gusta, kao zemaljska: masa mu je jedva 93 puta tako velika kao zemaljska, dakle mu je specifična težina 0,69, a to će reći, da mu je tvar lakša od vode, od prilike tako teška, kao petrolej. Nema u obitelji našega Sunca planeta, koji bi bio sagradjen od tako riedke materije. Ipak bi stvari na Saturnu bile teže nego na Zemlji: tijelo teško na Zemlji 10 kg. vagalo bi na polu Saturna $12\frac{1}{2}$ klg., a na njegovu ekvatoru samo 9 klg., jer se jako brzo vrti oko osi.

Kad ga naime gledaš kroz veliki teleskop, vidiš i na njemu bijelih i tamnih pruga, paralelnih ekvatoru, koje su sive, žutkaste ili bjelkaste. Po njima je Herschel g. 1794. našao, da se Saturn vrti oko osi za $10\frac{1}{4}$ sata od prilike, po najnovijem mjerenju za 10 sati i 29 minuta i 27 sekunda. Os je te vrtnje nagnuta prema stazi, gotovo kao i kod Zemlje, za kut od $64^{\circ} 18'$, a po tom su i klimatički uvjeti posvema slični zemaljskim; i tamo su: pojas tropični, pojasi umjereni i polarni. I tamo se na ekvatoru izmjenjuju jednaki dani i jednake noći, dugi samo po 5 sati, tečajem cijele dugačke Saturnove godine, koja zaprema ništa manje nego 24.630 Saturnovih dana. Na njegovim polovima Sunce sja punih 14 godina i 8 mjeseci bez prestanka, da se onda na isto toliko godina skrrije!

Kad je god. 1610. Galilei svoj prvi dalekozor naperio na Saturna, u velike se začudio, kad je mjesto jedne vidio tri zvijezde, koje se gotovo dotiču. Dvie godine kasnije toga nije vidio, pa je mislio, da su ga oči prevarile. Dugo su se mučili astronomi, da raztumače te „ručice“ na Saturnu. Tek je god. 1659. Huyghens izrekao, da oko Saturna lebdi u prostoru posvema slobodno kolut,

kako to pokazuje naša slika 117., gdje se i vidi, kako je malena Zemlja spram Saturna. Godine 1675. opazio je Cassini u kolutu tamnih pjega, a Herschel je godine 1792. svojim snažnim teleskopom utvrdio činjenicu, da su te pjege tek česti tamne pruge, koja se kroz cijeli kolut provlači oko na okolo: oko Saturna lebde dakle dva koncentrična koluta, kako to pokazuje i naša slika. Osim ove „Cassinijeve pukotine“ vidjeli su mnogi astronomi oko polovice ovoga stoljeća još jednu tamnu prugu „Enckeovu pukotinu“ još dalje prama rubu koluta, a



Sl. 117. Saturn i Zemlja; izporedjene veličine.

god. 1850. napokon vidio je Bond u još većem teleskopu u Cambridgeu u savezanim državama američkim i „tamni kolut“ na nutarnjoj strani, koji se i u našoj slici liepo iztiče. Taj se tamni kolut stere kao velo prama kruglji planeta, izvija se po malo iz srednjeg koluta, ali je oštro odijeljen od kruglje planeta. Nu za čudo je taj tamni kolut posvema proziran, dok druga dva svjetlo živo odbijaju i na Saturnovu kruglju bacaju jasnu sjenu. Po tom nam se pokazuje, da je oko Saturna u istinu trostruki kolut, koji astronomi običavaju redom izvana označivati slovima A, B i C.

svjetskom podpuno slažu sa Newtonovim zakonom gravitacije, a nitko nije vidio, da Jupiter imade još jedan peti mjesec.

Tek 9. rujna g. 1892. otkrio je mladi astronom Barnard sa najvećim teleskopom na svijetu i u ovoj knjizi naslikanim i opisanim refraktorom na Lick-zvjezdarni (str. 111.) vanredno slabu svjetlu točkicu sasma kraj ploče Jupiterove; samo kad bi zastro ploču Jupiterovu, opazio bi jasno točkicu. Motrenje mu je naskoro pokazalo, da je i to satelit Jupiterov, koji oko njega leti u daljini od samo $2\frac{1}{2}$ Jupiterovih polumjera, ili od prilike 24.200 geograf. milja i da



Sl. 116. Planet Jupiter gledan sa jednoga svoga mjeseca.

treba za svoj put oko njega samo 11 sati 57 minuta i 23.88 sekunda. Od površine je Jupiterove dalek tek 14.500 milja. S toga mjeseca gledana, mora da je ploča Jupitera upravo gorostasna: kad izlazi, zaprema jednu osminu cielog horizonta! Teža, kojom taj presitni mjesec privlači tjelesa na svojoj površini k svomu središtu, manja je od sile, kojom ih Jupiter privlači k svomu središtu. Odruni li se dakle na tom svjetiću kakova pećina ili nešto zemlje, otidje s njega i prospe se po svemiru uzduž njegove staze!

I tako se sviet Jupiterov u naše dane povećao za jednog člana, koji je medjutim tako sitan, da su danas riedki teleskopi, koji ga oku čovjeka pokazuju.

8. Saturn. 5

Saturn — najbogatiji planet. — Veličina Saturna. — Vrti se oko osi. — Kolut oko Saturna. — Što je kolut Saturnov? — Saturn ima 8 mjeseca. — Nebo sa Saturna. — Nebo gledano sa Saturnova koluta.

Ako je Jupiter najveći planet u obitelji Sunca, nije ipak najbogatiji. Još dalje od Sunca, u srednjoj daljini od 1.411 milijuna kilometara ili 190 milijuna milja, valja se oko njega planet još bogatiji trabantima od njega, a to je Saturn. Znali su ga i stari narodi, jer se prostomu oku ukazuje kao zvijezda prvoga reda, koja polako mienja svoje mjesto medju stajaćicama — $2\frac{1}{2}$ godine ostaje u istom zvjezdištu. Oko Saturna se kao svoga središta vrti ništa manje nego osam mjeseca, pa ako i jest istina, da od ovih osam mjeseca nema toliko prilike pomrčinama na Saturnu, kao od onih starijih četiriju na Jupiteru, istina je i to, da su stanovnici Saturna, ako ih ima, vidoci prizora na nebu, komu nema premca nigdje u obitelji našega Sunca: mislimo kolute, koji u određenoj daljini neprestano kolaju oko Saturna. Nu najprije par rieči o planetu samom. Sjaj mu je na nebu doduše jednak zvijezdi prvoga reda, ali je ipak manji od sjaja Jupiterova, a to je svaki prijatelj neba liepo mogao vidjeti početkom ove godine 1895., kad smo u našim krajevima na večernjem nebu jako liepo mogli vidjeti zajedno Jupitera, Saturna, Veneru i Marsa. Dok jedan put proleti svoju elipsu oko Sunca, treba Saturn 29 godina i 167 naših dana. I njegova je staza gotovo u istoj ravnini sa zemaljskom: tek je za $2^{\circ} 30'$ jedna naklonjena spram druge. Put je njegov oko Sunca prema tomu dug 8 milijarda i 860 milijuna kilometara, a to daje za jednu sekundu brzinu od $9\frac{1}{2}$ kilometara. Saturn dakle leti oko Sunca od prilike tri puta manjom brzinom nego Zemlja. Ta brzina, kako znamo već od drugih planeta, nije uvijek jednaka, jer se i Saturn valja oko Sunca u elipsi, koja je nešto više splosnuta od zemaljske: najmanja mu je daljina od Sunca 1.330 milijuna kilometara, a najveća 1.490 milijuna kilometara. Iz te je daljine površina Sunca 90 puta manja, nego u nas (izpor. sl. 84.), dakle je i razsvjeta tamo mnogo manja nego u nas, ali je ipak od prilike 1000 puta veća, nego u nas od punog Mjeseca. Daljina mu je od Zemlje veoma

U orijaškim su teleskopima naših dana međutim vidjeli u tom zaista čudnom sistemu još cieli niz finih pukotina, pak po tom proilazi, da je ono, što mi zovemo kolut Saturnov, zaista veoma kompliciran sistem, koji se osim toga još za stalno i mienja. Evo najpouzdanijih brojeva o tom, kako bismo si mogli stvoriti pravu sliku o veličini koluta, spram planeta samoga:

Izvanji promjer vanjskoga koluta 278.230 kilometara .

Širina vanjskoga koluta 16.225 "

Širina Cassinijeve pukotine . . . 3.230 "

Širina nutarnjega koluta 28.360 "

Širina tamnoga koluta 16.155 "

Daljina nutarnjega ruba tamnoga

koluta od površine Saturna . 15.605 "

Ekvatorijalni promjer Saturna . 119.075 "

Polarni njegov promjer 106.290 "

Debljina je tih koluta kraj sve njihove veličine tako neznatna, da se ne da izmjeriti, zato ih ni u običnom teleskopu ne vidimo, kada okrenu Zemlji svoj oštri rub: u tim je prilikama Saturn posvema običan planet, bez najljepšeg svog ukrasa. Tek najveći teleskopi naši pokazuju u tim prilikama kolut ili kao finu ertu, ili čak samo kao niz bisera. Bessel je mogao po utjecanju koluta na staze Saturnovih mjeseca izračunati, da je sveukupna masa koluta jednaka $\frac{1}{115}$ od mase Saturna, pa je onda dalje zaključio: ako je materija koluta isto tako gusta, kao materija Saturna, kolut nije deblji nego 30 milja ili 225 kilometara.

Jamačno je svakomu od nas na jeziku pitanje: Što su ti čudni koluti oko Saturna, kojima nema premca ni na Zemlji ni na kojem planetu u obitelji našega Sunca? Imade li ih zaista više odijeljenih, kako nas uči teleskop? Ima li ih samo tri ili više? Jesu li čvrsta tjelesa, ili tekućine ili nekakove uzdušnine?

Od početka su ova pitanja oblietala astronome i neprestance poticala na nova iztraživanja, ali su im i zadala puno posla: do najnovijeg je vremena pitanje ostalo bilo neriješeno. Proletimo bar najvažnije misli ljudi o toj čudnoj tvorbi nebeskoj!

Prvi je genijalni Laplace pod konac prošloga stoljeća pitanje ovo sveo u naučne staze. Je li moguće, pitao se Laplace, da bi se jedinstveni čvrsti ili tekući kolut, po zakonu gravitacije mogao trajno održati oko Saturna? Ta njega s jedne strane privlači ogromna kruglja Saturna, s druge opet utječu na njega mjeseci, kojih je oko Saturna

čak osam. Može li u tim prilikama trajno oko jednoga planeta sasama slobodno lebdjeti kolut od ma kakove materije, čvrste ili tekuće? Može li se trajno održati bez doticaja ili bar uporišta na planetu? Mogu li se njegove čestice trajno opirati privlačenju Saturna s jedne a njegovih mjeseca s druge strane, pa ma kako tvrda bila materija koluta? Ne čini li se naravnijim, da se ovaj silni most materije od Saturna k njegovim mjesecima mora malo po malo razkomadati, pa se onda užasnim trieskom survati na površinu Saturna — katastrofa, kakove nebesa do sada još ne pokazашe očima smrtnika!

Tako je od prilike uhvatio taj problem Laplace, slavni pisac glasovite „Mécanique céleste“. Matematična mu je analiza na temelju Newtonova zakona gravitacije pokazala, da ovakov homogeni kolut nikako ne može da postoji u stabilnom ravnotežju oko planeta. Ma da je s početka bio balanciran ne znamo kako točno, najmanja bi sila iz vana na pr. privlačenje jednoga mjeseca dostajala, da poremeti to ravnotežje, a posljedica bi bila, da se kolut surva na planet. Ako je materija koluta tekućina, još bi se lakše kolut dielio u više koluta, koji bi neko vrijeme mogli samostalno lebdjeti oko planeta, ali bi se konačno ipak morali radi mjeseca raztrgnuti i srušiti na planet. U novije su vrijeme američki astronomi Peirce i Bond ponovno iztraživali ovo pitanje. Bond je po tom, što se na kolutima gdje kada pukotine otvaraju, pa onda opet sklope, zaključio, da je materija koluta ipak tekućina. Peirce je ovaj nazor s teoretičkih razloga prihvatio, ali razpredajući stvar dalje, našao je, da ni ovakov tekući kolut ne bi mogao bez utjecanja izvanje sile ostati trajno stabilan. On je tu izvanju silu, to uporište tražio u privlačenju Saturnovih mjeseca, ali nije dokazao, da to more u obliku koluta mora ostati u stabilnom ravnotežju uz utjecaj tih mjeseca, pak je ostalo i sada neriješeno pitanje.

Još manje je moguće, da bi materija koluta bila kakova uzdušnina. Ta bi se već davno morala bila razpliniti na sve strane. Nu, ako kolut ne može biti ni čvrsto tijelo, ni tekućina, ni plin ili para, što je on onda? Ta mi ne poznajemo u prirodi drugačijih tjelesa!

Englezkog je fizičara Maxwella zasluga, da je g. 1856. razpravu o tom pitanju navrnio na drugu stazu. On je najprije oprovrkao nazore, da bi kolut mogao biti čvrsto tijelo ili tekućina, pa se je onda povratio na misao, izraženu još u prošlom stoljeću od Cassinija. Po njemu kolut niti nije jedna suvisla masa,

nego je sastavljen od velikog broja nesuvislih čestica, mogli bismo ih izporediti sa kapljicama vode, iz kojih su sastavljeni naši oblaci ili magle, koje se prostomu oku takodjer pokazuju kao cjelovite, solidne mase, akoprem znamo, da su sastavljene od nesuvislih čestica. U tamnom su kolutu ove drobnice tako razasute, da vidimo kroz taj „oblak“ materije, a uzrok, zašto je spram drugih dvaju koluta taman, bio bi u tom, da je u njem razmjerno malo tih drobnica. Koluti su dakle veliki oblaci prašine: svaka drobnica leti sama za se oko Saturna po Newtonovu zakonu gravitacije; pukotine proizvode mjeseci Saturnovi, koji uvode neki red u taj bezbroj sićušnih satelita. Utjecaj se mjeseca Saturnovih na taj oblak može točno proračunati i astronom M. W. Meyer je g. 1884. taj račun doista izveo, pa je našao, da se pukotine zbilja pokazuju onako, kako račun ište, on je pače računom odredio još jednu novu finu pukotinu, koju je kasnije Holden na velikom Lick-refraktoru doista i vidio.

I drugi su astronomi s raznih strana utvrdili ovaj nazor o kolutima Saturna. Francuz ga je Hirn g. 1871. izveo iz principa mehaničke teorije topline, a u najnovije je vrieme opet Niemač Seeliger u Monakovu, na temelju opaženih po njemu osebnih promjena u svjetlu koluta, zaključio, da moraju biti sastavljeni od velikog broja sitnih i okruglih tjelešaca. I tim je stoljetna tajna Saturnovih koluta konačno naukom riješena!

S izvanje strane koluta leti oko Saturna još osam mjeseca i daju noćnom njegovom nebu osobit ukras, koga si mi na Zemlji jedva možemo predočiti. Imena su im redom od najbližega do najdaljega: Mimas, Enceladus, Thetis, Dione, Rhea, Titan, Hyperion, Japetus. Daljine su im od središta Saturnove kruglje između 3 i $59\frac{1}{2}$ Saturnovih polumjera, ili u kilometrima između 186.000 i 3,558.000. Veoma brzo lete oko Saturna: prvi već za $22\frac{1}{2}$ sata, a zadnji za $79\frac{1}{3}$ dana zemaljskih, a vrti se jamačno svaki njih oko jednoga svoga promjera u istom vremenu, u kojem obleti jedan put oko svoga planeta, tako da i oni Saturnu pokazuju uvijek istu svoju stranu, kao i nama naš Mjesec.

Naša slika 118. pokazuje Saturna sa kolutom i njegovih 7 mjeseca onako, kako ih je vidio slavni Herschel dne 3. srpnja godine 1836. u manjem teleskopu.

Prva su 4 mjeseca svomu planetu bliži, nego nama naš Mjesec. Nasuprot je Japetus deset puta tako dalek od Saturna, kao mi od našega trabanta. Staze su prvih 6 mjeseca gotovo posvema u istoj

ravnini sa kolutima, samo je staza osmoga — Japeta — nagnuta prema ekvatoru Saturna za nekih 12 stupanja. Kako svi brzo lete oko Saturna i kako su mu prvi mjeseci blizu površini, mora da nebo noćno, gledano sa kruglje Saturnove, pokazuje veoma nagle i velike miene na mjesecima. Mimas na pr. od mladja do uštopa naraste za jedva 12 sati, dakle nešto više nego jedan Saturnov dan! Za jedan ili dva dana pokazuju iste pojave sva četiri prva mjeseca: jedini Japet svrši svoj put oko Saturna u vremenu dužem, nego naš Mjesec.

Kako su svi veoma maleni i daleki od nas, ište se za motrenje njihovo vješto oko i jak teleskop. Nu Titanu, najvećemu od njih, mogli su ipak od prilike odrediti i dužinu promjera, pak su našli da bi mu mogao promjer biti nekih 340 milja! To je i uzrok, da su ih tek kasno otkrili: Titana je prvi vidio Huyghens g. 1655.; Rheu i Japeta Cassini g. 1671. i 1672.; Thetisa i Dionu opet Cas-



Sl. 118. Saturn i njegovi mjeseci (po Herschelu).

sini g. 1684.; Mimasa i Encelada Herschel g. 1789., a Hyperiona otkrili su tek g. 1848. Bond i Lassell, jer je najmanji od svijeta.

Radi koluta vide se sa Saturna na nebu prizori, kakovih ni s daleka ne može pokazivati ni jedan drugi planet u orbiti našega Sunca. Vriedno je s toga, da se bar na časak mišlju bacimo na koju točku Saturnove kruglje, pa s nje pogledamo nebo Saturnovo.

Podjemo li s jednoga njegovoga pola prema ekvatoru, s početka (do 63. stupnja širine) na nebu ne ćemo ništa vidjeti od trostrukog mu koluta: tek se mjeseci uzdižu ondje nad horizont i svojim naglim mienama daju nebu osobito lice. Izpod one se širine stane kazivati sistem trostrukog koluta. Nu samo je u proljeću i ljetu Saturnovu lice koluta obrnuto k hemisferi, na kojoj stojimo, pa prima od Sunca zrake i odbijanjem njihovim razsvjet-

radi užasne daljine od Saturna, ne možemo da vidimo na toj ogromnoj ploči. U ovoj je slici umjetnik dao tlu Saturna i koluta strukturu po svojoj volji. Tlo je koluta uzeo kao tekućinu: hipoteza, koja je duže vremena i vriedila u nauci, ali danas znamo, da to ne stoji. I atmosfera je jamačno dosta gusta oko Saturna; spektroskop dođuše pokazuje veoma slab spektrom Saturna, ali se ipak čini, da su i u tom spektru karakteristične pruge njegove atmosfere, u kojoj bi takodjer bilo vodene pare. Budućnost će tek u to pitanje unieti malo više svjetla.

Nu i ovo, što do sada znamo, uvjerilo je jamačno svakoga, da je u Saturnu pred nama sviet prezanimljiv, toliko različit od našega, da nam fantazija jedva dotječe, sastaviti si o njem pouzdanu sliku. A sve to čim je priroda postigla? Dala mu je oko ekvatora kolut!

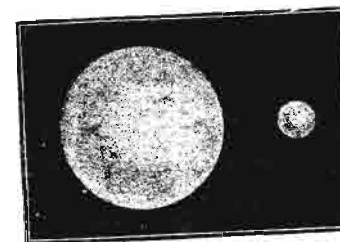
9. Uran. ♂

Obret Urana god. 1781. — Dimenzije i gibanje oko Sunca. — Osobiti položaj njegove osi. — Njegova četiri mjeseca. — Dani na Uranu.

Obitelj je Sunca sve do pod konac prošloga vieka imala svoju granicu u Saturnu: preko njega nije sezalo carstvo Sunca. Jednomu od najsjajnijih i najplodnijih motritelja neba, slavnomu Englezu Williamu Herschel, bilo je sudjeno, da razširi carstvo našega Sunca odmah do dvostruke daljine u svemir obretom novoga planeta Urana. Dne 13. ožujka g. 1781. između 10 i 11 sati na večer iztraživao je Herschel svojim teleskopom zvjezdište Blizanaca i otkrio novu zvijezdu, o koju mu je odmah zapelo oko, jer je imala nerazmjerno velik prividni polumjer. Uztvrdio je odmah, da se nova zvijezda pomiče među stajačicama: ona dakle nije stajačica, nego je ili komet ili planet. S početka je mislio, da je komet. Kad su geometri, među njima jedan od prvih Hrvat Rugjer Bošković, sva opažanja podvrgli matematičnoj analizi, nadjoše, da mu je staza gotovo podpuna kružnica, da ne može biti dvojbe o tom, da je to planet našega Sunca. Prostim ga je okom veoma teško vidjeti: radi svoje velike daljine on je zvjezdica 6. reda, a takove vidi samo veoma oštro oko. No ako ga motriš u silnim teleskopima naših dana, razbiraš jasno, da je on samo prividno tako malen: u teleskopu se ukazuje veoma liepo njegova podpuno okrugla pločica, ali ni u najjačem se teleskopu ne mogu na njemu vidjeti nikakvi detalji.

Po Keplerovim su ipak zakonima i po Newtonovu zakonu gravitacije smjesta mogli točno odrediti i daljinu njegovu od Sunca i veličinu i gustoću. Evo najvažnijih podataka.

U srednjoj daljini od 384 milijuna milja ili 2.851.4 milijuna kilometara od Sunca, Uran se valja oko njega i treba za taj put 84 godine i 7 dana. Velik je to sviet: promjer mu je 6740 milja ili 59171 kilometar; promjer mu je dakle 4 put veći od zemaljskoga, površina mu je 16 puta tolika kao zemaljska, a iz kruglje Uranove mogao bi umiesiti 61 kruglju tako veliku, kao što je Zemlja (sl. 120.) Samo mu tvar nije tako gusta kao zemaljska, masa mu je tek 14 puta tolika, kao u Zemlje, dakle mu je specifična težina = 0.9 spram vode, a to će reći, da mu je tvar nešto malo rjedja od vode. Jedan kilogram na Zemlji ondje bi vagao $\frac{9}{10}$ kilograma Brzina, kojom leti oko Sunca, tek je $\frac{1}{4}$ od brzine zemaljske: u jednoj sekundi proleti tek 1 milju ili $7\frac{1}{2}$ kilometara.



Sl. 120. Uran i Zemlja; izporedjene veličine.

Kolišno je Sunce s njega pokazuje naša slika 120. posvema točno: od prilike je toliko, kao od nas Venera. Prema tomu bi razsvjeta po danu ondje jedva bila veća nego u nas za podpune vedre noći! Čini se međjutim — nu to još nije utvrđeno — po najnovim iztraživanjima sa spektroskopom, da se ni Uran, kao ni Jupiter ni Saturn još nisu toliko ohladili, da bi posvema bili izgubili svoje vlastito svjetlo. Ako je i on još umiruće sunašće, mienja se posvema razsvjeta njegovih dana i noći

Nekoji su astronomi mislili, da vide na njegovoj zelenkastojoj ploči tamnih i svetlih pjega, pa su po tima i odredili, da bi se imao nekih 12 sati vrtjeti oko osi: nu to je još posvema nesigurno.

S tim bi se slagalo, da je jako splesnut na polovima, kako je našao Mädler, nu drugi su opet našli, da nije ni malo splesnut. Ako je istina, da i oko njega njegovi mjeseci kolaju, kao kod svih ostalih planeta, u ravnini njegovoga ekvatora, morali

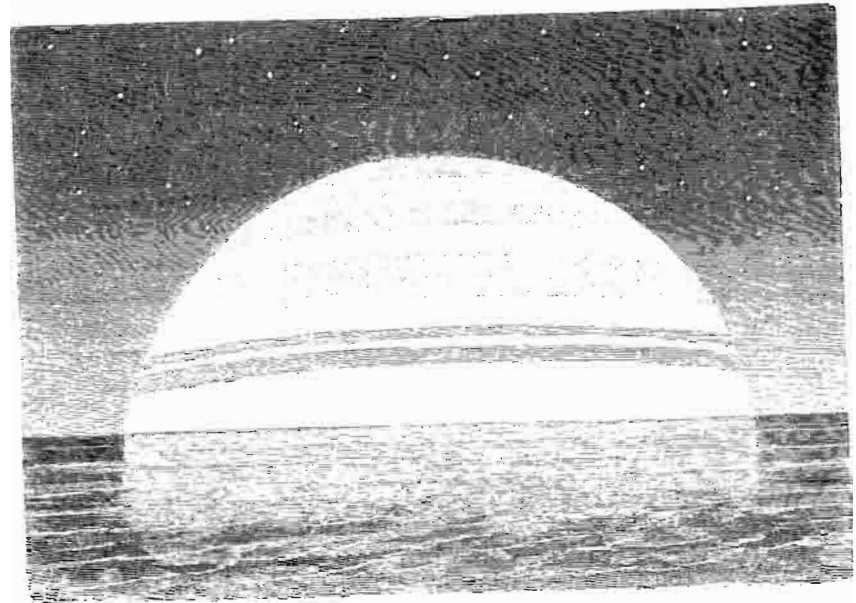
ljuje noći Saturnove. Po danu imadu ti ogromni luci samo slabo svjetlo, mogli bismo ga izporediti sa našim Mjesecom, kad ga gledamo na nebu usred bieloga dana. Kako se primičemo ekvatoru, sve se više diže nad horizont taj ogromni luk. Najprije se vidi tek izvanji kolut, u širini od 45° već se vidi i nutarnji svietli kolut, a medju njima prazni prostor Cassinijeve pukotine. Sve bliže ekvatoru, postaju koluti sve uži, a na ekvatoru ne vidiš ništa, nego njihov unutrašnji rub u maloj njegovoj debljini. Taj se prerez pokazuje kao ogromna svjetla vrpca, koja se stere preko neba od zapada do istoka i prolazi kroz zenit. Dodajte k tomu prizoru, koji se tečajem noći neprestano mienja, osam mjeseca na noćnom nebu, jedan pun, drugi mlad, treći u prvj četvrti i t. d., pa si od prilike možete stvoriti sliku noćnoga neba sa Saturna. Da je oko Sunca mnogo planeta, da se tamo oko njega pomiču tamo amo: Merkur, Venus, Zemlja i Mars, o tom se ne vidi sa Saturna ništa: te su sitne zvjezdice preblizu Suncu (Mars se od Sunca odmiče tek za 9 stupanja!), izlaze i zalaze uvijek s njim, pa se posvema gube u njegovim žarkim zrakama. Ni asteroida ne vide sa Saturna. Tek ogromni je Jupiter za žitelje Saturna danica i večernjica, ali ni s daleka tako sjajna kao nama Venera. Riedko će se kada tamo vidjeti komet. Kometi naime jako propuštaju sunčano svjetlo, pa su ondje tako slabog svjetla, da će se jedva moći opaziti u daljini Saturna. I za nas se gube svi gotovo, čim dodju do daljine Marsa. Ali zato su mu mjeseci sjajna tjelesa na njegovu nebu. Ako i jesu svi jamačno manji od našega Mjeseca, sa Saturna se čine veliki, jer su mu blizu. Prvih će 6 mjeseca možda biti jednako veliki sa Saturna, od prilike po promjeru $\frac{1}{4}$ od našega, samo će sedmi biti sitna pločica, možda sa $\frac{1}{10}$ promjera zemaljskoga Mjeseca. Prvi je Mimas od površine Saturna dalek jedva 15.000 milja, a od ruba obruča jedva 700 milja; s njega gledana pokazuje se ploča Saturna bar 5000 puta veća nego nama Mjesec! Bregovi se i doline, mora i rieke moraju sa toga mjeseca prostim okom bolje vidjeti, nego što mi dobrim teleskopom vidimo bregove na Mjesecu.

Po danu koluti sakrivaju često na dugo vremena Sunce za stanovnike Saturna: tamo su pomrčine Sunca, koje znađu trajati po cio dan.

U zimsko doba okrenu koluti svoju tamnu stranu Saturna, pa ih s toga ne vide noću, ako ne po tom, da na cielom onom

luku nema ni jedne zviezde. Pred zoru se možda i u sumračje vide kao slabo svjetlo na zapadnom ili istočnom nebu.

Sasma su drugačiji opet nebeski prizori za oko, koje ih gleda sa koluta Saturnova. Tu se izmjenjuje najprije 5 naših godina duga noć sa isto tolikim danom. Za vrieme je dana svakih $10\frac{1}{2}$ sati Sunce pomrčalo. Ove pomrčine Sunca potječu odatle, što se ploča Saturna postavi medju oko i Sunce. Te će pomrčine trajati uru i pol do dvie ure. Drugih pet godina ova strana koluta nema svjetla od Sunca. Donekle ublažuje ovu dugu noć ploča Saturnova, koja se,



Sl. 119. Kruglja Saturnova. Idealni pogled sa jedne točke njegova koluta.

dielomice od Sunca razsvietljena uzpinje svakih $10\frac{1}{2}$ sati nad horizont koluta. S početka se uzpinje kao uzak srp, nu nakon 5 sati već je narastao do sjajnog polukruga, koji zaprema osmi dio cielog nebeskog svoda; površina mu je bar 20.000 puta tolika, kao nama pun Mjesec! Prema tomu je izradjena idealna slika, koju prikazujemo ovdje našim čitateljima i čitateljicama (sl. 119.). Na tom se sjajnom polukrugu vide dvie tamne zone, razdieljene svietlom crtom: to je sjena, što ju bacaju oba koluta na planet; ostale svietle i tamne pruge pokazuju sa koluta bez dvojbe puno detalja, koga mi sa Zemlje,

bismo zaključiti, da je ekvator njegov gotovo okomit na ravnini njegove staze: pojav, komu nema inače primjera u obitelji našega Sunca; kod svih je ostalih planeta ravnina ekvatora gotovo saspa u ravnini njihovih staza. Ova nepravilnost ište posebno iztraživanje i mnogi ju kosmolozi tumače tim, da je u prastaro doba silovit udarac pobrkao položaj Uranove osi. Spektrum je Urana veoma slab i pokazuje jasno tek Fraunhoferovu certu F i jednu tamnu prugu, koju su vidjeli i u spektru Jupitera. U svem je dosta velika razlika izmedju njegovog i sunčanog spektra i baš su po tom zaključili, da i Uran još sâm slabo svietli.

Herschel je mislio, da je i oko njega vidio 8 mjeseca: danas ih poznajemo samo 4 i ti su svi vanredno maleni; zovu se Ariel, Umbriel, Titania i Oberon. Svi lete veoma brzo oko Urana i, što je opet unicum u obitelji Sunca, ne lete oko njega od zapada k iztoku, kao svi mjeseci drugih planeta, nego baš obratno od iztoka k zapadu! Ovaj zagonetni pojav još ni danas nije raztumačen. Posljedica bi čudnomu položaju njegove osi bile saspa drugčije klimatičke prilike, nego na ikojem drugom planetu; razlike izmedju pojasa klimatičkih gotovo ne bi ni bilo; nu ako je Sunce ondje još u obće toliko jako, da može proizvesti kakovu razliku izmedju dana i noći, nema nigdje u obitelji Sunca tako nejednakih dana i noći. Samo 8 stupanja na jednu i drugu stranu ekvatora izmjenjuju se dan i noć kod svake vrtnje planeta. Od ove širine dalje rastu najduži dani i noći veoma naglo, ovako od prilike:

u širini od 30 stupanja 13 godina zemaljskih traje najduži dan.

"	"	40	"	18	"	"	"	"	"
"	"	50	"	23	"	"	"	"	"
"	"	60	"	27	"	"	"	"	"
"	"	70	"	32	"	"	"	"	"
"	"	80	"	37	"	"	"	"	"
"	"	90	"	42	"	"	"	"	"

Kakov li je život u tolikim noćima?

10. Neptun. ♆

Obret Neptuna — najveći trijumf astronomije u devetnaestom vieku. — Leverrier proračuna mjesto Neptuna. — Galle ga nadje god. 1846. — Dimenzije njegove. — Gibanje oko Sunca.

Ime ovoga planeta skopčano je sa najvećim jamačno trijumfom, što ga je do sada slavio um ljudski u ikojoj grani nauke. Historija

je obreta ovoga zadnjega planeta u obitelji našega Sunca toliko zanimljiva, da ne možemo propustiti prilike, a da i naše čitatelje i čitateljice bar u najkrupnijim crtama ne pozabavimo koji časak oko ovog sjajnog djela ljudskoga uma.

Do godine ée (1896.) biti tek 50 godina, što je obreten toli sjajnim načinom Neptun.

U neizmjernej množini svietlih točaka, što su posijane po nebeskom svodu, stari su poznavali tek njih osam, koje su se odlikovale nad sve ostale; kod jednih, Sunca, Mjeseca i Zemlje bile su njihove velike dimenzije, o koje im je zapelo oko; kod drugih opet, Merkura, Venere, Marsa, Jupitera i Saturna zanimala su ih njihova čudna na prvi mah gibanja po nebeskom svodu. Mnogo je kasnije teleskop u velike razširio polje vida ljudima i pripojio onoj osmorici odličnih nebeskih tjelesa dosta velik broj novih, sličnih im zviezda. Uran, mali planeti, mjeseci Jupitera, Saturna i Urana — sve su to tekovine teleskopa za obitelj sunčanu. Pa kojim je načinom teleskop sve to našao? Pozorno i drobno razmatranje svih partija zvjezdanoga neba, izporedjivanje najboljih karata toga neba sa onim, što vidiš u svom teleskopu, i slučajna gdjekada spoznaja, da se svietla točka miče medju stajačicama, dovela je do onih liepih obreta u astronomiji. U svim tim slučajevima nije čovjek unapried mogao ni slutiti, hoće li štogodj novoga naći i što ée naći: marljivost su i sretni slučaj odlučivali.

Saspa je drugačiji način, kojim je tražen i konačno nadjen Neptun.

Segnuti nam je, da shvatimo taj sjajni način, natrag do godine 1821. U toj je godini Francuz Bouvard izdao nove popravljene table za gibanje planeta Jupitera, Saturna i Urana, izračunane na temelju zakona gravitacije, što ga je našao Newton. Našao je, da se Jupiter i Saturn u svom faksičnom gibanju po nebu doista slažu s teorijom gravitacije, ali Uran nipošto: on se faksično gibao drugčije, nego što mu to propisuje Newtonov zakon gravitacije. Prva je misao astronoma u takovim prilikama, da koje od najbližih mu nebeskih tjelesa svojim privlačenjem utječe na njegovo gibanje tako, da mu se staza nešto pobrka: astronom bi rekao, u stazi se onog planeta pokazuju „p e r t u r b a c i j e“ (poremećenja). Nu i te se perturbacije dadu točno proračunati po istom Newtonovom zakonu, pa ako se i na njih obazremo, mora se proračunano gibanje planeta podudarati sa faksičnim. To je Bouvard za Urana uradio:

Kučera: Naše nebo.

pogrešku počinio tim, što nije odmah svoja opažanja od 4. kolovoza proračunao i uredio. Bilo je prekasno! Slava obreta zapala je Leverriera i uz njegovo je ime svezana za uvijek.

Uz njegovo će ime nauka ipak častno spominjati uvijek i Adamsovo, jer u ovom dvojakom obretu Neptuna još je veći trijumf čovječjega duha.

Nu da se vratimo k Neptunu! Staza mu je doista, kako je Leverrier slutio, gotovo u istoj ravnini, kao i zemaljska: naklonjena je spram nje za $1^{\circ} 47'$. I Neptun je dakle uvijek u zodijaku. U ogromnoj srednjoj daljini od 602 milijuna milja ili $4.487\frac{1}{2}$ milijuna kilometara, valja se oko Sunca taj veoma veliki planet i treba za taj put pune 164 godine i 280 dana. Promjer mu je 8380 milja ili 62.400 kilometara, dakle mu je promjer pet puta veći od zemaljskoga, a iz Neptuna bi mogao načiniti 125 Zemalja: Neptun je dakle takodjer jedan od velikih planeta, i nešto veći od Urana. Ali mu tvar nije gusta, kao zemaljska: specifična joj je težina samo 1.13, dakle je nešto gušća od vode.

Englez je Lasell već g. 1846. i u toj užasnoj daljini mogao odkriti i jedan mjesec Neptunov, a Struve je u Petrogradu mogao odrediti, da treba 5 dana 21 sat, dok obidje oko Neptuna.

On naravno i mnogo sporije leti oko Sunca, nego li Zemlja, brzina mu je $5\frac{1}{2}$ manja od zemaljske. Sunce mu sja 900 puta slabije nego nama, t. j. na njegovom bi nebu trebalo da bude 900 ovakovih Sunaca, kad bi htjeli, da bude na njemu ovako svjetlo, kao u nas. Kako je daleko od Sunca, gotovo si čovjek ne može da predstavi: zvuk bi trebao do njega 440 godina, a lokomotiva, koja bi na dan prevalila 200 milja, letjela bi do Neptuna 8300 godina! Carstvo je našega Sunca segnulo njegovim obretom za punih 200 milijuna milja dalje u svemir.

* * *

Ako sada još jednoć pregledamo hrpu velikih planeta, smijemo za njih tri, Jupitera, Saturna i Urana reći, da su oni, svaki za se, mali sistemi svietova, jer oko svakoga leti cieli niz trabanta. Možda ćemo s vremenom i za Neptuna naći, da je i oko njega veći broj mjeseca. Na ove manje obitelji nisu samostalne u svemiru, one opet su članovi veće obitelji našega Sunca, a možda je opet ciela obitelj našega Sunca tek jedan član u obitelji višega reda, t. j. možda se

više ovakovih sunaca, kao što je naše, pokoravaju vladi kojega većega sunca, pak zajedno sa svojim obiteljima lete oko toga svoga središta. I tako se malo po malo primičemo pojimanju zgrade bezkrajnog svemira!



III.

Kriesnice i kometi. — Zodijakalno svjetlo.

Kriesnice. — Meteori ili vatrene kruglje. — Meteoriti ili aëroliti. — Što su meteoriti ili kamenje, što pada s neba. — Sveza izmedju ovih tjelesa. — Rojevi kriesnica. — Roj leonida. — Suze sv. Lovrinca ili roj perzeida. — Odnosaj izmedju rojeva kriesnica i kometa. — Bielin komet i roj od 27. studenoga. — Schiaparellijeva teorija. — Liraïdi. — Kometi. — Oblik im i put kroz svemir. — Nekoji odlični kometi. — Donatijev komet od g. 1858. — Wellsov komet. — Saverthalov komet. — Zodijakalno svjetlo.

Kad si se zadubao u motrenje noćnoga neba, često će te iz snatrenja tvoga trgnuti na čas luč na nebu. Neznana i nenadana zakresnu, i bez traga nestade je u tren oka, kao da je nigda nije ni bilo. Nje je nestalo, ali duh ju tvoj još prati, pa se pita: što je? odkuda je i kuda će?

To je bila kriesnica na nebu, kakovih ćeš u običnim prikama vidjeti pet, šest svakoga sata, ako je nebo vedro, a ti pozornim okom motriš cielo nebo. Bit će i malih razlika medju njima. Jedne će zakresnuti sjajem Venere (Danice), druge tek slabim svjetlom zvjezdice petoga reda. Za najsvjetlijima ostat će možda i svietao trag, koji ti još na časak pokazuje stazu, kojom je projurila kriesnica.

Gdjekada, ali razmjerno vrlo riedko, ukazat će se na nebu kriesnica, spoljašnjim svojim pojavom vrlo različita od običnih. Velika se sjajna kruglja polaganije nebom giba, a za sobom ostavlja sjajan rep; cielo se nebo zažari neobičnim svjetlom, koje jakošću svojom znade preteći i pun Mjesec. Astronomi vele, da se je pokazao meteor (bolide).

Još se rjedje za ovakovim meteorom čuje silan prasak, nalik onomu od topa, i velika množina kamenja paze na Zemlju. Vele u tom slučaju, da su pali meteoriti ili aëroliti.

izračunao je pomno sve moguće perturbacije poznatih planeta, koji utječu na Urana, uzeo ih je točno u račun, ali gibanje se Urana ipak nije slagalo sa računom! Pogreška je između proračunanoga mjesta i faktičnoga mjesta Uranova na nebu neprestano rasla: godine je 1830. bila 20 sekunda, godine 1840. već $1\frac{1}{2}$ minuta, a god. 1844. već 2 minuta. To doduše za prosto oko nije gotovo nikakova pogreška, jer nema toga oka, koje bi moglo vidjeti, da je zvijezda za 2 minuta dalje ili bliže. Nu za astronoma je, koji radi s teleskopom, to velika pogreška, kakovim on nije vičan, odkada mu je genij Newtonov dao temeljni zakon svemira. On traži uzrok pogreški. Dvoje je moguće: ili je temelj računu bio neizpravan t. j. Newtonov zakon gravitacije nije istina, ili pak na gibanje Urana utječe još kakovo dosada nepoznato tijelo svojim privlačenjem toliko, da proizvodi opažene pogreške. Na prvi slučaj nije nitko ni pomišljao: Newtonov se je zakon toliko puta tako sjajno potvrdio, da nije bilo moguće dvojiti o njemu. Nepoznati je dakle nekakov uzrok poremećivao stazu Urana, taj nepoznati uzrok mora da je nepoznat planet, koji kola oko Sunca iza Urana, — tako je već zaključio Bouvard, a jamačno i drugi astronomi, ako toga i nisu izrično rekli.

God. 1845. preporučio je slavni Arago mladomu svomu prijatelju, tada još posvema nepoznatomu Leverrieru, koga je ipak poznavao kao vrlo oštroumnog matematičara i vještog računara, da se prihvati zadaće: iztražiti gibanje Urana. Leverrier se je smjesta temeljito i sistematički prihvatio zadaće. Uklonivši iz računa sve perturbacije, što ih proizvode u gibanju Urana susjedni mu planeti Saturn i Jupiter, preostalo je pogrešaka, kojih nije mogao tumačiti. Sada si je tek postavio zadaću ovako: Iz poznatih mi perturbacija, što ih proizvodi taj nepoznati planet, treba računom naći, gdje on mora da bude i kolik je. Između Saturna i Urana ga nije moglo biti, jer bi u tom slučaju morao izvesti perturbacije i u stazi Saturna, kojih nema. Morao je dakle biti iza Urana, pa ako vriedi i nama poznati zakon Titusov, od prilike u dvostrukoj daljini od Sunca kao Uran. I on se jamačno, kao i svi ostali planeti, giba u ravnini ekliptike. Do ljeta god. 1846. bili su svi računi gotovi i u kolovozu g. 1846. priobćio je Leverrier rezultat svojih računa akademiji u Parizu, i kazao sve elemente toga još nigda nevidjenoga planeta: položaj osi, obhodno vrijeme, ekscentričnost njegove staze, masu i t. d., i kao kakov prorok označio je onu točku ne-

beskoga svoda, gdje ga treba tražiti. Dne 23. rujna g. 1846. dobio je astronom Galle (tada u Berlinu, a sada ravnatelj zvjezdarne u Vratislavi) pismo od Leverriera, sa molbom, da nepoznati planet teleskopom potraži na proračunanom mjestu. Obratio se baš u Berlin, jer su ondje tada bile najbolje karte zvijezda, po kojima je bilo najlakše konstatirati, je li na onom mjestu kakova nova zvijezdica, koja se pomiče među stajačicama.

Još je iste večeri Galle naperio svoj teleskop na ono mjesto nebeskog svoda — i najsajjniji obret astronomije bio je gotov: jedva 1 stupanj od proračunanoga mjesta našao je Galle novi planet kao zvjezdicu osmoga reda! Taj je obret bio novi veliki triumf ljudskoga uma. Prvi je to bio triumf u onom dielu astronomije, koji danas rado zovu „astronomija nevidljivih tjelesa“, gdje astronom duševnim okom svojim, uprt o snagu matematične analize u svezi sa Newtonovim zakonom, gleda u svemiru nebesko tijelo ondje, gdje ga do tada nije još nigda vidjelo tjelesno oko kojega smrtnika. U našim je danima u svietu dvostrukih i promjenljivih sunaca ova astronomija slavila ponovno još ljepših trijumfa, o kojima je već bilo spomena u prvom članku u ovoj knjizi, a bit će još prilike to spominjati.

Kud je ovaj sjajni obret već vanredno zanimljiv po sebi i učinio Leverriera (umro 24. rujna g. 1877. kao ravnatelj zvjezdarne u Parizu) jednim od najslavnijih ljudi našega vjeka, tud ga čini još zanimljivijim, ali i častnijim po um ljudski druga, veoma čudnovata okolnost. Ne znajući ništa o radnji Leverriera, uhvatio se je u isto doba ovoga problema i englezki oštroumni matematik Adams, i riešio ga je pače nešto prije Leverriera sa rezultatima gotovo posvema jednakima, kao i Leverrier. I on je označio mjesto nebeskoga svoda, gdje treba tražiti novi planet, Challisu, ravnatelju zvjezdarne u Cambridge-u (Englezka), i ovaj je doista već 4. kolovoza g. 1846., dakle mjesec dana prije Gallea, vidio novi planet na onom mjestu, koje je označio Adams. Nu nesretni je upravo slučaj htio, da je Challis svoja opažanja ostavio neporedjena i neproračunana u svom dnevniku, pa nije ni slutio, koliki je obret onoga dana učinio. I tako se englezkomu naučnjaku Adamsu izmakla u punoj mjeri zaslužena slava, da mu je uspio najsajjniji obret astronomički u 19. vijeku. Tek kasnije, kada je glas o berlinskom obretu došao u Cambridge, dao se Challis na posao, da zanemarene račune izvede — i sada je tek bolan opazio, koliku je

Ovi su vanredni pojavi nebeski, osobito meteori i meteoriti, od vjkada zanimali sviet i učeni i obični. Na fantaziju su neukoga svieta silno djelovali i sviet je taj samo sa strahom i trepetom pomišljao na ove neugodne goste iz dubljina svemirskih. Prirodoslovnim su opet filozofima zadavali mnogo brige, jer im ne znadoše naći pravoga mjesta u svemiru.

Kolik li je bio strah od njih, zabilježila nam je povjest više puta. U staro su vrieme gradili hramove, gdje bi meteorit pao, misleći, da dolazi od Jupitera; pa još g. 1885., kad je u Indiji pao meteorit, stali su žrtve paliti i razne ceremonije vršiti. U apokalipsi povećava se strah i trepet sudnjega dana tim, da se govori, kako će „s neba pasti velika zvijezda, koja gori kao baklja“ (8. pogl. 10.); da će „na zemlju padati zvijezde, kao što smokva odbacuje nezrele smokve, kad ju jak vihor potresa“ (6. pogl. 13.). Pak i onaj „veliki crveni zmaj, što ima sedam glava i deset rogova, a na glavama sedam kruna“ (12. pogl. 3.) opisuje nam se kao velika vatrena kruglja (meteor). „Njegov rep povuče za sobom trećinu zvijezda i baci ih na zemlju“ (12. pogl. 4.).

Na svakom ih gotovo listu sredovječnih kronika samostanskih susretamo kao „leteće zmajevе“, a Kinezi imadu i danas još posebne častnike, koji paze na prolaz meteora i pad meteorita, jer drže, da su u nekakvoj svezi s udesom vladara i naroda.

Pa što da nakon toga reknemo, kad čujemo, da je francuzka akademija, a po njoj većina naučnjaka, koncem prošloga vieka, jednostavno poricala, da kamenje u obće s neba padati može?

Srećom se baš koncem prošloga i početkom ovoga vieka desilo nekoliko pojava ove vrste, koji su nauku u brzu ruku navrnuli na prave staze. Podjimo im tragom.

* * *

Baš u one dane, kad su naučnjaci stali najodlučnije tvrditi, da teške gromade kamenja ne mogu s neba padati, htio je slučaj, da im se to ad oculos dokaže. Dne 26. travnja g. 1803. palo je između prve i druge ure poslie podne baš u Francuzkoj kod Aigle-a na malom prostoru od dvie milje do 3000 komada kamenja! Francuzka akademija pošlje onamo glasovitoga Biot-a, da stvar iztraži. On se sam glavom uvjeri, da je prava istina, i od toga časa nema više sumnje, da može kamenje padati s neba. Kao da je priroda još i posljednji tračak sumnje iz učenjačkih glava iztjerati htjela, bacila

je tri godine kasnije, 15. ožujka g. 1806., opet hrpu kamenja u Francuzku blizu Alais-a u Languedoc-u.

Tečajem našega stoljeća javljali su sa svih strana staroga i novoga svieta silu ovakvih slučajeva, pa i naša Hrvatska ima svoje na glaslu meteorite: Hraščinski ili zagrebački god. 1751., Bušinski g. 1842. i Slavetički g. 1868.*

Veličine su vrlo različite. Od 8 grama im seže težina do stotina i hiljadâ kilograma. Osobito se težinom svojom iztiču meteoriti, što ih nadjoše na Grönlandu. Već g. 1818. opazio je Ross u Eskimova noževa, načinjenih od meteornoga željeza, pa upitavši, odkuda im, dobije odgovor, da na zapadnoj obali Grönlanda leže silni grumeni čistoga željeza. Tek god. 1870. stupio je Nordenskiöld na to zemljište između Lasce-zaljeva i Disco-fjorda, pa se je začudio, našavši tamo one silne okrugle komade meteornoga željeza, koji su u nauci izišli na velik glas pod imenom „grönlandskoga željeza“. Najveći je komad imao u promjeru 2 metra, a Nordenskiöld mu je težinu cienio na 500 centi, drugomu na 200, a trećemu, u obliku gotovo podpunog čunja, na 90 centi; k tomu dolazi još nekih 12 komada sa ukupnom težinom od kojih 16 centi.

Nu još je zanimljivije tlo, na koje su pali i zasjeli. Ili su sasvim ili opet do polovice omotani u bazalt, — što je siguran znak, da su u davnoj prošlosti pali na Zemlju, kad je ondje razžareni bazalt kao tekućina iz zemlje prodirao, dakle negdje početkom tercijarne geološke periode.

Stotina ti pitanjâ glavom prodje, kad pomisliš, da s neba u istinu tako ogromno kamenje pada. Kakovo je to kamenje? Je li sastavljeno od istih tvari kao i naša postojbina, ili nam možda pokazuje novih kemičkih elemenata? Imade li na Zemlji takovoga ili sličnoga kamenja? Gdje je to kamenje postalo i odkuda je k nama došlo? Nije dakle ni čudo, što su od početka našega stoljeća i kemici i mineralozi i geolozi i astronomi s osobitom pomnjom izučavali i izpitavali ove čudne goste iz svemira i najoštrije metode modernoga prirodoslovlja uporabljali na svaki novi slučaj. Pak što nadjoše? Opet sjajnu potvrdu danas već dobro utvrđenoj teoriji o jedinstvu tvari i prirodnih sila u cielom svemiru!

Već je Gustav Rose g. 1863. opisao meteorite, koji su njemu poznati bili, i došao do dosta čudna rezultata, da ih ima dvie vrste, koje su razmjerno dosta različite. Jednim je glavna sastavina čisto

* Vidi Kišpatić: Slike iz rudstva.

željezo (do 90%), a drugim kamenita masa, sastavljena od raznih silikata, iz kojih su postali mineralin, olivin, enstatit, broncit i drugi ovima slični. Po tom dieli sve meteorite u željezne i kamenite.

Daubrée, jedan od najboljih poznavalaca meteorita, dieli ih u siderite i asiderite prema tomu, ima li u njih željeza ili ne. Rezultatom svih kemičkih analiza možemo smatrati veoma važnu istinu, da je u meteoritima nadjeno 27 kemičkih elemenata naše Zemlje, ali je često ostajao mali ostatak nepoznatih tvari. Nu isto je tako danas u znanosti obćeno priznata istina, da u njih nema ni traga organskomu životu, kako su to neki htjeli da nadju i da tim načinom protumače postanak organizama na Zemlji.

Nu ako i nema u meteorima drugih tvari nego na Zemlji ipak se pokazuje, da su se ove tvari drugačije medju sobom spojile i u skupine stopile, nego što se to na Zemlji zbiva, pa zato meteoriti već svojim sastavom jasno pokazuju, da nisu zemaljskoga podrijetla. Najbliže im je u tom pogledu naše vulkaničko kamenje.

Nu tko da podje tragom svim hipotezama o tim pitanjima, što su ih strukovnjaci tijekom ovih 80 godina postavili? Jedni rekoše, da nam ih Mjesec šalje; drugi, da su ih izbacili zemaljski vulkani; treći opet, da dolaze sa Sunca. Neki opet pozvaše u pomoć Jupitera i druge planete, ili su čak govorili o razmrskanom velikom planetu, kojega ostanci u sunčanoj orbiti od člana do člana lutaju. Posegoše neki i dalje u sviet stajačica, pa rekoše, da su okrnjci ovih. Možda nam ih šalju kometi, ili su neposredno postali iz prvobitne magle, iz koje se je naš sunčani sustav razvio?

Što je u ovom nizu hipotezâ istina? Komu da vjerujemo?

Kao svagdje u prirodnoj nauci, tražiti nam je i u tom slučaju istinu na kompetentnom mjestu, a to je ovdje mineralogija. Mineraloge zapala je zadaća, da pomno izpitaju fizikalna svojstva i sastav ovoga kamenja, pa da na osnovu pozitivnih svojih rezultata izreknu sud o tom, kako je moglo postati to kamenje, u kakovu je stanju morala biti materija u ono vrieme i na onom mjestu, gdje su meteoriti postali. Upitajmo ih dakle, što nam znadu kazati; možda će nam pomoći, da se izvučemo iz ovoga labirinta!

* * *

Po njihovim bi se istraživanjima postanak meteorita mogao od prilike ovako protumačiti. U svemirskom prostoru ima negdje masa, sastavljena od glavnih elemenata meteorita: silicija, magne-

zija, željeza, nikela i nešto malo kisika. Sve te tvari neka su u prvobitnom plinovitom ili maglovitom stanju. U nekom će stepenu razvitka doći i u hladnom svemirskom prostoru do kristalizacije ovih masa. Kod svake pak kristalizacije, koja se zbiva uz malo kisika, pojavit će se u velikoj množini silikati, a željezo ćemo i nikel smjeti očekivati kao čiste kovove. Pri tom se spajanju svakako razvija neka množina topline, i ta će masu već donekle preinačiti prije, nego žarenjem izgubi svoju toplinu u hladnom prostoru svemirskom. Konačni će rezultat biti kamenita masa, koja se brzo ohladi do nizke temperature svemirskoga prostora. Na svom putu po svemiru dodje ovako postali meteorit u blizinu Sunca. Velika toplina sunčana djeluje silno na ledeno kamenje. Ugrije se i razlomi na više komada. U njima se pojave pukotine, sitna ciepanja i infiltracije: sama svojstva, što nam ih svi meteoriti pokazuju.

Tražeci na nebu pojav, koji bi se bar po vanjštini svojoj podudarao s meteoritima, svakako će nam oko najprije zapeti o meteore. Te vatrene kruglje, koje znadu i usred bieloga dana na nebu iznenada sinuti tamo daleko iznad oblaka, razsvietle sav kraj žarkim svojim svjetlom, a za sobom ostave gdjekada sjajan rep, koji je medjutim kratka vieka kao i meteor sam. Tek što ćeš pet nabrojiti, nestalo je svietle kruglje, a par časaka zatim utrnulo se i sjajni rep. Obično nam od njih ne dopire nikakov glas: nečuveni prohuje kroz najviše slojeve atmosfere, sjajem su svojim nalik na Danicu, šta više, i na puni Mjesec. Riedko kad čuti ćeš ipak iz daljine mukao tutanj, kao da se tamo dogodila silna eksplozija. Čudno se doimlju ovi pojavi duše čovječje! Vidio si nešto izvanredno, staneš pa napneš sva sjetila, ne bi li nenadanu prikazu dobro uhvatio, a kad tamo, nisi je dobro ni vidio, a već je nema: poput vještice bila je — i izčezla!

Izporediš li ovaj pojav s prijašnjim, jamačno će te zateći misao, da si vidio kamen, koji će negdje daleko pasti na Zemlju. Možda si u jednom ili drugom slučaju i pogodio, osobito ako si čuo iz daljine tutanj. U velikoj većini slučajeva ipak ti ne će biti zaključak izpravan. Redovito si vidio nebesko tielo, koje se je, zašavši iz svemira u našu atmosferu, poradi odpora zraka razžarilo i proletjevši u tili čas svoj put kroz atmosferu, opet utrnulo i dalje krenulo svojom stazom, da se možda nikada više ne sastane s našom Zemljom!

Recimo odmah: svi pojavi optički govore tomu u prilog, da su ove kruglje i meteoriti tjelesa iste vrsti — ništa drugo, nego razni stupnjevi istih tjelesa.

željezo (do 90%), a drugim kamenita masa, sastavljena od raznih silikata, iz kojih su postali mineralin, olivin, enstatit, broncit i drugi ovima slični. Po tom dieli sve meteorite u željezne i kamenite.

Daubrée, jedan od najboljih poznavalaca meteorita, dieli ih u siderite i asiderite prema tomu, ima li u njih željeza ili ne. Rezultatom svih kemičkih analiza možemo smatrati veoma važnu istinu, da je u meteoritima nadjeno 27 kemičkih elemenata naše Zemlje, ali je često ostajao mali ostatak nepoznatih tvari. Nu isto je tako danas u znanosti obéeno priznata istina, da u njih nema ni traga organskomu životu, kako su to neki htjeli da nadju i da tim načinom protumače postanak organizama na Zemlji.

Nu ako i nema u meteorima drugih tvari nego na Zemlji ipak se pokazuje, da su se ove tvari drugačije medju sobom spojile i u skupine stopile, nego što se to na Zemlji zbiva, pa zato meteoriti već svojim sastavom jasno pokazuju, da nisu zemaljskoga podrijetla. Najbliže im je u tom pogledu naše vulkaničko kamenje.

Nu tko da podje tragom svim hipotezama o tim pitanjima, što su ih strukovnjaci tijekom ovih 80 godina postavili? Jedni rekoše, da nam ih Mjesec šalje; drugi, da su ih izbacili zemaljski vulkani; treći opet, da dolaze sa Sunca. Neki opet pozvaše u pomoć Jupitera i druge planete, ili su čak govorili o razmrskanom velikom planetu, kojega ostanci u sunčanoj obitelji od člana do člana lutaju. Posegoše neki i dalje u sviet stajačica, pa rekoše, da su okrnjei ovih. Možda nam ih šalju kometi, ili su neposredno postali iz prvobitne magle, iz koje se je naš sunčani sustav razvio?

Što je u ovom nizu hipoteza istina? Komu da vjerujemo?

Kao svagdje u prirodnoj nauci, tražiti nam je i u tom slučaju istinu na kompetentnom mjestu, a to je ovdje mineralogija. Mineraloge zapala je zadaća, da pomno izpitaju fizikalna svojstva i sastav ovoga kamenja, pa da na osnovu pozitivnih svojih rezultata izreknu sud o tom, kako je moglo postati to kamenje, u kakovu je stanju morala biti materija u ono vrieme i na onom mjestu, gdje su meteoriti postali. Upitajmo ih dakle, što nam znadu kazati; možda će nam pomoći, da se izvučemo iz ovoga labirinta!

* * *

Po njihovim bi se izražavanjima postanak meteorita mogao od prilike ovako protumačiti. U svemirskom prostoru ima negdje masa, sastavljena od glavnih elemenata meteorita: silicija, magne-

zija, željeza, nikela i nešto malo kisika. Sve te tvari neka su u prvobitnom plinovitom ili maglovitom stanju. U nekom će stepenu razvitka doći i u hladnom svemirskom prostoru do kristalizacije ovih masa. Kod svake pak kristalizacije, koja se zbiva uz malo kisika, pojavit će se u velikoj množini silikati, a željezo ćemo i nikel smjeti očekivati kao čiste kovove. Pri tom se spajanju svakako razvija neka množina topline, i ta će masu već donekle preinačiti prije, nego žarenjem izgubi svoju toplinu u hladnom prostoru svemirskom. Konačni će rezultat biti kamenita masa, koja se brzo ohladi do nizke temperature svemirskoga prostora. Na svom putu po svemiru dodje ovako postali meteorit u blizinu Sunca. Velika toplina sunčana djeluje silno na ledeno kamenje. Ugrije se i razlomi na više komada. U njima se pojave pukotine, sitna ciepanja i infiltracije: sama svojstva, što nam ih svi meteoriti pokazuju.

Tražeci na nebu pojav, koji bi se bar po vanjštini svojoj podudarao s meteoritima, svakako će nam oko najprije zapeti o meteore. Te vatrene kruglje, koje znadu i usred bieloga dana na nebu iznenada sinuti tamo daleko iznad oblaka, razsvietle sav kraj žarkim svojim svjetlom, a za sobom ostave gdjekada sjajan rep, koji je medjutim kratka vieka kao i meteor sam. Tek što ćeš pet nabrojiti, nestalo je svietle kruglje, a par časaka zatim utnuo se i sjajni rep. Obično nam od njih ne dopire nikakov glas: nečuveni prohuje kroz najviše slojeve atmosfere, sjajem su svojim nalik na Danicu, šta više, i na puni Mjesec. Riedko kad čuti ćeš ipak iz daljine mukao tutanj, kao da se tamo dogodila silna eksplozija. Čudno se doimlju ovi pojavi duše čovječe! Vidio si nešto izvanredno, staneš pa napneš sva sjetila, ne bi li nenadanu prikazu dobro uhvatio, a kad tamo, nisi je dobro ni vidio, a već je nema: poput vještice bila je — i izčezla!

Izporediš li ovaj pojav s prijašnjim, jamačno će te zateći misao, da si vidio kamen, koji će negdje daleko pasti na Zemlju. Možda si u jednom ili drugom slučaju i pogodio, osobito ako si čuo iz daljine tutanj. U velikoj većini slučajeva ipak ti ne će biti zaključak izpravan. Redovito si vidio nebesko tielo, koje se je, zašavši iz svemira u našu atmosferu, poradi otpora zraka razžarilo i proletjevši u tili čas svoj put kroz atmosferu, opet utrnulo i dalje krenulo svojom stazom, da se možda nikada više ne sastane s našom Zemljom!

Recimo odmah: svi pojavi optički govore tomu u prilog, da su ove kruglje i meteoriti tjelesa iste vrsti — ništa drugo, nego razni stupnjevi istih tjelesa.

Prvi je pojav meteora i meteorita sasna jednak. Jedan se i drugi ukaže na nebu kao vatrena kruglja, proleti jedan dio neba baš tako, kao da je čvrsta razžarena ili goruća masa. Još više! Često su puta astronomi mogli izmjeriti visinu, u kojoj se je meteor ili meteorit pojavio, pa su našli, da se i u tom obziru poduno slažu. Jedni se i drugi javljaju samo u najvišim slojevima atmosfere i lete samo najvišim slojevima njezinim. Meteorit doduše padne kasnije na Zemlju, ali se je davno prije toga utrnulo. Svetli dio njegova puta ostaje uvijek u najvišim slojevima atmosfere — oko 75 km. nad Zemljom.

I brzinu, kojom lete, sravnjivali su neutrudivi astronomi, pa i u tom opaziše za čudo veliku analogiju između obiju vrsta tjelesa. Svi pokazuju brzinu, koja se može izporediti s brzinom naše Zemlje na njezinu putu oko Sunca, t. j. 4 milje u sekundi, a zovu ju rado planetarnom brzinom.

Neposredna je posljedica ove njihove velike brzine, da se moraju gibati oko Sunca kao središta, a da se nikako ne mogu gibati oko Zemlje. Dolaze dakle k nama iz vana, iz svemira, te ne mogu nikako da budu — kako se to još početkom ovoga stoljeća vjerovalo — električni proizvodi naše atmosfere ili naših vulkana.

Rep, što ga u obliku svetloga oblaka pokazuju meteoriti, vidjen je često i u meteora, dakle ni u tom nema razlike.

Dodaš li napokon još k tomu veliku sličnost u načinu, kojim jedni i drugi lete zrakom — način, koji te dosta jasno upućuje, da je nešto zajedničko u njihovu astronomičkom odnošaju, morat ćeš i ove razloge uvažiti i s nama zajedno utvrditi:

Vatrene kruglje i kamenje, što s neba pada, jesu tjelesa istoga reda i dolaze k nama iz svemira.

Nu kakova su to tjelesa i zašto svietle samo tako dugo, dok zrakom lete, a ni prije ni kasnije im ne znamo traga?

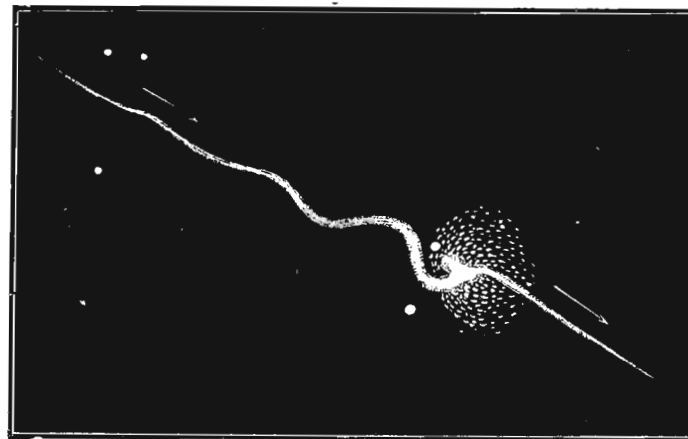
Tri su slučaja moguća: ili su ta tjelesa čvrsta ili su tekućine ili napokon uzdušnine. Da odlučimo, što je od svega toga najvjerojatnije, motreći pojave sasna nepristrano i upirući se o stalne prirodne zakone!

Prije svega vidimo, da su meteoriti, kad na zemlju padnu, čvrsta tjelesa, koja na svojoj površini pokazuju jasne tragove, da se je ova raztalila ili da je gorjela. Svi naime željezni a i mnogi kameni meteoriti pokazuju one čudne jamice na svojoj površini, za koje je Daubrée liepo pokazao, da se umjetnim načinom mogu

načiniti u čeličnom topu, ako se duže vremena puca prahom, koji je bio jako stlačen. Pokazuju se i onda, kad dinamit eksplodira blizu željeznih masa.

Ovi nas pojavi jasno upućuju, da su meteoriti i prije, nego što su došli u zrak, bili čvrsta tjelesa, jer se ne da pomisliti, da bi masa ikoje uzdušnine mogla izdržati onaj silni odpor, koji proizvodi one karakteristične jamice. Da je meteorit bio uzdušnica ili tekućina, ova bi se pri ulazu u atmosferu najprije bila splasnula, jer je elastična, zatim bi se odmah razsula, jer nema nikakove kohezije, ali ne bi nipošto mogla kao suvisla masa letjeti zrakom više milja daleko.

Ako se sad još sjetimo, da se gdjekada baš vidi, kako se me-



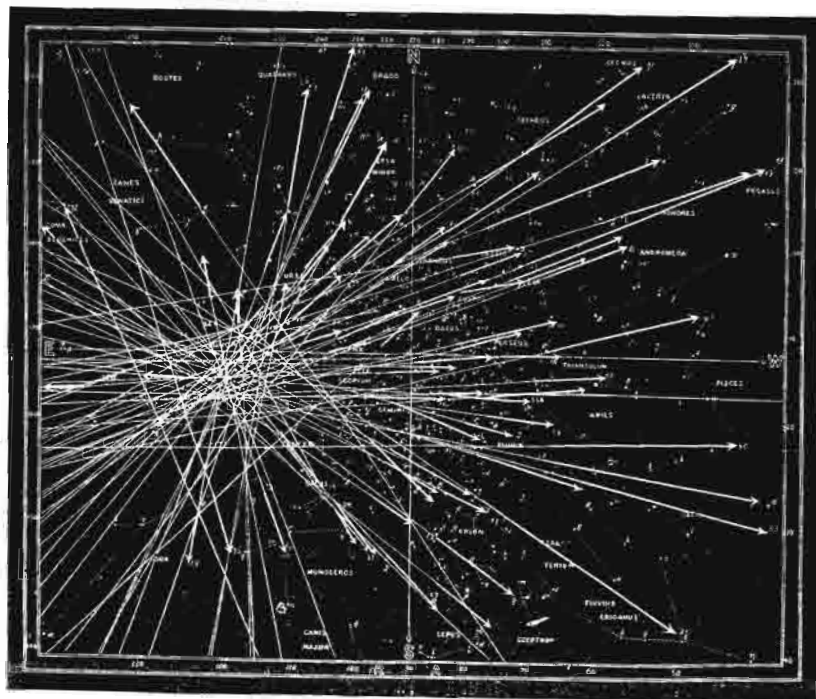
Sl. 121. Eksplozija meteorita sa vijugastom stazom. Opažena 11. studenoga god. 1869. — Po slici J. Silliermana.

teorit u zraku razlupa u više komada (sl. 121.), nije li opravdan zaključak, da su mase, koje nam se ukazuju kao meteori ili meteoriti — čvrsta tjelesa?

Dok su ta čvrsta tjelesa izvan naše atmosfere, ne mogu da svietle, — mi ih ne vidimo —, jer po dosta pouzdanim računima bit će u svemiru temperatura sigurno manja od 100° C. Makar kako jako žarilo čvrsto tijelo, u toj silnoj studeni mora da se u brzo utrne.

Odkuda dakle meteorima i meteoritima odmah u najvišim slojevima atmosfere tolika temperatura, da se na površini raztale i gore, da se na njima pokazuju one karakteristične jamice?

prohujile su zrakom hiljade i hiljade kriesnica i vatrenih krugalja. Razpitao se odmah Humboldt u onom kraju, pokazuje li se češće tamo ovaj pojav, pa je doznao od najstarijih ljudi u Cumani (Venezuela), da su zbilja g. 1766. prije velikoga potresa vidjeli sličan pojav. Povrativši se kasnije u Evropu, mogao je doznati, da se je pojav iste noći vidio od Weimara do Rio-Negra, od Rio-Negra do Herrnhuta na Grönlandu, na silnom prostoru od 921.000 četvornih milja!



Sl. 122. Staze od 83 kriesnica, opaženih u Glasgouu, u noći od 13. na 14. studenoga god. 1866. od Herschela i Mac Gregora.

Kraj ove množine kriesnica i pojava na tolikom prostoru nije se mogla više održati misao, da su kriesnice električnoga podrijetla, jer bi se ta silna množina elektriciteta u uzduhu bila morala i drugačije na Zemlji pokazati.

Kad se je g. 1832. i 1833. ponovio pojav ovih kriesnica baš u isto vrijeme, u noći na 13. studenoga i sljedeće (sl. 122.), i još k tomu s većim sjajem nego li godine 1799., — (u Americi su samoj nabrojili

za 9 sati 300.000 kriesnica!) — bila je sudbina kriesnica odlučena: one su dobile stalno svoje mjesto u astronomiji. Astronom morao ih je odsele pomnije motriti, jer ga je na to nukao uz njihovu množinu osobito periodični njihov povratak svake 33. godine.

Time je nastalo zamašno pitanje: kamo ih treba uvrstiti? Jesu li trabanti Zemlje ili Mjeseca? Idu li možda oko Sunca? Jesu li samostalni članovi našega sunčanoga sustava ili možda pripadaju kojemu planetu ili kometu, ili čak dolaze u naš sustav iz predjelâ drugih stajačica?

Što se je bilo g. 1799. izmaklo vještomu oku Al. Humboldta, opazio je već g. 1833. Olmstedt, kad se je pojav u studenom te godine ponovio još ljepšim sjajem nego g. 1799.

Ako se na prvi mah i čini, da kriesnice poput varnica na sve strane neba bez ikakova reda vrcaju, pokazuje se pozornomu motritelju ipak neka pravilnost u putovima najveće množine kriesnica. Pokušamo li naime sve putove kriesnica natrag produžiti, opazit ćemo namah, da se gotovo svi stječu u istoj točki nebeskoga svoda izmedju zvijezda ϵ i μ u zvjezdištu Lava (Leonis), kako priložena slika 122. liepo pokazuje. Kad gledamo pojav sa Zemlje, čini nam se, kao da sve kriesnice iz te točke nebeskoga svoda na sve strane neba lete kao traci rakete. Nu to izhodište pokazuje još i drugo zanimljivo svojstvo. Kao što se zvjezdište Lava tečajem noći giba od iztoka prama zapadu, isto se tako s njim zajedno miče i izhodište svih kriesnica — recimo na astronomsku — radijant kriesnica. I pet šest sati kasnije još uvijek kriesnice vrcaju iz iste točke izmedju ϵ i μ Leonis!

Ovaj je obret Olmstedtov prevažan bio za dalje poznavanje kriesnica, jer je jednim mahom oborio sve hipoteze o zemaljskom podrijetlu kriesnica. Da su one naime zemaljskoga podrijetla, ne bi im se radijant mogao gibati zajedno sa stajačicama, nego bi iza njih morao zaostajati, t. j. morao bi se gibati od zapada prama iztoku. Ova nas stalnost u položaju radijanta baš protivno upućuje, da se sve kriesnice, koje od onuda dolaze, gibaju uzporedno, a radijant nam samo pokazuje mjesto, u kojem se uzporedni putovi kriesnica prividno sastaju. Evo zašto! Ako stojimo na velikoj ravnici, na kojoj je posadjeno mnogo uzporednih redova jablana, a na jednom kraju tih drvoreda stoji toranj, s kojega svu ravnicu pregledati možemo, to će nam se činiti, da redovi jablana nisu uzporedni, nego da se svi stječu u dalekoj točki horizonta na pro-

Ovo pitanje — dugo vremena nejasno i neponjatno — riješeno je tek u novije vrijeme, odkad nas je fizika poučila o tom, što je toplina, — odkad postoji mehanična teorija topline. Po tom nazoru — a danas nema fizika, koji ne bi uza nj prijanjao — nije toplina čvrstoga tiela ništa drugo, nego sitno ali vrlo brzo titranje njegovih molekula, i temperatura je tiela to veća, što mu brže molekuli titraju, i što ih je više. Temperaturu tiela povisiti, znači po tom žestinu u gibanju molekula povećati, ili, kako fizičar veli, živu silu molekula povećati. Udarimo li na pr. batom po olovu, što se događa? Bat je svoju brzinu izgubio, udarivši o olovo; olovo pak, budući poduprto, ne može bježati, nego se nešto stlači i — znatno ugrije. Ono gibanje bata prešlo je na molekule olova, tim se povećala žestina njihova gibanja i ta se povećana žestina gibanja našim sjetilima javlja kao toplina!

Svaki nas iz iskustva znade, da je ovim udarcem proizvedena toplina to veća, što je veća bila brzina bata i što je on teži, što mu je veća masa. Prenesimo ovo iskustvo na meteorite. Meteorit velikom brzinom (4 milje u sek.) udari o našu atmosferu, koja se njegovu gibanju to žešće opire, što on brže leti. Brzina će se meteorita dakle najednom znatno umanjiti; zrak će se ondje stlačiti, a jedan dio izgubljene brzine svakako će prijeći na molekule meteorita i zraka kao titranje: oba će se tiela najednom znatno ugrijati. Račun pokazuje, kad bi se sva pri ulazu u zrak izgubljena brzina u toplinu pretvorila, morali bi se meteoriti radi svoje strašne brzine ugrijati za nekili milijun stupanja. Nu s obzirom na zrak, kojim meteoriti prolaze, našao je Schiaparelli, taj veliki nasljednik Beškovićev na Milanskoj zvjezdarni, da se temperatura u istinu može povisiti samo za nekoliko tisuća stupanja — svakako dosta, da se i najtvrdja masa na površini bar razžari, raztali i dielomice izgori.

Tim nam se svi optički i akustični pojavi na meteorima, a i one karakteristične jamice jednostavno tumače. Je li čudo, ako se kadkad meteor razpukne od ove velike temperature i da se za tim čuje silna detonacija? Je li čudo, da se na površini raztali i dielomice izgori, dok je u nutrini poradi prekratkog trajanja ovoga žara ostao netaknut? Je li čudo, ako meteor za sobom ostavlja svietao rep? Je li napokon čudo, ako se na njemu poradi silnoga otpora i tlaka zraka načine karakteristične jamice? Meteoriti i meteoriti su dakle svakako diskretna čvrsta tjelesa, koja se pri ulazu u atmosferu razžare i samo dotle žare, dok su u njoj.

* * *

Od vatrenih krugalja do malih kriesnica samo je jedan korak. I kriesnice nam se javljaju samo u najvišim slojevima atmosfere kao diskretna razžarena tjelešca, koja tek nekoliko trenutaka svietle. Nije ni u njih riedak pojav, da iza sebe ostave svietao rep, ali i toga u tren oka nestane baš kao u meteora i meteorita. Od njih nam medjutim nikakov glas ne dolazi i da ne ima ono malo žara, čovjek ne bi ni znao, da ona razmjerno sitna, ali mnogobrojna tjelesa u obće po svemiru kolaju.

Svi pojavi optički i astronomički, što smo ih čas prije spomenuli kod vatrenih krugalja, upućuju nas i kod kriesnica, da ih imademo pribrojiti onoj istoj vrsti tjelesa, kojoj su članovi meteoriti i meteoriti.

Prodjemo li naime red svih do sada palih meteorita, to ćemo naći, da je vrlo malo kamenih, kojim bi težina presegla 50 kg. Željeznih ima već mnogo težih, nu i od njih najveći ne dosežu težinu jedne bačve ili 1000 kg.

Izpredimo li sada s ovakovim najsjajnijim meteorom slabu kriesnicu, ne ćemo pogriješiti, ako uztvrdimo, da težinu njezinu valja cijeniti samo na kilograme, možda i na dielove kilograma. Približni je račun pokazao, da su obične kriesnice, koje još prostim okom vidimo, valjda samo tolike, kao veći komadići šljunka, što se u našim riekama valjaju. Ove pak razlike u veličini sigurno su dovoljne, da nam raztumače sve opažene razlike u jakosti sjaja i boja.

Ovaj je zaključak o istoti meteorita, meteora i kriesnica veoma važan za dalje promatranje ovih tjelesa.

Ustavimo se dakle na časak kod kriesnica, pak izpitujmo, što nam one znadu kazati o svom podrijetlu i životu!

Čudan je udes pratio sve do početka ovoga stoljeća naše kriesnice. Astronomi ih ne htjedoše nikako primiti u svoju nauku! Bila je u neku ruku sramota za astronoma, baviti se motrenjem kriesnica, jer je bilo obćeno mnijenje, — još i početkom našega stoljeća — da su nekakav oblik elektriciteta u našoj atmosferi, a kao takovim nije im bilo mjesta u astronomiji.

Znamenita je bila za bolje poznavanje kriesnica noć od 11. na 12. studenoga 1799., kad je Al. Humboldt bio u Andama, pa se divio krasnomu noćnomu nebu ekvatorijalnih krajeva.

Te je noći Humboldt vidio, kako je oko 2 sata u jutro počela padati prava kiša samih kriesnica. Između istočne i sjeverne strane neba počigle se i u kratkom vremenu od 4 ure

imade rojeva još vrlo mnogo, — na stotine — kojih svaki imade svoj radijant, nu da su ti rojevi spram prijašnjih veoma slabi.

Ovako je stajalo to pitanje u oči povraćaja leonida g. 1866. Svatko će lasno pojmiti grozničavu uzrujanost astronoma u oči 12. studenoga g. 1866. Kriesnice su zaista došle u obilnom broju, te su astronomi mogli cieli razvitak pojava točno pratiti.

Odmah iza pojava stadoše dva astronoma svom silom izučavati ovaj roj kriesnica: H. J. Newton u Americi i J. V. Schiaparelli u Milanu. I tako postade g. 1867. u astronomiji glasovito djelo Schiaparellijevo: „Note e riflessioni intorno alla teoria astronomica delle stelle cadenti“, u kojem je priobćen svijetu jedan od najzna-



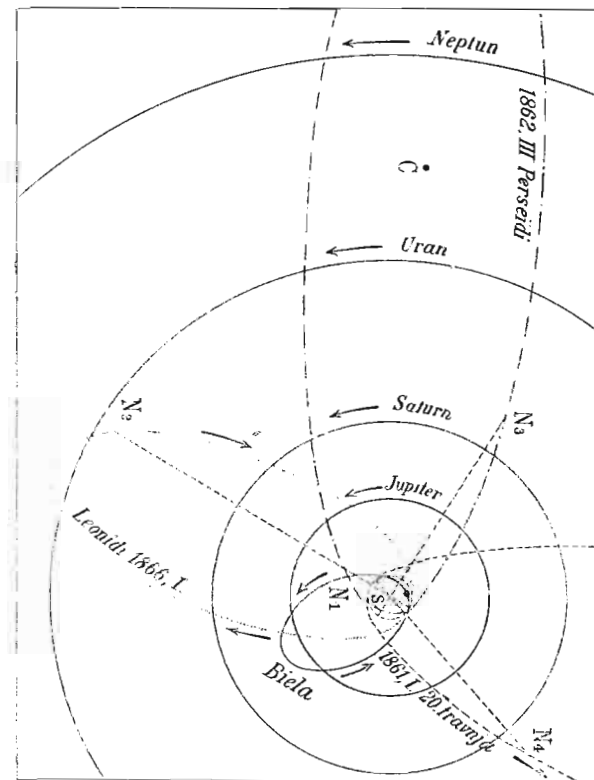
Sl. 124. Obćeni oblik kometa. Jezgra, glava i rep, kako se vide prostim okom.

menitijih obreta astronomičkih. Ovo će djelo i kasnijim naraštajima služiti kao uzor načina, kako se u prirodnoj nauci iztražuje.

Veliki komet od godine 1862. bio se Zemlji toliko približio, da je Zemlja možda prošla kroz njegov rep. U isto se je doba u Englezkoj opazila čudna razsvjeta neba, kakova se obično pokazuje u krajevima, gdje se baš direktno ne vidi obilno padanje kriesnica. Na osnovu ovih pojava moglo se slutiti, kako je to već 50 godina prije Chladni učio, da su kriesnice i kometi u nekom odnošaju.

Opažene analogije između rojeva kriesnica i kometa ponukaše Schiaparellija napokon, da proračuna stazu, kojom se roj sv. Lovrinca od 10. kolovoza giba. I proračunavši stazu, koju priložena slika (sl. 125.)

prikazuje uz druge, doživio je Schiaparelli veliki naučni užitek i zadovoljstvo, da je u velikom kometu od g. 1862. (III.) našao nebesko tijelo, koje po nebu putuje istom stazom, kao i lovrinački roj kriesnica (perzeidi). Dr. Th. Oppolzer u Beču izračunao je malo prije stazu toga kometa, koji svoju elipsu oko Sunca za 123 godine obleti, i unatoč vrlo nesigurnomu računanju staze za roj kriesnica, pokazala se između obaju rezultata tako velika sličnost, da su Schiaparelli i drugi



Sl. 125. Zajedničke staze kometa i rojeva kriesnica.

astronomi odmah izrekli tvrdnju: Roj kriesnica, koji čini perzeide, ide oko Sunca istom stazom, kojom ide komet III. od. god. 1862. (vidi sl. 123. i 125.).

I tim je obretom bila već davno nagovještana sveza između kometa i kriesnica pronadjena — ujedno jedan od glavnih triumfa astronomije u ovom stoljeću. Pa je li to baš tako znamenit obret?

tivnoj strani ravnice. Ako je mnogo takovih redova, činit će nam se, da su krajnji redovi okomiti jedan na drugom. Tako je i kod kriesnica. Toranj je u ovom slučaju naša Zemlja, s koje gledamo, gdje dolaze kriesnice; redovi su jablana uzporedni putovi pojedinih kriesnica, a točka, u kojoj se ti paralelni putovi stječu, jest radijant. Posljedica je perspektive, da se smjerovi kriesnica prividno tim više razilaze, što nam kriesnice bliže dolaze.

Ove dvie činjenice: periodični povraćaji nakon 33 godine i jedinstveni radijant za sve kriesnice, koje padahu u noći od 11. na 12. studenoga, otvoriše vrata prevažnomu nizu zaključaka. Kriesnice, koje su noći od 11. na 12. studenoga g. 1799. i onda opet g. 1833. na isti dan u tolikoj množini padale, čine očito velik roj, koji, obilazeći po nekakovoj krivulji oko Sunca, nakon $33\frac{1}{4}$ godine dodje tako blizu Zemlji, da većina kriesnica u tom roju prolazi najvišim slojevima atmosfere i tim tvore veličajan pojav u prvoj polovici studenoga. U tom nas zaključku još više utvrđuje jedinstveno izhodište njihovo u zvjezdištu Lava — (odtud roju ime „leonidi“) — i paralelizam njihovih staza.

Na osnovu ovoga zaključka i točnoga računa prekoše astronomi za god. 1866., da se ima oko 14. studenoga očekivati silno padanje kriesnica. I proročanstvo im se liepo izpunilo. Ne samo g. 1866., nego još i sljedećih dviju godina, 1867. i 1868., padale su istoga dana kriesnice kao kiša!

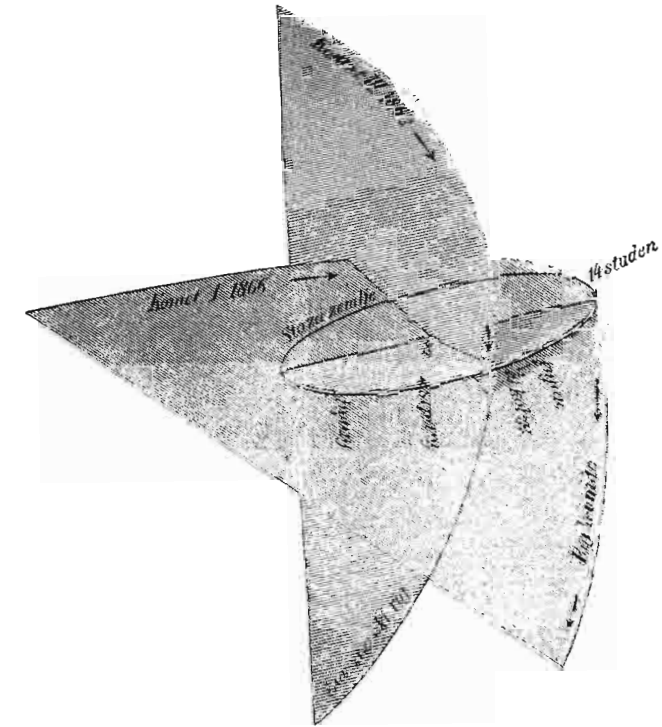
Roj je dakle kriesnica bio tako dugačak, da se je Zemlja još dva puta na svom putu oko Sunca mogla povratiti na isto mjesto, i još se je uvijek sukobila s velikom množinom članova iz ovoga roja. (Sl. 123.)

Je li dakle čudo, ako su se znameniti astronomi stali ozbiljno zanimati ovim rojem? Među njima su H. J. Newton, Schiaparelli, Heis, Denning, Zezioli i Weiss.

Najprije se je stao profesor Newton (tada na Yale-College u New-Havenu) pitati, jesu li roj leonida i prije god. 1799. ikada vidjeli, i tražeći po kronikama viesti o tom, mogao je god. 1864. ustanoviti ne manje od 13 povraćaja, od kojih najdalji seže u godinu 903. p. I. To je iztraživanje uputilo Newtona na periodu od nekih 33 godine.

Pokazalo se odmah dalje, da roj od 14. studenoga nije jedini, koji se onako pravilno povraća. Već iz srednjega vieka bile su iz kronika dobro poznate „suze sv. Lovrinca“ (10. kolovoza), — opet

kriesnice, koje se svake godine bez iznimke na taj dan pokazuju, ne doduše onako sjajno kao one od 14. studenoga, ali ipak u tolikom broju, da je to i neuki sviet već davno opazio. Upozoreni rojem leonida, posvetiše astronomi i ovom roju više pažnje i opet nadjoše, da sve kriesnice od 10. kolovoza imaju jedno te isto izhodište u zvjezdištu Perzeja, da pripadaju dakle takodjer sve jednomu roju, komu dadoše ime „perzeidi“ ili „Lovrinački roj“ (vidi



Sl. 123. Staze rujanskoga i lovrinačkoga roja kriesnice spram staze Zemlje.

sl. 123.). Na budući da se kod ovoga roja svake godine pokazuje od prilike isti broj kriesnica, moramo zaključiti, da u tom roju kriesnice nisu na jednoj, dosta gustoj rpi, kao u leonida, nego da su se uzduž ciele staze svoje ponajednako razasule, da čine na neki način obruč eliptičan, koji se svakih sto i nekoliko godina jednom okrene oko Sunca.

Osim ovih najpoznatijih dvaju rojeva našlo se naskoro, da

Do toga vremena bile su podijeljene kriesnice i kometi u dva razreda nebeskih tjelesa, za koja se dođuse slutilo, da bi mogla biti u nekom srodstvu, ali nikomu ne bijaše moguće to srodstvo поближе označiti. Za kriesnice je postajao velik broj hipoteza, koje su im podrijetlo bacale s jednoga nebeskoga tiela na drugo.

A sada? Za perzeide bar stoji neoboriva istina, da lete istom stazom oko Sunca, kao i veliki III. komet od god. 1862, s tom jedinom razlikom, da je komet od prilike 4 godine prije prošao perihelom, nego li najgušća rpa roja.

A kad to stoji, može li se itko oteti misli, da je komet i u nekakovom fizičkom savezu sa rojem, — da su kriesnice put od puti kometove?

Ipak bi bio opravdan prigovor, da je prerano to zaključiti, dok ovaj slučaj s perzeidima i velikim kometom od g. 1862. III. stoji sam u nauci.

Nu mi već znamo, da osim ovoga roja imademo još roj od 12. studenoga, koji se svake 33. godine redovito vraća.

Isti Schiaparelli izpitivao je i stazu leonida, koji su se baš one godine u onolikom broju povratili. Izporedjavajući međjutim rezultat svoga računa s brojevima proračunanih kometa, izjavi, da ne nalazi nigdje slične staze među kometima, premda je na osnovu pojava 14. studenoga god. 1866. stazu roja mogao još točnije proračunati nego prije!

Malo zatim upozori C. F. W. Peters, astronom u Altoni, da i roj u studenom zbilja imade svoga pratioca u Tempelovu kometu od g. 1866., jer se njegova staza, koju je netom bio opet Oppolzer u Beču izračunao, podpuno sudarala sa računom Schiaparellijevim o stazi leonida.

Dne 19. prosinca g. 1865. otkrio je Tempel u Marseilli mali komet, koji se je do veljače sljedeće godine vidio. Stazu mu je proračunao Oppolzer g. 1866. i našao, da komet prolazi veoma blizu kraj Zemlje i Urana (sl. 125. leonidi). I on treba kao roj leonida 33 $\frac{1}{4}$ godine, da jednom obidje oko Sunca. Ne može dakle biti sumnje, da se roj leonida i Tempelov komet od god. 1866. (ili komet I. 1866.) gibaju istom stazom, jedino s tom razlikom, da je komet od prilike 10 mjeseci prije prošao perihelom, nego li roj kriesnica.

Ovom je sjajnom potvrdom Schiaparellijeva teorija sasvim utvrđena, da kriesnice leonida i zbilja potječu od Tempelova kometa.

Pa i tu je slučaj, ili bolje, sreća pomogla. Kad je Schiaparelli prvi put tražio komet, od kojega potječe roj leonida, nije ga našao. Komet Tempelov bio je tek otkriven, staza mu je baš netom bila proračunana. Nu da je Schiaparelli kojim slučajem samo 5 godina prije išao računati staze i perzeida i leonida, u istinu bi bio uzalud tražio među kometima slične staze, jer ne bijaše ni komet od god. 1862. a još manje onaj od god. 1866. poznat. Da se ovi događaji ovako liepo ne sastadoše, možda ne bi bilo došlo do ovoga znamenitoga obreta astronomičkoga u ovom vieku.

Sveza je leonida s Tempelovim kometom zanimala u velike astronome radi njihova periodična povraćaja. Tražiše u prošlosti Tempelov komet, pa mu mogoše povjest pratiti sve do godine 531. prije Isusa. Cijela povjest toga kometa obseže liepu epohu od 2396 godina ili 72 njegova povraćaja. Nu pri tom se i to opazilo, da je komet postajao sve slabiji svjetlom, a to nas opet upućuje, da se je on valjda razrješavao u kriesnice. U toj nas misli mora još više učvrstiti i drugi obret, da imademo još dva od onih sasvim razstavljena roja, koji se istom stazom gibaju.

Komet ćemo Tempelov vidjeti g. 1899., a s njim i prvi roj *A* i, jer je on dugačak, vidjet ćemo ga još i godina 1900. i 1901.; drugi roj *B* ovih kriesnica vidio se je od god. 1886. do 1889. dne 14. studenoga, a treći vidjet ćemo od g. 1912. do g. 1915. na isti dan. U tri su se dakle puta veliki rojevi kriesnica od Tempelova kometa odkinuli, i tim nam se tumači pojav, zašto je ovaj komet sve slabiji i slabiji. Bog zna, što će još od njega biti?

Ove dvie ovako sjajne potvrde jamačno su već dovoljne, da svakoga, koji bez predsude sudi o činjenicama, uvjeri o tom podpuno, da su kriesnice put od puti kometove, da kriesnice postaju od kometa, kojima se tvar uzduž njihove staze po malo razsipava. Svaku je dvojbu razpršio treći pojav, koji je opazio austrijski satnik Biela god. 1826. On je otkrio te godine komet, koji ide u onaj mali broj kometa, što se u kratkom vremenu ponovno povraćaju k Suncu, pa se oko njega gibaju u vrlo spruženim elipsama (vidi sl. 125.) Zove se po njem Bielin komet. Izračunali su kasnije, da su isti komet već prije dva puta vidjeli, i to god. 1772. i 1805., pa da treba od prilike 6 $\frac{3}{4}$ godine, dok jednom obidje oko Sunca. God. 1805. bio se je pače Bielin komet tako približio Zemlji, da su ga od 9. prosinca i prostim okom mogli pratiti na sjevernoj polutki. Nu baš kad je bio u najvećem sjaju, nestalo ga sa sjeverne polutke,

imala je proći tek 27. studenoga vrlo blizu kraj toga razkrižja. Kad je u listopadu bio Suncu najbliži, uzalud su ga na nebu tražili. Nastala je dakle slutnja, da se je možda tvar kometova razasula uzduž njegove staze i da će se možda naša Zemlja, koja 27. studenoga vrlo blizu kraj te staze prolazi, sastati sa razasutimi ostanci kometa.

Što je oprezni prirodoslovac, ne imajući realne podloge, tek naslućivao, potvrdila je doskora priroda baš sjajno.

U noći od 27. na 28. studenoga g. 1872. stala je iznenada padati silna množina kriesnica, kojih prije nije nikada bilo na nebu. Astronom je Secchi u Rimu nabrojio one noći njih 14 000!

Sve su dolazile iz iste točke neba kraj zvijezde Andromede. Ovo zajedničko izhodište pokazuje, da sve kriesnice pripadaju istomu roju, a položaj radijanta kod zvijezde γ Andromede, upućivao je odmah na savez toga roja sa Bielinih kometom, jer i smjer proračunane staze njegove pokazuje baš prama istoj točki neba.

Opet je Schiaparelli prvi na osnovu pojava samoga, izračunao stazu ovoga novoga roja kriesnica, i rezultat je bio najsajjnija potvrda njegovoj teoriji: staza se je roja podpunoma podudarala sa već poznatom stazom Bielina kometa! Po tom nema sumnje, da su kriesnice od 27. studenoga g. 1872. doista put od puti Bielina kometa.

Na osnovu toga pojava od 27. studenoga g. 1872. prerekoše astronomi, da će se ovo padanje dne 27. studenoga g. 1885. opet ponoviti, jer će tada opet po računu komet Bielin biti blizu Zemlji, pa će mu se razasuta tvar opet na razkrižju obiju staza sastati sa našom atmosferom. Padanje se kriesnica ne javlja svake $6\frac{3}{4}$ godine, nego samo onda, kad komet stoji blizu Zemlji. Tvar mu se dakle nije još razasula po cijeloj stazi, nego je za sada tek mali luk od te staze napunila, ona je još uvijek dosta gust oblak tvari.

I dodje dan 27. studenoga god. 1885. Tko je one noći pred sobom imao vedro nebo, ne će tako skoro zaboraviti krasnoga prizora, što ga je te noći promatrao.

Denning u Bristolu, koji već mnogo godina ispituje pojave kriesnica, piše o tom pojavu: „Već na večer 26. studenoga pojaviše se mnoge kriesnice, a sve dolazahu iz blizine zvijezde γ Andromede; pripadaju dakle roju Bielina kometa. Čim se je sliedeće večeri sumrak uhvatio, vidjelo se, da je roj brojem narastao. U noći padahu kries-

nice tako gusto, da je gotovo bilo nemoguće, da se prebroje. Često ih je došlo 5, 7 ili 10 u skupu, a sve izlazahu iz blizine zvijezde λ Andromede.“

O jakosti roja javljaju pojedini motrioci različite viesti, ali ne ima sumnje, da se i s te strane pojav može izporediti najljepšim pojavu na te vrste, što smo ih vidjeli u novije vrijeme. Na mjestima, gdje je bilo nebo vedro, te se je mogao pojav u celom svom veličanstvu pregledati, nabrojili su u svakoj sekundi po jedan meteor, a to čini za svaki sat 3600!

Ove nam činjenice potvrđuju, da se je Zemlja ovaj put sukobila sa vrlo gustim rojem kriesnica. Godine 1892. pokazao se je opet ovaj roj, ali sada 4 dana ranije, dne 23. studenoga.

U oči ovih činjenica, da nam se je pred očima nebesko tielo razdielilo u dvoje, da nam se je kasnije to tielo sasvim izgubilo, da i do danas nije nadjeno, da je dakle s neba nestalo jednoga cieloga tiela, u oči činjenice, da nam se u ono vrijeme, kad bismo to tielo morali vidjeti, pokazuje osobito krasan roj kriesnica, u oči svih ovih činjenica može li tko još sumnjati, da su kriesnice i kometi u fizičnom savezu, da su kriesnice upravo dielovi tvari kometove?

Nu kao što svaki veliki obret potakne cio niz radnja, koje na njegovu osnovu dalje grade, tako je i ovdje bilo. Razni su astronomi, a medju njima osobito Weiss, tražili savez i drugih poznatih rojeva kriesnica sa proračunanim kometima. Imade danas već na stotine rojeva, za koje je sličnost staza sa stazama kometa dosta velika, nu podpunu suglasje obiju staza dokazano je samo još za periodični roj od 20. travnja, komu je radijant u Liri, a odtuda mu ime „Liraidi“.

Tako je dokazana do danas istota kriesnica i kometa u četiri slučaja.

* * *

Upirući se na to, da smo prije temeljitim razlozima opravdali tvrdnju, da su kriesnice, vatrene kruglje i meteoriti tjelesa iste vrsti, različita tek svojim dimenzijama; moramo sada obratno zaključiti, da fizička sveza, koju smo našli za kriesnice i komete, mora vriediti i za meteorite i meteore. Mi tako i nehotice dolazimo na misao, da su svi meteoriti bez iznimke po podrijetlu svom odpadci od kometa, ili možda u gdjekojem osobitom slučaju sami mali kometi.

Astronomija nema prigovora protiv kometarnoga podrijetla ka-

a na južnoj ga nisu mogli pomno pratiti. Prema računu imao se dakle Bielin komet g. 1832. povratiti. Nu uzalud su ga astronomi izgledali ove godine, a tako i g. 1839. Tek pod konac g. 1845. nadjoše ga opet, ali je i bilo šta gledati na njemu! Prva dva mjeseca svoga boravka u dohvat naših dalekozora bio je onaj isti



Sl. 126. Bielin komet 19. veljače god. 1846. po Struve-u.



Sl. 127. Bielin komet dne 21. veljače god. 1846. po Struve-u.

slabi objekt od g. 1826.; nu već u siečnju g. 1846. stadoše se na njemu javljati do sada nevidjene promjene. Pred očima se astronoma razdijelio u dva kometa nejednaka sjaja i oblika (sl. 126. i 127.)!

Manjemu je kometu sjaj neko vrieme rastao, te je u veljači svoga druga sjajnošću dostigao; nu od sada mu je sjaj padao, dok ga u ožujku nije sasvim nestalo. Druga njegova mogahu cieli mjesec duže pratiti. U sredini siečnja bila je daljina obaju 274.000 kilometara, a koncem veljače već 310.000 kilometara.

Ovaj u novijoj astronomiji do tada nevidjeni pojav, da iz jednoga nebeskoga tiela postanu dva, zanimao je astronome u velike, i lako možemo pomisliti, kako su nestrpljivo očekivali povraćaj njegov g. 1852. da vide, što se je dalje dogodilo s tim čudnim kometom. U kolovozu god. 1852. opet se je pokazao dvostruki Bielin komet, ali je daljina izmedju obaju već bila narasla na 2,411.000 kilometara, a tečajem se je rujna još povećala za kojih 200.000 kilome-



Sl. 128. Bielin komet god. 1852. po Secchi-u.

tara (sl. 128.). Koncem rujna te godine otišao nam je iz vidika, da se — mislio bi čovjek — g. 1859., 1865., 1872. i t. d. opet vrati; u istinu otišao nam je tada iz vidika, — da se nikada više ne povrati.

Sva nastojanja astronoma, da ga opet nadju, ostala su bez uspjeha, — njega na nebu više ne ima te ne ima! Astronomi rekohše, da je tomu god. 1859. i 1865. kriv njegov nezgodan položaj spram Zemlje. Ali za godinu 1872. bili su uvjeti tako povoljni, da se je Bielin komet baš morao vidjeti, ako je još na nebu!

Početkom rujna imao je da svojom jezgrom prodje onom točkom, gdje se njegova staza križa sa stazom Zemlje (sl. 125.). Zemlja

menja, što s neba pada. Pače slučaj Bielina kometa potvrđuje inače dosta čudan pojav, da se komet može raspasti u dva komada, koji su samostalni kometi, pa da se dalje ovi kometi mogu razasuti u veoma malene diskretne komadiće, koji nam se pokazuju kao rojevi kriesnica. A to nije nipošto jedini slučaj u historiji astronomije. G. 1882. raspala se je glava velikog rujanskog kometa (1882. II.) najprije u 2, kasnije u 4 jezgre u osi repa njegovog, dok se napokon ne odkinuše od njega maglovite materije pred očima astronoma. Opet god. 1888. raspala se je glava Sawerthalovog kometa (1888. I.) na oči astronomima u tri komada!



Sl. 129. Veliki komet od god. 1811.

Čudna li su tjelesa kometi, koji su poradi svojih dugih repova neukomu i sujevjernomu svietu više straha zadavali nego ikakovo drugo tielo na nebu. Sviet bez vode, s čudnim, veoma promjenljivim omotom, koji zastupa atmosferu; sviet, koji opetovano seli u svemirsku studen, gdje toplina našega Sunca već ne ima kreposti; sviet, koji se opet vraća k našem Suncu, a pri tom se u polaganom procesu raztvora, u komade raspada, u sitne kriesnice razpline! Sviet, koji u blizini Sunca takove pojave razvija, da i

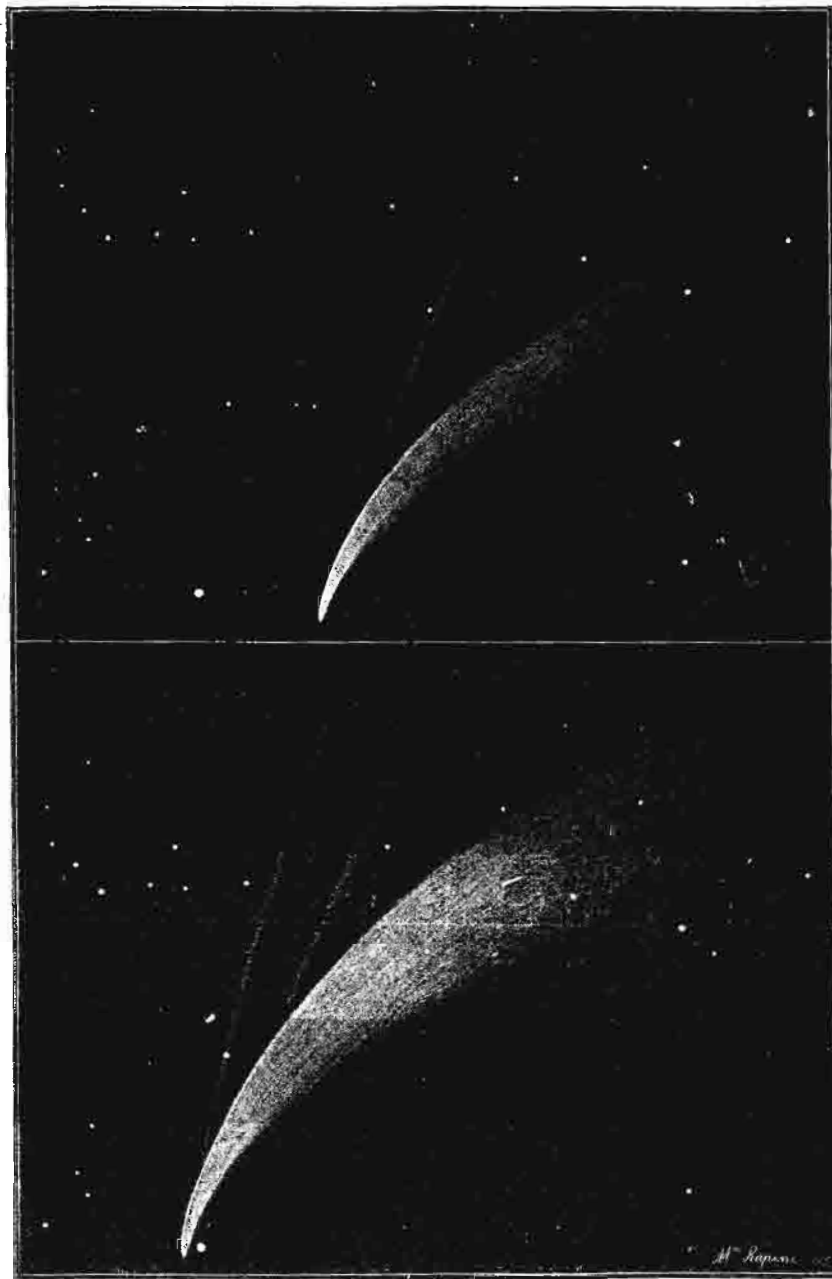
najmudriji fizik pred njima zapanjen stoji, ne znajući, kako da ih dovede u sklad sa zakonima prirodnim, koji su njemu poznati. Jednom rieči, kometi su najčudnija i najzagonetnija tjelesa, što ih nebo pokazuje. Nu baš ta misao, da su kometi istovjetni sa kriesnicama i meteoritima, da nam jedini kometi šalju odpadke od svoje tvari na Zemlju, tješi nas u tom labirintu zagonetaka, da će i one pred točnim metodama nauke izčeznuti, kao što nestaje magle, kad prigriju žarki traci sunčani.

Nekoliko znamenitih pojava kometa moramo da iznesemo i pred naše čitatelje.

U našem se je stoljeću javilo nekoliko velikih kometa. God. 1811. pojavio se vanredno lep komet: pokazuje ga naša slika 129. Sjajna mu je crvena jezgra imala jedva promjer od 46 kilometara, a ciela glava njegova, zajedno sa maglom (grivom, lat. Coma) oko jezgre, promjer od 179.200 kilometara. Za glavom se vukao ogroman rep dugačak 179 milijuna kilometara, koji je sjevernomu nebu u oktobru g. 1811. davao osobit ukras. Ovaj se komet giba oko Sunca u veoma spruženoj elipsi, pa treba, dok jedan put obidje oko njega, više nego 3000 godina: tolike ga dakle generacije ljudskoga roda već ne će gledati!

I drugi veliki komet, koji se je prvi put god. 1682. pokazao, pa po obretniku dobio ime Halley-ev komet, zadnji se je put pokazao god. 1835. On je takodjer stalan član obitelji našega Sunca i leti oko Sunca za 76 godina. Primakne se Suncu bliže od Venere, a odmakne se u afelu dalje od Neptuna.

Godine 1843. pojavio se opet jedan od najsjajnijih i ujedno Suncu najbližih kometa iznenada koncem veljače u neposrednoj blizini Sunca. Staza mu je tako blizu prolazila kraj središta naše obitelji, da mu je jezgra jedva 48 hiljada kilometara daleka bila od površine žarkoga Sunca! Sjetimo li se, da se plameni sunčani znadu često i 80 hiljada kilometara visoko popeti nad površinu Sunca, možemo si jamačno predstaviti, kolikoj je žari bila izvrgnuta masa toga kometa. I g. 1858., 1861. i 1862. pojavila su se tri kometa, koje su ljudi mogli vidjeti i bez teleskopa. Najvažniji je od njih svakako onaj od god. 1858. poznat uz ime Donatijev komet (sl. 130.). Čudnovato je bilo na tom kometu, da si jedno vrijeme kroz najgušći dio njegovoga repa, blizu glave, mogao vidjeti Arktura. Najsitniji oblačak u našoj atmosferi zastre s mjesta našim očima Arktura, a rep je Donatijeva kometa bio tako proziran, da je Arktur sjao u punom sjaju, kao da nema nikakvoga vela



Sl. 130. Donatijev komet. Razvijanje novih repova po Bondu. —
1. Dne 3. listopada god. 1858. — 2. Dne 5. listopada god. 1858.

između njega i nas! Kako prozirna dakle mora da je materija u repu kometa? Pa gle! Tako tanke materije, tog prozirnog nastavka tako male jezgre bojali su se nekoć ljudi toliko, da su mislili na propast tvrde Zemlje od kometa!

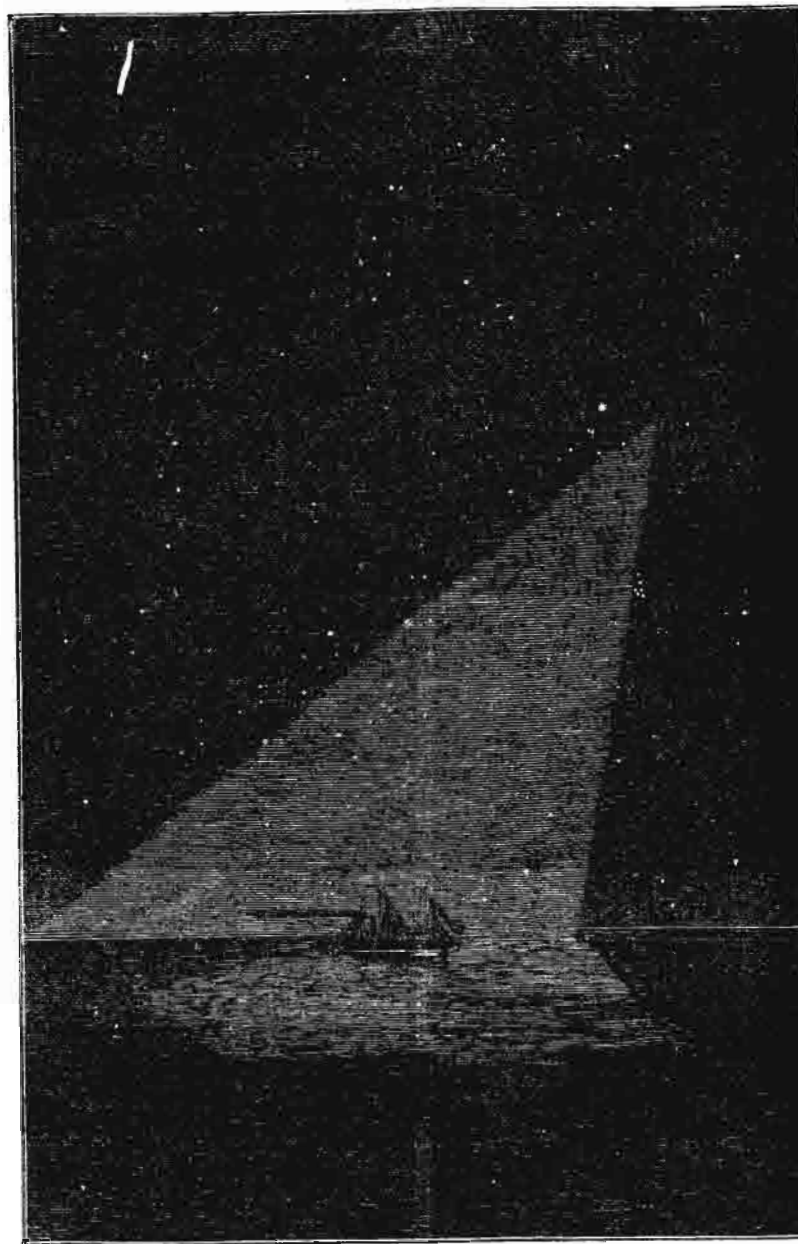
Još jedan primjer! Godine 1770. zašao je jedan komet baš među mjesece Jupiterove i njegova je težina bila tako neznatna, da nije mogao ni najmanje pomaknuti te mjesece sa njihovih staza. Jupiter pak i njegovi mjeseci utjecali su i te kako na komet! Kad se je između njih izvukao na svom lietu oko Sunca, iznio je doduše živu glavu, ali su ga prisilili, da putuje sasma novom stazom i nikada se već nije povratio na staru stazu! Nu ima i među kometima razlika u masi. Donatijev komet, akoprem tako proziran, da nije mogao zastrieti ni jedne zvijezde, bio je tako ogroman po svojoj protegi, da mu je cijela masa bila teška, po računu jednog astronoma, kao masa vode od 46 hiljada kvadratnih kilometara duboka 8 metara! Kad su ga opazili, imao je s početka, kao i svi veliki kometi, sjajnu grivu oko jezgre. Nakon kratkog vremena postadoše iz jedne grive tri, a uz glavni rep, koji se je jedno vrieme savijao kao srebrno ogromno pero, razvio se drugi novi rep; pojavio se kasnije i treći, mnogo slabiji rep, a iz glave mu probijahu mnoge struje materije (sl. 130.). Nu je li čudo, da se u njemu zbivaju ovakove promjene? Velika vrućina, što ju mora podnositi gdjekoji od ovih kometa, kad se primakne svomu perihelu, bijaše kadkada 25.000 puta jača od najveće žege najvrućeg poldneva u tropskim krajevima naše Zemlje! Je li čudo, da im raste glava, a rep se produžuje i ciepa? Kad govorimo o kometu, mislimo obično, da je rep iza njega. Nu već je Newton opazio na svom velikom kometu prije 200 godina, da je ogromni rep njegov, dug 144 milijuna milja, u roku od cigla 4 dana opisao podpuni polukrug tako, da se je najprije vidio u jednom, a onda u protivnom smjeru. Repovi se kometa razvijaju uvijek na strani odkrenutoj od Sunca, a da li ide rep pred glavom ili za njom, čini se da je svejedno. Kada komet sve većom brzinom leti k Suncu, stoji glava napried, a rep se vidi iza nje (sl. 131.), kako se vidi kod a u našoj slici. Ide li komet kroz svoj perihel, ostaje glava ipak obrnuta k Suncu, a rep se savije tako, da se opet pokazuje odkrenut od Sunca, u našoj slici a_{II} Kako sada komet juri na drugoj strani Sunca sve manjom brzinom u smjeru prama svomu afelu, ostaje glava ipak obrnuta k Suncu. U toj partiji svoga putovanja ide dakle rep napried, a glava za

nebu ne tako sjajan, ali tim zanimljiviji komet Wellsov (ili po astronomski komet g. 1882. I.). Odmah je s početka bio interesantan, jer nije pokazivao redovni spektar kometa, nego više neprekidni spektar. Nu 13 dana poslije toga, što je prošao kroz perihel, pojavila se od jedared u spektru njegovu u velikom sjaju svjetla žuta crta natrija: dokaz, da su se od žarenja Sunca iz jezgre mu razvijale razžarene pare natrija, koje su svietlile jamačno utjecanjem električne sile Sunca. I prostim su okom opazili žutkastu boju glave u ono doba.

Od svih kometa najsjajniji u ovom stoljeću bio je ipak ružanski komet od iste godine 1882. (1882. II.). Usred bieloga dana otkrili su ga u Evropi Common i Thollon neposredno kraj Sunca! U povjesti je astronomije on jedini primjer, da je prolazio komet izpred sunčane ploče. U spektru je i on pokazao natrijevu svjetlu crtu, a nekoji su vidjeli i crta željeza. Čudne se promjene zbivahu sa jezgrom. Izprva okrugla, postala je koncem ružna dugoljasta sa dva svjetla središta i napokon su vidjeli, gdje se od njega materija posvema odkida: sve do veljače g. 1883. vidio se taj gorostas na našem nebu, za kojega su našli, da obidje jedan put oko Sunca za 772 godine. Još je vrijedno da spomenemo Sawerthalov komet od g. 1888. I njegova se je jezgra nama pred očima dičila u česti, a dva mjeseca iza prolaza kroz perihel dogodila se na njemu nekakova katastrofa: sjaj mu je najednoš skočio za 2 razreda, a iz jezgre probijahu dvije struje materije, koje se savijahu prema repu!

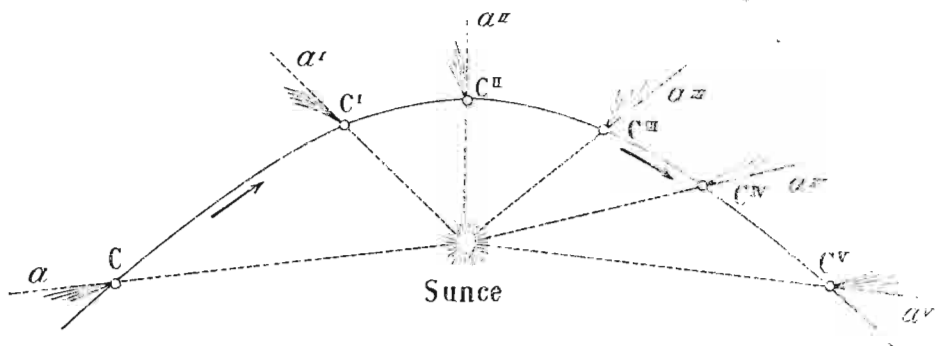
Zadnji je zanimljivi komet bio Brooksov od god. 1889. On spada u red onog malog broja kometa, koji oblete oko Sunca za nekoliko godina, pa se s toga redovito vraćaju k Suncu. Zovu ih „periodični kometi sa kratkim obhodnim vremenom“, a ima ih sada u svem 11.: Enckeov komet obidje oko Sunca za $3\frac{1}{3}$ godine, a zadnji Faye-Möllerov (1843. III.) za $7\frac{1}{2}$ godina.

Ovdje je mjesto, da se sjetimo još jednog danas zagonetnog pojava u orbiti našega Sunca, a to je zodijsko svjetlo (sl. 132.). Naša ga slika pokazuje, kako ga je ravnatelj Pražke zvjezdarnice Weinek vidio i naslikao 8. ožujka 1875. u 8 sati na večer na povratku sa Kerguela između Mauritiusa i Seychellen-otoka na parobrodu. Vrh je toga tajinstvenog čunastog svjetla sezao preko crte Plejade-Aldebaran. Nu ovako se jasno ograničeno vidi ovo svjetlo samo u tropskim krajevima Zemlje, iza zapada Sunca na zapadnom i prije izhoda Sunca na istočnom nebu. U nas treba da je zrak osobito proziran, a oko vješto i osjetljivo za slabo svjetlo,



Sl. 132. Zodijsko svjetlo. Motrio ga i risao prof. L. Weinek.
Kužera: Naše nebo.

njim. Izgleda kao da se komet natrag giba. Kao što lokomotiva vlak tura, mjesto da ga vuče, tako se čini, da i glava kometa sada rep izpred sebe tura. Čudna je to stvar, da repovi kometa tako bježe od Sunca. Astronomi govore o „odbojnoj sili“, kojom Sunce tu tanku kao velo prikrpinu kometa iz svoje blizine izmete; kakva je to sila i kako djeluje, danas još nije poznato. Tko bi međutim mislio, da su milijune kilometara dugi repovi, koji se poput ogromne lepeze razredaju, suvisla materija, krivo bi sudio. Prava narav repova još nije pouzdano poznata, nu astronomi naginju danas sve više na misao, da je i tu pomiešana sila — elektricitet. Rep je na kometu međutim samo prikripina i komet može biti bez repa, kao što i čovjek bez brade. Obično sastoji podpuni komet od glave, magle oko nje (Coma) i repa (vidi sl. 124.). Nu velik je broj njih



Sl. 131. Položaj kometovog repa spram Sunca.

i bez magle (grive) i bez repa: po stazi, kojom putuje oko Sunca i po njegovoj ga brzini astronom smjesta prepoznata, da je komet!

Griva je oko glave njegove po Hugginsu svjetla maglica, koja je oko ciele glave i postaje sve svjetlija, a kako se komet primiče Suncu, rep je nastavak te svjetle materije. Izvan perihela kometi ne pokazuju nikakvog repa. Kad se ovi gosti primiču Suncu, razvija se iz njih veći ili manji rep; odlete li opet od Sunca, postaje rep sve manji i napokon ga nestane.

Što su dakle kometi? Od kakove su tvari gradjeni?

Spektroskop odgovara (vidi tablu spektara na str. 139.): kometi sastoje od vodika, ugljika i po svoj prilici i kisika; sve je to naravno u veoma vrućem, svjetlećem i plinovitom stanju. Za izpoređivanje dodan je na našoj tabli i spektar ugljikova vodika,

kakov je na Zemlji. Donekle dakako komet reflektira k nama i nešto sunčanoga svjetla. A da je to istina, potvrdila je i analiza meteorita, koji uz druge materije pokazuju i ove kometa. Meteorit je doduše malen i tvrd, a komet velik i maglovit. Nu da nam je pretvoriti meteorit u plin, i on bi bio ne samo mnogo veći, nego i lahak i maglovit. Zaista su god. 1867. razsvietlili cielu dvoranu plinom iz meteorita, što nam ga je poslao svemir! Ali na Zemlju ne padaju samo cieli komadi meteorita, nego i prašina od kriesnica, koje jamačno posvema izgore u zraku. Takove su prašine našli na vrhuncima bregova. Pa za čudo i ta je meteorna prašina gradjena od istog materijala kao i meteoriti. Nije li zaista čudna misao, da nam ovi gosti iz svemira dolaze u pohode kao kamenje i kao prašina? Ali ako pada prašina na Zemlju, mora da postane Zemlja teža. Tako i jest. Izračunali su, da je u zadnje tri tisuće godina palo s neba na Zemlju 1015 milijuna kilograma te prašine! To je doduše veoma malo spram težine zemaljske kruglje, ali je, sudim, ipak interesantno i dosta čudnovato.

Još par rieči o kometima, koji se ne vraćaju k Suncu.

Mnogi su kometi stalni članovi obitelji našega Sunca, i putuju oko njega u elipsama, ali ih je takodjer mnogo, koji samo jedan put dodju u pohode našem Suncu, oblete oko njega, pa na drugoj strani hrle od njega — u nepovrat. Svaki komet, koji je od Sunca tako daleko kao Zemlja, a juri po svemiru brzinom većom od 42 kilometra u sekundi k našem Suncu, oteo se je kontroli našega Sunca. Sunce naše nema snage, da uhvati i okuje ovako žurnog svemirskog dotepenca u verige svoje gravitacije: on uteče radi svoje velike brzine opet iz sunčanog sustava. Takovi kometi dolaze k nama jamačno iz kojeg drugog sunčanog sustava. Najbliža je od svih stajačica, kojima je izmjerena daljina od našega Sunca, α Centauri. Komet, koji bi jurio od nje k našem Suncu, trebao bi milijune godina za taj put; nu možda je na nebu zvjezdâ, koje su nam bliže od α Centauri, samo toga još nismo otkrili.

Spomenimo se još zadnjih velikih kometa! Baš je zadnji decenij donio nekoliko zanimljivih pojava. Koncem lipnja i početkom srpnja g. 1881. bio je interesantan pojav na nebu sjajan komet sa repom dugim bar 20 stupanja. Iz glave su mu izlazile struje materije, njišući se kao njihalo. Po njegovu je spektru Vogel zaključio, da nije čisti ugljikov vodik, nego da je smjesa ovoga sa ugljikovim oksidom.

Godinu se je dana kasnije od 17. ožujka opet vidjao na našem

ako želimo da ga vidimo. Najbolja je tomu prilika od polovice ve-
ljače do konca ožujka na večer, čim se izgubi sumrak. Već ga znadu
250 godina, dali su mu i ime po tom, što se vidi samo u zvjez-
dištima zodijaka, a ipak je to svjetlo i danas jedna od najvećih
tajni u obitelji našega Sunca. Prije su mislili, da je to kolut od
razasutih meteornih masa oko Sunca, kasnije su mislili, da je taj
kolut oko Zemlje poput Saturnova.

Opet je Schiaparelli prvi pokazao, da to ne stoji. Förster misli,
da zodijakalno svjetlo pripada ipak Zemlji, pa da je u neku ruku
kometarni rep, što ga Zemlja na svom putu oko Sunca za sobom
vuče, koji je od Sunca odkrenut i sastavljen od lakih plinova:
vanredno fini nastavak atmosfere. I električni pojavi i refleks sun-
čanog svjetla mogu toj tankoj atmosferi davati ono slabašno svjetlo,
a i spektrum nau je prema tomu: podudara se s jedne strane sa
spektrumom polarnoga svjetla, komu je podrijetlo zaista u najvišim
i najtanjim slojevima atmosfere, a s druge je strane sličan spektru
korone.

I tako evo u najbližim krajevima svemira za nas još puna
pregršt zanimljivih tajni: ne poznajemo svih substanciija, koje nas
pozdravljaju iz sunčane korone, iz zodijakalnog svjetla, iz velikih
kometa, pače ni iz polarnog svjetla! Ne znamo ni uzroka ni sila,
koje proizvode razna čudnovata gibanja u tim svjetlima. Mi tek
slutimo, da nekoje sile, koje se na Zemlji očituju u slaboj mjeri,
u prvom redu mislimo elektricitet i magnetizam, u planetarnim da-
ljinama, osobito pak na Suncu, djeluju kud i kamo silnije nego
na Zemlji. Možda će bliža već budućnost skinuti zastor sa ovih za-
nimljivih tajni fizičkog svijeta!



Izlet u sviet. stajačica.

Druga sunca. — Broj tih sunaca. — Osobita sunca. — Dvostruka i mnogo-
struka sunca. — Daljina sunaca. — Dva najbliža sunca. — Daljine sunaca od
Zemlje. — Promjenljive i nove zvijezde. — Algol i njegov pratilac. — Hrpe
zvijezda. — Kumovska slama. — Zvezdani sustavi. — Svemirske maglice. —
Život u svemiru.

Na krilima se fantazije otisnimo još jednoć iz ogromne za nas
obitelji našega Sunca u neizmjerni svemir! Daleko, daleko iza-
djimo iz meteža letećih oko Sunca planeta, mjeseca, kometa i kries-
nica u prazni i tamni svemirski prostor, koji dieli naše Sunce, našu
zvijezdu, od drugih zvijezda. Jer o tom za nas već nema sumnje:
Sunce je naše — zvijezda, tek jedna zvijezda, a zvijezde su sve —
sjajna, goruća sunca. Ovo nam je jedno blizu, a sva su ostala —
veoma daleko: u tom je glavna razlika između njih. Nisu to više ne-
beska tjelesa, koja svijetle pozajmljenim svjetlom, koja su uvijek na
jednoj strani svijetla, a na drugoj tamna: to su žarka tjelesa, koja okolo
na okolo i bez prestanka žare najsajnijim svjetlom. Duševno oko seže
daleko: ne gleda već jednu zvijezdu sa svistovima oko nje, već baca
misao na veliki svemir od neprojenih milijuna zvijezda ili sunaca.
A tko nam kaže, da su to zaista sunca? Mali čudak, spektroskop,
odkrio nam je tu veliku tajnu: spektra su svih iztraženih stajačica
više ili manje nalik na spektrum Sunca (izporedi tablu spektara na
str. 139. i na njoj spektrum Sirija), dakle su i to sama sunca.

Al nam je daleko hodati po svemiru, dok dodjemo do prvih
naših susjeda. Dugo su mislili, da nije ni moguće izmjeriti daljinu
i najbližih sunaca. Do danas jedva znamo daljinu od jedno 100

planetski sustavi poput našega, mogu uživati toplinu i svjetlo svojih sunaca! Što je u tom svemiru Zemlja sa svojih 1500 milijuna ljudi?

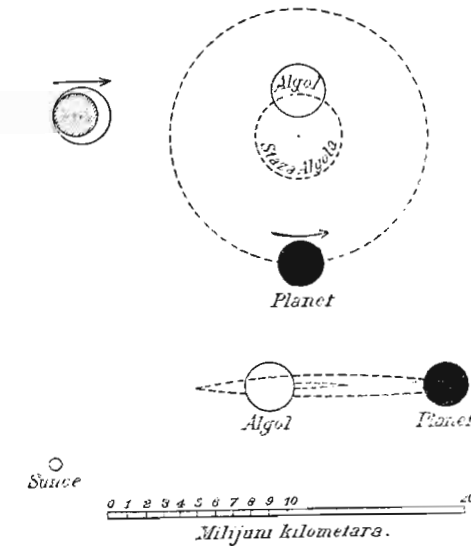
Razdijeliše sunca po boji i spektru u 4 razreda. U prvom su biela sunca. Najveća su i najsjajnija; među njima je Sirius (izp. str. 55.). Drugi su razred zlatna sunca. U red ovih žutih žarkih krugalja ide i naše Sunce. U trećem je redu sva sila sunaca, koja neprestano mienjaju svoj sjaj: čas jače, čas slabije svietle. To su promjenljive zvijezde. Na koncu imamo razred malih crvenih sunaca, kakovih su dosada razmjerno malo našli na nebu.

Različita su dakle, po vrsti i po veličini, različita po boji, različita po daljini i po svom gibanju u svemiru mirijade sunaca, razasutih po svemirskom prostoru. Ali sva su u tako užasnoj daljini od nas, da im komešanja ni lieta kroz svemir ni za stotine godina ne opazismo prostim okom: za naše su oči tek na nebeskom svodu kao prikovane srebrne točke! Ako i jesu sva iste vrste tjelesa, jedva da će se naći na nebu dva posvema jednaka sunca. A zašto da ih i bude? Jesu li na Zemlji dva hrasta ili dva jablana posvema jednaka? Jedna su sunca dakle malena, druga velika. Neka su žuta, druga crvena, zelena, modra, grimizna i siva. Nekoja su jednostavna, druga su dvostruke zvijezde, a ima ih i po tri i četiri na okupu. Nekoja su se opet pojavila na kratko vrijeme i onda opet posvema izčezla za uvijek, a ima ih opet više nego 200, koja pred našim očima čudno mienjaju svoj sjaj. Časak pažnje da posvetimo tim čudnim suncima. Nekoliko smo ih spomenuli u prvom našem članku: iztičemo nada sve Algola u Perzeju (vidi str. 31. i 32.), koji za 3 dana prodje kroz sve stupnjeve svoga promjenljivoga sjaja. Nikada nije sjajniji od zvijezde drugoga, a nikada slabiji od zvijezde 4. reda. Sasma je druge naravi promjenljiva zvijezda „Mira Ceti“ (izp. str. 97.). Ona treba 11 mjeseci, dok prodje sve faze svoga promjenljivoga sjaja. Četrnaest dana sja kao zvijezda 2. reda. Tri joj mjeseca sjaj za tim neprestano pada, dok se napokon za prosto oko i slabije teleskope posvema ne izgubi. Takova ostane do 5 mjeseci, da onda za 3 mjeseca opet dodje do sjaja zvijezde drugoga reda — ali samo na 14 dana, pa onda opet na novo!

Dugo su se mučili oko toga pitanja, da nadju uzrok tomu čudnom pojavu promjenljivih zvijezda, osobito onih, koje za par dana tako jako mienjaju svoj sjaj. Tek godine 1889. riešili su tu veliku tajnu za Algola astronomi Vogel i Scheiner u Potsdamu — po metodi spektrografije (izp. str. 225.—258.). Po periodičnom presitnom pomicanju

vodikove crte u spektru Algola utvrdili su, da je uzrok potamnivanju njegovom druga tamna zvijezda — mogli bismo reći planet, koji oko njega leti, pa ga potamni na kratko vrijeme. Oni su pače mogli i odrediti veličinu toga „tamnog pratioca“ Algolova i sve dimenzije toga dvostrukog Sunca. Evo ih:

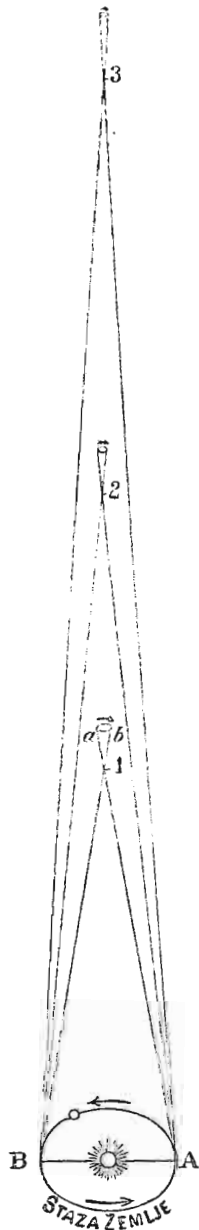
Promjer Algola	= 2,510.000 kilometara
„ tamnog pratioca	= 1,960.000 „
Daljina njihovih središta	= 5,190.000 „
Brzina gibanja u Algola	= 42 kilometra u sekundi
„ „ pratioca	= 89 „ „ „
Masa obiju sunaca	= $\frac{4}{9}$ i $\frac{2}{9}$ sunčane mase.



Sl. 135. Algol i njegov tamni pratilac.

Opet presjajan triumf spektroskopa u astronomiji „nevidljivih nebeskih tjelesa“. Priložena ovdje slika prikazuje ove prilike, a mjerilo predočuje i dimenzije (sl. 135.).

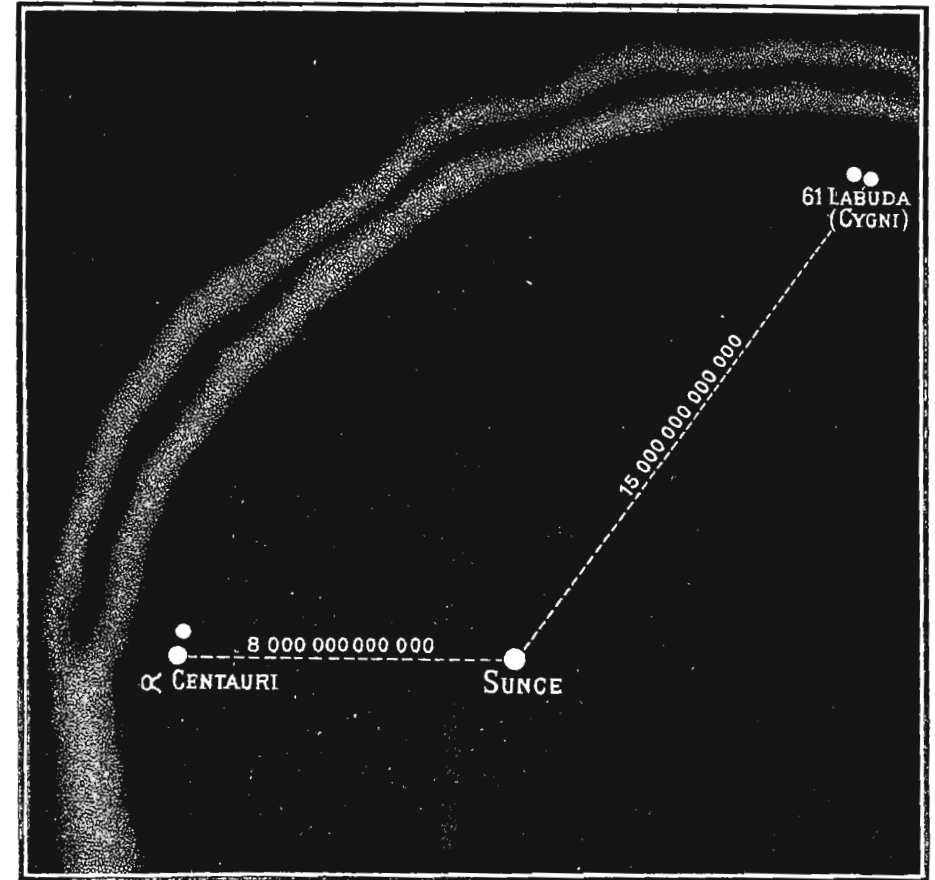
Nu kao da nije nebu dosta, da su po njemu razasuti milijuni sunaca, zna gdjekada iznenada zasjati na nebu i „nova zvijezda“. G. 1572. zasjala je u Kasiopeji takova nova zvijezda u prevelikom sjaju. Bila je sjajnija od Sirija i Jupitera, pače i od Venere, jer su ju usred bijeloga dana vidjeli na nebu! Malo je po malo opadao sjaj, a pri tom se je mienjala i boja iz biele u žutu i napokon cr-



Sl. 133. Daljina stajačica od Sunca.

sunaca. Po načelima za mjerenje daljine tjelesa, izloženim u predjašnjem jednom članku (Izpor str. 134.—151.), kušali su odrediti i daljinu stajačica od nas. Al je posao bio dugo jalov. Jedva su našli dosta veliku dužinu u obitelji Sunca, da kušaju sa njezinih krajeva izmjeriti daljine zvijezda. Zemlja na svom putu oko Sunca proleti za pol godine daljinu od 296 milijuna kilometara (A B u priloženoj slici 133.). Kako bi bilo, da istu zvijezdu gledamo usred ljeta i onda usred zime, pa po promijenjenom mjestu kušamo izračunati daljinu zvijezde od nas. Al što dalje zvijezda od nas, to se manje pomiče sa svog mjesta, kako to liepo pokazuje naša slika, pa ako je predaleko, ne će se ni malo pomaknuti sa svog mjesta. Dugo su uzalud tražili takove promjene mjesta u stajačica: kao da su prikovane o svod nebeski, nijedna se nije htjela ni za dlaku pomaknuti s mjesta. Tek novi silni instrumenti pokazali su u nekojih sunaca presitno pomicanje sa svoga mjesta tečajem godine i njihovu su daljinu s mjesta mogli odrediti (vidi str. 7.). Pa kolike su te daljine? Znamo daljinu Zemlje od Sunca. α Centauri (sl. 132.) najbliže nam je od svih do sada izpitanih sunaca. Daljina mu je od našega Sunca 225 hiljada puta tako velika kao daljina između Sunca i Zemlje! Tko da si predstavi crtu, dugačku 225 hiljada puta 147 milijuna 520 tisuća kilometara? Drugo je susjedno Sunce 61 Cygni (Labuda); ovo je nekih 500.000 puta tako daleko, kao od nas Sunce, a sjajni je Sirius još kud i kamo dalji. Svjetlo treba od Sunca do nas $8\frac{1}{4}$ minuta, od α Centauri pako 4 godine i 4 mjeseca, a od 61 Cygni (Labuda) već 7 godina. Zrake sjajnoga Sirija putuju do nas punih 9 godina! Od ovih brojeva brzo prelaze astro-

nomi na 20 godina, 50 godina, stotine i hiljade godina. Danas je još za nas nedohvatna zadaća, izmjeriti daljine svih stajačica. Ciela se obitelj našega Sunca iz tih užasnih daljina spline — u jednu jedinu svjetlu čočku na nebu. Koliko je pak tih sunaca nad nama? Prosto ih oko vidi do 6000. Al sve jači teleskopi pokazaoše nam sve veći



Sl. 134. Naša dva najbliža sunca.

broj sunaca. U najvećim ih je vidjeti bar 60 milijuna! Šestdeset milijuna sunaca! Šestdeset milijuna žarkih sjajnih nebeskih krugalja: nekoje kao naše Sunce, druge možda veće od njega, mnoge i manje od njega, nu ipak — sve sama sunca! A oko svakoga mogu letjeti

venu. Od onda su se pojavile već mnoge „nove zvijezde“, kojih smo se, opisujući naše noćno nebo, ponovno spomenuli (izp. str. 28., 33.—35., 44., 64.). Osobito se izdiču u najnovije vrijeme nova zvijezda od g. 1835., gotovo usred glasovite maglice u Andromedi (sl. 136.) i „Nova Aurigae“ od g. 1892. (vidi sl. 9.).

Što li je uzrok tim novim zvjezdama? U članku o spektroskopu naći će čitatelj odgovor spektralne analize (str. 181.). Sve su ovakove zvijezde poprišta užasnih katastrofa, koje se na njima od jednom zbivaju: ili iznutrinje im provale žarke mase vodika i sve se užeže na površini u užasnom požaru, ili se možda i sraze dva sunca u roju sunaca, koja čine kakovu svemirsku maglicu, pa



Sl. 136. Nova zvijezda u Andromedi od god. 1885.

tim opet dādu povoda silnomu požaru.* Osobito je bila zanimljiva „Nova Aurigae“ od god. 1892. Upravo krasne hrpe svjetlih crta pokazivao je njezin spektrom na tamnijoj podlozi; crvena crta vodikova (Fraunhoferova C) žarila se u njemu kao vatreni signal u tamnoj noći; prekrasan kvartet svjetlih zraka sjao se je u zelenoj boji: to je bio od prije dobro poznati karakteristični spektrom novih zvijezda. Nad svaku je bilo sumnju, da je i u ovoj nebeskoj katastrofi prvu ulogu igrao — vodik. Nu opet po pomicanju crta u njezinom spektru našli su nešto izvanredno čudnovata u ovom slučaju: nedvojbenih je bilo znakova, da „Nova Aurigae“ k nama leti, ali ujedno i od nas bježi. U istom se je trenu činilo, da leti k nama užasnom brzinom od 320 do 480 kilometara u sekundi, i da od prilike istom brzinom od nas bježi. Što je to? U prvi su mah mislili, da su to dvie zvijezde, jedna leti k nama, a druga bježi od nas, ali tolikim brzinama nema u svemiru inače nigdje traga. Misle s toga, da su tomu dvostrukom gibanju uzrok razžareni plinovi na uzburkanoj površini njezinoj, ili da se je zvijezda onda srazila sa

kakovom svemirskom maglicom, pa su oba tiela planula u živom sjaju od užasnoga sukoba.

U bezbroju su sunaca našli još jednu zanimljivu vrstu. Spominjali smo ih i mi često uz ime dvostrukih zvijezda. Imade ih dvie vrste. Prve su optičke dvostruke zvijezde, koje nam se samo čine dvostruke, jer je jedna slučajno iza druge tik do nje, ali je jedna od druge veoma daleko. Baš tako vidimo i mi na Zemlji 2 kilometra od nas daleki toranj tik uz drugi, makar da je taj cieli kilometar daleko od prvoga. Drugo su prava dvostruka sunca, koja su doista jedno uz drugo i koja su vezana gravitacijom; manje leti u tom slučaju oko većega, ili točnije oba lete oko jednog središta, koje se zove težište obiju sunaca; samo manje sunce leti brže. Na našoj slici 134. oba su sunca α Centauri i 61 Cygni ovakova dvostruka sunca. Nekoliko su tisuća već ovakovih sunaca vidjeli i bar ih je 600, za koja stalno znamo, da su po dvie sestrice, od kojih možda svaka za sobom vuče svoj planetni sustav. Posebne su opet vrste čudesa, što ih pokazuju ova dvostruka sunca! Uzmite samo snažan teleskop, pak iztražite ove parove sunaca. Ne samo biela, žuta i crvena boja, nego i plava, ljubičasta, siva, zelena, svjetlo-smedja, sjajno-žuta, srebrna i bakrena će boja redom razdragati oči vaše. Ako su oba člana jednake boje, ta je redovno biela, žuta ili crvena. Ako su različite boje, redovno je veće bijelo, a manje žuto ili crvenkasto. Nu ima i prekrasnih iznimaka. Modra sunca nikada nisu sama i obično je u paru manje sunce modro. Ima međjutim i takovih parova, gdje su oba sunca modra, a na južnom se nebu vidi ciela hrpa plavkastih sunaca! Kontrasti su u bojama nekih parova upravo prekrasni.

Za čudo su riedko kada oba sunca jednakog sjaja: redovno je jedno mnogo veće od drugoga. To pokazuje i manji sjaj i mnogo brže gibanje manjega sunca. Ali u tom je slučaju to manje sunce tek razmjerno „maleno“. U istinu je i ono sasvim pristojno i sjajno sunašće. Od 600 parova sunaca, što ih je motrio jedan astronom, našao ih je 375, u kojima su oba člana imala istu boju obično bijelu, žutu, narančastu ili crvenu. U svim je ostalim parovima boja bila različita, a 120 je parova pokazivalo veoma očite razlike. Na pr. glavno crveno sunce ima malog zelenog satelita; ili bijelo sunce ima malu sestricu grimizne, tamne rubin-boje, ili opet sasvim svjetlo-crvene. Gdječkada je glavno sunce narančasto, a pratilac je grimizan ili tamno-modar. Ili glavno je sunce crveno sa modrim satelitom,

* Izp. Kušera: „Nove zvijezde“. (Pobratim. God. 1891.)

ili opet žuto sa zelenim satelitom ili narančasto sa smaragdne boje satelitom ili zlatno sunce sa crvenkasto-zelenim satelitom. Pripoviedaju nam astronomi i o parovima, koji su zlatni i lila, žuti i ljubičasti, bijeli i zeleni — sve krasni prizori bez kraja i konca. Čudnih li prilika u onim sustavima, gdje dva sunca razne boje ukrasuju nebo! Mi gotovo ne možemo ni u mašti da shvatimo i ocrtaemo ta nebesa! A možda se i oko tih sunaca valjaju svietovi sa živim i inteligentnim bićima! Kako su uređjeni ti sistemi sa dva sunca? Jamačno ima svako svoje planete i oba se sunca vrte zajedno sa svojim obiteljima oko nekog središta. A možda se u onim parovima, gdje je drugo sunce mnogo manje, ovo malo sunašce usred ostalih planeta javlja kao veliki, gorući satelit glavnoga sunca. Syakako čudesa nad čudesa!

Nu dalje, mnogo dalje nas još vodi put u svemir! Jeste li ikad časak pažnje posvetili onom slabom srebrolikom pasu na nebeskom svodu, što seže od jednoga horizonta do drugoga? Nepravilnog je oblika, gdjegdje širi, drugdje uži, na jednom mjestu svjetliji a na drugom slabiji sjajem. To je kumovska slama, a astronomi joj daju često ime zvjezdani sustav ili univerzum (svemir). Što je ta kumovska slama? Sastavljena je od samih sunaca. To znamo. Kad astronom naperi svoj teleskop na nju, pokazuju mu se zvijezde iza zvijezda u nebrojenoj množini i što je jači teleskop, tim se više pretvara ono bjelkasto svjetlo kumovske slame u sama daleka sunca. I naše je Sunce po našem mišljenju jedna zvijezda u kumovskoj slami: jedna zvijezda medju milijunima družica, jedno zlatno zrnce medju milijunima zlatnih zrnaca, koja su tako obilno razasuta po prostoru. Razasuta doduše, ali ne bez plana ili slučajno, nego svako na svom odredjenom mjestu, svako juri kroz svemir po stalnoj stazi, a vodi ga sila gravitacija. Od vajakada je kumovska slama u velike zanimala astronome. Ponovno su kušali da odgovore na pitanja:

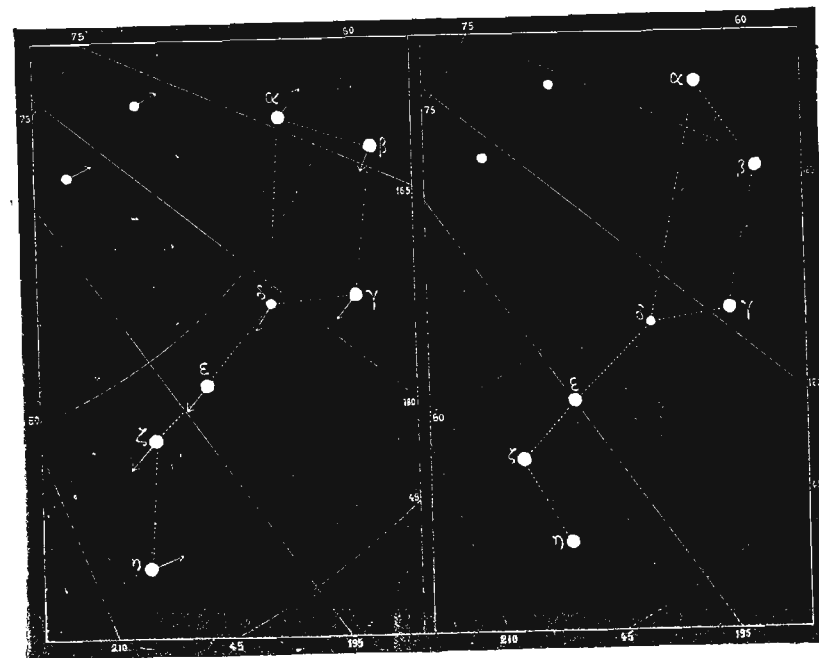
Koliko je sunaca u kumovskoj slami? Šta joj je pravi oblik? Dokle seže? Nu svi su odgovori do danas nesigurni: u svima dolaze rieči „može biti“ i „možda“. U redu je, da si je ljudski um i ova pitanja zadao, nu moramo u astronomiji dosta često biti spremni, mnogo toga pitati, na što danas još ne dobivamo pouzdanog odgovora. Ništa za to, ako saznamo, da su i najjači napori duha ostali bez uspjeha, izpitujući najdalje dubljine svemira — kao što bi i ruka djeteta bila prekratka, da sa barčice izmjeri dublinu oceana. I sa naše male barke, sa zemaljske kruglje, kušali su do-

duše, da izpipaju veličinu kumovske slame i nitko manji, nego astronomički heroj William Herschel (god. 1738.—1822.) bacio se cielim žarom na to pitanje. Stao je baš brojiti zvijezde u kumovskoj slami i oko nje. Svoj orijaški teleskop naperio je na sjever, jug, iztok i zapad. Brojio je zvijezde, što ih je vidio u jednom, drugom itd. smjeru i našao je, da je taj broj veoma različit. Komadić neba, što ga je u jedan mah pregledao u svom teleskopu, bio je velik kao četvrt Mjeseca. Gdjekada je vidio samo 2—3 svietle točke na tamnoj podlozi; drugdje je opet sve vrvjelo od zvijezda na onom komadiću. U gušćoj sferi kumovske slame vidio ih 400—500 na jedan put! Našao je mjesto na nebu, gdje je za četvrt sata nabrojio 116.000 zvijezda! Po tom je brojenju on zaključio, da je kumovska slama sastavljena od bezbroja sunaca, koja su poredjana u nešto splosnutu okruglu ploču. U sredini je od prilike Sunce sa svojom obitelji. Da raztumači pojav ciepanja kumovske slame u dvoje, mislio je, da mora i ta ploča bezbrojnih sunaca biti pocijepana na jednom mjestu. Nu i sam Herschel kao da kasnije nije vjerovao u to. Kad su kasnije izpitivali raspored zvijezda po svemiru, našli su, da ti milijuni sunaca nisu jednako razasuti na sve strane, a nisu ni jednako velika. Ali se opet čini, da nisu ni kojekuda pobacana po nebu bez ikakove osnove. Često nam se ukazuju u parovima po dva, tri, četiri i više sunaca ili pak u cielim hrpama od više tisuća sunaca. I velike mase zvijezda kao da su poredjane u cielim nizovima, ograncima i spiralama. U svemiru je bez dvojbe velik broj „hrpa zvijezda“, kakovih smo u prvom članku priličan broj spomenuli i naslikali. Svaka takova hrpa kao da je jedan posebni zvjezdani sustav. Te hrpe kao da nisu najednako na sve strane po nebu ponamještene, nego su velikom većinom sve gotovo u istoj ravnini, kao što su i planeti naše obitelji gotovo svi u ravnini ekliptike. Sve hrpe zvijezda po tom ne bi izpunjale kruglju, nego okruglu ploču, ne veoma debelu. U toj ploči kao da su pojedine hrpe u veoma različitim daljinama medju sobom i od zajedničkoga im središta, oko kojega jamačno sve te hrpe kolaju. U takovoj je jednoj hrpi sunaca i naše Sunce sa svojim planetima. Kakovo mi se mora pokazivati nebo, kad ga gledam sa koje zvijezde u jednoj od nebrojenih hrpa? Zvijezde, što pripadaju mojoj hrpi, očito će biti najsvjetlije i razdaleko jedna od druge, jer su mi ta sunca najbliža. Zvijezde će moje hrpe vidjeti razasute na sve strane po nebeskom svodu, i od njih će moći sklupati zvjezdišta, kako mi to zaista i

Zvjezda.	Brzina.	Zvjezda.	Brzina.	Zvjezda.	Brzina.
α Andromedae...	+ 0.6	ζ Orionis.....	+ 2.0	ζ Ursae majoris..	- 4.2
β Cassiopeiae....	+ 0.7	α Orionis.....	+ 2.3	η Ursae majoris..	- 3.5
α Cassiopeiae....	- 2.1	β Aurigae.....	- 3.8	δ Bootis.....	- 1.0
γ Cassiopeiae....	- 0.5	γ Geminorum....	- 2.2	ϵ Bootis.....	- 2.2
β Andromedae....	+ 1.5	α Canis majoris..	- 2.1	β Ursae minoris..	+ 1.9
α Ursae minoris..	- 3.5	α Geminorum....	- 4.0	β Librae.....	- 1.3
γ Andromedae....	- 1.7	α Canis minoris..	- 1.2	α Coronae borealis	+ 4.3
α Arietis.....	- 2.0	β Geminorum....	+ 0.2	α Serpentis.....	+ 3.0
β Persei.....	- 0.2	α Leonis.....	- 1.2	β Herculis.....	- 4.8
α Persei.....	- 1.4	γ Leonis.....	- 5.2	α Ophiuchi.....	+ 2.6
α Tauri.....	+ 6.5	β Ursae majoris..	- 4.2	α Lyrae.....	- 2.1
β Aurigae.....	+ 3.3	α Ursae majoris..	- 1.6	α Aquilae.....	- 5.0
α Orionis.....	+ 2.2	δ Leonis.....	- 1.9	γ Cygni.....	- 0.9
γ Orionis.....	+ 1.2	β Leonis.....	- 1.6	α Cygni.....	- 1.1
β Tauri.....	+ 1.1	γ Ursae majoris..	- 3.6	ϵ Pegasi.....	+ 1.1
δ Orionis.....	+ 0.1	ϵ Ursae majoris..	- 4.1	β Pegasi.....	+ 0.9
ϵ Orionis.....	+ 3.6	α Virginis.....	- 2.0	α Pegasi.....	+ 0.2

Liepa Kapella (α Aurigae) bježi po tom od nas velikom brzinom od 3.3 geogr. milja u sekundi, a blijeda polarna zvijezda (α Ursae minoris), taj prijatelj brodara, hrli k nama gotovo istom brzinom. Sjajni Sirius opet bježi od nas sa brzinom od $2\frac{1}{2}$ milje u sekundi. Opravdano je dakle danas misliti, da svaka zvijezda na nebeskom svodu, svaka zvijezda, što ju i u najjačem teleskopu vidimo, u društvu sa milijunima svojih družica kroz svemir neprestano juri silnom brzinom od nekoliko milja u sekundi. Kuda? Mi toga danas ne znamo! Svako žarko sunce jamačno ima svoj cilj: gdje je, toga ne umijemo reći. Svako bez dvojbe ima svoju odredjenu stazu, oko dalekog negdje središta svoga zvjezdanog sustava. Svako juri svojom stazom, koju mu određuje zajedničko privlačenje svih sunaca, što pripadaju njegovomu sistemu, baš kao što naše Sunce privlači svoje planete, pak im određuje staze u zajednici sa privlačenjem od strane njihove braće. Nu ako spomenemo, da ima nekoliko zvijezda na nebu, za koje su već prije teleskopom našli, da kud i kamo većim brzinama jure kroz svemir, medju njima obito: 61 Cygni (Labuda), Groombridge 1830, 61 u Djevici (izp. sliku 24.), Arktur (slika 19.) tako velikim brzinama, da su neki mislili, da će napokon sasna odletjeti iz zvjezdanoga sistema našega u druge sisteme, da su dakle nekakove prebjeglice medju stajaćicama, tad dobivamo neki pojam o značenju rieči „neizmjernost“. Promislimo samo: Sjajna zvijezda, kao Arktur, otišla je prije tisuća i tisuća godina iz kojeg drugog zvjezdanog sistema, po došavši k nama, leti opet tisuće godina medju našim nebrotjenim suncima, da

iza tisuća godina opet odleti u dubljine svemira k drugom zvjezdanom svemiru! Kakva je točkica vremena spram toga eksistencija cijeloga ljudskoga roda! A cieli nam se ljudski život pričinja kao lepršanje one jodnodnevne mušice. Nu ako možda i nema tih prebjeglica medju našim suncima, svakako ostaju neizmjerne daljine prostora, ostaju vojske sunaca i njihove velike brzine u lietu kroz prostor. Nu ako tako lete sva sunca, što je s našim? I naše Sunce juri kroz svemir! Juri s cijelom svojom obitelji — planetima,



Sl. 137.

Gibanje zvijezda u Velikom Medvjedu.
Današnji oblik zvjezdišta.

Veliki Medvjed nakon 36.000 godina.
Promjene izvedene gibanjem njegovih
zvijezda.

mjesecima, kometima, meteorima kroz prostor svemirski u smjeru prama jednoj dalekoj točki ili možda oko nje sa vjerojatnom brzinom od 25—29 kilometara u sekundi.

Pa kuda idemo? I to su donekle izpipali ti astronomi! Kad se vozimo kroz šumu, čini se, da se stabla pred nama sve više raz-

uradismo. Svaki drugi pak sistem stajačica ili sunaca, koji je od moje hrpe sunaca daleko negdje u dubljini svemira, vidjet će tek kao gustu hrpu zvijezda. Mi znamo, koliko smo takovih hrpa zvijezda susreli na našem prvom izletu na nebu. Ako su još k tomu sve te hrpe poredjane u istoj gotovo ravnini, bit će za naše oko ili jedna do druge, ili pak jedna iza druge i naše će oko gledati na nebu uzak pas srebrolikoga svjetla, koji se oko cieloga svoda savija — vidjet ćemo kumovsku slamu. Naše je Sunce sa celom svojom obitelji jedna zvijezda u takovoj hrpi Sunaca i takovih je hrpa — bezbroj. Jer su neizmerno daleko od nas, slievaju se sve u jednoliko srebroliko svjetlo kumovske slame, u kojem tek silni teleskopi i fotografična ploča otkrivaju pojedina sunca, kao piesak u moru! Da nam se je prebaciti iz hrpe stajačica, kojoj pripada naše Sunce, na zvijezdu koje druge hrpe na pr. poznate nam dobre maglice u Andromedi (izp. str. 43.—45.), u kojoj je možda na tisuće sunaca, što bismo na nebu vidjeli? Sunca bi Andromedine hrpe bila najsjajnije zvijezde na nebu i mi bismo ih opet slagali u razna zvjezdišta — Bog bi znao kakovog oblika. Onu pako hrpu sunaca, u kojoj je naše Sunce, gledali bismo iz one užasne daljine — kao neznatnu hrpicu zvijezda — negdje u kumovskoj slami. Da su sve te nabrojene hrpe sunaca točno u istoj ravnini, kumovska bi se slama morala vidjeti svagdje jednako široka ili bolje, jednako uzka; nu jer nisu sve u istoj ravnini, pokazuje nam kumovska slama različite širine, a gdje gdje se i ciepa u dvoje. Gdje je u tom bezbroju „zvjezdanih sistema“ mjesto onoj hrpi, u kojoj je naše Sunce? Je li u sredini? Je li na kraju?

I o tom smijemo već zaključivati! Da je u sredini, morali bismo jamačno na svim stranama vidjeti kumovsku slamu jednako gustu i sjajnu. To nam se ne potvrđuje: u zvjezdištu je Orla i Strjeljača kumovska slama zaista mnogo gušća, nego na protivnoj strani u zvjezdištima Oriona, Blizanaca i maloga Psa. Kad u onim prvim krajevima naperiš na nju teleskop i najjači, ne možeš ju razriješiti u pojedine zvijezde, tako su na gusto poredjane hrpe sunaca: tu je kumovska slama za naše najjače instrumente nerazrješiva, nebeski ti se svod tamo čini kao da je sastavljen od same zvjezdane prašine. Na protivnoj pak strani nisu tako na gusto posijane hrpe, naši ih teleskopi lakše mogu razriješiti i duboko u njih prodrijeti. Zaključak je prema tomu: Hrpa našega Sunca nije u sre-

dini, nego daleko pri rubu kumovske slame i to na strani prama Blizancima.

Kumovska je slama skrajnja granica u svemiru, do koje je ljudsko iztraživanje doprieti moglo: kušaj li prieko nje preći, ne zna ni fantazija, što da počne!

Nu povratimo se na časak natrag u hrpu onih milijuna sunaca, u kojoj je naše Sunce. Za obitelj njegovu znamo pouzdano, da u njoj nema mira: sve se giba od vieka do vieka prema zakonu Newtonovu oko svoga središta — ogromnog za nas Sunca; sila je gravitacija uzrok tomu vječnom komešanju, u kojem je ipak divna harmonija, koju je božanskom iskrom svoga razuma uhvatilo inteligentno biće na jednom članu obitelji — čovjek na Zemlji. Nije li nam sada na ustima pitanje: a što je sa našim Suncem u obitelji milijuna sunaca, što s njim zajedno čine jednu veliku hrpu zvijezda — jamačno jednu veliku obitelj? Istina je: tisuće su i tisuće bilijuna milja medju sobom razmaknuta ta sunca, nu je li moguće, da bi u toj većoj obitelji bio vječni mir? Je li moguće, da ta sunca nepomično stoje svako na svom mjestu, kako se nama doista čini? Nije li kud i kamo vjerojatnije, da je i tu vječno komešanje, vječno valjanje tih svih sunaca oko nekakvog središta? Ne leti li dakle i naše Sunce zajedno s nama kroz neizmjerni svemir — kuda? Ne lete li po svemiru i druge stajačice, ma da mi toga ne vidimo na nebu radi užasne njihove daljine i kratkoga vremena od 2000 godina, što ih ljudi motre?

I astronomi su ova pitanja iznili. Ali dugo, dugo ne mogoše opaziti nikakovoga gibanja stajačica! Nu teleskop u svezi sa spektroskopom i fotografijom donieli su i u tom pitanju prve pouzdane vesti iz neizmerno dalekog svemira. Spektrografija je do danas (izp. str. 257.) dokazala za 51 zvijezdu na našem nebu, da doista lete u svemiru, pače znademo i brzinu, kojom lete k nama ili od nas! Vogel u Potsdamu izveo je zajedno sa Scheinerom tu veliku radnju od god. 1888.—1892., da je po sićušnom pomicanju crta u spektru tih zvijezda, odredio, da se te zvijezde gibaju i kolikom brzinom.

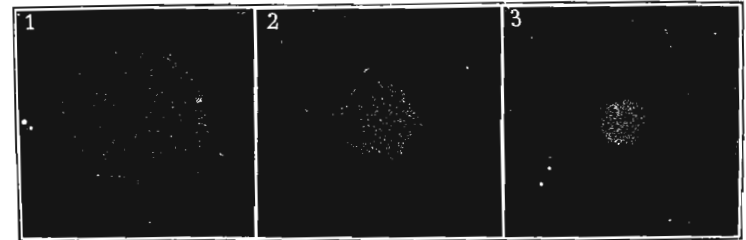
Ne možemo, a da ne priobćimo ovdje rezultat ove epohalne radnje astronomičke naših dana u obliku tabele. U njoj su brzine zvijezda izražene u geogr. miljama, a znak + znači, da bježi od nas, znak —, da k nama leti.

miću, čim im bliže dodjemo, a za nama se put sve više steže. William Herschel je prvi ovu misao prenio na nebo. Ako zaista leti obitelj Sunca kroz svemir, moramo mi to gibanje na zvjezdama opaziti: zvijezde, prema kojima letimo, mora da se razmiću, a one, od kojih letimo, međusobno se primiču. Pomna su mjerenja zbilja očitovala ovakove promjene i po njima sudeći, leti naše Sunce smjerom prema Herkulu. Kud će Sunce iza vjekova letjeti, da li istim pravcem, kao danas, ili će u krivulji skrenuti s današnjega smjera, toga ne može sada reći još ni jedan čovjek. Povjest „našega svemira“ a s njim i povjest naše Zemlje proći će međutim još mnoge faze u svom razvitku, dok bude naša obitelj tako daleko odputovala u svemiru, da budemo mogli u obliku zvjezdišta našega neba opaziti kakovu razliku. Evo slike, kako će od prilike iza 36.000 godina izgledati zvjezdište Velikoga Medvjeda (sl. 137.), a u toj je crtnji uzet obzir i na to, da sve te zvijezde i same lete kroz svemir!

Ali kao da nismo još na kraju svemira, što ga može dohvatiti teleskop!

Osim bezbroja „hrpa zvijezda“ ima na nebu i „svemirskih maglica“. Nije svaki put lako na prvi pogled razlučiti „hrpu zvijezda“ od svemirske maglice. Obje tvorbe nebeske pokazuju isti blledi sjaj, nalik na naše najjuježnije bijele oblake. Prije su astronomi jedne i druge označivali imenom „Nebulae“ (nebula = oblak). Silni su teleskopi ipak ne samo hrpe zvijezda, nego i mnoge maglice razriješili u sisteme ili skupove nbrojenih zvijezda, za koje nam se poradi još veće daljine njihove samo čini, da je jedna tik druge. Jedne su dakle svemirske maglice svakako isto, što i hrpe zvijezda — neizmjerio daleke od nas. Nu ima ih liep broj, koje su nešto sasna drugoga — a to su baš same nerazrješive svemirske maglice. Spektroskop je pokazao, da su te maglice neizmjerio velike mase razžarenoga plina (izp. tablu spektralnu str. 139.), a ne hrpa od čvrstih tjelesa. Nisu li možda na putu, da se tečajem vjekova pretvore u veliki broj takovih tjelesa, kakovo je Sunce, to je opet drugo pitanje: danas svakako još nisu sunca. Kad velimo razžareni plin, ne mislimo plin, koji gori kao plamen u svjetilj. Za pravo gorenje t. j. da tjele izgori i da ga nestane, treba atmosfera poput naše. Plinovi u atmosferama sunaca i zvijezda, pa i plinovi, od kojih su sastavljene mnoge svemirske maglice, ne gore, nego svietle jakošću žari, koja dolazi od velike vratiine, a zovemo ju obično „biješa žar“. Takvih su maglica na nebu nabrojili neko-

liko tisuća. Najliepše smo iztakli u prvom izletu na nebeski svod. U dvie su ih vrste razvrstali: pravilna i nepravilna oblika, prema tomu, kakove nam se ukazuju, kad ih gledamo sa Zemlje. Ima ih okruglih, dugoljastih, prstenastih, čunjevitih, kometarnih, spiralnih



Sl. 138. Planetarne maglice; po Herschelu. — 1. U ribama. — 2. U Velikom Medvjedu. — 3. U Andromedi.



Sl. 139. Dvostruke svemirske magle; po Herschelu. — 1. U Djevici (M 61.). — 2. U Lovačkim psima (H 464.). — 3. U Velikom Oblaku (H 2854.). — 4. U Djevici (H 1358.). — 5. U Lovačkim psima (H 1397.).

a i drugih oblika (izporedi slike: 12, 13, 14, 22, 26, 29, 30). Evo ih još nekoliko od svake vrste naslikanih (sl. 138., 139., 140.). Ima

ih sa jasnom jezgrom ili jezgrama u sredini (sl. 141.) — misliš, da se iz magle tek izvijaju nova sunca, to su maglovite zvijezde. Drugdje ih je opet mnogo na hrpi, kako pokazuje ovdje priložena liepa slika glasovite hrpe maglica u plejadama, koju su tek otkrili prije nekoliko godine fotografijom braća Henry u Parizu (sl. 142.).

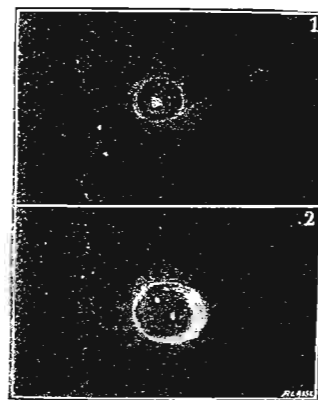
Ti raznovrstni prividni oblici maglica jamačno bi bili posvema drugačiji, da se možemo preseliti na druge zvijezde, koje su im



Sl. 140. »Crab Nebula«. Svemirska magla u Biku; po Rosseu.

bliže. Misle, da su nekoje maglice u nedohvatnim upravo daljinama od nas. Slabo svjetlo, što dopire od njih do nas, da treba stotine i stotine godina, dok dodje k nama! Nu nisu svi složni u tom pitanju: jedni smještaju svemirske maglice daleko izvan našega zvjezdanoga sistema i misle, da će se iz njih tek razviti posebne hrpe sunaca; drugi opet misle, da je velika većina maglica, ako nisu sve, još unutar

naše hrpe sunaca. Nada sve se iztiče i nama poznata velika maglica u Orionu (izpor. sl. 12.), koja se u silnim današnjim teleskopima razvija u izvanrednu maglicu, jednu od najvećih na nebu. Spektroskop je dokazao, da je složena što od gotovih sunaca, što od razžarenih plinova: ona je hrpa nebrojenih sunaca, možda ne velikih, ali u velikom broju, koja su sva umotana u neponjatno veliku masu razžarenoga plina, koji se sastoji od vodika, dušika i helija (izp. str. 40.). Nije li to posebni zvjezdani sistem, koji tek postaje, koji se razvija? Iz magle se tek izvijaju nebrojena sunca, a tek iza milijuna će godina možda doći do toga, da se od pojedinih sunaca u onom svemiru odkidaju planeti i njihovi mjeseci!



Sl. 141. Maglovite zvijezde; po Rosseu. — 1. U Mizaru — 2. C Brodn.

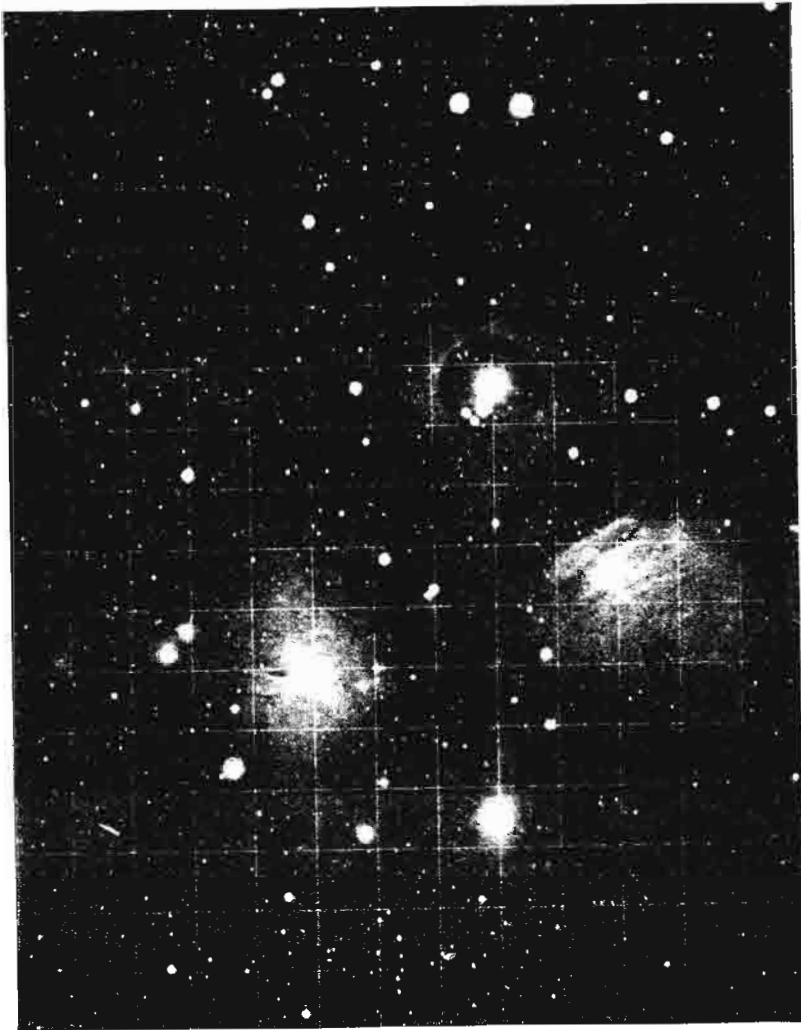
Pred nama je mladi zvjezdani sistem. A ima li i starih, pa kolika im je starost? Starost se svistova i sunaca ne da mjeriti ni na godine ni na stoljeća. Nema dokumenta iz prošlih tisuća godina, da se je na nebu rodila koja sjajna zvijezda. Nu kad ih ovako gledamo u tihoj noći sa naše nestašne barčice — Zemlje na firmamentu, opažamo ipak nekoje znakove, iz kojih kano da čitamo u jednih mladost, a u drugih razmjernu starost. Ti su znaci pače tako jasni, i iza jednog stadija u razvitku sliedi drugi tako izrazito, da kao što možemo za mladića i muža tvrditi, da je jedan ono bio, što je drugi sada, i da će prvi postati onakov, kakov je

pisma, kojima je na nebu pisana historija o postanku i razvijanju nebeskih tjelesa — kosmogonija. Nu prvi je korak ljudski rod učinio, a vodila su ga dva veleuma prvoga reda: filozof Kant i astronom Laplace. Podjimo im za čas tragom, pa kušajmo i sami, da čitamo s neba povjest svemira. Bacimo najprije oko na obitelj našega Sunca. Dvie stvari udaraju svakomu u oči: 1. Svi planeti i njihovi mjeseci lete oko Sunca u gotovo potpunim kružnicama ne samo u istom smjeru (od zapada k iztoku) nego i u istoj gotovo ravnini u ekliptici. U tom se istom smjeru vrti i Sunce oko svoje osi. Može li to biti tek puki slučaj? pitao se je Kant. 2. U prostoru između planetâ nema nikakove tvari, koja bi i najmanje utjecala na njihovo gibanje, pak ih silila, da se svi baš tako gibaju — prostor je taj prazan. Kako da spojimo tu posvemašnju jednoličnost u gibanjima svih članova naše obitelji, sa činjenicom, da između njih nema nikakove materijalne sveze? Kant odgovara: „Ja mislim, da su sve stvari, iz kojih sastoje kruglje, pripadajuće u obitelj našega Sunca — svi planeti i kometi u početku svih stvari razrišene bile u svoje elementarno počelo, pak da je ta tvar izpunjavala cijeli prostor, u kojemu se sada valjaju sva ta tjelesa“. U tom kaosu nije po tom bilo nikakovih čvrstih tvorbi, tek kasnije su se pojedina klupka stala skupljati i zgušćivati radi privlačenja između pojedinih čestica chaoticne mase. Šta je dakle po Kantu najdalja prošlost sunčane obitelji? Ništa drugo nego ogromna okrugla svemirska maglica, koja je jamačno sezala još mnogo dalje od Neptunove današnje staze! Ima li još danas takovih tvorbi na nebu? Naši čitatelji i čitateljice znadu odgovor. Ne jedna ili dvie, nego tisuće se i tisuće takovih svemirskih maglica nalaze u dubinama svemira, za koje posvema pouzdano znamo, da su doista — tek chaos od razžarenih plinova. Pogledajte im samo prerasličite oblike, kako smo ih u ovoj knjizi naslikali, pak ćete iz njih već čitati dobar komad njihove povjesti. Eno ih posvema nepravilnih, sasvim jednolikih, bez najmanjega traga kakovom zgušćivanju u njima (sl. 138.), ali ćete ih naći dosta i takovih, koje su primile već pravilni oblik kruglje ili su se već razvile u prstenaste svemirske maglice (vidi sl. 29. na str. 78.). Drugdje ćete ih opet naći, koje su se razpale u dvoje, al svaka je još uvijek jednolika, žarka, plinovita masa (sl. 139.). Nu još je više na nebu takovih maglica, koje u velikim teleskopima nisu više posvema jednolične, akoprem su još uvijek žarki plinovi: tvore se

u njima već jezgre, oko kojih se skuplja sve više žarke njihove mase. To je očito već dalji stadij u razvitku svemirske maglice; u njoj se tvore plinovite kruglje, koje su u sredini gušće i sjajnije od ostale materije, u koju su još uvijek umotane. U Orionovu trapezu upoznali smo sjajan primjer ove vrste. Nu osim nerazrišenih maglica pokazalo nam nebo i veliku množinu „hrpa zvijezda“, u kojima su se već pojedine kruglje posvema odlučile jedna od druge; materija, u koju su prije bile umotane, razkinula se je i slegla oko pojedinih krugalja, kojih svaka nije drugo nego jedno sunce u prvoj svojoj mladosti. Ali ne će ni to do vieka tako ostati. Žarenjem će u ledeni svemir manja sunca rano utrnuti i letjeti će oko mnogo većih, još veoma sjajnih sunaca: pred nama je ono, što smo nazvali zvjezdanim sustavom. Svako sunce u tom sustavu živi svojim posebnim životom, svako mora da prodje kroz sve četiri faze svoga života, ali sve ih medjusobno spaja i u odredjenim stazama vodi oko zajedničkog centra ista sila — u punom smislu svjetska sila gravitacija. Nu kao što ćete u velikom gradu naći najviše ljudi u muževnoj dobi, tako ćete na nebu naći i najviše sunaca u muževnoj dobi, — to su sunca kao što je naše. Mnogo će manje biti mladića među njima i staraca. Al i takovih smo našli na našem izletu po nebu priličan broj. I naše je Sunce jur prešlo u zrelu muževnu dob — počinje već starati. Nije više moguće, da rodi još koji planet, a prve znakove starosti nosi na svom čelu: sunčane pjegice. U silnim se revolucijama bori protiv njih danas, ali će jednoć ipak umrijeti, kao što je eno i Jupiter već umrlo sunašće. Nije tomu davno, što je i on sjao svojim svjetlom uz Sunce, koje se je onda na nebu javljalo kao dvostruka zvijezda. U mladosti svojoj svako sunce jamačno stvara oko sebe obitelj planeta, kao i naše Sunce. Od velike se okrugle maglice — sunca u prvoj mladosti, odkidaju po Kant-Laplaceovu sudu najprije cijeli koluti te magle po više puta; oni se razkinu i sklope u velike maglene lopte, — planete. Koliko se puta od kojega sunca odkinuo kolut, toliko se je puta načinio nov planet. I planeti nastaviše isti život: vrtnjom se splosnuše na polovima, a oko ekvatora nabujahu. Tamo se odkinuo kolut još uvijek maglovite materije, razkinuo se i smotao u novo klupko — jedan mjesec. Gdjekada se dogodi, da se kolut ne smota u jedno klupko, nego mu se materija razdieli oko mnogih središta i tako postadoše asteroidi i kolut Saturnov!

Pred duševnim nam se okom razvio cio svemir: sve tvorbe

drugi, — isto tako sigurno smijemo i za nebeska tjelesa slutiti, kakovo je sada jedno, da će biti ili da je već bilo koje drugo.



Sl. 142. Hrpa maglica u plejadama. Po fotografiji u novoj Vatikanskoj zvjezdarni od g. 1894.

Izvjestnih podataka dakako da ne možemo dati. Nama se, koji nebo i njegova čudesa učimo sa našim slabim očima i jedva pedalj

vremena, pristoji, da budemo oprezni i u hipotezama i skrušeni u tvrdnjama. Jer ono, što smo od svemira mi uhvatili do najskrajnijih mu granica za nas, jamačno je ništa spram onoga, što je u dalekim krajevima njegovim, do kojih ne seže ni oko, ni teleskop. ni fotografična ploča! I svjetlo k nama na putu, naime taj jedini glasnik iz onih neizmernih daljina, umre davno prije, nego dodje do nas. Nu što smo više pronikli u čudesa svemira, sve nam se očitije razvijala misao, da se i svietle vojske nebeske razvijaju, baš kao i živa bića na Zemlji. Mjesec je star sviet, jer je došao do slabašne iztrošene faze u svom životu. Nekoć je i on bio mladić: žarka maglovita masa, koja se je vrtila oko osi. Rodio se još davno prije toga u času, kad se je taj komad odkinuo od zemaljske magle. U dugom nizu godina postao je jamačno i on, stezanjem svoje žarke mase na manji objam, — malo, presitno sunašce ili zvjezdica sa sjajnom fotosferom i uzburkanom atmosferom vrućih plinova. Takovo se sunašce moralo naglo ohladiti u ledenom prostoru i sjaj mu se utrnuo, kad je prešao u muževnu dob, u stanje vrućeg i raztaljenog, ali gotovo ništa ne svietlećeg tiela, kao što je danas možda Jupiter. Došla je kasnija zrelija muževna dob, u kojoj je danas Zemlja, i napokon evo ga u današnjoj staračkoj dobi. Sunce je naše još mlado, u naponu snage i obiesti, nu i Sunce će proći faze Jupitera, Zemlje i Mjeseca. Pa tako nam se čini, kao da vidimo u Suncu, Jupiteru, Zemlji i Mjesecu četiri faze u životu svakoga samostalnoga nebeskoga tiela: krepku mladost, mirniji žar muževne dobi, razboritu korist zrelih godina i iztrošenu studen starosti. Iz svemirskih pak maglica kamo da je postao taj bezbroj sunaca, što nam svietli na nebu.

Vriedno je, da se na časak ustavimo kod ove veličanstvene misli: čovjek, koji svojim umom prati i razglaba nebeska čudesa tek pedalj vremena — najviše 2000 godina — usudjuje se, da misli o tom, kako se je tečajem vjekova razvijao — svemir! To bi i zaista bio problem njegovu umu jamačno za uvijek nedosežan, da ga nije u tom poslu pomoglo — samo nebo. Kao što je naša Zemlja u svojim davnim slojevima sama uklesala povjest svoga razvijanja, tako je, čini se, i neizmjerni svemir u svojim tvorbama plamenim pismenima na nebu sâm zabilježio svoju povjest. Viekovi su prošli, dok je slabašni čovjek naučio samo čitati pismo i razumjeti jezik, kojim je Zemlja u utrobi svojoj zabilježila svoju povjest, viekovi će jamačno još proći, dok bude čovjek razumio posvema vatrena

njegove ponizasmo u kronologičan red; sve faze u životu nebeskih tjelesa nadjosmo na nebu, sva se gibanja i svi se pojavi u tom redu u karakterističnim svojim crtama nadjoše; nije manjkao ni jedan član: lanac se je podpuno dao složiti.

I tako se je korak po korak u nedoglednim periodama razvio — divni, veličanstveni, našem ograničenomu umu i po vremenu i po prostoru nedohvatni — kosmos!

* * *

Al jedno je još pitanje, što nam u velike svima zaokuplja misao i srce. Taj veličanstveni, taj bezkrajni kosmos, u kojem je vječno gibanje i komešanje, ali u savršenoj upravo harmoniji — je li taj kosmos — m r t a v? Nema li nigdje iskre organskoga života, nema li nigdje u tom bezbroju sunčanih obitelji razumnih bića — nego na jedinoj Zemlji?

Daš li rieč sreću, protivi se nekako instinktivno toj neutješljivoj misli. Al nije ovdje mjesta sreću, red je na prirodnoj nauci, osobito astronomiji, da odgovara i na to pitanje. Povratimo se na čas u obitelji našega Sunca. Po našem pojimanju organske materije tek je za tri člana u obitelji vjerojatno, da na njima može biti živih stvorova: na površini Venere, gotovo cijeloj, može biti živih stvorova; na Marsu ih za stalno može biti pače u tolikoj mjeri, da bi nekoje biline i životinje, prenesene na Mars, i tamo mogle dalje živjeti. Još bismo i za Merkura mogli reći, da su u jednom pojasu njegovom izpunjeni nužni uvjeti života: zrak, voda i temperatura u određjenim granicama. Za sve ostale planete valja reći, da nije doduše nemoguće, da bi i na njima bilo živih stvorova, ali su prilike takove, da to nije vjerojatno. U velikoj žari našega Sunca i nebrojenih drugih sunaca ili stajačica, što nam ih je otkrio teleskop, za stalno ne može da postoji organska materija, kakovu mi poznajemo na zemlji. Dolazimo do zaključka: Od svih nebrojenih milijuna zvijezda, što ih vidimo na nebu, tek su Mars, Venera i Merkur, za koje smijemo reći, da na njima može biti života po našem shvaćanju. To je veoma žalostan rezultat i kad na nj mislimo, gotovo nas hvata groza sa osjećanja takove osamljenosti u neizmjernom svemiru. Ali na sreću nije ničim opravdan zaključak, da je priroda vezana na ograničeni broj oblika, u kojima ona podržaje život, i ova spoznaja tješi svakoga, koji bi rado

smjestio na drugim svietovima razumnih i još mnogo razvijenijih bića od nas. Ta nas spoznaja uči dalje: čim su prvi počeci života tu, dana je tim i mogućnost, da se život i podpuno razvija, i da će priroda i za ma kako različite izvanje prilike naći i nužne forme organske materije, koje će u tim prilikama biti uvjeti obstanka njezina. Tako se na pr. smijemo nadati, da ima na Marsu bića, koja ne žive samo običnim vegetativnim životom, nego znadu i za više ciljeve i svrhe. Mi se razložno smijemo tomu nadati, ali vjerovati toga — bar danas još — ne moramo!

Od svih dakle milijuna nebeskih tjelesa, što ih vidimo na nebu, tek su tri, na kojima može biti naše organske materije!

Tomu zaključku nema prigovora, ma kako nam se činio žalostan, dok ga se držimo doslovce t. j. dok ga stegnemo riečima: „što ih vidimo“. Dolaze još k tomu tjelesa, kojih mi ne vidimo i ne možemo vidjeti, a o tima — naravno — znamo još kud i kamo manje — ne znamo ništa, dakle će i na tom polju naša misao još više zapeti. Čudan paradokson! O nevidljivim nebeskim tjelesima ne znamo ništa, jer nam se ta tjelesa nikako ne mogu očitovati, pa ipak za naše pitanje baš o njima znamo mnogo više, nego o onim drugima. Tu matematika utječe u naše pitanje i po računu vjerojatnosti dolazimo do sasvim izvjestnih rezultata. Evo ih:

Naše se je Sunce opasalo — ako ne računamo sitnih asteroida — sa osam velikih planeta, na kojima su vrlo različite temperature prema daljini od Sunca. Od ovih osam je jedan — Zemlja — na kojem je za stalno života, pače i razumnih bića, a za dva druga veoma je vjerojatno, da je na njima života, pače na jednom i razumnih bića. Ako je naše Sunce rodilo osam planeta, velika je vjerojatnost, da su i druga sunca ili stajačice rodila više nego jedan planet i da će ih biti veoma malo u svemiru, koja nemaju planeta oko sebe. Dalje moramo zaključiti, da će medju tima hipotetičkim planetima drugih stajačica biti svakako i takovih, koji su u zgodnoj fazi razvitka i u takovoj daljini od svog Sunca, da se na njima može razvijati organski život. Računajmo sada brojevima, koje ćemo uzimati što niže, da ne prevršimo mjeru. U srednjem teleskopu vidimo od prilike 10 milijuna stajačica; neka ima svaka stajačica poprieko samo jedan planet, pa dobijemo liep broj od 10 milijuna planeta. U našoj obitelji ima jamačno od osam planeta na tri ma života, dakle od 100 na njih 25; nu rećimo, da se taj omjer u svemiru stegne na jedan od sto, pa

VI. Naše noćno nebo dne 1. listopada svake godine u 9 sati na večer. — Pregled poznatih zvijezda. — Strjeljač i Štit So-bjeskoga. — Pegaz. — Ribe. — Kit. — Jarac. — Vodenjak. — Južna Riba (Fomalhaut)	89
D o d a t a k : Pregled glavnih zvjezdista našega noćnoga neba i kada se vide u nas	101
VII. Sunce, Mjesec i planeti na nebeskom svodu. — Zodijak ili životinjski pojas. — Stanovi Sunca u zodijaku. — Ekliptika i prividno gibanje Sunca u ekliptici od zapada k iztoku. — Gi-banje Mjeseca po zodijaku. — Stanovi Mjeseca. — Zvjezde lu-talice po zodijaku: Merkur, Venus, Mars, Jupiter i Saturn	102

U novovjekoj zvjezdarni.

I. Najveća zvjezdarna na svijetu: Lickova zvjezdarna na Mount Hamiltonu u Kaliforniji. — Zvjezdarna. — Najveća zvjezdarna na svijetu: Lickova zvjezdarna na Mount Hamiltonu u Kaliforniji. — Kupola za veliki teleskop. — Meridijan-instrument.	110
II. Radnje u zvjezdarni. — Smještanje zvjezdarna izvan gradova. — Radnje oko meridijan-instrumenta. — Određivanje mjesta zvijezda. — Ure u zvjezdarni i signali vremena u Beču i Zagrebu. — Pogreške mjerenja. — Radnje oko velikog teleskopa. — Ekva-torijalni namještaj toga teleskopa. — Najveći teleskopi današnj. — Fotografska karta neba. — Nova Vatikanska zvjezdarna ...	111
III. O radu diletanta na polju astronomije. — Mali observatorij za prijatelje neba od Della. — Motrenja na nebu. — Pomagala za motrenje neba. — Motrenja prostim okom. — Motrenja teles-kopom. — Ispitivanje teleskopa	130

Kako mjeri astronom svemirske daljine.

Kako mjeri astronom veličine nebeskih tjelesa i svemirske da-ljine. — Prividne veličine Sunca i Mjeseca — Veliki brojevi u astronomiji. — Kako su daleko od nas Mjesec i Sunce. — Ko-lika su to tjelesa i kakova su — Što je Zemlja. — Stara mi-šljenja o Zemlji. — Zemlja kao ploča. — Zemlja kao valjak. — Zemlja je u istinu kruglja. — Izmjerivanje Zemlje — Kolik je Mjesec i kako je dalek od Zemlje. — Daljina Sunca od Zemlje. — Mišljenje starih naroda. — Mjerenje daljine u obće na Zemlji. — Kako mjeri astronom u svemiru. — Prolazi Venere izpred Sunca i prava daljina Sunca od Zemlje.....	134
--	-----

Svjetlo glasnik iz svemira. Astrofizika.

Uvod. — Svjetlo kao glasnik o konstituciji nebeskih tjelesa. — Astro-fizika. — Spektroskop. — Lamanje svjetla. — Spektrum sunčanog

svjetla. — Fraunhoferove crte. — Spektralna analiza. — Emi-sija svjetla. — Kontinuirni spektrum. — Diskontinuirni spektrum. — Novi elementi. — Konstitucija materije. — Spektra Sunca i stajačica. — Svemirske maglice — Kometi. — Pomrčanje Sunca. — Protuberance. — Chromosfera i fotosfera Sunca. — Absorpcija svjetla. — Spektrum krvi. — Tumačenje Fraunhoferovih crta. — Atmosfera Sunca. — Stajačice. — Nove zvijezde	152
--	-----

Harmonija svemira.

I. Od najstarijih vremena do Hiparha. — Nebeska gibanja. — Mišljenje o tom u starih Grka. — Homersko doba. — Anaksi-mandar: Zemlja je valjak. — Kristalna sfera. — Sfere Pitago-rine. — Eudoksovo nebo. — Anomalije u gibanju planeta. — Pomrčine. — Sarusov ciklus	183
II. Od Hiparha do Ptolomeja. — Hiparh. — Nejednakost godišnjih doba. — Ekscentrični krug Hiparhov. — Ptolomejev sustav. — Almagest. — Epicikli. — Prividna gibanja planeta po Ptolomeju.	193
III. Kopernik. — Sunce i gibanja planeta. — Nikola Kopernik, re-formator astronomije. — Heliocentrični sustav svijeta. — Život i djela Kopernika	205
IV. Od Kopernika do Newtona. — Nepodpunost Kopernikova su-stava. — Kepler: život i djela. — Planeti se ne gibaju po kruž-nici, nego po elipsi. — Keplerovi zakoni. — Harmonija svijeta.	212
V. Galilei i Newton. — Aristotelova nauka o gibanju. — Galileo Galilei protiv Aristotela. — Život Galileia. — Njegova nauka o padanju tjelesa. — Princip uztrajnosti. — Borba Galileieva sa inkvizicijom. — Njegova osuda i zadnje godine života. — Newton. — Uzrok gibanju planeta oko Sunca. — Sila gravitacija. — New-tonov zakon gravitacije. — Gravitacija drži obitelj Sunca.....	228

Obitelj našega Sunca.

I. Obćeni pregled. — Obitelj Sunca. — Planeti. — Planetoidi ili asteroidi. — Periodični kometi. — Kriesnice. — Zodijakalno svjetlo.	237
II. Glava obitelji — Sunce. — Budućnost Zemlje. — Totalne po-mrčine Sunca. — Atmosfera Sunca. — Chromosfera. — Protu-berance. — Oluje na Suncu. — Korona. — Dopplerov princip. — Spektrografija	243
III. Glavni članovi obitelji — planeti i njihovi Mjeseci. — Zemlja — zvijezda u svemiru. — Mjesec naše Zemlje. — Merkur. — Venus. — Mars. — Mali planeti ili asteroidi. — Prvak u obi-telji — Jupiter. — Saturn. — Uranus. — Neptun	279
III. Kriesnice i kometi. Zodijakalno svjetlo. — Kriesnice. — Meteoriti ili vatrene kruglje. — Meteoriti ili aëroliti. — Što su meteoriti ili kamenje, što pada s neba. — Sveza između ovih	

bi još uvijek dobili 100.000 nebeskih tjelesa, na kojima ima života! To je sasna drugi rezultat. On je posvema drugačiji od pređašnjega, da od svih vidljivih nebeskih tjelesa može biti života tek na trima.

Ne! Svemir sada za nas nije više pust i mrtav. Na stotine će hiljada biti u njemu krugalja, na kojima može biti, a po tom i ima organskoga života. Sada se smijemo otisnuti u svemir i na krilima fantazije: možemo izmišljati po miloj volji životne forme u najneobičnijim oblicima, koje postaju prema različitim prilikama na tim dalekim planetima drugih sunaca. Ovlašteni smo pače pretpostaviti, da ima i takovih stvorova, koji su nas slaboumne stanovnike zemaljske daleko pretekli umnim sposobnostima — bića, kojima su naši najviši problemi, oko kojih se muči ljudski rod na Zemlji već tisuće godina — tek istine, koje se same po sebi razumievaju!

Na zvjezdah su možda dusi višeg sklada,
Kako ovdje pakost, tamo krepost vlada!



S A D R Ź A J.

Naše nebo.

Crtice iz astronomije.

Naše noćno nebo.

	Stran
I. Obćenit pregled noćnoga neba. — Večernje nebo. — Zvjezde, zvjezdana daljina, godina svjetla. — Daljine zvijezda od nas. — Zvjezde prvoga reda. — Broj zvijezda.	3
II. Svod se nebeski giba. — Prva orientacija na nebu. — Polovi nebeskoga svoda. — Zenit. — Dnevna vrtinja nebeskog svoda. — Posljedice toga pojave.	12
III. Naše noćno nebo dne 1. siječnja svake godine u 9 sati na večer. — Cirkumpolarna zvjezdišta. — Veliki Medvjed. — Mali Medvjed. — Zmaj. — Kastojeja. — Labud. — Persej. — Kočijaš. — Bik. — Orion. — Andromeda i Trokut. — Ovan. — Veliki Lav. — Blizanci. — Mali Pas i Rak. — Veliki Pas. — Pregled neba dne 1. siječnja.	18
IV. Naše noćno nebo dne 1. travnja svake godine u 9 sati na večer. — Godišnje vrtinja nebeskog svoda. — Novi položaj jur poznatih zvjezdišta. — Bootes. — Sjeverna kruna. — Lovački psi i kosa Berekkina. — Djeвица (Gavran i Vrč). — Pregled neba dne 1. travnja.	57
V. Naše noćno nebo dne 1. srpnja svake godine u 9 sati na večer. — Pregled neba. — Cirkumpolarna zvjezdišta. — Lira. — Vagon. — Herkula. — Dupin. — Ophiuchus i Zmija. — Škorpiona. — Vaga.	74

tjelesa. — Rojevi kriesnica. — Roj leonida. — Suze sv. Lovrinca ili roj perzeida. — Odnosaj izmedju rojeva kriesnica i kometa. — Bielin komet i roj od 27. studenoga. — Schiaparellijeva teorija. — Liraidi. — Kometi. — Oblik im i put kroz svemir. — Nekoji odlični kometi. — Donatijev komet od god. 1858. — Wellsov komet. — Sawerthalov komet. — Zodijakalno svjetlo.....	373
--	-----

Izlet u sviet stajačica.

Druga sunca — Broj tih sunaca. — Osobita sunca. — Dvostruka i mnogostruka sunca. — Daljina sunaca. — Dva najbliža sunca. — Daljine sunaca od Zemlje. — Promjenljive i nove zvijezde. — Algol i njegov pratilac. — Hrpé zvezda. — Kumovska slama. — Zvezdani sustavi. — Svemirske maglice. — Život u svemiru.....	403
--	-----

Ovoj knjizi su priložene:

1. Od str. 1—109. Aligmentkarta našega neba (na kraju knjige);
2. Na str. 168. Spektralna tabla. (Po H. C. Vogelju);
3. Na str. 306. Topografična karta mjeseca. (Slika 100.);
4. Na str. 337. Pregledna karta planeta Marsa.

