

DŽON GRIBIN

**SEDAM
STUBOVA
NAUKE**

Neverovatna lakoća leda i
ostala naučna čuda

Prevod
Stela Spasić

— Laguna —

Naslov originala

John Gribbin

SEVEN PILLARS OF SCIENCE

Seven Pillars of Science Copyright © 2020 John and
Mary Gribbin

Translation Copyright© 2022 za srpsko izdanje,
LAGUNA

Premudrost sazida sebi kuću, i otesa sedam stupova.

Priče Solomunove 9:1

SADRŽAJ

PREGOVOR	Sedam stubova mudrosti	9
UVOD	Drugi svetovi: možda nismo sami	13
1. STUB	Čvrsti predmeti su uglavnom prazan prostor	27
2. STUB	Zvezde su sunca i znamo od čega su sačinjene.	43
3. STUB	Sila života ne postoji.	59
4. STUB	Mlečni put je skladište gradivnih elemenata života	75
5. STUB	Slučajnost stvaranja ugljenika.	93
6. STUB	Knjiga života napisana je rečima od tri slova.	109
7. STUB	Neverovatna lakoća leda	125
POGOVOR	Prepreke: možda jesmo sami.	141
	<i>Napomene</i>	150
	<i>Dodatna literatura</i>	151
	<i>Izjave zahvalnosti</i>	153
	<i>Spisak slika</i>	155
	<i>O autoru</i>	157

PREDGOVOR

Sedam stubova mudrosti

Dž. B. S. Holdejn je prihvatanje naučnih ideja definisao kao proces u četiri faze:

- I) ovo je bezvredna besmislica;
- II) ovo je zanimljivo ali pogrešno gledište;
- III) ovo je tačno ali sasvim nevažno;
- IV) oduvek sam to tvrdio.

Što se više osvrćem na istoriju nauke – i što duže posmatram trajni razvoj nauke – u tom aforizmu nalazim sve više istine. Iz današnje perspektive, lako se uočava kako su nekad isprva šokantne ideje postale prihvaćene istine i stiče osećaj superiornosti nad onim prostacima koji su, recimo, mislili da je Zemlja ravna. Međutim, čak i u moje vreme, bio sam svedok da su ideje koje su u početku smatrane pukim

nagađanjima – među kojima su teorija Velikog praska o nastanku svemira i kvantna nelokalnost – postale prihvaćeno shvatanje, stubovi nauke, a da su odbačene „zdravorazumskije“ alternative – teorija stacionarnog stanja, ideja da ono što se dešava na jednom mestu ne može istog časa uticati na nešto što se dešava daleko odatle. Način na koji nauka funkcioniše jednako zadivljuje kao i sama nauka i, da bih to pokazao, izabrao sam sedam primera koji su u svoje vreme bili senzacionalni ili su postali stubovi naučne mudrosti ili su na dobrom putu da prođu Holdejnove četiri faze prihvatanja. Da bih se ograničio na sedam primera, bila mi je potrebna neka opšta tema koja bi ih sve povezala pa sam se odlučio za karakteristike svemira koje su usko povezane s našim postojanjem i verovatnoćom da život postoji i na nekom drugom mestu. Na kraju krajeva, to je i najvažniji aspekt nauke koji se tiče nas ljudi.

Neki od tih primera već jesu stubovi nauke, a ostali su možda u nekoj ranijoj fazi – vama prepuštam da prosudite koji. Međutim, iako su svi oni u svoje vreme predstavljali senzacionalno otkriće, a neki još uvek to jesu, ključ razvoja nauke je spremnost na razmišljanje o nezamislivom i na proveru tih ideja da bi se utvrdilo da li one dobro opisuju ono što se dešava u stvarnom svetu. Ipak, takođe postoje ideje koje se ne mogu rasporediti u određenu kategoriju i koje se, zavisno od vašeg ličnog gledišta, mogu svrstati u bilo

koju od Holdejnovih faza. Među njima je najznačajnije pitanje koje muči filozofe mnogo duže nego što postoji ono što zovemo nauka i kojim ću početi i završiti ovu knjigu – da li smo sami u svemiru?

Džon Gribin
Novembar 2019.

UVOD

Drugi svetovi: možda nismo sami

Zemlja je okrugla i kreće se kroz svemir. To je bilo radikalno otkriće pre samo nekoliko stotina godina. Ono toliko prkosi zdravom razumu da neki još uvek ne mogu da ga prihvate. Vi možda ne spadate u tu grupu ali da li ste samo prihvatili tu priču jer su vas tako naučili u detinjstvu i „svi znaju“ da je to tako? Ili, da li ste ikad pomislili koliko je ta ideja suluda u smislu vaših uobičajenih iskustava i da biste mogli da analizirate dokaze?

Da biste shvatili koliko je razumna ideja da je Zemlja ravna i koliko je senzacionalno otkriće bilo da je ona okrugla, možemo da se osvrnemo na učenje grčkog filozofa Anaksagore iz Atine koji je živeo u petom veku pre nove ere. On je svoje zaključke temeljio na najboljim dokazima koji su mu bili dostupni i, na osnovu tih činjenica, zaključci su mu bili ispravni. Iako se ispostavilo da nije bio u pravu, daleko je važnije to

što je pokušao da shvati Sunce kao fizičko telo po istim zakonima koji se primenjuju na predmete ovde na Zemlji. On ga nije posmatrao kao natprirodnu pojavu nepojmljivu čoveku.

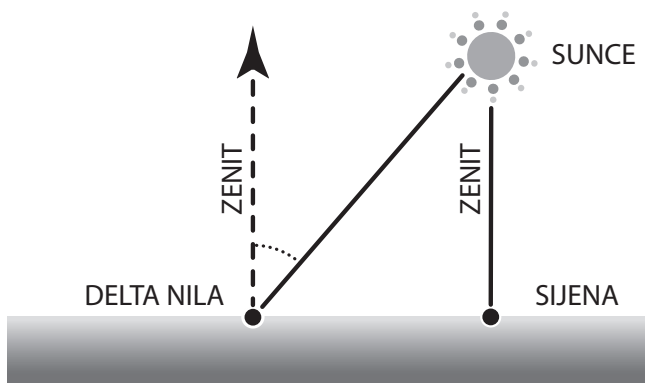
Anaksagorina nagađanja podstakao je meteorit koji je jednog dana pao u Egospotam. Budući da je meteorit bio vreo, zaključio je da je sigurno došao sa Sunca. Pošto je meteorit sadržao gvožđe, zaključio je da je Sunce sigurno sačinjeno od gvožđa – vrela gvozdena lopta koja putuje po nebu. Sve to bilo je potpuno logično u svetlu tadašnjih saznanja. Ipak, to je otvorilo dva zanimljiva pitanja koja je Anaksagora pokušao da reši – koliko mora biti velika ta vrela gvozdena lopta i na kojoj udaljenosti od površine Zemlje se kretala?

Anaksagora nije mnogo putovao ali je slušao priče ljudi koji su bili na delti Nila i još dalje do gornjeg toka reke Nil. Oni su u svojim pričama pominjali da tačno u podne na dan letnje dugodnevce („najdužeg dana“) sunčevi zraci padaju pod pravim uglom na grad Sijenu, u blizini današnje brane u Asuanu. Možda ste na taj podatak već naišli u nekom drugom kontekstu; u tom slučaju, pripremite se za iznenađenje. Anaksagora je takođe znao da tog najdužeg dana u podne Sunce baca zrake pod uglom od sedam stepeni na deltu Nila. Znao je i koliko je delta udaljena od Sijene. Pretpostavljajući da je Zemlja ravna, Anaksagora je na osnovu tih podataka pomoću geometrije pravougljih trouglova vrlo lako izračunao da se u podne na dan letnje dugodnevce Sunce

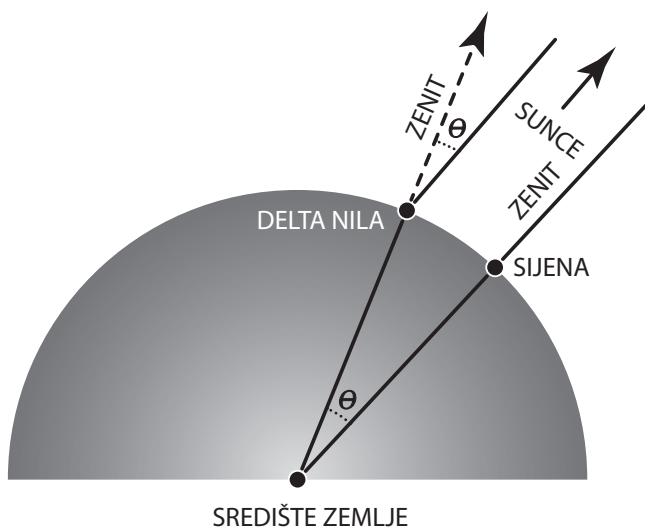
približno nalazi na visini od šest i po hiljada kilometara (u današnjim jedinicama) iznad glava stanovnika Sijene. Pošto ugaoni prečnik Sunca iznosi oko pola stepena (isto kao i Mesečev, što je značajna slučajnost koja ipak prevazilazi okvire ove knjige), zahvaljujući geometriji trouglova zaključio je da je njegova širina približno pedeset šest kilometara, otprilike isto kao poluostrvo Peloponez na jugu Grčke.

Nagoveštaj da je Sunce prirodna pojava bio je toliko šokantan za njegove sugrađane da je Anaksagora uhapšen zbog jeresi i zauvek prognan iz svog rodnog grada, Atine. Više od dve hiljade godina kasnije, u sedamnaestom veku, još jedan mislilac, Galileo Galilej, takođe je pokušao da objasni Sunce kao prirodnu pojavu, zbog čega je takođe bio optužen za jeres.

Međutim, samo nekoliko stotina godina posle Anaksagore, još jedan grčki filozof, Eratosten, upotrebio je iste podatke za malo drugačije proračune. Tu verziju priče ste možda već čuli. Eratosten je pretpostavio da je Zemlja okrugla i da se Sunce nalazi toliko daleko da sunčevi zraci paralelno stižu do Zemlje. S tom pretpostavkom, ugao od sedam stepeni pod kojim su padali zraci na delti Nila isti je kao i ugao koji na površini Zemlje formira razdaljina od delte do Sijene, posmatrano iz središta Zemlje (videti crtež na sledećoj strani). Time se omogućava izračunavanje poluprečnika Zemlje. Pošto je ugao isti, i „odgovor“ je isti – šest i po hiljada kilometara. To se danas tumači kao Zemljin



Pod pretpostavkom da je Zemlja ravna, lako se izračunava razdaljina do Sunca



Pod pretpostavkom da je Zemlja okrugla, na osnovu istih opažanja može se izračunati poluprečnik planete

poluprečnik, a ne udaljenost Sunca od Zemlje. Pošto je Eratosten bio „u pravu“, njegova verzija priče je zastupljena u udžbenicima i opšteprihvaćenim tumačenjima, dok je Anaksagora odbačen. Međutim, suština nije u tome ko je bio u pravu a ko je pogrešio. Dobre teorije se zasnivaju na čvrstim dokazima i daju predviđanja koja se mogu proveriti. Ako teorija prođe takve provere, ona će se i dalje primenjivati; u suprotnom se odbacuje. Posmatrane zajedno, ove dve teorije (tačnije rečeno, hipoteze, ali neću da cepidlačim) grčkih filozofa govore nam ili da je Zemlja ravna i da se Sunce nalazi oko šest i po hiljada kilometara iznad nje ili da je Zemlja okrugla s poluprečnikom od šest i po hiljada kilometara i da se Sunce nalazi na ogromnoj, nepoznatoj udaljenosti. Zahvaljujući kasnijim opažanjima i merenjima donet je zaključak o tome koja teorija bolje opisuje stvarni svet.

Ova priča nosi i određenu pouku. Čak ni radikalni i pronicljivi mislilac, koji se tragajući za istinom nije plašio da se suprotstavi vlastima svog vremena, nije mogao da se otme predrasudi da je Zemlja ravna. Anaksagora nikad nije uzeo u obzir druge mogućnosti. U istoriji nauke bilo je mnogo sličnih nesrećnih primera ideja koje su bile razvijene nepogrešivom logikom i s apsolutnom tačnošću ali zasnovane na slepom verovanju u nešto što se ispostavilo kao potpuno pogrešno. Nauka ne bi trebalo da se bavi verovanjem već preispitivanjem ukorenjenih verovanja. To ne vodi uvek ka spokojnom životu, što je Đordano Bruno osetio na svojoj koži. Skrećem vam



Giordano Bruno
Science Photo Library

pažnju da se Bruno izgleda svojski trudio da sebi zagorča život i to ne samo baveći se naukom.

Istoričari (u koje spadam i ja) često vezuju začetak moderne nauke za knjigu Nikole Kopernika *De Revolutionibus Orbium Coelestium* (O kruženjima nebeskih sfera), objavljenu 1543. godine. Istini za volju, ona u svoje vreme i nije bila nikakva senzacija; ideje koje je sadržala nisu postale opšteprihvaćene još skoro stotinu godina posle toga, a osim toga knjiga nije daleko dogurala u tome da nas izmesti iz središta univerzuma. Kopernik je zadržao ideju da postoji fiksno središte univerzuma, ali je umesto Zemlje smatrao da je to Sunce. Objasnio je da se zvezde prividno kreću po nebu zbog rotacije Zemlje, ali je zadržao ideju da se zvezde i planete kreću po utvrđenim kružnicama oko Sunca. Njegova „najjeretičkija“ tvrdnja bila je da je Zemlja takođe planeta koja oko Sunca obiđe jedanput za godinu dana, ali on je stigao samo dotle.

Bruno je nastavio tamo gde je Kopernik stao. Rođen u blizini Napulja 1548. godine, pet godina posle objavljivanja dela *De Revolutionibus* i kršten kao Filipo, Bruno je sa sedamnaest godina pristupio Dominikanskom redu i uzeo ime Đordano. Zaredio se 1572. Uskoro je upao u probleme zbog svog slobodoumnog razmišljanja i sklonosti prema zabranjenim (ili u najmanju ruku, kontroverznim) knjigama. Izgleda da je najviše problema imao zato što je prihvatio arijanstvo, verovanje da Isus zauzima položaj između čoveka i Boga, da on jeste

božansko biće ali da nije Bog. Kad se situacija previše zakovala, pobjegao je iz Napulja, odbacio svoju svešteničku odoru i krenuo na niz besciljnih putovanja koja su ga, između ostalog, dovela do Ženeve, Liona i Tuluza, gde je doktorirao teologiju i predavao filozofiju. Godine 1581. preselio se u Pariz gde je kao štićenik kralja Anrija III objavio nekoliko dela.

Godine 1583, Bruno je došao u Englesku s preporukama od francuskog kralja. Kretao se po dvorskim krugovima elizabetanskog doba gde je upoznao poznate ličnosti kao što su Filip Sidni i (verovatno) Džon Di. Iako je u Oksfordu nekoliko puta držao predavanja o Kopernikovom modelu univerzuma, nije uspeo da sebi obezbedi mesto na univerzitetu gde su njegovi kontroverzni stavovi naišli na ismevanje tadašnjeg rektora Linkoln koledža i kasnijeg kenterberijskog nadbiskupa Džona Anderhila koji se rugao Brunu jer je ovaj zastupao „Kopernikov stav da se Zemlja okreće, a da nebesa miruju; zapravo, činjenica je da se njegova glava i te kako okretala i da mu mozak nije mirovao“.¹ Ipak, izgleda da je Bruno bio nepoželjan u Oksfordu kako zbog svoje ličnosti, tako i zbog svog učenja. Bio je arogantan, nije želeo da se bavi ljudima koje je smatrao za budale i uspeo je da izazove ljutnju čak i svojih istomišljenika.

To ipak nije bilo ni polovina onoga što je Bruno zagovarao. Godine 1584. objavio je dva od nekoliko „dijaloga“ u kojima je podržao kopernikansku kosmologiju, a 1588. je već pisao da je svemir „beskonačan... beskrajn

i neograničen“. Šta su, dakle, bile zvezde? Uzimajući u obzir ideje koje je predstavio na nekoliko mesta, Bruno je prvi shvatio ne samo da su zvezde sunca već i da, poput Sunca, svaka od njih može imati sopstveni skup planeta. Kako je rekao, ti drugi svetovi „nisu ništa manje vredni i nikako se po svojoj prirodi ne razlikuju od naše Zemlje“, pa je stoga moguće da na njima „ima životinja i stanovnika“.

Budući da se zbog takvih shvatanja on još više sukobio s rimokatoličkim vlastima, Bruno se ponekad ističe kao primer čoveka koji se žrtvovao za nauku. Međutim, njegovi problemi s vlastima bili su toliko veliki da su njegovi stavovi zapravo navedeni samo u fusnoti priče o njegovom kasnijem životu i sudbini. Zbog sve lošije političke situacije između Engleske i Francuske, Bruno se 1585. godine vratio u Pariz odakle je nastavio u Nemačku i Prag. Tamo je postao poznat po tome što su ga luterani izopštili iz crkve (a prethodno je došao u sukob i s katoličkim vlastima). Godine 1591. iskoristio je priliku da se vrati u Italiju. Prvo je otišao u Padovu nadajući se da će tamo uspeti da dobije mesto profesora. Pošto je posao dobio Galilej, on se uputio u Veneciju, najliberalniji grad-državu. Ispostavilo se da ona ipak nije bila dovoljno liberalna. Dana 22. maja 1592. Bruno je uhapšen i optužen za bogohuljenje i jeres, pri čemu je njegovo verovanje u postojanje više svetova samo jedan od brojnih primera u navodima optužbe. Mogao je da prođe s relativno blagom kaznom, ali je inkvizicija

zahtevala da se prebaci u Rim i da se oni tamo pozabave njime pa su venecijanske vlasti na kraju popustile pod pritiskom i predale ga februara 1593.

Suđenje Brunu trajalo je s prekidima sedam godina tokom kojih je bio u zatvoru u Rimu. Veći deo dokumentacije sa suđenja je izgubljen, ali poznato je da su ga optužbe teretile ne samo za bogohuljenje i jeres već i za nemoralno ponašanje. Pretpostavlja se da su ga konkretne optužbe teretile za govor i pisanje protiv koncepta Trojstva i božanske prirode Hrista, sumnje u devičanstvo Marije, Isusove majke. On je takođe iznosio šokantne predloge da bi različiti ogranci hrišćanske crkve trebalo da žive u skladu i međusobno poštuju tuđa verovanja. To su bili mnogo ozbiljniji gresi u očima inkvizicije nego nagađanja o postojanju više svetova, ali i to je svakako uvršteno na spisak optužbi.* Kao što je bio običaj s jereticima, Bruno je na kraju dobio priliku da se odrekne svojih stavova, što je on odbio pa ga je 20. januara 1600. papa Klement VIII zvanično proglasio za jeretika. Kada mu je izrečena presuda, on je navodno pripremio sudijama; spaljen je na lomači 17. februara 1600. s tim da su mu prethodno stavili povez preko usta da prisutan narod ne bi čuo njegove eventualne poslednje jeretičke poruke. Dakle, evo nekih njegovih

* Može se reći da Kopernik ne bi izazvao toliki gnev Crkve da nije bilo Bruna – Kopernikova knjiga je stavljena na Spisak zabranjenih dela tek 1616, gde je ostala sve do 1835.

ne baš poslednjih reči koje odražavaju širinu njegovog razmišljanja:

Ne postoji nikakvo apsolutno gore ili dole, kako je Aristotel mislio; nikakvo apsolutno mesto u prostoru; položaj jednog tela relativan je u odnosu na položaj drugih tela. Relativan položaj se neprestano menja svuda u svemiru, a posmatrač se uvek nalazi u središtu.

Iako je vrlo brzo prihvaćeno da zvezde zaista jesu druga sunca – Isak Njutn je bio jedan od nekolicine koji su nastojali da procene razdaljinu do zvezda na osnovu pretpostavke da one imaju približno isti intenzitet svetlosti kao Sunce – astronomi su tek četrdesetih godina devetnaestog veka uspeli da izračunaju nekoliko tih razdaljina primenom geometrijske metode paralakse koja uzima u obzir promenu položaja obližnjih zvezda u odnosu na pozadinu udaljenih zvezda dok se Zemlja kreće po svojoj orbiti. Tek u dvadesetom veku druge metode su takođe omogućile izračunavanje udaljenosti po čitavom svemiru, a tridesetih godina prošlog veka konačno je priznato da je svemir beskrajan. Međutim, čak je i tada ideja da zvezde možda imaju sopstvene porodice planeta ostala samo nagađanje.

Situacija se promenila 1995. godine otkrićem planete nazvane 51 Pegasi koja kruži oko jedne zvezde i slična je Suncu. Ona je otkrivena prilikom analize oscilacija u

kretanju zvezde zbog gravitacione sile planete koja kruži oko te zvezde. Takva merenja je moguće izvesti zahvaljujući tome što ta nepravilnost u kretanju izaziva blagi poremećaj u spektralnim linijama zvezde,* proces koji je poznat kao Doplerov efekat. Ta merenja su izvedena relativno lako pošto je ta planeta veoma velika i kruži na prilično maloj udaljenosti od zvezde pa zato ima jak gravitacioni uticaj. Astronomi nisu očekivali tako nešto.

U Sunčevom sistemu postoje četiri male stenovite planete (otprilike slične Zemlji) koje kruže po unutrašnjem prostoru bliže Suncu, kao i četiri velike gasovite planete (otprilike slične Jupiteru) koje kruže po spoljašnjim prostorima, kao i razni manji ostaci uključujući i objekat Pluton. Bez ikakvih dodatnih informacija, astronomi su pretpostavili da bi drugi planetarni sistemi mogli biti slični. Međutim, otkrivena planeta 51 Pegasi veoma je velika i kruži vrlo blizu oko svoje zvezde. Ona je postala poznata kao „vreli Jupiter“. Ima više od polovine mase Jupitera, najveće planete Sunčevog sistema, i kruži oko svoje zvezde samo na desetini udaljenosti između Sunca i Merkura, najbliže planete Suncu. Prvo što možemo da naučimo jeste da se ništa ne može uopštavati na osnovu jednog primera! Naš Sunčev sistem očigledno nije jedini planetarni sistem u svemiru i možda je čak i neuobičajen. Dakle, zaključak je da ne treba

* Spektroskopija zvezda je jedan od stubova o kome će detaljnije biti reči kasnije u knjizi.

da pretpostavljamo da je Zemlja tipična planeta; više reči o tome biće nešto kasnije.

Od 1995. do danas otkriven je veliki broj „ekstrasolarnih“ planetarnih sistema. U mnogima od njih ima vrelih Jupitera i sada znamo da se mnogi sistemi sastoje od više planeta koje u različitim konstelacijama kruže oko središnje zvezde. Otkriće neke „nove“ planete više i nije neka naročita vest, a kamoli udarna, osim ako takva planeta nije ono što medijske kuće vole da zovu „slična Zemlji“. Ipak, ne nasedajte na udarne vesti. Pod time se samo podrazumeva da je planeta verovatno stenovita i da ima nekoliko puta veću masu od Zemlje. Da bismo pojasnili tu razliku, treba samo da pogledamo svog najbližeg suseda u Sunčevom sistemu, planetu Veneru, koja kruži oko Sunca na nešto manjoj udaljenosti od nas. Venera je skoro iste veličine kao Zemlja, stenovita je i sve u svemu najbolji je kandidat za opis „slična Zemlji“ od svih ostalih ekstrasolarnih planeta o kojima se govori u medijima. Slične je veličine, mase, gustine i površinske gravitacije. Međutim, temperatura na površini Venere iznosi 462 °C, što je dovoljno da se istopi olovo. Temperatura nije toliko visoka zbog toga što je planeta malo bliža Suncu od nas već zbog jakog efekta staklene bašte koji nastaje usled Venerine guste atmosfere od ugljen-dioksida. Atmosferski pritisak na površini Venere je devedeset dva puta veći od pritiska na Zemljinoj površini, isti kao pritisak na dubini od kilometar ispod površine naših okeana.

Tako se ponovo vraćamo na Bruna i njegovu pretpostavku da postoji mnoštvo planeta na kojima ima mnoštvo oblika života, uključujući ljude. Planeta zaista ima i to u izobilju. Izgleda da svaka zvezda slična Suncu, a možda i svaka zvezda, ima svoju porodicu planeta. Hajde da ne budemo preveliki pesimisti. U Mlečnom putu, našoj lokalnoj galaksiji, svojevršnom ostrvu u svemiru, postoji na stotine milijardi zvezda. Čak i ako samo mali broj njih ima planetarne sisteme poput našeg Sunčevog sistema, i čak i ako samo mali broj tih sistema ima barem jednu planetu koja je sličnija Zemlji nego Veneri, moguće je da tamo postoje milioni potencijalnih domova za oblike života poput našeg, da se ne upuštamo u bajkovitije pretpostavke. Jedan procenat od sto milijardi još uvek je milijarda, a jedan procenat od milijarde je deset miliona. Planete su uobičajena pojava u svemiru – možda čak i planete kao što je Zemlja. Možda nismo sami. Domovi za oblike života mogu biti uobičajena pojava. Međutim, šta je sa samim životom? Kako smo mi dospeli ovde? Odgovor na to pitanje zavisi od sedam neverovatnih otkrića o tome kako svemir funkcioniše – sedam stubova nauke na kojima se temelji naš život, a možda i postojanje života negde drugde u svemiru.



STUB

Čvrsti predmeti su uglavnom prazan prostor

Čvrsti predmeti su prazni. Iako se to često navodi kao primer prirode sveta koja se kosi sa zdravim razumom, on vas ipak iznenađuje kad malo bolje razmislite. Predmeti kao što je „čvrsta“ tastatura po kojoj kucam i prsti kojima kucam sačinjeni su od sitnih čestica koje se prostiru po relativno velikom prostoru i koje su spojene dejstvom električnih sila. To je toliko važna i šokantna zamisao da je Ričard Fajnman izjavio da je to najznačajnija činjenica koju je nauka otkrila o našem svetu. Kao i kad se radi o brojnim drugim temama, on zaslužuje da ga doslovno citiram:

„Ako bi u kakvoj katastrofi celokupno naučno znanje bilo uništeno, i ako bi se sledećim generacijama prenela samo jedna rečenica, koji bi iskaz preneo najviše informacija u najmanje reči? Verujem da je

to *atomska hipoteza* (ili *atomska teorija*, nazovite je kako želite) po kojoj su *sve stvari sačinjene od atoma - sićušnih čestica koje se neprestano kreću i međusobno privlače na maloj razdaljini, a odbijaju se kad su stisnute jedna uz drugu.*“ Uverićete se da je u toj jednoj rečenici sadržana ogromna količina informacija o svetu samo uz malo mašte i dodatnog razmišljanja.²

Međutim, pošto malo fizičara poseduje moć mašte (ili još bolje, zapažanja) i razmišljanja koja je krasila Fajnmana, rasprava o tome da li je svet sačinjen od takvih čestica nije rešena sve do početka dvadesetog veka, mada je koncept atoma nagovešten mnogo ranije.

Poznate priče o atomskoj teoriji (ili kako je god drugačije zovete) obično započinju odavanjem priznanja Demokritu, koji je živeo u petom veku pre nove ere, i Epikuru, koji je živeo od 342. do 271. godine pre nove ere. Međutim, njihova ideja o malim česticama koje se kreću po „praznini“ i deluju jedne na druge nikad nije postala ništa više do stav manjine kome su se ismevali filozofi poput Aristotela koji je odbacio ideju praznine. Tek je 1649. Pjer Gasendi oživeo tu ideju i ukazao na to da atomi imaju različite oblike i da mogu da se spajaju pomoću svojevrsnog mehanizma kukice. On je naglasio da ne postoji apsolutno ništa u praznom prostoru između atoma. Tako je počela rasprava koja se rastezala više od dve stotine godina. S jedne strane nalazila se takozvana njutnovska škola mišljenja, po Isaku Njutnu,

koja je zagovarala atomsku hipotezu; s druge strane bila je kartezijanska škola, nazvana po Reneu Dekartu, koji se gnušao ideje praznine, to jest vakuuma. Situacija se zaoštrila u devetnaestom veku.

Od pedesetih godina devetnaestog veka naovamo, nastavljajući se na prethodni rad Džona Daltona, hemičari su sve više prihvatili ideju o atomima, kao i da atomi različitih elemenata imaju različite težine i da kad se spoje, oni stvaraju molekule. Tako je, recimo, molekul vode smatran za spoj dva atoma vodonika i jednog atoma kiseonika. Oni su merili težine (tačnije, mase) atoma različitih elemenata u odnosu na atom vodonika, najlakšeg elementa. Čak su mogli da izračunaju koliko čestica (atoma ili molekula) mora da bude u uzorku bilo kog elementa koji sadrži njegovu atomsku (ili molekularnu) težinu u gramima – jedan gram vodonika, dvanaest grama ugljenika, šesnaest grama kiseonika itd. Svaki takav uzorak bi imao isti broj čestica. Taj broj je postao poznat kao Avogadrov broj po pioniru koji je razvio tu teoriju i on je veoma važan. Međutim, pre nego što detaljnije objasnim njegov značaj, treba da kažem nešto i o protivnicima tih ideja koji su se držali svojih stavova čak i na početku dvadesetog veka, i zahvaljujući kojima se vidi koliko je ideja o atomima zapravo senzacionalna.

Protivnici su bili fizičari i filozofi koji su isticali fatalnu grešku u ideji o velikom broju sitnih čestica koje se kreću po praznom prostoru, odbijaju se jedna o drugu i veselo nastavljaju svoje putovanje prema