

Pol Merdin

**TAJNI
ŽIVOT
PLANETA**

**Vodič kroz
Sunčev sistem**

Prevela
Tatjana Bižić

■ Laguna ■

Naslov originala

Paul Murdin

THE SECRET LIVES OF PLANETS

First published in Great Britain in 2019 by Hodder & Stoughton

An Hachette UK Company

Copyright ©Paul Murdin 2019

The right of Paul Murdin to be identified as the Author of the Work has been asserted by him in accordance with the Copyright, Designs and Patents Act 1988.

Translation copyright © 2020 za srpsko izdanje, LAGUNA



Kupovinom knjige sa FSC oznakom pomažete razvoj projekta odgovornog korišćenja šumskih resursa širom sveta.

NC-COC-016937, NC-CW-016937, FSC-C007782

© 1996 Forest Stewardship Council A.C.

**TAJNI
ŽIVOT
PLANETA**

Sadržaj

Prvo poglavlje	Red, kaos i jedinstvenost u Sunčevom sistemu	9
Drugo poglavlje	Merkur: tučen, stidljiv, ekscentričan.	23
Treće poglavlje	Venera: ružno lice iza lepog vela . .	49
Četvrto poglavlje	Zemlja: spokojna ravnoteža	67
Peto poglavlje	Mesec: skoro mrtav	87
Šesto poglavlje	Mars: ratnička planeta	99
Sedmo poglavlje	Marsovi meteoriti: iverje starog panja	117
Osmo poglavlje	Cerera: planeta koja nikada nije izrasla	125
Deveto poglavlje	Jupiter: tvrdog srca	137
Deseto poglavlje	Galilejevi sateliti: porodica vatre, vode, leda i kamena	149
Jedanaesto poglavlje	Saturn: gospodar prstenova	157

Dvanaesto poglavlje	Titan: odloženo oživljavanje	169
Trinaesto poglavlje	Enkelad: toplog srca	179
Četrnaesto poglavlje	Uran: izokrenut.	185
Petnaesto poglavlje	Neptun: neuklopljen	201
Šesnaesto poglavlje	Pluton: stranac koji je stigao iz ledenog sveta	209
O Sunčevom sistemu jezgrovito		221
Hronološka tablica.		225

Prvo poglavlje

Red, kaos i jedinstvenost u Sunčevom sistemu

Ako je verovati detektivskim romanima, engleski seoski život uglavnom je tih i uhodan, uredno nizanje sitnih, nevažnih događaja, koje zatim naruši drama, otkrivajući tajne skrivene iza čipkanih zavesa na prozorima prividno veoma uglednih ljudi. Redovnost seoskog dana obuhvata pravilne dolaske poštara i čitača električnih brojila, mesečni raspored sadrži sastanke bridž kluba i probe crkvenog hora, godišnji ciklus obeležavaju vašari cveća i rukotvorina i božićna predstava. Onda pukovnika pronađu izbodenog u rođenoj postelji i ispostavi se da je počinilac pukovnikov bivši ortak u nekakvim mutnim poslovima na Dalekom istoku. Crkvenjaka su pronašli obešenog o užad zvona – ljubavnik njegove bivše žene uklonio ga je time sa spiska naslednika njene imovine. Šefica pošte na tragu je pošiljaocu pisama napisanih otrovnim mastilom, ali ju je neko udavio u bunaru, a njen bicikl ostao je napušten u blizini, na seoskoj livadi. Tihi seoski život je narušen i tajne koje su ležale ispod površine su razotkrivene.

Takvi romani, kao što su romani Agate Kristi, fikcionalizovane su verzije stvarnog života. Mada bismo o životu rado mislili kao o nečemu što poseduje poredak i pravilnu strukturu, prinuđeni smo da postanemo svesni haotičnih događanja kao što su saobraćajne nesreće, teške bolesti, uragani, poplave i teroristički napadi, pa povremeno čak i da postanemo njihovi sudeonici.

Isto tako možda imamo utisak da Sunčev sistem funkcioniše ustaljeno i savršeno pravilno, kao sat ili kao planetarijum. Na kratkoj vremenskoj lestvici posmatrano, i jeste tako, ali s dugoročnijeg stanovišta sagledane, planete i njihovi sateliti imaju uzbudljiv, dramatičan život. Kao i u ljudskom životu, tako su i u životu planeta neke promene postepene, ekvivalentne prirodnom procesu odrastanja ljudskih bića. Neke druge promene su prelomne, kao u našem životu katastrofalne nesreće, i one izbacuju planetu u novu putanju, metaforički ili doslovno. Posledice takvih dramatičnih događaja ostavljaju traga na spoljašnjem izgledu i na strukturi planete i deo posla naučnika koji proučavaju planete jeste i to da odgonetnu šta se dogodilo. „Sadašnjost je ključ prošlosti“, pisao je o Zemlji Arčibald Giki, škotski geolog iz XIX veka. Što važi za Zemlju, važi i za ostale planete.

Viđenje Sunčevog sistema kao satnog mehanizma dostiglo je vrhunac u XVIII veku. Osnovnu geometriju Sunčevog sistema kao sistema planeta u orbiti oko Sunca postavio je poljski sveštenik Nikola Kopernik 1543. godine, a tačnost Kopernikovih pretpostavki potvrdio je italijanski fizičar Galileo Galilej svojim otkrićima pomoću teleskopa

1610. Empirijska pravila koja opisuju matematičke osobine orbita, kao što je njihov elipsasti oblik, utvrdio je nemački astronom Johan Kepler 1609–1619. godine. Sva ova otkrića objedinio je matematičar Isak Njutn izloživši temeljna fizička načela kretanja planeta u svojoj knjizi iz 1687. godine *Matematički principi prirodne filozofije*, u kojoj je izvanredno jednostavno i precizno formulisao zakon gravitacije.

Njutnov model Sunčevog sistema bio je pažljivo promišljeno matematičko delo. Njutn je 1726. izneo svoje čvrsto ubeđenje da „čudesni raspored Sunca, planeta i kometa može jedino da bude delo nekog svemoćnog i inteligentnog Bića“. Prema Njutnovom gledištu, Bog orkestrira kretanja unutar Sunčevog sistema i upravlja njima posredstvom zakona gravitacije dok se planete kreću napred prema svojoj budućnosti.

Ovaj model svemira dalje su razvijali Njutnovi naslednici, među kojima posebno treba istaći francuskog fizičara Pjera Simona Laplasa. Laplas je matematički dokazao, polazeći od Njutnovih načela, da je Sunčev sistem stabilan. Planete orbitiraju oko Sunca tvoreći disk oko njega i orbitiraju tako do beskonačnosti. Laplas je stoga smatrao da će Sunčev sistem, pošto je već jednom stvoren, u tom istom obliku postojati večno. Sunčev sistem je nešto neprolazno, što se od samih svojih početaka razvijalo neizbežnim putevima.

Laplas je pouzdana fizička znanja izrazio s pouzdanom verom:

Sadašnje stanje svemira moramo da posmatramo kao posledicu njegovog predašnjeg stanja i uzrok stanja koje

će tek uslediti. Inteligentna svest koja poznaje sve sile koje u jednom datom trenutku deluju u prirodi, kao i trenutni raspored svega u svemiru, bila bi u stanju da jednom jedinom formulom pojmi kretanje i najvećih tela isto kao i najlaganijih atoma u svetu, pod uslovom da je taj intelekt dovoljno moćan da sve podatke podvrgne analizi; njemu ništa ne bi bilo neizvesno, i budućnost i prošlost bili bi predstavljeni pred njegovim očima.

U uticajnoj knjizi *Prirodna teologija ili Dokazi o postojanju i svojstvima Božanstva*, objavljenoj početkom XVIII veka, teolog Vilijam Pejli opisao je nastajanje planetnog sistema:

Pokretački uzrok ovih [planetnih] sistema jeste privlačenje, koje varira recipročno kvadratu udaljenosti, što će reći, na dvostrukoj udaljenosti deluje četvrtina sile; na polovini udaljenosti četverostruka sila, i tako dalje... Sve dok se ove hipoteze mogu postaviti, može se reći, mislim, da dokazujemo izbor i pravilo; izbor između neograničeno raznovrsnih mogućnosti i pravilo koje je, po sopstvenoj suštini, ravnodušno i neopredeljeno prema svojstvu koje reguliše.

Pejli je Sunčev sistem (i ljudsku anatomiju, i druge prirodne pojave) upoređio s komplikovanim i dobro izrađenim satnim mehanizmom. Iz toga je izveo da je, baš kao što časovničar na određeni način pravi sat, prirodne fenomene napravio Božanski časovničar. Ovo je teleološki argument za postojanje Boga. Sažeto iznesen, teleološki argument glasi: prirodni fenomeni dobro funkcionišu, uklapaju se prefinjeno kao da ih je neko smišljeno stvorio, što znači da mora postojati Tvorac, a taj tvorac je Bog.

Prema Pejlijevom logičkom zaključivanju, ako pronađemo sat kako leži na zemlji, neizbežno ćemo iz toga izvesti da je taj sat neko morao napraviti; da je u neko vreme i na nekom mestu morao postojati vešti izumitelj, ili više njih, koji ga je oblikovao upravo u svrhe kojima ustanovljujemo da odgovara, koji razume njegovo ustrojstvo i koji je osmislio njegovu primenu.

Taj model svemira veoma je uspokojavajući: živimo u jednom skladnom svetu, koji je osmislilo vrhovno biće. Pejli je ovu ideju primenio na planete Sunčevog sistema, ali pažnju je usmerio i na ljudsku anatomiju – ljudsko oko izgleda kao da je napravljeno prema unapred osmišljenoj nameni, a Bog je bio taj koji ga je osmislio i napravio. Model opstaje i u današnje vreme i Pejlijeva knjiga se i danas citira.

U XIX veku pronađena je alternativna teorija o prirodi koja će objasniti građu ljudskog tela. Bila je to Darwinova teorija evolucije. Kod živih bića smišljena namena samo je prividna, zato što se određene prirodne varijacije prenose s roditelja na sledeće pokolenje jedino ako pogoduju biološkom uspehu jedinki. Iz toga proističe proces ponavljanja i poboljšavanja kojim se građa bioloških organa popravlja da bi oni uspešnije služili svojoj svrsi. Smišljena namena samo je prividni utisak. Argument izložen u Pejlijevoj knjizi danas uglavnom koriste kao potporu protivnici Darwinove teorije evolucije, često zastupajući kreacionizam, prema kome je ceo svemir, a ljudski rod naročito, stvorio jednom i zauvek Bog.

Savremena biologija drži se naučnog argumenta da se sva živa bića razvijaju prema prividnoj unapred smišljenoj nameni nizom naslednih promena koje postepeno rastu i

čiji je ishod poboljšanje funkcija putem prirodnog odabiranja. Na polju fizike, naučni napredak koji je u XX veku donela kvantna mehanika bacio je senku postmodernističke sumnje na funkcionisanje fizike na osnovama prirodne teologije, u koju je Pejli tako pouzdano verovao. Kvantna mehanika je u igru eksplicitno uvela princip neodređenosti: ishod svakog datog procesa u fizici je inherentno neizvestan i ne postoji neminovan ishod jedne prirodne fizičke promene, nego samo spektar mogućnosti.

Princip neodređenosti najočigledniji je u ponašanju čestica – elektrona, atoma, kvarkova itd. U astronomiji je i budućnost velikih tela – kao što su ona koja čine Sunčev sistem – takođe neodređena, usled teorije haosa, koja je proistekla iz primene teorije gravitacije na astronomiju. Laplasova prosvetiteljska uverenost da je u načelu moguće, služeći se teorijom gravitacije, predvideti sve što će se u budućnosti odigrati, nije opravdana. Nema izvesnosti u budućnosti, postoji samo verovatnoća – upravo suprotno onome što nam je potrebno od smišljeno načinjenog časovnika.

Laplas je hvalisanje onim što je moćna inteligencija u stanju da predvidi izvodio iz Njutnove analize dvaju tela koja orbitiraju jedno oko drugog: planeta i Sunce, dve zvezde ili dve galaksije. Orbite su u ovakvim slučajevima zaista utvrđene za sva vremena – večno ponovljive elipse. Sunčev sistem se, naravno, ne sastoji od samo dva tela. Oko Sunca kruži osam planeta kao i bezbrojna manja tela. Na nekom nivou nemoguće je prenebregnuti silu privlačenja kojom svaka planeta deluje na ostale i orbite planeta su u

stvari mnogo složenije od jednostavnih ponovljenih elipsi u slučaju samo dva tela.

Proširenje Njutnove teorije s dva tela na makar samo još jedno pokazalo se kao teško, žilav zalogaj zaista. Švedski kralj je 1887. godine ponudio nagradu za rešenje takozvanog problema tri tela – kako izgledaju orbite tri tela koja se kreću delujući jedno na drugo uzajamnim silama privlačenja? Francuski matematičar Anri Poankare uzeo je učešća u nadmetanju i pobedio je, jer je njegova analiza ostavila najdublji utisak, ali pri svemu tome, nije pronašao tačno matematičko rešenje koje je traženo.

Poankare je uspeo da izračuna orbite tri tela numerički – u današnje vreme to bismo uradili pomoću računara, on je morao da izvede sva komplikovana izračunavanja na papiru – ali je zaključio da su orbite „toliko zamršene da ne znam ni odakle bih počeo da ih crtam“. Osim toga ustanovio je da se, kada tri tela pođu iz neznatno različitih početnih položaja, orbite potpuno promene. „Može da se dogodi i da iz sasvim malih razlika u početnim položajima proisteknu ogromne razlike u ishodišnom fenomenu. Predviđanja postaju nemoguća.“

Rezultati koje je dobio Poankare potvrđeni su savremenim matematičkim tehnikama. Danas će matematičari reći da su orbite planeta haotične. Ako pođete od jedne konkretne konfiguracije planeta, možete da izračunate gde će se one nalaziti za, recimo, stotinu miliona godina. Ako pomerite jednu planetu samo za centimetar iz njenog polaznog položaja, očekivali biste možda da će posledice po položaj svih planeta posle stotinu miliona godina biti zanemarljive, ali planete će zapravo moći da se nađu bilo

gde u okvirima datih mogućnosti i njihov ukupni raspored mogao bi da bude sasvim drugačiji. Promene položaja koje proističu iz prvobitnog sasvim malog izmeštanja povećavaju se nesavladivo.

U savremenoj fizici reč haos primenjuje se na ovakvo ponašanje, predvidljivo u kratkim vremenskim rasponima, ali koje u dugim vremenskim etapama u toj meri zavisi od početnog položaja da ga je nemoguće proračunati. Meteorolozi uglavnom mogu da predvide vreme manje ili više tačno za jedan dan ili nedelju dana unapred, ali pošto niko ne može da zna kakve će poremećaje vazduha izazvati svaki leptir koji mahne krilima u Brazilu, meteorolozi ne mogu da predvide kada će se ni gde sledeće godine uragan obušiti na Floridu – sitne, nesaznatljive posledice lepeta tih krila potpuno menjaju budućnost. Ovu činjenicu o predviđanju vremena otkrio je 1963. godine Edvard Lorenc, meteorolog s Masačusetskog instituta za tehnologiju. Ako samo malčice promenite polazne podatke, obrasci vremenske prognoze postaju sasvim drugačiji. Lorenc je ovaj problem nazvao efekat leptira; Džejms Jork je postavio teoriju meteorološkog haosa. Koncept meteorološkog haosa isti je koncept koji je ranije već otkrio Poankare kao osobinu planetnih orbita.

„Haos“ u Sunčevom sistemu podrazumeva da su se u prethodne četiri milijarde godina, otkako se naš planetni sistem obrazovao, u položajima planeta događali neproračunljivi poremećaji. Svaki takav poremećaj bio je jedinstven događaj i doprineo je osobenostima svake pojedinačne planete Sunčevog sistema. Iznenadujuće je još i više, i zasad neobjašnjivo, to što je Sunčev sistem jedinstven kao celina, barem koliko je nama danas poznato.

* * *

Dok ja ovo pišem 2019. godine, poznato nam je približno 3.800 planeta u orbitama oko drugih zvezda (ekstrasolarnih planeta). Planete su, po svemu sudeći, rasprostranjena pojava. U našoj galaksiji u proseku svaka zvezda ima po jednu planetu – polovina zvezda nema nijednu planetu, polovina ima u proseku po dve. Uzorci su nepotpuni, jer je teško pronaći planete koje kruže oko zvezda udaljenih od nas mnogo svetlosnih godina, ili mnogo stotina svetlosnih godina, i astronomi mogu da pronađu samo najlakše slučajeve, ali to je dovoljno da se, uz malo razmišljanja, dokuče neka opšta pravila o planetama i planetnim sistemima.

U našoj galaksiji najrasprostranjenije su, po svemu sudeći, teraformne planete, slične Zemlji, ali dvostruko veće od nje – takozvane superzemlje. U Sunčevom sistemu postoje četiri teraformne planete, od kojih je Zemlja najveća, i ne postoji nijedna superzemlja. Moguće je da je nikad nije ni bilo, a moguće je i da smo je nekada imali, ali je sada više nema. Nije nam poznato šta pogoduje nastajanju superzemalja, ali moguće je da naš zvezdani sistem ne poseduje te naročite uslove ili je možda bio stvorio superzemlju, ali je ona zbog nečega odletela u međuzvezdani prostor. Šta je to moglo da se desi u životu našeg planetnog sistema, kakav je dovoljno kataklizmičan događaj mogao da se odigra pa da zapečati sudbinu jednoj superzemlji, ali da ga naša Zemlja ipak preživi?

Druga nepodudarnost tiče se ekstrasolarnih planeta mase približne ili jednake Jupiterovoj. Prilično su česte, i mi imamo dve u Sunčevom sistemu: Jupiter i Saturn.

Među ekstrasolarnim planetama najčešće otkrivamo upravo planete Jupiterove klase (budući da su najveće i najmasivnije, naravno da ih je najlakše naći). Začuduje, međutim, to što se ekstrasolarni jupiteri nalaze mnogo bliže svojoj matičnoj zvezdi nego naš Jupiter. Zbog toga se zagrevaju i na kraju ispare. Planete Jupiterove klase veoma su velike zato što su se formirale u udaljenim, hladnim oblastima svog planetnog sistema. Kako su onda uspele da stignu do toplijih oblasti bližih zvezdi, i ako je to uobičajeno u mnogim planetnim sistemima, zašto se nije desilo i u Sunčevom sistemu?

Sušтина cele ove priče glasi da našem Sunčevom sistemu nema ekvivalentnog među tri hiljade osamsto ostalih koji su nam poznati. Astronomija zasad za ovo još nema u potpunosti prihvaćeno objašnjenje.

Astronomi, međutim, mogu da objasne mnoge osobine planeta Sunčevog sistema i da pripišu njihovo poreklo sasvim konkretnim događajima. Druge tajne tek treba da odgonetnemo. U biografijama istorijskih ličnosti mogu da ostanu razne praznine. Isto važi i za život planeta.

Pre nego što zađemo u njihove živote, potrebno je da znamo šta su planete. Ko su subjekti ove knjige?

Koncept planete razvijao se kako se razvijalo naše shvaćanje i zadalo nam izvesne nedoumice. Sami astronomi dodatno su zamrsili priču trudeći se da sve razjasne.

Prvobitno je, u antička vremena, reč planeta značila zvezda lualica, za razliku od zvezda stajaćica. Stajaće zvezde bile su svetlosti na nebu koje su uvek ostajale u istom položaju jedna u odnosu na drugu (barem ukoliko

je to bilo moguće uočiti opremom raspoloživom u to doba naučne istorije), ali planete su menjale položaj u odnosu na zvezde stajačice. Prema tom kriterijumu definisano je sedam planeta: Merkur, Venera, Mars, Jupiter, Saturn, Sunce i Mesec.

Zatim se naša slika svemira promenila kada je 1543. godine Kopernik shvatio da je naše Sunce zvezda, kao i zvezde stajačice, da je Mesec Zemljin satelit, koji kruži oko nje, a da je naša Zemlja, uz Merkur, Veneru, Mars, Jupiter i Saturn, jedna od šest planeta koje kruže oko Sunca. Orbite planeta približno su kružne i leže sve u istoj ravni. Potom su otkriveni i drugi sateliti, u orbitama oko drugih planeta, a onda i još dve planete – Uran i Neptun – na putanjama udaljenijim od Sunca.

Definicija planete bila je u to istorijsko doba jasna, zasnovana na položajima i kretanjima tela u Sunčevom sistemu. Bistre vode počele su da se mute kada su u obzir uzeta i pitanja prirode tela u Sunčevom sistemu. Komete takođe kruže oko Sunca, ali nisu planete. Pre svega, njihove orbite su nepravilne, ekscentrične, a ne približno kružne, i mogu da budu iskošene, ne u istoj ravni s orbitama planeta. Što je najznačajnije, međutim, one izgledaju drugačije, a to znači da imaju drugačiju unutrašnju građu. Planete i njihovi veći sateliti gotovo su loptasti svetovi, ili s čvrstom površinom, ili obavijeni oblacima. Oni drže svoju težinu i usled toga su se raslojili, tako da su u sredini tečni i čvrsti, a spolja gasoviti ili omotani atmosferom, pri čemu svaki sloj drži lakše slojeve iznad sebe. Komete su rastresite (sama reč kometa znači kosmata, čupava) i imaju rep. Po strukturi su potpuno različite od planeta.

U XIX veku usledila su nova otkrića: mala tela koja kruže oko Sunca, s približno kružnim orbitama u istoj ravni s orbitama planeta, ali zbijena između Marsa i Jupitera. Neobično sitna u poređenju s planetama, neka od ovih tela su, kako se ispostavilo, gotovo loptasti svetovi, ali su mnoga druga nepravilnog oblika. U početku su smatrana malim planetama, ali su kasnije svrstana u zasebnu klasu orbitirajućih tela i dobila su ime asteroidi.

Posle toga je klasifikacija tela u Sunčevom sistemu pošla ozbiljno pogrešnim putem. Godine 1930. otkriven je Pluton. Približno loptast svet, donekle sličan Marsu, otkriven je zahvaljujući potrazi za planetom za koju je pretpostavljeno da se nalazi u orbiti oko Sunca negde iza Neptuna, te je tako svrstan među planete još i pre nego što je utvrđeno da postoji. Putanja mu je, međutim, nagnuta ka orbitama ostalih planeta i ekscentrična je u toj meri da seče Neptunovu orbitu. Počele su da se rađaju sumnje u ispravnost njegovog statusa planete. Zatim je od 1992. nadalje otkrivano sve više tela u orbitama iza Plutona. Ta tela su podsećala na asteroide, po obliku su bila mešavina približno loptastih i nepravilnih. Nazvana su, tačno mada nemaštovito, transneptunska tela (ili transneptunski objekti).

Ove osobine spojene su sa sve boljim razumevanjem procesa nastajanja planeta, asteroida i transneptunskih tela. Planete su najvažniji plod akumulisanja velikih nebeskih tela iz diska koji je prvobitno kružio oko Sunca u nastajanju – takozvane solarne magline. Asteroidi, komete i transneptunska tela talog su preostao posle ovog procesa i delići koji su kasnije nastajali iz sudara asteroida. Time je Pluton prikazan u jednom novom svetlu:

otpadni materijal isto koliko i planeta. Tačno je nazvati ga transneptunskim telom; sporno je da li je planeta. Tako je Pluton redefinisan i rang mu je snižen, ako se uopšte može govoriti o hijerarhiji među telima Sunčevog sistema.

Pluton je zaista telo koje kruži oko Sunca i dovoljno je veliko da se ustalilo u približno loptastom obliku, sposobnom da drži vlastitu težinu. Definicija planete obuhvatila je, međutim, i treću osobinu, zbog koje je Pluton otpisan kao planeta. Reč je o definiciji koju je 2006. godine usvojio Međunarodni astronomski savez, telo koje zastupa svet-sku zajednicu astronoma. Nalazio sam se među onima koji su na sastanku u Pragu, sazvanom da se ova definicija usvoji, podigli ruku glasajući za. Bila je to kontroverzna odluka, i posvećen joj je veliki publicitet, zato što se smatralo da se njome umanjuje značaj Plutonu. Čitava mala vojska učenika i drugog sveta imala je zamerki zbog toga. Lično me je zapanjilo, ali mi je istovremeno pričinilo i zadovoljstvo to što je jedno ezoterično astronomsko pitanje bilo toliko važno široj javnosti.

Treća osobina, zbog koje Pluton ne zadovoljava potrebne kriterijume da bi se ubrajao među planete, ne tiče se njegove orbite ni njegove unutrašnje građe, nego njegovog prethodnog života. Da bi neko telo bilo planeta, proglasio je Međunarodni astronomski savez, ono pored odgovarajuće orbite i građe mora da ima i dovoljan obim da bi raščistilo druga tela sa svoje putanje, ili tako što će ih privući i apsorbovati, ili zarobiti kao svoje satelite, ili odbaciti dalje u svemir. Planeta, prema definiciji Međunarodnog astronomskog saveza, mora da dominira svojom orbitalnom zonom. Pluton taj zahtev ne ispunjava: njegova orbita seče Neptunovu, tako da Pluton na svojoj putanji

zalazi među druge transneptunske objekte. Usled toga ga ne smatramo planetom, nego patuljastom planetom.

Asteroid Cerera smatra se patuljastom planetom iz sličnih razloga: struktura joj je slična Plutonovoj i otprilike je ista po veličini, ali orbitira među drugim asteroidima, koje nije apsorbivala, tako da nije planeta.

U Sunčevom sistemu naučnici u kategoriju planeta bez ikakvog atributa trenutno svrstavaju samo Merkur, Veneru, Zemlju, Mars, Jupiter, Saturn, Uran i Neptun. Patuljaste planete obuhvataju najveći asteroid Cereru, Pluton i neka druga velika transneptunska tela. Sateliti kruže oko svoje planete. Sve ostalo definisano je neutralno i nemaštovito, u stilu transneptunskih tela, kao mala tela Sunčevog sistema.

U dodatku na kraju ove knjige nalazi se sažetak o raznim telima u Sunčevom sistemu i rečnik najosnovnijih pojmova. Kao naučnik, trebalo bi da se strogo držim zvanične podele i da ovu knjigu, naslovljenu *Tajni život planeta*, ograničim na osam planeta Sunčevog sistema, koliko ih priznaje savremena nauka, ali dok sam razmišljao o čemu bi trebalo da pišem, zaključio sam da ću, ako se budem suviše držao formalnih podela, morati da izostavim neke od najznačajnijih svetova Sunčevog sistema, koji veoma privlače pažnju astronomima početkom XXI veka. Zato knjiga obuhvata osam glavnih planeta, ali i dve patuljaste planete i neka mala tela Sunčevog sistema, kao što su asteroidi i meteoroidi, te neke satelite – moj izbor najznačajnijih svetova u Sunčevom sistemu. Svaki od njih je prepoznatljivog karaktera, svet s izrazito živopisnom ličnošću, čiji je životni put, po mom mišljenju, naročito vredno istražiti.

Drugo poglavlje

Merkur: tučen, stidljiv, ekscentričan

- Naučna klasifikacija: teraformna planeta
- Udaljenost od Sunca: 0,39 od udaljenosti Zemlja–Sunce, 57.000.000 km
- Period orbitiranja: 88 dana
- Prečnik: 0,383 Zemljinog prečnika, 4.879 km
- Period rotacije: 59 dana
- Prosečna temperatura na površini: 167°C
- Čime se u potaji ponosi: „Ja imam najekstremniju orbitu i najekstremniji temperaturni raspon od svih planeta Sunčevog sistema.“

Izubijano lice ove planete bez atmosfere otkriva njenu životnu istoriju, baš kao što izobličene uši i polomljen nos penzionisanog boksera govore o njegovim poredama i porazima u okrutnim tučama u bokzerskom ringu. Merkur nema atmosferu, a površina razrivena kraterima svedoči o kosmičkom pljuskju zvanom pozno teško bombardovanje, koje se odigralo pre tri milijarde i devetsto miliona godina.

Nije lako otkriti išta o počecima Merkurovog života, jer Merkur je najstidljivija planeta. Teško ju je izbliza proučiti, čak i s tehnologijom našeg svemirskog doba. U ono vreme kad su astronomi mogli ka Merкуру da upere jedino teleskope sa Zemlje, bilo je izrazito teško išta otkriti o njemu zbog njegovog položaja – Merkur je planeta najbliža Suncu, zato kad pokušavamo da ga vidimo sa Zemlje, uvek gledamo pravo ka Suncu. Pošto se tako stidljivo krije iza Sunčevih skuta, Merkur je teško vidljiv od Sunčeve blistave svetlosti i samo s vremena na vreme nakratko promoli lice.

U rimskoj mitologiji Merkur je bio glasnik bogova. Planeta i bog slični su po tome što brzo putuju tamo i ovamo. Budući najbliži Suncu, pod snažnim dejstvom njegove sile teže, Merkur je lakonog kao i njegov bog-imenjak – najbrža je planeta u Sunčevom sistemu. Oko Sunca oputuje za svega osamdeset osam dana – Zemlji je potrebno trista šezdeset pet dana. S našeg položaja u Sunčevom sistemu mi vidimo Merkur kako putujući oko Sunca prelazi s jedne njegove strane na drugu. Otprilike mesec dana vidljiv nam je kao večernja zvezda, nisko iznad horizonta u sam suton. Zatim nam je na mesec dana potpuno zasenjen Sunčevim bleskom, da bismo ga narednih mesec dana videli pred zoru kao jutarnju zvezdu. Posle toga se na oko mesec dana izgubi u Sunčevom sjaju, pa se vrati na polaznu tačku. Za pun ciklus potrebno je sto šesnaest dana. (Ciklus Merkurove vidljivosti sa Zemlje zavisi i od Merkurove i od Zemljine orbite, zato se period vidljivosti razlikuje od perioda orbitiranja.)

Grčki astronomi najpre su mislili da su Merkurovo večernje i juturnje lice dve različite planete, kojima su dali imena Apolon i Hermes. Prema predanju, matematičar Pitagora bio je taj koji je oko 500. g. p. n. e. uočio da je reč o jednoj te istoj planeti. Pitagora je, kako se pretpostavlja, zapazio da Apolon i Hermes izgledaju isto, kreću se istom brzinom i, što je bilo ključno, da kad je Apolon vidljiv Hermes nije, i obrnuto. Planeti je ostalo ime Hermes, i to ime ona nosi i u današnjoj Grčkoj. Međunarodni jezik nauke opredelio se za Hermesov rimski pandan – Merkura.

U antici se verovalo u povezanost planeta s božanstvima po kojima su nazvane i u njihovo astrološko dejstvo na ljude. Merkur je brz; Venera je prekrasna boginja ljubavi; Mars je ratnički crven; Jupiter je bog bogova, sklon da povremeno izvodi trikove sa svojim podanicima; Saturn je spor. U engleskom jeziku postoje pridevi koji označavaju određene ljudske osobine izvedeni od imena ovih bogova – fosilni ostaci astrologije.

U raznim razdobljima u istoriji antičkih kultura planete su poistovećivane s bogovima, božanskim domovima ili se smatralo da su one posrednici preko kojih bogovi utiču na ljudske poslove. Za ova prva dva verovanja mi bismo verovatno mislili da su čista poezija. Za verovanje da planete utiču na naše lične osobine i budućnost koja nas očekuje – možemo da tvrdimo da je sujeverje, koje je u priličnoj meri živo još i danas. Astrolatrija, religija koja se samim planetama klanjala kao božanstvima, uglavnom je još odavno izumrla.

Ako u astronomskom vodiču za amatere potražite datume kada je Merkur vidljiv na nebu, verovatno ćete naići

i na upozorenje da je opasno pokušati da ga posmatrate dvogledom ili teleskopom kada je sunce iznad horizonta. Opasnost leži u tome što biste mogli slučajno pomeriti sočiva za onaj mali ugao između Merkura i Sunca, a ako pogledate u Sunce, čak i golim okom, mogli biste teško da oštetite vid – kroz teleskop još i gore, jer sočiva teleskopa koncentrišu ne samo svetlost nego i toplotu. Profesionalni astronomi mogu, uz dobro planiranje, da prihvate rizik, jer se njihovim teleskopima upravlja vrlo precizno. Mada će se pažljivo postarati da ne ugroze svoj vid, oni se mogu ponekad odlučiti da ugroze svoju opremu. Ako nešto i pođe pogrešno i instrumenti budu oštećeni, njih je moguće popraviti.

Kosmolozi se pri posmatranju Merkura drže vrlo strogih pravila, čak i ako su opasnosti izloženi samo instrumenti, jer posledice jednog neuspelog manevra mogu da budu pogubne po čitavu misiju, što je u najboljem slučaju skupo, a u najgorem se može ispostaviti da je štetu nemoguće popraviti. Svemirskim teleskopom *Habl* Merkur se ne posmatra nikada i ni pod kojim okolnostima. To je zato da bi se izbeglo da na *Habl* padne i najmanje količina Sunčeve svetlosti i toplote. Ako bi se to desilo, delovi bi se mogli pregrejati i čitava struktura izobličiti, a pažljiva podešavanja optičkih instrumenata poremetiti. Svaka čestica Sunčevog zračenja koja bi lutala po unutrašnjosti teleskopa ili koju bi sočiva odbijala i fokusirala na neku osetljivu komponentu, kao što je na primer neki elektronski detektor, verovatno bi nanela nepopravljivu štetu.

Zbog svega ovoga teško je posmatrati Merkur, te se pre svemirskog doba interesovanje za ovu planetu u velikoj meri usredsređivalo na njenu orbitu. Kao i orbite svih

ostalih planeta, i Merkurova je u osnovi eliptična – spljoštena kružnica. Elipsu možete da nacrtate tako što ćete zabosti dve čiode u papir i ovlaš obaviti konac oko njih. Postavite olovku unutar petlje od konca, pa zategnite njome konac. Ono što ćete dobiti na papiru kad obidete olovkom oko čioda biće elipsa. Čiode su postavljene u fokusima elipse. Sunce je u fokusu orbite svake planete, a udaljenost između planete i Sunca menja se dok ona putuje oko njega. Veličinu tih promena nazivamo ekscentričnošću orbite i ona se kreće od nule ako promena nema, to jest ako je orbita zapravo pravilna kružnica, do blizu jedan ako je elipsa vrlo izdužena i tanka. Ekscentričnost Zemljine orbite je 0,017: još malo pa kružnica. Ekscentričnost Merkurove orbite je 0,21 i to je najekscentričnija putanja kojom se kreće ijedna planeta Sunčevog sistema. Usled toga udaljenost Merkura od Sunca veoma varira: od 46.000.000 km do 70.000.000 km (od približno jedne trećine do gotovo polovine Zemljine udaljenosti od Sunca).

Merkurova orbita je vrlo ekscentrična, a pošto je tako blizu Sunca, i Sunčevo gravitacijsko delovanje na nju je vrlo veliko. Budući da mu je orbita takav ekstreman slučaj, Merkur može dobro da posluži za proveru teorija o gravitaciji. Primenjujući te teorije, astronomi mogu da izračunaju gde će se planeta nalaziti u nekom datom trenutku, i ako je teorija dobra, položaj će biti tačno izračunat. Njutnova teorija gravitacije uspešno je položila mnoge testove i vrlo dobro predstavila orbite planeta. U slučaju Merkura, međutim, Njutnova teorija, suptilno i tajanstveno, postaje malo ali značajno netačna. Merkurova orbita odstupa pomalo od Njutnovih izračunavanja pri svakom obilasku planete oko Sunca, a ta mala odstupanja

sabiraju se iz decenije u deceniju u velika nepodudaranja. Razlog je ostajao neodgonetnut sve dok Albert Ajnštajn nije postavio opštu teoriju relativnosti.

Opšta relativnost svodi se na teoriju o tome kako funkcioniše gravitacija. Prošlo je izvesno vreme pošto je Ajnštajn osmislio ovu teoriju pre nego što će je predstaviti drugima, zato što nije uspevao da pronađe ubedljivu potvrdu njene tačnosti. Merkur, stidljiva planeta, koja se pokaže samo načas pa brzo šmugne, kao da ne bi da privuče na sebe pažnju rekavši nešto čime bi izazvala kontroverze, pružila je suzdržljivom Ajnštajnu dovoljno samopouzdanja da svoju teoriju objavi. Ono što je otkrio o Merкуру rešilo je davnašnji problem Merкуроve orbite i nadahnulo Ajnštajna da izloži svoj rad javnim preispitivanjima, koja je, od tada pa sve do sada, on pobedonosno prolazio.

Razmimoilaženje između posmatrane Merкуроve orbite i teorijskih izračunavanja zasnovanih na Njutnovoju teoriji zbunjivalo je astronome još od XIX veka. Razmimoilaženje nastaje ovako.

Obilazeći oko Sunca Merkur putuje po elipsi, kao i sve planete. Merкуроva elipsa, međutim, ne ostaje uvek orijentisana u istom pravcu. Duža osa elipse lagano rotira oko Sunca, otprilike jedan i po stepen za stoleće. Ova rotacija orbite naziva se precesija.

Precesija postoji kod orbita svih planeta, a nastaje prvenstveno usled delovanja teže drugih planeta i činjenice da Sunce nije pravilnog loptastog oblika. Stepenu precesije može da se izračuna prema Njutnovoju teoriji gravitacije, koja nam daje prilično tačna rešenja za sve planete osim Merkura i Venere. Merкуроva orbita ima najveće odstupanje – precesija joj je četrdeset tri lučne sekunde za

jedan vek (precesija Venerine orbite iznosi 8,3" za jedan vek). Jedna lučna sekunda jednaka je 1/3.600 stepena, što znači da odstupanje nije veliko, ali bilo je očigledno i zadavalo je naučnicima glavobolju.

Francuski astronom Irben Leverje mislio je da odstupanje možda uzrokuje neka neotkrivena planeta koja deluje na Merkur dodatnom težom. Leverje je prethodno postigao veliki uspeh u karijeri objasnivši odstupanja Uranove orbite. Prema njegovoj pretpostavci, Uran je s putanje morala povlačiti neka neotkrivena planeta sa spoljašnje strane. Zahvaljujući toj pretpostavci, otkriven je Neptun (15. poglavlje). Leverje je pokušao da izvede isti zahvat i otkrije novu planetu i unutar Merkurove orbite. Tu bi planetu bilo još teže videti nego Merkur i Leverje nije bio ubeđen da ona ne postoji čak i ako nije uspeo da je pronađe.

Astronomi su neko vreme nastavljali da je traže, u onim periodima kada su mislili da će prolaziti ispred Sunca – da će se nalaziti u tranzitu. Planeta u tranzitu ocrta se kao crna pega naspram blistavog Sunčevog diska. Seoski lekar i astronom amater Edmon Lekarbo, koji je živio u Oržer an Bosu, između Pariza i Orleansa, tvrdio je 1859. godine da je video takvu pegu kako prelazi preko Sunca u trajanju od četiri i po sata. Leverje je otputovao u Oržer da propita doktora. Razgovor ga je uverio da je doktor zaista video to što je tvrdio da jeste, pa je nazvao planetu Vulkan, po rimskom bogu vatre.

Verodostojnost Lekarbove priče umanjena je kada je doktor saopštio da je, mada je vodio beleške prilikom posmatranja, u tu svrhu koristio olovku i drvenu tablicu na kojoj je takođe beležio zapažanja o svojim pacijentima,

pa je površinu sastrugao da bi tablicu mogao ponovo da upotrebi. Bez obzira na to, Leverje je podržao Lekarboovo proglašenje za viteza Legije časti. Orden mu je dodeljen za izuzetno profesionalno dostignuće. Otkriće nove planete svakako bi se računalo kao izuzetno dostignuće, a astronom koji ju je otkrio mogao je da očekuje da će uživati profesionalni ugled.

Slava i ugled koje je otkriće donelo Lekarbou podstakli su ga da se u potpunosti posveti strasti prema astronomiji. Napustio je medicinu i sagradio kuću s opservatorijom da bi se bavio astronomskim istraživanjima.

Godine su, međutim, proticale, a drugi astronomi, među kojima i sam Leverje, nisu uspevali da pronađu dokaze koji bi potkrepili Lekarboovu tvrdnju. Bilo je nekoliko pokušaja da se izradi orbita nove planete i na osnovu nje pretpostavi kada bi Vulkan mogao ponovo da pređe ispred Sunca, ali se planeta nije pojavila. Tako je njeno postojanje ostajalo sporno i zanimanje za nju laganog je zamiralo, ako se izuzme vreme živahne aktivnosti američkih astronoma podstaknute potpunim pomračenjem Sunca vidljivim iz Severne Amerike 29. jula 1878. Da li bi možda bilo moguće uočiti Vulkan ne zahvaljujući senci pri tranzitu, nego kao što i inače uočavamo planete, po odbijenoj Sunčevoj svetlosti, ali kada ona bude ublažena položajem Meseca tako da nas ne zaslepljuje?

Pojavila su se dva pozitivna izveštaja, ali je reputacija astronoma koji su iza njih stajali bila sporna. Džeјms Votson je pomračenje posmatrao iz Rolinsa u Vajomingu, Luis Swift iz Denvera u Koloradu. Oba astronoma podnela su više izveštaja, a svi su se međusobno razlikovali i u svima je bilo nedoslednosti. Drugi astronomi nisu za vreme

posmatranja pomračenja videli ništa što bi nalikovalo na novu planetu i s omalovažavanjem su odbacili Votsonove i Swiftove izveštaje. Jedan je izjavio da je potraga za Leve-rjeovom mitskom pticom jalov posao.

Lekarbo je, očigledno, prosto video Sunčevu pegu, a njeno hitro kretanje preko Sunca je, mora biti, samo umislio. Vulkan se iz nauke povukao nazad u legendu. Ništa nije bilo ni od Lekarboovog odlikovanja, proglašenje za viteza Legije časti je opozvano. Doktor je, svakako, bio sažaljenja dostojan; presekavši svoje lekarske veze sa sredinom u kojoj je živio da bi se posvetio životu s teleskopom, umro je ostareo i obrukan s osamdeset godina, 1894.

Pošto nikakva planeta blizu Suncu koja bi remetila Merkurovu orbitu nije otkrivena, uzrok nepoklapanja između izračunatog i stvarnog Merkurovog položaja ostajao je neodgonetnut sve do Ajnštajnovog razjašnjenja 1915. godine. Prema teoriji opšte relativnosti, gravitacija je posledica zakrivljenja prostor–vremena. Orbita jedne planete nije statična elipsa; precesija postoji čak i ako nema drugih planeta čija bi gravitacija remetila putanju, kao prirodna posledica zakrivljenja prostor–vremena oko Sunca.

Kada je Ajnštajn izračunao precesiju Merkura, objasnio je 43 sekunde zaostajanja. Venerina precesija je manja zato što je Venera udaljenija od Sunca i na toj udaljenosti Sunce ne izaziva tako veliko zakrivljenje prostor–vremena.

Pošto je postavio teoriju opšte relativnosti, Ajnštajn je shvatio da će ona izazvati sporenja, jer je bila nešto tako potpuno novo i sadržala je paradoksalne koncepte, kao što je zakrivljenje prostor–vremena. Oklevao je da je izloži preispitivanju javnosti. U toj fazi to je bila teorija koju nije potkrepljivalo mnogo praktičnih činjenica, ranjiva pred