

**PARALELNI**  

---

**SVETOVI**



Takođe od Mičija Kaku

*Ajnštajnov kosmos*

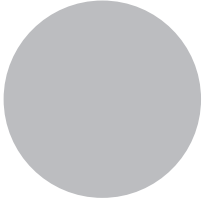
*Fizika budućnosti*

*Hiperprostor*

*Fizika nemogućeg*



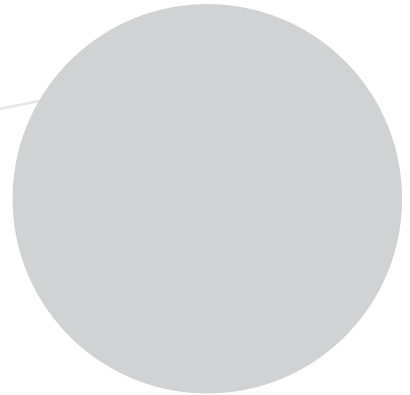
MIČIO KAKU



# PARALELNI SVETOVI

PUTOVANJE KROZ  
POSTANAK, VIŠE DIMENZIJE  
I BUDUĆNOST KOSMOSA

Prevod  
Ana Ješić



*Naslov originala*  
Michio Kaku  
PARALLEL WORLDS

Copyright © Michio Kaku  
Copyright © 2012 za srpsko izdanje, Heliks

*Izdavač*  
Heliks

*Za izdavača*  
Brankica Stojanović

*Lektor*  
Aleksandra Dragosavljević

*Štampa*  
Newpress, Smederevo

Prvo izdanje

Knjiga je složena  
tipografskim pismima  
*Eureka i Bureau Agency*

ISBN: 978-86-86059-35-2

Smederevo, 2012.  
[www.heliks.rs](http://www.heliks.rs)

*Ovu knjigu posvećujem mojoj voljenoj supruzi Šizue*





# SADRŽAJ

ZAHVALNICE	xi
PREDGOVOR	xv
<b>DEO I: KOSMOS</b>	
PRVO POGLAVLJE: Slike tek rođenog svemira	3
DRUGO POGLAVLJE: Paradoksalni svemir	19
TREĆE POGLAVLJE: Veliki prasak	39
ČETVRTO POGLAVLJE: Inflacija i paralelni univerzumi	65
<b>DEO II: MULTIVERZUM</b>	
PETO POGLAVLJE: Međudimenzionalni portali i putovanje kroz vreme	95
ŠESTO POGLAVLJE: Paralelni kvantni univerzumi	125
SEDMO POGLAVLJE: M-teorija: majka svih struna	155
OSMO POGLAVLJE: Stvoreni kosmos?	205
DEVETO POGLAVLJE: Osluškujući odjeke iz jedanaeste dimenzije	217
<b>DEO III: BEG U HIPERPROSTOR</b>	
DESETO POGLAVLJE: Kraj svega	245
JEDANAESTO POGLAVLJE: Bekstvo iz svemira	259
DVANAESTO POGLAVLJE: I dalje od multiverzuma	293
NAPOMENE	309
NAUČNI POJMOVNIK	325
PREPORUČENA LITERATURA	345
INDEKS	349
O AUTORU	365



## IZJAVE ZAHVALNOSTI

Hteo bih da se zahvalim naučnicima koji su ljubazno odvojili svoje vreme za razgovore. Njihovi komentari, zapažanja i ideje umnogome su obogatili ovu knjigu i doprineli njenoj dubini i fokusu:

- Stiven Vajnberg, dobitnik Nobelove nagrade, Teksaski univerzitet u Ostinu
- Mari Gel-Man, dobitnik Nobelove nagrade, Institut Santa Fe i Kalifornijski tehnološki institut
- Leon Lederman, dobitnik Nobelove nagrade, Tehnološki institut Illinois
- Džozef Rotblat, dobitnik Nobelove nagrade, Bolnica Sveti Vartolomej (u penziji)
- Volter Gilbert, dobitnik Nobelove nagrade, Univerzitet Harvard
- Henri Kendal, dobitnik Nobelove nagrade, Masačusetski tehnološki institut (preminuo)
- Alan Gut, fizičar, Masačusetski tehnološki institut
- ser Martin Ris, engleski kraljevski astronom, Univerzitet u Kembridžu
- Friman Dajson, fizičar, Institut za napredne studije, Prinstonski univerzitet
- Džon Švarc, fizičar, Kalifornijski tehnološki institut
- Lisa Rendal, fizičar, Univerzitet Harvard
- Dž. Ričard Got III, fizičar, Prinstonski univerzitet
- Nil de Gras Tajson, astronom, Prinstonski univerzitet i Hajdenov planetarijum
- Pol Dejvis, fizičar, Univerzitet u Adelaidi
- Ken Krosvel, astronom, Kalifornijski univerzitet u Berkliju
- Don Goldsmit, astronom, Kalifornijski univerzitet u Berkliju
- Brajan Grin, fizičar, Univerzitet Kolumbija
- Kumrun Vafa, fizičar, Univerzitet Harvard

- Stjuart Samjuel, fizičar, Kalifornijski univerzitet u Berkliju
- Karl Segan, astronom, Univerzitet Kornel (preminuo)
- Danijel Grinberger, fizičar, Siti koledž u Njujorku
- V. P. Nair, fizičar, Siti koledž u Njujorku
- Robert P. Kiršner, astronom, Univerzitet Harvard
- Piter D. Vord, geolog, Vašingtonski univerzitet
- Džon Barou, astronom, Univerzitet u Saseksu
- Marša Bartusijak, naučni novinar, Masačusetski tehnološki institut
- Džon Kasti, fizičar, Institut Santa Fe
- Timoti Feris, naučni novinar
- Majkl Lemonik, naučni kolumnista, časopis *Time*
- Fulvio Melija, astronom, Univerzitet Arizona
- Džon Horgan, naučni novinar
- Ričard Maler, fizičar, Kalifornijski univerzitet u Berkliju
- Lorens Kraus, fizičar, Univerzitet Kejs Vestern Rizerv
- Ted Tejlor, projektant atomske bombe
- Filip Morison, fizičar, Masačusetski tehnološki institut
- Hans Moravec, računarski naučnik, Univerzitet Karnegi Melon
- Rodni Bruks, računarski naučnik, Laboratorija za veštačku inteligenciju, Masačusetski tehnološki institut
- Dona Širli, astrofizičar, Laboratorija za mlazni pogon
- Den Vertimer, astronom, SETI@home, Kalifornijski univerzitet u Berkliju
- Pol Hofman, naučni novinar, časopis *Discover*
- Fransis Everit, fizičar, Gravitaciona sonda B, Univerzitet Stenford
- Sidni Perkovic, fizičar, Univerzitet Emori

Voleo bih da uputim izraze zahvalnosti i sledećim naučnicima na stimulativnim diskusijama o fizici u proteklim godinama koje su mi znatno pomogle da uobličim sadržaj knjige:

- T. D. Li, dobitnik Nobelove nagrade, Univerzitet Kolumbija
- Šeldon Glašou, dobitnik Nobelove nagrade, Univerzitet Harvard
- Ričard Fajnman, dobitnik Nobelove nagrade, Kalifornijski tehnološki institut (preminuo)
- Edvard Viten, fizičar, Institut za napredne studije, Prinstonski univerzitet

- Džozef Liken, fizičar, Fermilab
- Dejvid Gros, fizičar, Institut Kavli, Santa Barbara
- Frank Vilček, fizičar, Kalifornijski univerzitet, Santa Barbara
- Pol Taunsend, fizičar, Univerzitet Kembridž
- Peter Van Nievenhojzen, fizičar, Državni univerzitet Njujorka, Stoni Bruk
- Miguel Virasoro, fizičar, Rimski univerzitet
- Bandži Sakita, fizičar, Siti koledž u Njujorku (preminuo)
- Ašok Das, fizičar, Ročesterski univerzitet
- Robert Maršak, fizičar, Siti koledž u Njujorku (preminuo)
- Frenk Tipler, fizičar, Univerzitet Tulejn
- Edvard Trajon, fizičar, Koledž Hanter
- Mičel Begelman, astronom, Univerzitet u Koloradu

Zahvalnost dugujem i Kenu Krosvelu na brojnim komentarima o knjizi.

Želeo bih da se zahvalim i svom uredniku, Rodžeru Šolu, koji je izvanredno uredio sve moje knjige. Sigurnom rukom znatno ih je unapredio, a njegovi komentari uvek su pomagali da se razjasni i produbi sadržaj i izlaganje. Na kraju, zahvalio bih se svom agentu, Stjuartu Kričevskom, koji je predstavljao moje knjige sve ove godine.



## PREDGOVOR

Kosmologija je nauka o kosmosu kao celini i obuhvata i njegovo rođenje, a možda i kraj. Ne iznenađuje što je kosmologija doživela mnoge preobražaje u svojoj sporoj, bolnoj evoluciji, često pod senkom verske dogme i sujeverja.

Prvu revoluciju u kosmologiji pokrenula je pojava teleskopa u prvoj deceniji sedamnaestog veka. Galileo Galilej, nadovezujući se na rad velikih astronoma Nikole Kopernika i Johana Keplera, uspeo je da pomoću teleskopa učini raskoš nebesa dostupnim ozbiljnom naučnom istraživanju po prvi put u istoriji. Napredak ove prve faze kosmologije dostigao je vrhunac u delu Isaka Njutna, koji je definisao fundamentalne zakone kretanja nebeskih tela. Umesto magije i misticizma, zakoni nebeskih tela sada su posmatrani kao subjekti izračunljivih i reproduktivnih sila.

Za drugu revoluciju u kosmologiji zaslužni su veliki teleskopi dvadesetog veka, poput onog na planinskom vrhu Maunt Vilson sa svojim ogromnim reflektujućim ogledalom od 25 metara. Dvadesetih godina prošlog veka astronom Edvin Habl opovrgao je pomoću ovog džinovskog teleskopa vekovnu dogmu po kojoj je kosmos statičan i večan, pokazavši da se nebesa udaljavaju od Zemlje ogromnom brzinom – odnosno, da se vasiona širi. Bila je to potvrda Ajnštajnovе teorije opšte relativnosti po kojoj arhitektura prostorvremena nije ravna i linearna, već dinamična i zakrivljena. To nam je pružilo prvo prihvatljivo objašnjenje porekla kosmosa – kosmos je rođen u kataklizmičnoj eksploziji zvanoj Veliki prasak, kada su se zvezde i galaksije zavitalе u prostranstvo svemira. S pionirskim radom Džordža Gamova i njegovih kolega na teoriji Velikog praska, te Freda Hojla na poreklu elemenata, postavljene su osnove za iscertavanje obrisa evolucija kosmosa.

U toku je treća revolucija. Traje tek pet godina. Pokrenuo ju je arsenal novih, visokotehnoških instrumenata kao što su svemirski sateliti, laseri, detektori gravitacionih talasa, teleskopi X-zračenja i superkomputeri ogromnih brzina. Raspoložemo dosad najmerodavnijim podacima

o prirodi kosmosa, uključujući njegovu starost, sastav, a možda i znanje o njegovoj budućnosti i smrti u nekom trenutku.

Astronomi sada uviđaju da se svemir izmiče ogromnom brzinom, ubrzavajući bez ograničenja, sve više se s vremenom hladeći. Ako se to nastavi, suočićemo se s mogućnošću Velikog smrzavanja kada će kosmos zapasti u tamu i hladnoću, a čitav inteligentni život će izumreti.

Ova knjiga govori o toj trećoj velikoj revoluciji. Razlikuje se od mojih prethodnih knjiga iz fizike, *Posle Ajnštajna* i *Hipersvemir*, koje su pomogle javnosti da se upozna s novim konceptima viših dimenzija i teorije superstruna. U knjizi *Paralelni svetovi* umesto na prostorvreme usredsređujem se na revolucionarne pomake u kosmologiji tokom poslednjih nekoliko godina, na osnovu novih dokaza iz laboratorija širom sveta i rezultata doseganja najudaljenijih granica svemira, kao i novih dostignuća u teorijskoj fizici. Zamislio sam je kao štivo koje se može čitati i razumeti bez prethodnog poznavanja kosmologije.

U Delu 1 ove knjige, bavim se naukom o kosmosu i dajem kratak pregled pomaka u ranim fazama kosmologije s kulminacijom u vidu takozvane inflatorne teorije koja nam pruža dosad najnapredniju formulaciju teorije Velikog praska. Tema Dela 2 je nova teorija multiverzuma – svet načinjen od većeg broja svemira od kojih je jedan naš. U ovom delu knjige razmatram mogućnost crvotočina, zakrivljenja prostora i vremena, te kako bi više dimenzije mogle da ih povezuju. Teorija superstruna i M-teorija pomerile su nas za jedan veliki korak preko Ajnštajnovе teorije i potvrdile da bi naš univerzum mogao da bude tek jedan od mnogih. Na kraju, u Delu 3, govorim o Velikom smrzavanju i o tome šta naučnici sada vide kao kraj kosmosa. Moći ćete da pročitate i ozbiljno, premda spekulativno razmatranje kako bi napredne civilizacije u dalekoj budućnosti mogle pomoću zakona fizike da bilionima godina u budućnosti napuste naš svemir i dospeju u drugi, gostoljubiviji kosmos gde bi započeli proces preporoda ili odakle bi se vratili u prošlost kada je vasi ona bila toplija.

Plima novih podataka, novi instrumenti poput svemirskih satelita koji mogu da pretražuju nebesa, novi detektori gravitacionih talasa i novi akceleratori veličine gradova čija izgradnja se bliži kraju, učvršćuju fizičare u uverenju da možda ulazimo u zlatno doba kosmologije. Ukratko, ovo je sjajan trenutak da se bavimo fizikom i učestvujemo u potrazi za razumevanjem našeg porekla i sudbine svemira.



**PARALELNI**  

---

**SVETOVI**



PRVI  
DEO

KOSMOS



## PRVO POGLAVLJE

### Slike tek rođenog svemira

Pesnik hoće samo da bude glavom u nebesima. Logičar želi da nebesa spusti u svoju glavu. Njegova glava onda se podvaja.

– G. K. Česterton

**K**AD SAM BIO DETE, moja lična uverenja bila su u sukobu. Roditelji su mi vaspitavani u budističkoj tradiciji, ali ja sam nedeljom pohađao časove veronauke na kojima sam rado slušao biblijske priče o kitovima, barkama, stubovima soli, rebrima i jabukama. Fascinirale su me alegorije iz Starog zaveta koje su mi bile omiljeni deo časova veronauke. Činilo mi se da su te alegorije o velikim poplavama, grmlju u vatri i razdvajanju mora bile neuporedivo uzbudljivije od budističkog mantranja i meditacije. Zapravo, te drevne pripovesti o herojstvu i tragediji slikovito su ilustrovale duboke moralne i etičke lekcije koje su me pratile kroz život.

Na jednom času veronauke proučavali smo Postanje. Dok sam čitao kako Bog grmi s nebesa: „Neka bude svetlost!“, to mi se činilo mnogo dramatičnije od nemog meditiranja o nirvani. Iz naivne radoznalosti, zapitao sam učiteljicu veronauke da li je Bog imao majku. Obično je odgovarala brisko, dopunjujući odgovor dubokoumnim naravoučenijem o moralu. Međutim, ovog puta je ustuknula. Ne, odgovorila je oklevajući, Bog verovatno nije imao majku. „Ali otkud Bog?“, pitao sam. Promrmljala je kako bi o tome morala da se posavetuje sa sveštenikom.

Nisam uviđao da sam slučajno nabasao na jedno od velikih pitanja teologije. Bio sam zbunjen, jer u budizmu nije bilo nikakvog boga – samo bezvremene vasionne bez početka i kraja. Kasnije, kada sam se dao

u proučavanje velikih svetskih mitologija, naučio sam da se u religiji razlikuju dva tipa kosmologije: prvi se zasniva na trenutku kada je Bog stvorio svemir, dok se drugi temelji na ideji da je vasiona oduvek postojala i da će je uvek biti.

Međutim, nisu obe mogle biti tačne.

Kasnije sam počeo da otkrivam da ove zajedničke teme prožimaju mnoge druge kulture. Na primer, po kineskoj mitologiji, na početku je postojalo kosmičko jaje. Novorođeni bog Pangu bivstvovao je gotovo čitavu večnost unutar jajeta koje je plutalo u bezobličnom moru Haosa. Kada se napokon izlegao, Pangu je džikljao preko tri metra na dan, tako da je gornja polovina ljuske jajeta postala nebo, a donja – zemlja. Posle 18.000 godina, umro je stvorivši naš svet: od njegove krvi nastale su reke, od očiju Sunce i Mesec, a glas mu postade grom.

Mit o Panguu na mnogo načina odslikava temu prisutnu u brojnim drugim religijama i drevnim mitologijama: *creatio ex nihilo* vasionem (pojava vasionem ni iz čega). U grčkoj mitologiji, kosmos je na početku bio u stanju haosa (zapravo, reč haos vodi poreklo iz grčke reči sa značenjem ponor). Ta bezoblična praznina često se opisuje kao okean – na primer, u vavilonskoj i japanskoj mitologiji. Ova tema se može naći u drevnoj egipatskoj mitologiji u kojoj se bog Ra izlegao iz plutajućeg jajeta. U polinezijskoj mitologiji, umesto kosmičkog jajeta pojavljuje se kokosov orah. Maje su verovala u sličan mit po kome vasiona umire pet hiljada godina po nastanku samo da bi se ponovo rodila, i sve tako redom, u beskrajnom ponavljanju rađanja i uništenja.

Ovi *creatio ex nihilo* mitovi upadljivo se razlikuju od kosmologije po budističkom i, u izvesnim varijantama, hinduističkom tumačenju. U ovim mitologijama, kosmos je bezvremen, bez početka i kraja. Ima mnogo nivoa postojanja, ali najviši je nirvana, večan i dostižan samo kroz najčistiju meditaciju. U hinduističkoj mahapurani zapisano je: „Ako je Bog stvorio svet, gde je bio pre stvaranja?... Svet nije stvoren, već kao vreme nema kraja ni početka.“

Ove mitologije protivreče jedna drugoj i između njih naizgled nema nikakvog slaganja. Međusobno su isključive: kosmos je ili imao početak ili nije. Izgleda da nema srednjeg rešenja.

Međutim, rešenje se danas, po svemu sudeći, pomalja iz sasvim drugog pravca – iz sveta nauke – kao rezultat nove generacije moćnih naučnih instrumenata koji krstare svemirom. Drevna mitologija se u tumačenju porekla sveta oslanjala na mudrost pripovedača. Danas se naučnici služe arsenalom svemirskih satelita, detektora gravitacionih talasa,

interferometara, superkompjutera ogromnih brzina i internetom sprovodeći revoluciju u našem razumevanju kosmosa i pružajući nam do sada najubedljiviji prikaz njegovog stvaranja.

Malo-pomalo, iz podataka dobijamo veliku sintezu dve suprotstavljene mitologije. Naučnici spekuliraju da se postanje ponavljalo u bezvremenom okeanu nirvane. U toj novoj slici, naš svemir mogao bi se uporediti s mehurom koji pluta u mnogo većem okeanu, pri čemu se neprestano stvaraju novi mehurovi. Prema ovoj teoriji, svemiri se, poput mehurića u kipućoj vodi, neprestano stvaraju, plutajući u mnogo većem okruženju, nirvani jedanaestodimenzionalnog hipersvemira. Sve više fizičara smatra da je naš svemir nastao iz ognjene kataklizme, Velikog praska, ali i da je u večnom okeanu drugih univerzuma. Ako smo u pravu, veliki praskovi se odigravaju i dok čitate ovu rečenicu.

Fizičari i astronomi širom sveta razmatraju kako bi ovi paralelni svetovi mogli da izgledaju, kojim zakonima se pokoravaju, kako su rođeni i kako bi mogli da umru. Možda su jalovi, bez osnovnih elemenata života. Moguće je i da liče na naš svemir, razdvojeni od nas jednim kvantnim događajem zbog kog su počeli da divergiraju od našeg kosmosa. Ima i fizičara koji ukazuju na mogućnost da jednog dana, kako naš kosmos bude stario, a život u njemu možda postao neodrživ, budemo prinuđeni da ga napustimo i izbegnemo u drugi svemir.

Ove nove teorije pokreće plima podataka dobijenih od svemirskih satelita koji snimaju ostatke samog stvaranja. Naučnici sada ostvaruju izvanredne pomake u opisivanju dešavanja od samo 380.000 godina posle Velikog praska, kada je „odsaj“ stvaranja tek ispunio svemir. Možda i najubedljiviju sliku ovog zračenja dobijamo od novog instrumenta, satelita zvanog WMAP (Wilkinson Microwave Anisotropy Probe – Vilkinsonova mikrotalasna anizotropna sonda).

## SATELIT WMAP

„Neverovatno!“ „Revolucionarno!“ – takve epitete su uzvikivali februara 2003. poslovično suzdržani astrofizičari opisujući dragocene podatke što im je dostavio njihov najnoviji satelit. WMAP je sonda nazvana po pioniru kosmologije Dejvidu Vilkinsonu i puštena je u rad 2001. WMAP je neverovatnom preciznošću pružio naučnicima detaljnu sliku ranog svemira starog tek 380.000 godina. Već milijardama godina našim kosmosom kruži kolosalna količina energije preostale od izvorne vatrene lopte

iz koje su se izrodile zvezde i galaksije. Danas ju je WMAP najzad zabeležio na filmu u izvanrednim detaljima, stvarajući dosad neviđenu mapu, fotografiju neba koja nas ostavlja bez daha svojim detaljnim prikazom mikrotalasnog zračenja nastalog u Velikom prasku, „ehom postanja“, kako ga je nazvao časopis *Time*. Astronomi više nikada neće gledati u nebo na isti način.

Po rečima Džona Bakola sa Instituta za napredne studije pri Princetonu, otkrića satelita WMAP predstavljaju „čin preobraženja kosmologije od spekulacije u preciznu nauku“. Ovakav priliv podataka iz tog ranog perioda istorije svemira sada je omogućio kosmolozima da precizno odgovore na najdrevnija pitanja koja zbunjuju i kopkaju ljudski rod otkad smo prvi put pogledali u plamteću zvezdanu lepotu noćnog neba. Koliko je star svemir? Od čega je sazdan? Kakva mu je sudbina?

(Godine 1992, prve, mutne slike ovog zračenja koje ispunjava nebo dao nam je satelit COBE – *Cosmic Background Explorer*, Istraživač kosmičkog pozadinskog zračenja. Taj rezultat, premda revolucionaran, bio je razočaravajući zbog nefokusirane fotografije ranog svemira koju smo dobili. To nije sprečilo medije da tu sliku ushićeno proglase „licem Boga“. Ali precizniji opis mutnih slika dobijenih sa satelita COBE bio bi da su to fotografije novorođenog svemira. Ako bismo današnji svemir uporedili s osamdesetogodišnjakom, onda bi ga fotografije koje je napravio prvo COBE, a kasnije i WMAP, prikazivale kao novorođenče ni ceo jedan dan staro.)

Noćno nebo je poput vremeplova i upravo zato WMAP može da nam dâ bez premca najjasnije slike novorođenog svemira. Pošto se svetlost kreće konačnom brzinom, zvezde noću vidimo onakve kakve su nekada bile, a ne kakve su danas. Svetlost od Meseca do Zemlje putuje nešto duže od jedne sekunde i kada pogledamo u Mesec vidimo ga kakav je bio sekundu ranije. Razdaljinu od Sunca do Zemlje svetlost pređe za oko osam minuta. Slično tome, mnoge nama poznate zvezde koje vidimo na nebesima toliko su daleko da je njihovoj svetlosti potrebno od 10 do 100 godina da stigne do vaših očiju. (Drugim rečima, udaljene su između 10 i 100 svetlosnih godina od Zemlje. Svetlosna godina približno iznosi 9,5 biliona kilometara i predstavlja razdaljinu koju svetlost pređe za godinu dana.) Svetlost dalekih galaksija može biti stotinama miliona ili milijardama svetlosnih godina daleko. Zato ona predstavlja „fosilnu“ svetlost, u nekim slučajevima emitovanu još pre pojave dinosaurususa. Neki od najudaljenijih objekata koje možemo da vidimo našim teleskopima zovu se kvazari. To su ogromni galaktički motori koji stvaraju neverovatno velike količine energije blizu granica poznatog svemira. Kvazari su udaljeni od Zemlje



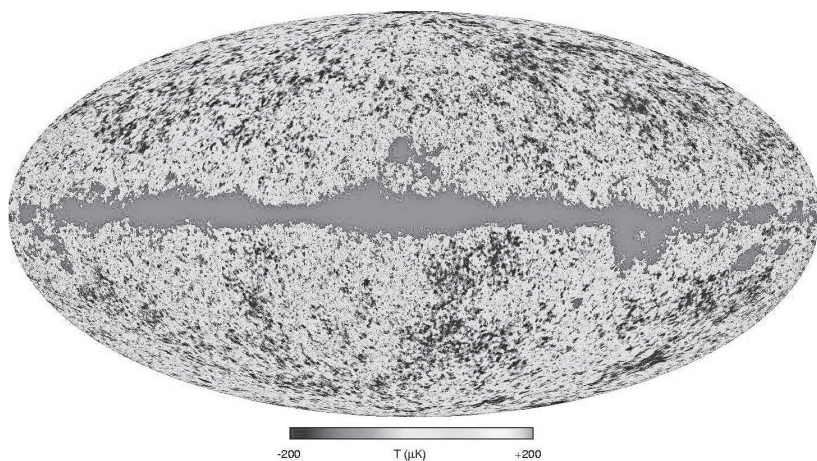
i do 13 milijardi svetlosnih godina. WMAP je detektovao još i starije zračenje od izvorne vatrene lopte koja je stvorila kosmos.

Da bi opisali svemir, kosmolozi ponekad prizivaju sliku koju bismo videli s vrha Empajer Stejt Bildinga, zgrade s preko stotinu spratova koja se uzdiže nad Menhetnom. Gledajući odozgo, jedva nazirete šta se dešava dole na ulici. Ako uporedimo prizemlje Empajer Stejt Bildinga s Velikim praskom, onda bi se, posmatrano odozgo, udaljene galaksije nalazile na desetom spratu. Daleki kvazari vidljivi zemaljskim teleskopima bili bi na sedmom spratu. Pozadinsko kosmičko zračenje koje registruje WMAP satelit našlo bi se samo centimetar nad ulicom. Satelit WMAP sada nam je omogućio da starost svemira izmerimo sa zadivljujućih jedan posto preciznosti: 13,7 milijardi godina.

Veliki napori astrofizičara u preko deset godina kulminirali su u misiji satelita WMAP. Koncept ovog satelita predložila je NASA 1995. godine, a odobren je dve godine kasnije. NASA je 30. juna 2001. godine poslala WMAP na raketi Delta II u solarnu orbitu između Zemlje i Sunca. Pažljivo je odabrano da destinacija bude Lagranžova tačka broj 2 (ili L2, što je posebna tačka relativne stabilnosti blizu Zemlje). Iz te perspektive, Sunce, Zemlja i Mesec uvek usmeravaju satelit da mu se ne bi isprečili u pregledanju kosmosa. WMAP skenira čitavo nebo svakih šest meseci.

Konstrukcija ovog satelita plod je najnovijih tehnologija. Svojim moćnim senzorima može da registruje slabo mikrotalasno zračenje zaostalo od Velikog praska prisutno svuda u svemiru, ali koje naša atmosfera apsorbuje u velikom stepenu. Aluminijsko-kompozitni satelit dimenzija je 3,8 metara s 5 metara, a teži 840 kilograma. Ima dva naspramna teleskopa koja fokusiraju mikrotalasno zračenje iz kosmosa i šalju podatke putem radio-talasa na Zemlju. Napaja se snagom od samo 419 vati (ravno snazi pet običnih sijalica). Više od milion i po kilometara daleko od Zemlje, WMAP je na bezbednoj udaljenosti do Zemljinih atmosferskih poremećaja koji mogu da maskiraju slabo mikrotalasno pozadinsko zračenje, te može neprestano da ga očitava na celom nebu.

Satelit je svoje prvo osmatranje celog neba dovršio aprila 2002. Šest meseci kasnije, ostvareno je drugo puno skeniranje neba. Satelit WMAP daje nam do sada najsvеobuhvatniju, najdetaljniju mapu ovog zračenja. Pozadinsko mikrotalasno zračenje koje je WMAP registrovao prvi su predvideli Džordž Gamov i njegovi saradnici. On je zapazio i da ovo zračenje ima karakterističnu temperaturu. WMAP je izmerio da je ta temperatura tek nešto veća od apsolutne nule, odnosno između 2,7249 i 2,7251 stepeni Kelvina.



Ovo je slika „novorođenog“ svemira, starog samo 380.000 godina, koju je načinio satelit WMAP. Svaka tačka najverovatnije predstavlja majušnu kvantnu fluktuaciju u žaru stvaranja koja se razvila u galaksije i galaktička jata koja vidimo danas.

Ta mapa načinjena na osnovu podataka dobijenih od satelita WMAP laiku bi bila prilično nezanimljiva – na prvi pogled, to je samo skup nasumično razbacanih tačaka. Međutim, taj skup tačaka pojedinim astronomima gotovo da je izmamio suze, jer tačke predstavljaju fluktuacije ili nepravilnosti u prvobitnoj, vatrenoj kataklizmi Velikog praska neposredno po stvaranju svemira. Te male fluktuacije su poput „semena“ koja su narasla u eksploziji svemira. Danas su ta majušna semena procvetala u galaktička jata i galaksije koje nam osvetljavaju nebesa. Drugim rečima, naša galaksija Mlečni put i sva galaktička jata koja vidimo oko sebe nekad su bili te sitne fluktuacije. Mereći raspodelu ovih fluktuacija, vidimo kolevke galaktičkih jata, poput tačaka na kosmičkoj tapiseriji okačenoj o noćno nebo.

Obim astronomskih podataka koje danas dobijamo prevazilazi okvire naučnih teorija. Zapravo, rekao bih da ulazimo u zlatno doba kosmologije. (Koliko god impresivan bio satelit WMAP, verovatno će ga zaseniti satelit Plank, kog Evropljani lansiraju 2007. godine; Plank će astronomima pružiti još detaljniju sliku ovog mikrotalasnog pozadinskog zračenja. \*) Kosmologija danas napokon sazreva, izranjajući iz senke nauke posle mnogo godina provedenih u baruštini spekulacija i slobodnih pretpostavki. Kosmologe je tokom istorije pratila unekoliko loša reputacija.

\* Satelit Plank lansiran je 2009. godine. (Prim. prev.)

Strast s kojom su istupali sa svojim grandioznim teorijama o svemiru graničila se samo sa zapanjujućom oskudnošću u podacima. Nobelovac Lav Landau često je u šali govorio: „Kosmolozi neretko greše, ali retko sumnjaju“. Stara je izreka među naučnicima: „Postoje spekulacije, potom još spekulacija, a onda sledi kosmologija“.

Kao student fizike na Harvardu krajem šezdesetih, jedno kratko vreme razmišljao sam da studiram kosmologiju. Još od malih nogu opčinjavalo me je pitanje porekla svemira. Međutim, sažet pregled situacije u toj oblasti otkrio mi je da je kosmologija sramotno primitivna. Uopšte nije bilo reči o eksperimentalnoj nauci u kojoj se mogu testirati hipoteze pomoću preciznih instrumenata, već o skupu neodređenih teorija ravnih najslobodnijim spekulacijama. Kosmolozi su se upuštali u žestoke rasprave oko toga da li je svemir rođen u kosmičkoj eksploziji ili je oduvek postojao u stabilnom stanju. Ali podaci su bili šturi a teorije su ih brzo brojčano nadmašivale. Zapravo, što je bilo manje podataka, vatrenija je bila rasprava.

Tokom istorije kosmologije, oskudnost pouzdanih podataka izazivala je i dugogodišnje zavade među astronomima koje su često trajale decenijama. (Na primer, predavanje koje je trebalo da održi na univerzitetu astronom Alana Sendidža iz Opservatorije Maunt Vilson, prethodni govornik sarkastično je najavio: „Ono što ćete sada čuti je netačno“. A Sendidž je, saznajući da je suparnička grupa pridobila veliku pažnju javnosti, povikao: „Kakve baljezgarije! Ovo je rat!“)

## STAROST KOSMOSA

Astronome je oduvek posebno koprkalo koliko je star svemir. Vekovima su naučnici, sveštenici i teolozi pokušavali da procene starost kosmosa na jedini dostupan način: pomoću rodoslova čovečanstva od Adama i Eve. U poslednjem veku, geolozi su se služili preostalim zračenjem u stenama kako bi najtačnije procenili starost Zemlje. Poređenja radi, pomenuću da satelit WMAP danas meri eho samog Velikog praska kako bismo dobili najmerodavniju procenu starosti svemira. Podaci dobijeni od satelita WMAP otkrivaju da je kosmos rođen u ognjenoj eksploziji pre 13,7 milijardi godina.

(Kosmologija je došla na zao glas jer se smatralo, i to zbog pogrešnih podataka, da je svemir po proračunima bio mlađi od planeta i zvezda. Godinama je to bila jedna od najsrmatnijih činjenica u vezi s

kosmologijom. Starost svemira je ranije procenjivana na tek jednu do dve milijarde godina, što se nije slagalo sa starošću Zemlje (4,5 milijardi godina) i najstarijih zvezda (12 milijardi godina). Takvih kontradikcija više nema.)

WMAP je uneo novi, bizarni momenat u debatu o sastavu kosmosa, što je pitanje koje su postavili još stari Grci pre više od dve hiljade godina. Naučnici su tokom prošlog veka verovali da znaju odgovor. Posle hiljada i hiljada marljivo izvedenih eksperimenata, naučnici su zaključili da svemir u osnovi sačinjava oko sto različitih vrsta atoma uređenih u periodni sistem počev od vodonika. To je osnova moderne hemije i predaje se u okviru nastave hemije u svakoj srednjoj školi. WMAP je opovrgao to verovanje.

Potvrdivši rezultate prethodnih eksperimenata, satelit WMAP pokazao je da vidljiva materija koja nas okružuje (uključujući planine, planete, zvezde i galaksije) čini tričavih četiri posto ukupne materije i energije svemira. (Od tog procenta, najveći deo je u obliku vodonika i helijuma, a verovatno samo 0,03 posto je u vidu teških elemenata.) U sastavu kosmosa prevlađuje tajanstveni, nevidljivi materijal potpuno nepoznatog porekla. Poznati elementi koji čine naš svet predstavljaju samo 0,03 posto kosmosa. U izvesnom smislu, nauka je vraćena više vekova u prošlost, u doba pre uspona hipoteze o atomu, dok se fizičari rvu s činjenicom da vasionom dominiraju potpuno novi, nepoznati oblici materije i energije.

Prema satelitu WMAP, 23 posto svemira načinjeno je od čudne, neodređene supstance zvane tamna materija (engl. *dark matter*), koja ima težinu, pravi džinovski oreol oko galaksija, ali je sasvim nevidljiva. Tamna materija je toliko prevlađujuća i obilna da masom deset puta nadmašuje sve zvezde u našoj galaksiji Mlečni put. Iako je ta čudna materija nevidljiva, naučnici mogu da je opaze posredno jer krivi svetlost poput stakla, te se može locirati na osnovu stepena optičke deformacije koju stvara.

Džon Bakol, astronom s Prinštona, rekao je u vezi s čudnim rezultatima dobijenim pomoću satelita WMAP: „Živimo u nemogućem, ludom kosmosu, čijih smo karakteristika sada ipak svesni“.

Međutim, možda i najveće iznenađenje koje su nam priredili dobijeni podaci, rezultati koji su izazvali pravu pometnju među naučnicima, bilo je to da je čak 73 posto kosmosa načinjeno od sasvim nepoznatog oblika energije zvanog tamna energija, odnosno od nevidljive energije skrivene u vakuumu svemira. Ta tamna energija – energija ništavila ili praznog prostora, koju je prvi put pomenuo lično Ajnštajn 1917. godine da bi je se kasnije odrekao nazvavši je svojom „najvećom zabludom“ – sada se

ponovo javlja kao pogonska sila čitave vasionne. Smatra se da tamna energija stvara novo antigravitaciono polje koje razdvaja galaksije. Tamna energija će odrediti konačnu sudbinu samog kosmosa.

Niko u ovom trenutku ne zna otkud energija ništavila. „Iskreno govoreći, naprosto ne razumemo. Znamo kakav je njen uticaj, ali nemamo pojma kako se tu našla... niko nema predstavu o tome“, priznaje Kreg Hogan, astronom na Vašingtonskom univerzitetu u Sijetlu.

Pokušamo li da izračunamo vrednost ove tamne energije na osnovu poslednje teorije o subatomske česticama, doći ćemo do brojke koja je pogrešna  $10^{720}$  puta (to je cifra jedan iza koje sledi 120 nula). Ovo neslaganje između teorije i eksperimenta bez daljnog je najdublja pukotina u istoriji nauke. To je jedna od naših najvećih sramota – da pomoću najbolje teorije ne može da se izračuna vrednost najvećeg izvora energije u čitavom svemiru. Nema sumnje, polica puna Nobelovih nagrada čeka na preduzumljive pojedince koji su u stanju da razotkriju misteriju tamne materije i tamne energije.

## INFLACIJA

Astronomi još uvek pokušavaju da se snađu u poplavi podataka dobijenih od satelita WMAP. Iz ruševina starih ideja o ustrojstvu svemira pomalja se nova kosmološka slika. „Postavili smo temelj objedinjene koherentne teorije o svemiru“, kaže Čarls L. Benet, vođa međunarodnog tima koji je doprineo konstrukciji i analizi satelita WMAP. Za sada prevladuje teorija inflatornog kosmosa, varijanta teorije Velikog praska, koju je prvi izneo fizičar Alan Gut s Masačusetskog tehnološkog instituta. Po inflatornom scenariju, tokom prvog bilionitog dela bilionitog dela sekunde, tajnovita antigravitaciona sila odgovorna je za to što se svemir širio mnogo brže nego što se isprva mislilo. Period inflacije bio je nepojmljivo eksplozivan i svemir se tokom njega širio brzinom većom od svetlosne. (To ne narušava Ajnštajnov aksiom da ništa ne može da putuje brže od svetlosti, jer se širi prazan prostor. Svetlosna barijera ne može se probiti kada je reč o materijalnim objektima.) Za delić sekunde, svemir se proširio nezamislivih  $10^{50}$  puta.

Da biste sebi predočili silu ovog inflatornog procesa, zamislite balon koji se munjevito naduvalo, s galaksijama iscrtanim na površini. Kosmos koji vidimo naseljavaju zvezde i galaksije smeštene na površini tog balona, a ne u unutrašnjosti. Nacrtajte sada mikroskopski krug na balonu. Ovaj

majušni krug predstavlja vidljiv svemir, sve što možemo da vidimo našim teleskopima. (Poređenja radi, pomenimo da bi i s vidljivim svemirom malim poput subatomske čestice, svemir u celini bio mnogo veći od tog, vidljivog dela.) Drugim rečima, inflatorna ekspanzija bila je tako intenzivna da van vidljivog svemira postoje čitave oblasti koje će nam uvek biti nedostupne.

Inflacija je bila toliko moćna, da nam balon izgleda ravan u našem okruženju, što su potvrdila merenja koja je obavio WMAP. Kao što nam se čini da je Zemlja ravna jer smo majušni u poređenju s njenim prečnikom, tako nam i svemir izgleda ravan samo zato što je zakrivljen u mnogo većoj razmeri. S pretpostavkom da je rani svemir prošao kroz ovaj proces inflacije, mogu se lako objasniti mnoge zagonetke u vezi sa kosmosom, kao što je privid da je svemir ravan i ujednačen.

Komentarišući teoriju inflacije, fizičar Džozel Primak je rekao: „Nijedna teorija divna poput ove do sada nije bila pogrešna“.

## MULTIVERZUM

Inflatorni kosmos, premda u skladu s podacima satelita WMAP, ipak ne daje odgovor na pitanje šta je izazvalo inflaciju. Ko je pokrenuo antigravitacionu silu koja je odgovorna za inflatorno širenje svemira? Postoji preko pedesetih predloženih objašnjenja šta je iniciralo i okončalo inflaciju, stvorivši svemir oko nas. Ipak, nema jedinstveno prihvaćenog odgovora. Mnogi fizičari su prigrlili središnju ideju perioda munjevite inflacije, ali nije predloženo konačno objašnjenje pokretačke snage iza te inflacije.

Pošto se ne zna tačno kako je otpočela inflacija, uvek postoji mogućnost da će se ponovo pokrenuti čitav mehanizam, odnosno da se inflatorne eksplozije mogu ponavljati. Tu ideju izneo je ruski fizičar Andrej Linde sa Stenfordskog univerziteta: koji god mehanizam izazvao iznenadnu inflaciju jednog dela svemira, i dalje je na snazi, možda nasumično podstičući inflaciju drugih, udaljenih oblasti kosmosa.

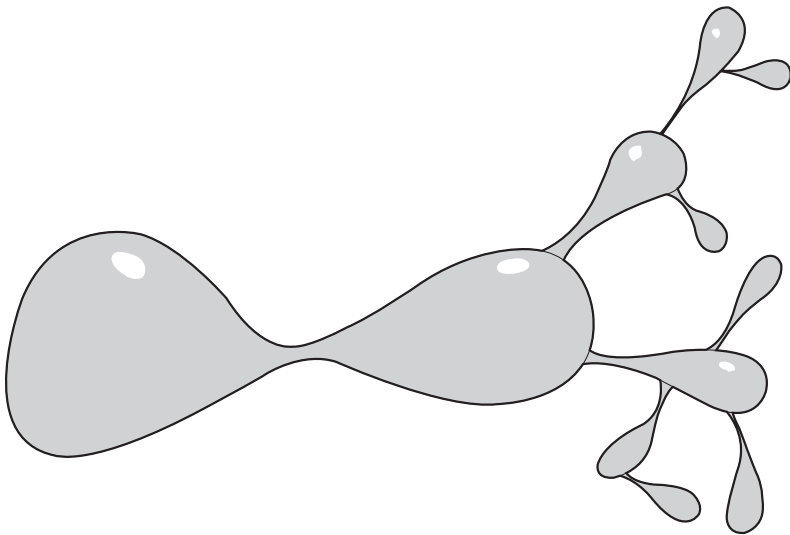
Prema ovoj teoriji, delić kosmosa mogao bi iznenada da uđe u inflaciju i da procveta, rađajući kosmos ćerku ili kosmos novorođenče, koji bi i sam mogao da rodi novi svemir, te bi se to cvetanje nastavilo zauvek. Zamislite sebe kako duvate balončiće od sapunice u vazduh. Ako duvate dovoljno jako, videćete kako se neki mehurići prepovoljuju, stvarajući nove balončiće. Slično tome, svemiri bi mogli neprestano da rađaju nove svemire. Po ovom scenariju, veliki praskovi se neprestano odvijaju. Ako

je to tačno, možda živimo u moru takvih svemira, a naš kosmos je poput mehura koji pluta u moru drugih univerzuma. Zapravo, umesto univerzum bolje bi bilo reći multiverzum ili megaverzum.

Linde ovu teoriju zove večna, samoreprodukujuća inflacija, ili haotična inflacija, jer zamišlja beskrajn proces neprestane inflacije paralelnih svemira. „Inflacija nam nameće ideju više svemira“, kaže Alan Gut, koji je prvi pomenuo teoriju inflacije. Po ovoj teoriji, i naš kosmos bi u nekom trenutku mogao da rodi novi svemir. Možda je naš svemir i nastao kao izdanak drevnijeg, ranijeg svemira.

Ser Martin Ris, britanski Kraljevski astronom, rekao je: „Ono što se uobičajeno naziva svemirom mogao bi da bude samo jedan od mnogih svemira. Mogle bi da postoje bezbrojne varijante zakona. Univerzum u kome smo nastali pripada neobičnom podskupu u kome je moguć razvoj kompleksnosti i svesti.“

Istraživanja ideje o multiverzumu pobudila su spekulacije o tome kako bi ti drugi svemiri izgledali, ima li života u njima, čak i da li je moguće ostvariti kontakt s njima. Naučnici s Kalifornijskog tehnološkog instituta, Masačusetskog tehnološkog instituta, Prinstona i drugih



Sve je više teorijskih dokaza u prilog postojanju multiverzuma u kome svemiri izniču na starim svemirima. Ova teorija, ako je tačna, objedinila bi dve velike verske mitologije – Postanje i Nirvanu. Postanje bi se neprestano odigravalo u tkanju bezvremene Nirvane.

akademskih centara, obavljaju proračune da bi odredili je li prelazak u paralelni svemir u skladu sa zakonima fizike.

## M-TEORIJA I JEDANAESTA DIMENZIJA

Naučnici su nekada s podozrenjem gledali na ideju o paralelnim svemirima, smatrajući da njome pre treba da se bave mistici, šarlatani i zanesejnaci. Naučnik koji bi se usudio da radi na paralelnim svemirima rizikovao je da bude izložen podsmehu i ugrožavao je svoju karijeru, jer čak ni danas nema eksperimentalnih dokaza o postojanju paralelnih svemira.

Međutim, nedavno je došlo do dramatičnog preokreta koji je podstakao najbolje umove planete da udarnički krenu u istraživanja u ovoj oblasti. Razlog za ovu iznenadnu promenu je pojava nove teorije – teorije struna – i njene poslednje verzije, M-teorije, koja obećava da će otkriti ne samo prirodu multiverzuma, već i da će nam omogućiti da „dokučimo božji um“, kako je Ajnštajn to jednom maštovito sročio. Ako se pokaže da je ta ideja tačna, onda bi ona predstavljala krunu istraživačkih napora poslednje dve hiljade godina, još otkad su Grci počeli da tragaju za jedinstvenom, koherentnom i obuhvatnom teorijom o kosmosu.

Broj objavljenih radova iz oblasti teorije struna i M-teorije je impozantan – reč je o desetinama hiljada. O ovim teorijama održane su stotine međunarodnih konferencija. Svaki veliki univerzitet na svetu ima grupu koja radi na teoriji struna ili očajnički pokušava da je savlada. Iako se ova teorija još uvek ne može testirati postojećim instrumentima, pobudila je ogromno interesovanje među fizičarima, matematičarima, čak i među eksperimentatorima koji se nadaju da će je u budućnosti ugrubo testirati pomoću moćnih detektora talasa u spoljnom svemiru i ogromnih akceleratora.

Ova teorija mogla bi da odgovori na pitanje koje je mučilo kosmologe još otkad je prvi put pomenuta teorija Velikog praska: šta se desilo pre Velikog praska? Za to moramo da prizovemo u pomoć svu silu našeg znanja iz fizike, sve što znamo o svakom fizičkom otkriću iz proteklih vekova. Drugim rečima, potrebna nam je teorija svega, teorija o svakoj fizičkoj sili koja pokreće svemir. Ajnštajn je proveo poslednjih trideset godina svog života tragajući za tom teorijom, ali bez uspeha.

Za sada, vodeća (i jedina) teorija koja bi mogla da objasni raznovrsnost sila što upravljaju svemirom jeste teorija struna, ili njeno poslednje ovaploćenje, M-teorija. (M označava membranu, ali može da predstavlja



i misteriju, magiju, čak i majku. Premda su teorija struna i M-teorija u suštini identične, M-teorija je misteriozniji i istančaniji teorijski okvir koji objedinjuje različite teorije struna.)

Još od starih Grka, filozofi su razmatrali ideju da bi osnovni gradivni blokovi materije mogle biti majušne čestice zvane atomi. Zahvaljujući moćnim akceleratorima čestica, danas možemo da rastavljamo atome na elektrone i jezgra, koji se i sami mogu razložiti na još manje subatomske čestice. Ali umesto da se nađe elegantan i jednostavan teorijski okvir, akceleratori su nam otkrili stotine subatomske čestice s čudnim imenima poput neutrina, kvarkova, mezona, leptona, hadrona, gluona, W-bozona i tako dalje. Teško je poverovati da bi priroda na najosnovnijem nivou mogla da napravi haotičnu džunglu čudnih subatomske čestice.

Teorija struna i M-teorija zasnivaju se na jednostavnoj i elegantnoj ideji da je zasenjajuća raznovrsnost subatomske čestice što obrazuju svemir slična zboru nota koje se mogu odsvirati na struni violine ili na membrani kao na glavi bubnja. (To nisu obične strune i membrane, već postoje u hipersvemiru od deset ili jedanaest dimenzija.)

Fizičari su elektrone tradicionalno smatrali tačkastim, infinitezimalno malim česticama. To znači da su fizičari morali da uvedu drugačiju tačkastu česticu za svaku od stotina nađenih subatomske čestice, što je bilo vrlo zbunjujuće. Ali, po teoriji struna, kada bismo imali supermikroskop koji bi mogao da dopre do srca elektrona, videli bismo da nije reč o tačkastoj čestici, već o sićušnoj vibrirajućoj struni. Samo nam je izgledao kao tačkasta čestica, jer su naši instrumenti previše grubi.

Ova malecna struna vibrira različitim frekvencijama i u raznim rezonancama. Ako bismo dotakli tu vibrirajuću strunu, promenila bi režim vibriranja i postala druga subatomska čestica, na primer kvark. Dotaknete li je ponovo, pretvoriće se u neutrino. Zahvaljujući tome, prisustvo svih tih subatomske čestice možemo da objasnimo poredeći ih s različitim notama odsviranim na struni. Sada stotine subatomske čestice opaženih u laboratoriji možemo da zamenimo jednim objektom – strunom.

U ovom novom rečniku, zakoni fizike, pažljivo konstruisani posle hiljada godina eksperimentisanja, nisu ništa više do harmonijski zakoni koji se mogu napisati za strune i membrane. Zakoni hemije su melodije koje se mogu izvoditi na ovim strunama. Svemir je simfonija struna. A božji um o kome je Ajnštajn tako nadahnuto pisao, kosmička je muzika koja odjekuje kroz hipersprostor. (To navodi na drugo pitanje: ako je svemir simfonija struna, gde je, onda, kompozitor? O ovom pitanju govorću u poglavlju 12.)

<b>MUZIČKA ANALOGIJA</b>	<b>STRUNSKI PANDAN</b>
Muzička notacija	Matematika
Violinske žice	Superstrune
Note	Subatomske čestice
Zakoni harmonije	Fizika
Melodije	Hemija
Svemir	Simfonija žica
Božji um	Muzika koja odjekuje hipersvemiro
Kompozitor	?

## KRAJ UNIVERZUMA

WMAP nam daje ne samo najprecizniji uvid u rani svemir, već i najdetaljniju sliku kraja svemira. Kao što je razdvojila galaksije na početku vremena, misteriozna antigravitaciona sila sada gura svemir u smrt. Astronomi su pre toga mislili da se svemir širi uravnoteženo. Sada uviđamo da je širenje svemira zapravo ubrzano i da se galaksije udaljavaju od nas rastućom brzinom. Tamna energija koja čini 73 posto materije i energije ubrzava širenje svemira, razdvajajući galaksije sve brže i brže. „Kosmos se ponaša kao vozač koji usporava približavajući se semaforu sa upaljenim crvenim svetlom, a potom pritiska gas kada se upali zeleno“, kaže Adam Ris iz Naučnog instituta Hablovog svemirskog teleskopa.

Sem ako se ne desi nešto da obrne smer ove ekspanzije, galaksija Mlečni put mogla bi da postane prilično usamljena u narednih 150 milijardi godina, pošto se svih 99,99999 posto obližnjih galaksija ubrzano udaljavaju od nas preko granice vidljivog svemira. Poznate galaksije s noćnog neba toliko brzo će nam izmicati, da njihova svetlost nikada neće dopreti do nas. Same galaksije neće nestati, ali biće previše daleko da bi naši teleskopi bili u stanju da ih opaze. Iako vidljiv svemir sadrži oko 100 milijardi galaksija, za 150 milijardi godina vidljivih će biti samo nekoliko hiljada galaksija u lokalnom superjatu galaksija. Još kasnije, čitav vidljivi svemir će se svesti samo na našu lokalnu grupu od oko trideset šest galaksija, dok će milijarde galaksija hitati preko granice horizonta. (Razlog je to što je gravitacija u okviru lokalne grupe dovoljno jaka da nadjača ovu ekspanziju. Ironično je što astronom iz te mračne ere

možda uopšte ne bi mogao da opazi širenje svemira dok udaljene galaksije nestaju iz vidokruga, jer se lokalna grupa galaksija ne širi interno. U dalekoj budućnosti, astronomi koji analiziraju noćno nebo po prvi put možda neće uvideti da je na delu ekspanzija, te bi mogli da zaključe kako je svemir statičan i da ga čini samo trideset šest galaksija.)

Ako ova antigravitaciona sila nastavi da deluje, kosmos će na kraju umreti u Velikom smrzavanju. Sva inteligentna živa biće umreće u agoniji, smrznuće se kako se temperatura dubokog svemira bude približila apsolutnoj nuli, kada i sami molekuli gotovo da neće moći da se kreću. U nekom trenutku, bilionima godina u budućnost, zvezde će prestati da sijaju – njihove nuklearne vatre će se ugasiť pošto potroše sve gorivo, bacajući noćno nebo u večitu tamu. Kosmička ekspanzija će za sobom ostavljati samo hladan, mrtav svemir zvezda crnih patuljaka, neutronskih zvezda i crnih rupa. Još kasnije, crne rupe će odaslati svu svoju energiju i preostaće samo beživotna, hladna izmaglica lutajućih elementarnih čestica. U tom sumornom, hladnom svemiru, inteligentan život, kako god ga definisali, fizički je nemoguć. Neumoljivi zakoni termodinamike zabranjuju prenos bilo kakvih informacija u takvom ledenom okruženju, i život će neizbežno nestati.

Ideja o umiranju svemira u ledu prvi put je pomenuta u 18. veku. Komentarišući onespokojavajuću mogućnost da je sav inteligentan život osuđen na propast zbog zakona fizike, Čarls Darvin je napisao: „Verujući da će čovek u dalekoj budućnosti biti mnogo savršenije biće nego danas, ne mogu podneti pomisao da su on i sav ostali živi svet osuđeni na potpuno uništenje posle tako dugog, neprekidnog, sporog procesa.“ Nažalost, najsvježiji podaci poslani sa satelita WMAP po svemu sudeći potvrđuju Darvinove najgore slutnje.

## BEG U HIPERSVEMIR

Zakoni fizike nalažu da će smrt u jednom trenutku zadesiti čitav inteligentan život u svemiru. Ali, po zakonu evolucije, kada se promeni okruženje, život mora da ga napusti, da se prilagodi ili da umre. Pošto je nemoguće prilagoditi se svemiru koji se smrzava nasmrť, preostaje izbor između smrti i napuštanja kosmosa. Da li je moguće da će civilizacije bilionima godina u budućnosti ovladati tehnologijom preseljenja iz našeg svemira u drugi, mlađi i topliji, pomoću dimenzionalnog čamca za spašavanje? Možda će primeniti svoju superiornu tehnologiju da naprave

vremensku crvotočinu i otputuju u sopstvenu prošlost, kada su temperature bile više?

Pojedini fizičari su izneli veliki broj mogućih, premda izuzetno spekulativnih scenarija, zasnovanih na najnaprednijim otkrićima u fizici, pokušavajući da na najrealniji način sagledaju verovatnoću dimenzionalnih portala ili kapija u drugi svemir. Table u fizičkim laboratorijama širom sveta pune su apstraktnih jednačina, dok fizičari računaju mogu li da nađu prolaz do drugog svemira pomoću egzotične energije i crnih rupa. Može li napredna civilizacija, milionima ili milijardama godina naprednija od nas u tehnologiji, da iskoristi zakone fizike kako bi prešla u druge svemire?

Kosmolog Stiven Hoking s Kembričkog univerziteta jednom se našalio: „Crvotočine bi, samo da postoje, bile idealne za brzo putovanje kroz svemir. Mogli biste kroz crvotočinu da odete na drugu stranu galaksije, i potom da se vratite na vreme za večeru.“

Ako su crvotočine i dimenzionalni portali premali za konačan egzodus iz svemira, postoji još jedna mogućnost: da se ukupan informacioni sadržaj napredne, inteligentne civilizacije svede na molekularni nivo i da se ubrizga kroz prolaz, da bi se civilizacija ponovo sama sklopila na drugoj strani. Na taj način, čitava civilizacija mogla bi da ubrizga svoje seme kroz dimenzionalni prolaz i da se ponovo formira u punoj slavi. Hipersvemir bi, umesto što je igračka za fizičare, mogao postati konačan spas za inteligentan život u umirućem svemiru.

Ali, da biste u potpunosti shvatili implikacije ovog ishoda, morate da znate kako mukotrпно su kosmolozi i fizičari dolazili do ovih zapanjujućih zaključaka. U knjizi *Paralelni svetovi* osvrnućemo se na istoriju kosmologije s posebnim akcentom na paradokse koji su vekovima opterećivali ovu oblast, i s kulminacijom u vidu teorije inflacije koja nas, usklađena sa eksperimentalnim podacima, upućuje na ideju o više svemira.

## DRUGO POGLAVLJE

### Paradoksalni svemir

Da sam prisustvovao stvaranju, dao bih par korisnih predloga za bolju uređenost svemira.

– Alfonso Mudri

Dođavola sa Sunčevim sistemom! Osvetljenost loša, planete predaleko, komete gnjave, majstorluk slab, sam bih napravio bolji svemir!

– lord Džefri

**U**KOMADU *Kako vam drago*, Šekspir je napisao besmrtne reči:

*Pa ceo svet je glumište gde ljudi  
I žene glume, svaki ima tu  
Izlazak svoj i odlazak.\**

Tokom Srednjeg veka, svet je odista bio pozornica, ali mala, statična, takva da ju je činila samo majušna, ravna Zemlja oko koje su se nebeska tela kretala nedokučivo u svojim savršenim nebeskim orbitama. Komete su, smatralo se, najavljivale smrt kraljeva. Kada je Velika kometa 1066. godine proletela nebom iznad Engleske, preplašila je saksonske vojnike kralja Harolda koje je neposredno posle toga porazila nadiruća, pobjednička vojska Viljema Osvajača, udarivši temelje moderne Engleske.

\* *Kako vam drago* (Čin II, Scena 7), *Celokupna dela Viljema Šekspira* (BIGZ, Narodna knjiga, Nolit, Rad), 1978, u prevodu Borivoja Nedića i Velimira Živojinovića.

Ista ta kometa opet je preletela preko Engleske 1682, nanovo izazvavši stravu i strah u čitavoj Evropi. Činilo se da su svi, od seljaka do kraljeva, bili opčinjeni ovim neočekivanim posetiocem koji je prohujao nebesima. Odakle je došla ta kometa? Kuda je išla i šta je njena pojava značila?

Kometa je toliko zaintrigirala izvesnog imućnog gospodina, Edmunda Haleja, astronoma amatera, da je zatražio mišljenje jednog od najvećih naučnika tog doba, Isaka Njutna. Kada je zapitao Njutna koje bi to sile mogle da kontrolišu kometu, ovaj je mirno odgovorio da se kometa kreće po elipsi zbog zakona obrnutog kvadrata (odnosno, zato što sila koja deluje na kometu opada s kvadratom udaljenosti od Sunca). Njutn je objasnio da je utvrdio, prateći kretanje komete teleskopom koji je sam izumeo (reflektujući teleskop koga danas koriste astronomi širom sveta), kako je njena putanja u skladu sa zakonom gravitacije koji je definisao dvadeset godina ranije.

Halej je u neverici zapitao: „Kako znate?“ Njutn je odgovorio: „Izračunao sam“. Halej ni u najluđim snovima nije mogao pretpostaviti kako će saznati da se tajna nebeskih tela, koja je zbunjivala čovečanstvo otkad su se prvi ljudi zagledali u nebesa, može objasniti novim zakonom gravitacije.

Impresioniran ovim otkrićem od golemog značaja, Halej je velikuodušno ponudio da plati da se ta nova teorija objavi. Godine 1687, uz Halejevu podršku i finansiranje, Njutn je objavio svoj monumentalni rad *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* (*Matematički principi prirodne filozofije*). To delo smatra se jednim od najvažnijih ikad objavljenih tekstova. Jednim potezom, naučnici koji nisu znali za najveće zakone Sunčevog sistema najednom su stekli mogućnost da predviđaju kretanje nebeskih tela sa izuzetnom preciznošću.

Uticao je na salonima i dvorovima Evrope bio je toliko veliki, da je pesnik Aleksandar Pop napisao:

*Priroda i zakoni njeni u noći behu skriveni,  
Bog reče: Nek bude Njutn!, i sve svetlost bi.*

(Halej je shvatio da je moguće izračunati kada bi kometa mogla ponovo da se pojavi nad Londonom ako je orbita komete elipsa. Pretražujući stare zapise, otkrio je da su komete iz 1531, 1607, i 1682. godine zaista jedna te ista kometa. Kometa koja je imala tako presudan uticaj na stvaranje moderne Engleske 1666. godine viđana je kroz čitavu zabeleženu istoriju, a među onima koji su je videli bio je i Julije Cezar. Halej je predvideo da

će se kometa vratiti 1758, mnogo vremena posle njegove i Njutnove smrti. Kada se kometa zaista ponovo pojavila na Božić te godine, nazvana je Halejeva kometa.)

Njutn je otkrio univerzalni zakon gravitacije dvadeset godina ranije, kada je Kembrički univerzitet bio zatvoren zbog kuge, te je bio primoran da se povuče na svoje imanje u Vulstorpu. U dragom sećanju ostao mu je trenutak kada je, tokom šetnje po imanju, video jabuku kako pada. Postavio je sebi jednostavno pitanje koje će izmeniti tok istorije: ako jabuka pada, da li i Mesec pada? U blistavom trenutku spoznaje kakva se javlja samo geniju, Njutn je shvatio da se jabuka, Mesec i planete pokoravaju istom zakonu gravitacije, da pripadaju istom svetu zakona obrnutog kvadrata. Kada je utvrdio da je matematika sedamnaestog veka previše primitivna eda bi definisala taj zakon sile, izmislio je novu granu matematike, difirencijalni račun, kako bi odredio kretanje jabuka i meseca koji padaju.

U delu *Principia*, Njutn je zapisao i zakone mehanike, zakone kretanja koji određuju putanje svih zemaljskih i nebeskih tela. Ovi zakoni postavili su osnovu za konstrukciju mašina, upotrebu snage pare i proizvodnju lokomotiva, koji su utrli put Industrijskoj revoluciji i modernoj civilizaciji. Danas se svaki neboder, most i raketa grade pomoću Njutnovih zakona kretanja.

Osim što nam je dao večne zakone kretanja, Njutn je preokrenuo naše viđenje sveta, ponudivši drastično drugačiju sliku kosmosa u kome su tajnoviti zakoni kojima se vode nebeska tela identični zakonima što upravljaju Zemljom. Nad pozornicom života nisu se više nadvijali užasavajući nebeski predznaci; zakoni koji su važili za glumce, upravljali su i scenom.

## BENTLIJEV PARADOKS

*Principia* je bilo ambiciozno delo koje je pobudilo prve uznemirujuće paradokse u vezi sa strukturom svemira. Ako je svet pozornica, koliko je velika? Da li je beskonačna ili konačna? To je drevno pitanje koje je zaoкупljalo čak i rimskog filozofa Lukrecija. „Kosmos nije ograničen ni u jednom smeru“, pisao je. „Da jeste, morao bi negde da ima granicu. Ali jasno je da stvari ne mogu da imaju granicu sem ako ih nešto spolja ne ograničava... U svakoj dimenziji, na ovoj ili onoj strani, nagore ili nadole, kroz čitav svemir, kraja nema.“

Ali Njutnova teorija je otkrila i paradokse koji prate svaku teoriju o konačnom ili beskonačnom kosmosu. Najjednostavnija pitanja vode do mora kontradikcija. Čak je i Njutn, u svoj slavi koja ga je pratila po objavljivanju dela *Principia*, otkrio da njegova teorija gravitacije krije nerešive paradokse. Godine 1692. duhovnik, Ričard Bentli napisao je Njutnu jednostavno, ali ubedljivo pismo. Bentli je zapazio sledeće: ako je gravitacija uvek privlačna, a nikada odbojna, svaki skup zvezda bi se prirodno urušio u sebe. Kada bi kosmos bio konačan, noćno nebo bi, umesto večno i statično, bilo poprište neverovatnog pokolja u kome bi zvezde išle jedna na drugu stapajući se u vatrenu superzvezdu. Ali Bentli je istakao i ovo: ako je vasiona beskonačna, onda bi i sila koja deluje na svaki objekat, gurajući ga nalevo ili nadesno, bila beskonačna, te bi i zvezde morale da se kidaju na komadiće u ognjenim kataklizmama.

Isprva se činilo da je Bentli doskočio Njutnu. Kosmos je bio konačan (urušen u vatrenu loptu) ili beskonačan (te su sve zvezde morale biti raznesene). Obe mogućnosti bile su kobne po novu teoriju koju je Njutn definisao. Ovaj problem je otkrio delikatne paradokse svojstvene svakoj teoriji gravitacije primenjenoj na čitav svemir.

Pažljivo razmislivši, Njutn je odgovorio Bentliju. Napisao je da je otkrio rupu u njegovom rasuđivanju. Miliji mu je bio beskonačan svemir, ali samo ako je potpuno ujednačen. Ako zvezdu nadesno gura sila od beskonačno mnogo zvezda, to delovanje poništava jednaka, suprotno usmerena sila takođe od beskonačno mnogo zvezda. Sve sile u svim smevovima se međusobno potiru stvarajući statičnu vasionu. Dakle, ako je gravitacija uvek privlačna, jedino rešenje Bentlijevog paradoksa je uniforman, beskonačan svemir.

Njutn je zaista našao slabu tačku Bentlijevog rasuđivanja. Ali bio je dovoljno pametan da uvidi slabost svog odgovora. Priznao je u pismu da je njegovo rešenje, iako tehnički ispravno, bilo nepopravljivo nestabilno. Njutnov ujednačen ali beskonačan svemir bio je poput kule od karata: izgled stabilan, ali sklon urušavanju pri najmanjem remećenju. Moguće je računski pokazati da će blago gurkanje makar ijedne zvezde izazvati lančanu reakciju i grupacije zvezda će odmah početi da se urušavaju. Njutново neubedljivo rešenje bilo je pozivanje na „božansku moć“ koja sprečava da se sruši njegova kula od karata. Napisao je: „Neophodno je čudo bez prestanka ne bi li se sprečilo da se Sunce i nepomične zvezde spoje pod uticajem gravitacije.“

Za Njutna je svemir bio poput golemog časovnika koji otkucava otkad ga je Bog navio na početku vremena, radeći u skladu s njegova tri zakona



kretanja bez božanske intervencije. Ali povremeno je čak i Bog morao da umeša prste i malo dotera svemir kako bi sprečio da se ne uruši. (Drugim rečima, Bog mora tu i tamo da interveniše kako se kulise na pozornici života ne bi srušile na glumce.)

## OLBERSOV PARADOKS

Pored Bentlijevog paradoksa, postojao je još dublji paradoks u srcu svake teorije o beskonačnom svemiru. Olbersov paradoks počinje pitanjem zašto je noćno nebo crno. Još u vreme Johana Keplera astronomima je postalo jasno da bismo, ako je svemir ujednačen i beskonačan, videli svetlost od beskonačno mnogo zvezda gde god da pogledamo. Ako se zagledamo u bilo koju tačku na noćnom nebu, pogled bi nam izvesno bio usmeren u neprobrojeno mnogo zvezda, te bi presretao beskonačnu količinu svetlosti zvezda. To znači da bi noćno nebo moralo da plamti! Činjenica da je noćno nebo crno, a ne belo, vekovima je bio suptilan, ali dubok kosmički paradoks.

Olbersov paradoks je poput Bentlijevog obmanjujuće jednostavan, i mučio je mnoge generacije filozofa i astronoma. Oba paradoksa se javljaju usled zapažanja da bi se u beskonačnom svemiru, sabiranjem gravitacionih sila i svetlosnih zraka dobijale besmislene, beskonačno velike vrednosti. Tokom vekova nuđeni su brojni netačni odgovori. Keplera je taj paradoks toliko uznemiravao pa je naprosto postulirao da je kosmos konačan, omeđen ljušturom, te samo konačna količina svetlosti može dopreti do naših očiju.

Ovaj paradoks izazivao je takvu zabunu, da je, prema istraživanju iz 1987. godine, čak 70 posto udžbenika iz astronomije navodilo netačan odgovor.

Odgovor koji bi se isprva nametnuo kao rešenje Olbersovog paradoksa jeste da oblaci prašine apsorbuju svetlost zvezda. To objašnjenje dao je sam Hajnrih Vilhelm Olbers 1823. godine kada je prvi put jasno opisao paradoks. Olbers je napisao: „Na Zemlju srećom ne dospeva svetlost zvezda iz svakog kutka nebeskog svoda! Ipak, s takvom nepojmljivom svetlinom i toplotom, do 90.000 puta intenzivnijim nego što doživljavamo, Svemogući je lako mogao da napravi organizme koji su u stanju da se prilagode takvim ekstremnim uslovima.“ Olbers je zaključio kako mora biti da oblaci prašine apsorbuju tako intenzivnu toplotu sprečavajući da se Zemlja kupa „u okruženju žarkom poput sunčevog diska“ i omogućavajući

život na Zemlji. Na primer, užareno jezgro naše galaksije Mlečni put, koje bi po svim pravilima trebalo da dominira noćnim nebom, zapravo je skriveno iza oblaka prašine. Pogledamo li u smeru sazvežđa Strelca, gde se nalazi centar Mlečnog puta, vidimo tamu a ne žarku vatrenu loptu.

Ali Olbersov paradoks se ne može suštinski objasniti oblacima prašine. Tokom beskonačno dugo vremena, oblaci prašine apsorbiraju svetlost od beskonačno mnogo zvezda i u nekom trenutku zablistaju poput površine zvezde. Dakle, čak bi i oblaci prašine morali da blešte na noćnom nebu.

Slično tome, možda bi neko mogao da pretpostavi kako zvezda na većoj udaljenosti slabije svetli. To je tačno, ali ne može biti rešenje paradoksa. Pogledamo li u neko parče noćnog neba, videćemo da su vrlo udaljene zvezde zaista blede, ali što dalje gledate, više je zvezda. Ova dva efekta bi se potrla u uniformnom svemiru, te bi noćno nebo bilo belo. (Razlog je to što intenzitet zvezdane svetlosti opada s kvadratom rastojanja, što potire činjenica da broj zvezda raste s kvadratom rastojanja.)

Zanimljivo je da je ovaj paradoks prvi razrešio američki pisac misterija, Edgar Alan Po, koji se godinama interesovao za astronomiju. Neposredno pred smrt, objavio je mnoga svoja zapažanja u vidu nepovezane, filozofske pesme *Eureka: pesma u prozi*. U jednom izvanrednom pasusu, napisao je:

Kada bi se zvezde nizale bez kraja, pozadina neba predočavala bi nam se ravnomerno osvetljena, kao što je u Galaksiji – *jer u čitavoj toj pozadini ne bi moglo biti nijedne tačke u kojoj ne bi bilo zvezde*. Zato, s takvim stanjem stvari, jedino objašnjenje zašto vidimo praznine koje naši teleskopi nalaze u nebrojeno mnogo pravaca dobijamo ako pretpostavimo da je udaljenost od nevidljive pozadine toliko golema da nijedan zrak odatle još uvek nije uspeo da stigne do nas.

Završio je zapažanjem da je ideja „odviše lepa da ne bi u svojoj srži skrivala Istinu“.

To je ključ tačnog odgovora. Kosmos nije beskrajno star. Nastao je jednog trenutka. Svetlost koja dopire do naših očiju ima granica. Još uvek nije prošlo dovoljno vremena da bi svetlost najudaljenijih zvezda doprla do nas. Kosmolog Edvard Harison koji je prvi ukazao na to da je Po rešio Olbersov paradoks, napisao je: „Kada sam pročitao Poove reči, zapanjio sam se: kako je pesnik, ne više od naučnika amatera, došao da ispravnog objašnjenja pre sto četrdeset godina, dok se na našim fakultetima još uvek predaje pogrešan odgovor?“

Godine 1901. škotski fizičar lord Kelvin takođe je došao do tačnog odgovora. Uvideo je da se noćno nebo vidi onakvo kakvo je bilo u prošlosti, ne kakvo je sada, jer je brzina svetlosti, iako ogromna po zemaljskim merilima (trista hiljada kilometara u sekundi), ipak konačna, i svetlosti udaljenih zvezda potrebno je izvesno vreme da dođe do Zemlje. Po Kelvinovim proračunima, da bi noćno nebo bilo belo kosmos bi morao da se prostire stotinama biliona svetlosnih godina. Ali kako od početka svemira nisu prošli bilioni godina, noćno nebo je neizbežno crno. (Postoji i dodatni razlog zašto je noćno nebo crno – konačan životni vek zvezda koji se meri milijardama godina.)

Nedavno je postalo moguće eksperimentalno potvrditi ispravnost Pooovog objašnjenja, pomoću satelita kakav je svemirski teleskop Habl. Ovi moćni teleskopi nam omogućavaju da odgovorimo na pitanja koje čak i deca postavljaju: gde je najudaljenija zvezda; šta je iza nje? Tragajući za odgovorom na ova pitanja, astronomi su programirali teleskop Habl da ispuni istorijski zadatak: da napravi snimak najudaljenije tačke u svemiru. Registrovanje izuzetno slabog zračenja iz najudaljenijih uglova vasiona iziskivalo je dotad neviđeni poduhvat: teleskop je morao da precizno cilja u jednu tačku na nebu blizu sazvežđa Orion više stotina sati. Za to je bilo neophodno da teleskop bude u savršenoj liniji tokom četiri stotine orbita Zemlje. Projekat je bio izuzetno težak pa je morao da se razvuče na četiri meseca.

Godine 2004, zadivljujuća fotografija osvanula je na naslovnim stranama i u udarnim vestima medija širom sveta. Prikazivala je skup deset hiljada novorođenih galaksija kako zgusnute nastaju iz haosa Velikog praska. „Možda smo videli kraj početka“, objavio je Anton Kekemer iz Naučnog instituta svemirskog teleskopa (Space Telescope Science Institute). Na fotografiji se vidi masa bleđih galaksija udaljenih preko 13 milijardi svetlosnih godina od Zemlje – odnosno, njihovoj svetlosti je potrebno 13 milijardi godina da dođe do Zemlje. Kako je svemir star samo 13,7 milijardi godina, te galaksije su se formirale otprilike pola milijarde godina po stvaranju kosmosa, kada su prve zvezde i galaksije počele da se kondenzuju u „supi“ gasova preostalih od Velikog praska. „Habl nas vodi tamo dokle je dobacio sam Veliki prasak“, rekao je astronom Masimo Stivaveli iz Instituta.

Ali, to nas navodi da se zapitamo šta je iza najudaljenijih galaksija? Na ovoj izuzetnoj fotografiji upadljivo je da je između galaksija samo crnilo. Zbog tog crnila, noćno nebo je crno. To je krajnja granica za svetlost udaljenih zvezda. Međutim, to crnilo je zapravo pozadinsko mikrotalasno

zračenje. Dakle, konačan odgovor na pitanje zašto je noćno nebo crno glasi: noćno nebo uopšte nije crno. (Kada bi naše oči mogle da vide mikrotalasno zračenje, a ne samo vidljivu svetlost, videli bismo kako se noćno nebo kupa u zračenju nastalom samim Velikim praskom. Na neki način, zračenje od Velikog praska javlja se svake noći. Kada bi naše oči mogle da registruju mikrotalasno zračenje, bili bismo u stanju da vidimo da nas iza najudaljenije zvezde čeka samo postanje.)

## AJNŠTAJN BUNTOVNIK

Njutnovi zakoni su bili toliko uspešni da je nauci za naredni sudbonosni korak, Ajnštajnova otkrića, bilo potrebno preko dvesta godina. Ajnštajn je karijeru započeo kao najneubedljiviji kandidat za takvog revolucionara. Pošto je završio osnovne studije na Politehničkom institutu u Cirihi u Švajcarskoj 1900. godine, našao se u beznadežnoj situaciji kao novopečeni zaposlenik. Karijeru su mu ometali njegovi profesori kojima se nije sviđao taj bezobrazan, drzak student koji je često propuštao predavanja. Njegova opravdavajuća, tužna pisma svedoče o dubini njegovog očaja. Sebe je smatrao neuspehom i bolnim finansijskim teretom za roditelje. U jednom pismu punom gorčine, priznao je da je čak razmišljao o samoubistvu: „Za nesreću mojih sirotih roditelja koji već godinama nisu doživeli trenutak sreće, najveći sam krivac... Ja sam samo teret mojoj porodici... Nema sumnje, bolje bi bilo da nisam živ“, tužno je napisao.

Očajan, razmišljao je da promeni profesiju i da se zaposli u osiguravajućoj kompaniji. Počeo je čak da drži privatne časove deci, ali posvađao se s poslodavcem i dobio otkaz. Kada je njegova devojka, Mileva Marić, neplanirano zatrudnela, uvideo je tužnu činjenicu da će mu se dete roditi kao vanbračno jer nije imao sredstava da se venča s Milevom. (Nije poznato šta se na kraju desilo s njegovom vanbračnom ćerkom, Lizerl.) Dubok, lični šok koji je osetio kada mu je otac iznenada umro, ostavio je emocionalni ožiljak koji nikada nije potpuno zarastao. Ajnštajnov otac je umro uveren da mu je sin promašen slučaj.

Iako je period 1901–1902. bio možda najgori u Ajnštajnovom životu, karijeru mu je spasila preporuka kolege sa studija, Marsela Grosmana, koji je povukao neke veze i obezbedio mu posao nižeg činovnika u Zavodu za patente u Bernu.

## PARADOKSI RELATIVNOSTI

Na prvi pogled, Zavod za patente nije mesto s kog bi potekla najveća revolucija u fizici još od Njutna. Ali, imao je svojih prednosti. Pošto je za kratko vreme uspevao da obradi prijave za patente što su se gomilale na njegovom stolu, Ajnštajn bi se zavalio u stolicu i vraćao maštanjima koja ga nisu napuštala još odmalena. Ajnštajn je u mladosti pročitao knjigu Arona Bernštajna *Narodni priručnik iz prirodne nauke*, delo koje je po sopstvenom priznanju naprosto progutao. Bernštajn je pozivao čitaoca da zamisli kako juri sa strujom koja prolazi kroz telegrafsku žicu. Ajnštajn je sebi, sa svojih šesnaest godina, postavio slično pitanje: kako bi izgledao svetlosni zrak ako biste mogli da ga sustignete? Prisećao se: „Takav princip proizašao je iz paradoksa na koji sam naišao već kao šesnaestogodišnjak: ako jurim za zrakom svetlosti brzinom  $c$  (brzina svetlosti u vakuumu), trebalo bi da ga vidim kao elektromagnetno polje oscilatorno u prostoru koje miruje. Međutim, izgleda da takve stvari nema, sudeći po iskustvu ili Maksvelovim jednačinama.“ Ako bismo mogli da se utrkujemo rame uz rame sa svetlosnim zrakom, mislio je mladi Ajnštajn, trebalo bi da nam se čini da je zamrznut, poput talasa koji se ne kreće. Ali, niko nikada nije video zamrznutu svetlost, te se u Ajnštajnovom rasuđivanju morala kriti strašna greška.

Na prelazu iz devetnaestog u dvadeseti vek, fizika je počivala na dva veličanstvena stuba: Njutnovoj teoriji mehanike i gravitacije i na Maksvelovoj teoriji svetlosti. Šezdesetih godina devetnaestog veka, škotski fizičar Džejms Klerk Maksvel pokazao je da se svetlost sastoji od vibrirajućeg električnog i magnetnog polja koja neprestano prelaze jedno u drugo. Ajnštajn je, na svoje zaprepašćenje, otkrio da su ova dva stuba međusobno suprotstavljena i da je jedan od njih morao pasti.

U okviru Maksvelovih jednačina našao je rešenje zagonetke koja ga je proganjala deset godina. Otkrio je nešto što je i Maksvelu promaklo: Maksvelove jednačine pokazivale su da se svetlost kreće konstantnom brzinom, koliko god brzo se vi kretali pokušavajući da je sustignete. Brzina svetlosti  $c$  bila je ista u svim inercijalnim referentnim sistemima (odnosno, referentnim sistemima koji se kreću konstantnom brzinom). Bilo da mirujete, putujete vozom ili sedite na kometi koja ubrzava, svetlosni zrak videćete kako hita ispred vas istom brzinom. Koliko god brzo se kretali, nikada ne biste mogli da prestignete svetlost.

To je pokrenulo lavinu paradoksa. Zamislite na trenutak astronauta kako pokušava da dostigne svetlosni zrak. U svojoj raketi, astronaut daje

gas dok ne sustigne svetlost. Posmatrač na Zemlji koji prati ovu hipotetičnu trku rekao bi da se astronaut i svetlosni zrak kreću rame uz rame. Međutim, astronaut bi bio potpuno drugačijeg mišljenja: po njemu, svetlosni zrak ga je prešišao, baš kao da njegova raketa miruje.

Pitanje s kojim se Ajnštajn suočavao bilo je kako dvoje ljudi mogu da na toliko različit način tumače isti događaj? U Njutnovoj teoriji, svetlost se uvek mogla sustići, dok je u Ajnštajnovom svetu to bilo nemoguće. Sinulo mu je da se u samoj osnovi fizike krije fundamentalna greška. Ajnštajn se prisećao kako mu je u proleće 1905. godine „besnela oluja u glavi“. Jednim potezom napokon je došao do rešenja: *vreme teče različito, zavisno od toga koliko brzo se krećete*. Zapravo, što se brže krećete, vreme sporije otkucava. Vreme nije apsolutno kako je Njutn nekad mislio. Prema Njutnu, vreme teče ravnomerno u čitavom svemiru, tako da je jedna sekunda na Zemlji identična sekundi na Jupiteru ili Marsu. Satovi otkucavaju u apsolutnoj sinhronizaciji u celoj vasioni. Međutim, Ajnštajn je uvideo da satovi u različitim delovima svemira otkucavaju različitim brzinama.

Tako je zaključio: ukoliko bi vreme moglo da se menja u zavisnosti od brzine, onda bi i drugi parametri kao što su dužina, materija i energija morali da se menjaju. Što se brže krećete, utvrdio je Ajnštajn, više se sažimaju rastojanja (što se ponekad naziva Lorenc-Ficdžeraldova kontrakcija). Takođe, teži ste kad se brži. (Zapravo, kako se budete primicali brzini svetlosti, vreme bi se usporavalo dok ne bi stalo, dužine bi se sažimale do nule, a masa bi vam postala beskonačno velika, što je apsurdno. To je razlog zašto ne možete probiti barijeru brzine svetlosti koja predstavlja krajnju graničnu brzinu u svemiru.)

To čudno izobličenje prostorvremena navelo je jednog pesnika da napiše sledeće stihove:

*Beše momče po imenu Fisk  
na maču brz bez sankcije  
toliko hitre beše akcije,  
da Ficdžeraldove kontrakcije  
svedoše njegov rapir na disk.*

Na isti način na koji je Njutново otkriće objedinilo zemaljsku i nebesku fiziku, Ajnštajn je objedinio prostor i vreme. Ali pokazao je i da su materija i energija objedinjeni te zato mogu da prelaze jedno u drugo. Ako objekat postaje teži što se brže kreće, to znači da se energija kretanja

transformiše u materiju. Važi i obrnuto, odnosno da se materija može pretvoriti u energiju. Ajnštajn je izračunao koliko energije bi se pretvorilo u materiju i došao do jednačine  $E = mc^2$  koja pokazuje da se čak i majušna količina materije  $m$  množi ogromnim brojem (kvadratom brzine svetlosti) prilikom pretvaranja u energiju  $E$ . Tako se pokazalo da je tajni izvor energije zvezda bila konverzija materije u energiju, na način predstavljen ovom jednačinom, koja je zaslužna za svetlost svemira. Tajnu zvezda može rešiti jednostavan iskaz: brzina svetlosti ista je u svim inercijalnim referentnim sistemima.

Poput Njutna pre njega, Ajnštajn je promenio naše viđenje pozornice života. U Njutnovom svetu, svi učesnici su znali tačno koje je vreme i kako da se izmere dužine. Protok vremena i dimenzije pozornice nikada se nisu promenili. Ali, relativnost nam nudi čudan način poimanja prostora i vremena. U Ajnštajnovom svemiru, svi učesnici imaju ručne satove koji pokazuju različita vremena. To znači da je nemoguće sinhronizovati sve satove na pozornici. Ako se proba zakaže u podne, to neće imati isto značenje za sve glumce. Zapravo, čudne stvari se dešavaju kada učesnici počnu da jure po sceni. Što se brže kreću, satovi im sporije otkucavaju, a tela im postaju teža i spljoštenija.

Godine su prošle pre nego što su naučnici u većem broju prihvatili Ajnštajnovu otkriće. Ali, Ajnštajn se nije zaustavio, već je hteo da svoju novu teoriju relativnosti primeni na gravitaciju. Ajnštajn je uviđao težinu tog zadatka: oponiraće najuspešnijoj teoriji svog vremena. Maks Plank, jedan od utemeljivača kvantne teorije, upozorio ga je: „Kao stariji prijatelj, moram da te posavetujem da ne radiš to, jer, pre svega, nećeš uspeti, a čak i ako uspeš, niko ti neće verovati.“

Ajnštajn je shvatao da je njegova nova teorija relativnosti narušavala njutnovsku teoriju gravitacije. Prema Njutnu, gravitacija se trenutno rasprostire svemirom. Ali to je upućivalo na pitanje koje čak i deca ponekad postavljaju: „Šta bi se desilo kad bi Sunce nestalo?“ Po Njutnu, informacija o nestanku Sunca doprla bi u isto vreme do svih mesta u svemiru. Ali, prema specijalnoj relativnosti, to je nemoguće, pošto je informacija o nestanku zvezde ograničena brzinom svetlosti. Po ovoj teoriji, iznenadni nestanak Sunca pokrenuo bi sferični udarni talas gravitacije koji bi se širio brzinom svetlosti. Izvan talasa, posmatrač bi zaključivao da Sunce i dalje sija, pošto gravitacija nije imala vremena da stigne do njih. Ali posmatrač unutar talasa bi rekao da je Sunce nestalo. Da bi rešio ovaj problem, Ajnštajn je morao da uvede potpuno drugačiju sliku prostora i vremena.

## SILA KAO ZAKRIVLJENJE SVEMIRA

Njutn je prostor i vreme video kao ogromnu, praznu pozornicu na kojoj se sve zbiva u skladu s njegovim zakonima kretanja. Pozornica je obilovala čudima i misterijom, ali bila je u suštini neaktivna i nepokretna, pasivni svedok plesa prirode. Međutim, Ajnštajn je ovu ideju potpuno preokrenuo. Zaključio je da je sama pozornica važan deo života. U Ajnštajnovom svemiru, prostor i vreme nisu bili statično poprište dešavanja kako je Njutn pretpostavio, već dinamično okruženje koje se savija i krivi na čudne načine. Zamislite da umesto pozornice života imamo trambulinu na čijoj mreži akteri blago tonu pod sopstvenom težinom. Takva scena postaje važna kao i sami akteri.

Zamislite kuglu za kuglanje postavljenu na krevet kako lagano tone u dušek. Ispalite sada kliker na zakrivljenu površinu dušeka – kretaće se po orbiti oko kugle. Njutnov sledbenik bi, videvši iz daljine kako kliker kruži oko kugle, zaključio da postoji tajnovita sila kojom kugla deluje na kliker. Možda bi zaključio da se kliker kreće ka centru zbog privlačne sile kugle s trenutnim dejstvom.

Relativisti, koji kretanje klikera po krevetu može da prati izbliza, jasno je da nikakve sile nema. Postoji samo udubljenje u krevetu usled kog se kliker kreće po krivoj liniji. On zna da nema privlačne sile, već samo odbojne sile kojom udubljeni krevet deluje na kliker. Zamenite kliker Zemljom, kuglu Suncem, a krevet praznim prostorvremenom, i videćete da se Zemlja okreće oko Sunca ne zbog gravitacionog privlačenja, već zato što Sunce zakrivljuje prostor oko Zemlje stvarajući privlačenje zbog kog Zemlja mora da se kreće kružno.

Dakle, Ajnštajn je došao na ideju da je gravitacija pre nalik tkanju umesto nevidljivoj sili s trenutnim dejstvom u čitavom svemiru. Ako se tkanje naglo protrese, formiraju se talasi koji se prostiru po površini konačnom brzinom. To rešava paradoks Sunca koje nestaje. Ako je gravitacija sporedna posledica krivljenja tkanja prostorvremena, onda se nestanak Sunca može uporediti sa iznenadnim podizanjem kugle s kreveta. Kako se krevet vraća u početni oblik, talasi se kreću po čaršavu konačnom brzinom. Tako je Ajnštajn, svodeći gravitaciju na savijanje prostora i vremena, uspeo da pomiri gravitaciju i relativnost.

Zamislite mrava kako prelazi preko zgužvanog lista papira. Hodaće kao pijani mornar, teturajući se nalevo i nadesno, pokušavajući da savlada naboranu podlogu. Mrav će se žaliti kako nije pijan, već da ga misteriozna sila ljulja nalevo i nadesno. Za mrava, prazan prostor pun je tajanstvenih



sila koje ga sprečavaju da se kreće pravolinijski. Međutim, pogledamo li ga izbliza, vidimo da nikakve sile nema, već da ga odgurkuju prevoji zgužvanog lista papira. Sile koje deluju na mrava su iluzija usled zakrivljenja prostora. „Privlačenje“ silom je zapravo „odbijanje“ do kog dolazi dok mrav hoda preko prevoja papira. Drugim rečima, ne privlači gravitacija, već prostor odbija.

Do 1915. godine, Ajnštajn je napokon uspeo da dovrši ono što je nazvao opšta teorija relativnosti i ona je postala arhitektura po kojoj se danas zasniva čitava kosmologija. U ovoj zadivljujućoj novoj slici, gravitacija nije bila nezavisna sila koja ispunjava svemir, već posledica savijanja prostora i vremena. Njegova teorija bila je toliko moćna da je mogla da se predstavi jednačinom dugačkom tek koji centimetar. U ovoj briljantnoj novoj teoriji, stepen zakrivljenja prostora i vremena određivala je količina prisutne materije i energije. Zamislite da ste hitnuli kamen u baru – od mesta udara krenuće da se prenosi niz nabora. Što je veći kamen, namreškanija će biti površina bare. Slično tome, što je veća zvezda, zakrivljenje prostorvremena oko nje biće intenzivnije.

## RAĐANJE KOSMOLOGIJE

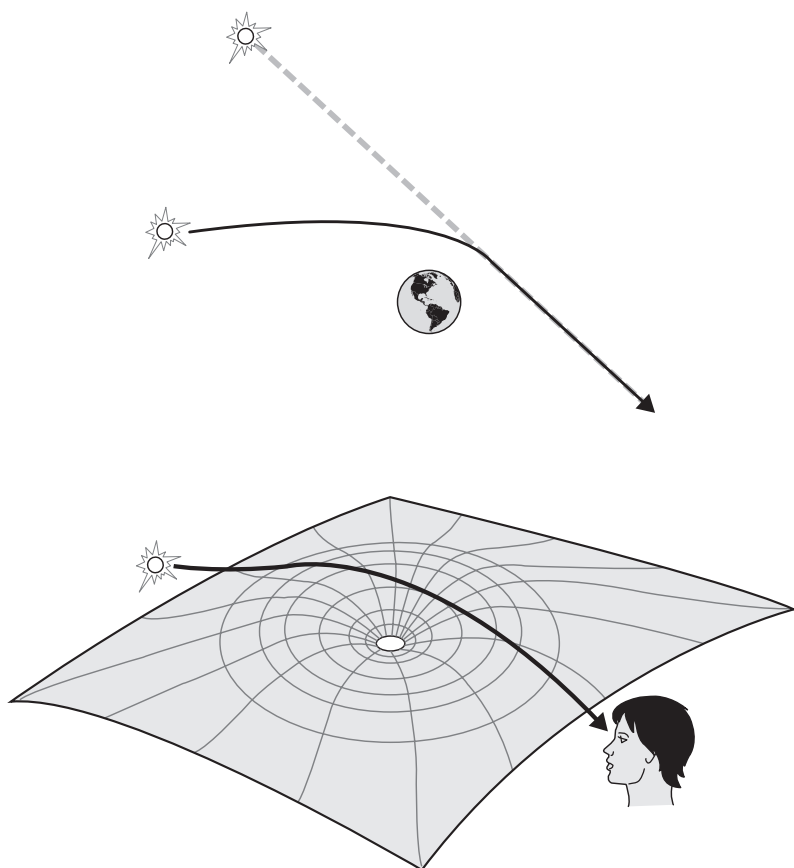
Pomoću ove slike, Ajnštajn je pokušao da opiše svemir u celini. Nije slutio da će morati da se suoči s Bentlijevim paradoksom formulisanim vekovima ranije. Dvadesetih godina prošlog veka, većina astronoma verovala je da je svemir jednoobrazan i statičan. Zato je Ajnštajn krenuo od pretpostavke da je kosmos ravnomerno ispunjen prašinama i zvezdama. Po jednom modelu, svemir se mogao uporediti s velikim balonom ili mehustom. Živimo na površini mehura. Zvezde i galaksije koje vidimo oko nas mogu se uporediti sa tačkicama nacrtanim na površini balona.

Na svoje iznenađenje, kad god je pokušao da reši svoje jednačine, otkrio bi da je svemir postao dinamičan. Pred Ajnštajnom je bio isti problem s kojim se Bentli suočio više od dvesta godina ranije. Pošto je gravitacija uvek privlačna, a nikada odbojna, konačan skup zvezda trebalo bi da se uruši u sebe u vatrenoj kataklizmi. Međutim, to se kosilo sa prevlađujućom slikom s početka dvadesetog veka, po kojoj je svemir bio statičan i uniforman.

Ma koliko revolucionaran bio, Ajnštajn nije mogao da veruje da bi kosmos mogao biti u pokretu. Poput Njutna i mnogih drugih, Ajnštajn je verovao u statičan svemir. Zato 1917. godine nije imao drugog izbora

do da u svoje jednačine uvede novi faktor za „nameštanje rezultata“, „antigravitacionu“ silu koja je razdvajala zvezde. Ajnštajn je to nazvao *kosmološka konstanta*. Bilo je to ružno pače koje se činilo kao naknadna zakrpa Ajnštajnovе teorije.

Ajnštajn je potom proizvoljno upotrebio antigravitaciju da poništi gravitaciono prevlačenje, stvorivši tako statični svemir. Drugim rečima, kosmosu je naređeno da bude statičan: kontrakcije ka unutra usled gravitacije poništene su delovanjem ka spolja tamne energije. (Tokom sedamdeset godina ovu antigravitacionu silu smatrali su otpadnikom, sve do otkrića iz proteklih par godina.)



Godine 1919, dve grupe su potvrdile Ajnštajnovо predviđanje da svetlost sa udaljene zvezde skreće prolazeći kraj Sunca. Dakle, izgledalo bi kao da se zvezda pomerila sa svoje normalne pozicije u prisustvu Sunca. Razlog je to što Sunce zakrivljuje prostorvreme oko sebe. Gravitacija zato ne „privlači“, već prostor „gura“.

Godine 1917, holandski fizičar Vilem de Siter došao je do drugog rešenja Ajnštajnovе teorije po kome je svemir bio beskonačan, ali potpuno lišen bilo kakve materije – tačnije, sastojao se samo od energije vakuuma, kosmološke konstante. Ova čista antigravitaciona sila bila je dovoljna da pokreće munjevito, eksponencijalno širenje svemira. Čak i bez materije, ta tamna energija mogla je da stvori kosmos koji se širi.

Fizičari su sada bili u dilemi. Svemir je imao materiju, ali bio je nepokretan. De Siterova vasiona bila je u pokretu, ali bez materije. U Ajnštajnovom kosmosu, kosmološka konstanta bila je neophodna da bi poništila gravitaciono privlačenje i stvorila statičan svemir. U De Siterovom svemiru, kosmološka konstanta je bila dovoljna da stvori kosmos koji se širi.

Na kraju, godine 1919, kada je Evropa pokušavala da se povrati od uništavanja i krvoprolića Prvog svetskog rata, ekipe astronoma širom sveta proveravale su valjanost nove Ajnštajnovе teorije. Ajnštajn je još ranije izneo hipotezu kako je zakrivljenost prostorvremena u okolini Sunca dovoljna da savije svetlosne zrake koji prolaze kraj njega. Svetlost zvezda trebalo bi da se savija oko Sunca precizno i u izračunljivoj meri, nalik savijanju svetlosti pri prolasku kroz čašu. Ali kako Sunce preko dana blešti dovoljno da nadjača svetlost svake druge zvezde, naučnici bi morali da čekaju na pomračenje Sunca ne bi li izveli eksperiment sa definitivnim rezultatima.

Grupa koju je predvodio britanski astrofizičar Artur Eddington otplovila je u Gvinejski zaliv na obali zapadne Afrike kako bi snimila krivljenje svetlosti zvezda kraj Sunca prilikom pomračenja Sunca. Druga ekipa na čelu sa Endruom Kromlinom je otplovila za Sobral u severnom Brazilu. Podaci koje su prikupili ukazivali su na prosečno odstupanje zvezdane svetlosti od 1,79 lučnih sekundi, što je potvrdilo Ajnštajnovu predviđanje od 1,74 lučnih sekundi (u granicama eksperimentalne greške). Drugim rečima, svetlost se zaista savijala u blizini Sunca. Eddington je kasnije govorio kako je potvrda Ajnštajnovе teorije bila najblistaviji trenutak njegovog života.

Šestog novembra 1919, na sastanku Kraljevskog društva i Kraljevskog astronomskog društva u Londonu, Dž. Dž. Tompson, nobelovac i predsednik Kraljevskog društva, svečano je izjavio da je to „jedno od najvećih dostignuća u istoriji ljudske misli. Nije to otkriće nekog zabačenog ostrva, već čitavog kontinenta novih naučnih ideja. Reč je o najvećem otkriću u vezi s gravitacijom još otkad je Njutn objavio svoje principe“.

(Legenda kaže da je kasnije jedan novinar rekao Eddingtonu: „Priča se da samo troje ljudi na čitavom svetu razume Ajnštajnovu teoriju. Vi

ste sigurno jedan od njih.“ Edington je ćutao, te je novinar dodao: „Ne budite skromni, Edingtone.“ Edington je slegnuo ramenima i odgovorio: „Nisam nimalo, samo sam se pitalo ko bi mogao biti treći.“) Sledećeg dana, na naslovnoj strani časopisa *London Times* osvanulo je: „Revolucija u nauci – Nova teorija svemira – Njutnove ideje opovrgnute.“ Naslov je označio trenutak kada je Ajnštajn postao svetski poznat, izaslanik zvezda.

Toliko veličanstvena bila je ta objava i tako radikalno je bilo Ajnštajnovu razilaženje s Njutnom, da su pobudili negativne reakcije među uglednim fizičarima i astronomima koji su osporili teoriju. Na Univerzitetu Kolumbija, Čarls Lejn Por, profesor nebeske mehanike, prednjačio je u kritici relativnosti, govoreći: „Osećam se kao da sam lutao sa Alisom po Zemlji ćuda i da sam pio ćaj s Ludim Šeširdžijom.“

Relativnost se kosi s našim zdravim razumom ne zato što je pogrešna, već zato što naš zdrav razum ne predstavlja realnost. Mi smo nepravilnost u kosmosu. Naseljavamo neobićnu parcelu na kojoj su temperature, gustine i brzine prilićno umereni. Međutim, temperature u „pravom kosmosu“ mogu biti pakleno visoke u centrima zvezda, ili otupljujuće niske u spoljnom svemiru, a uobijaćene brzine subatomske ćestice što hitaju kroz kosmos blizu su brzine svetlosti. Drugim rećima, naš zdrav razum razvio se u veoma neobićnom, ćudnom delu svemira, na Zemlji, te ne ćudi što ne uspevamo uvrećenom logikom da sagledamo svemir u pravim bojama. Problem nije u relativnosti, već u pretpostavci da naš zdrav razum odraćava stvarnost.

## BUDUĆNOST VASIONE

Iako je Ajnštajnova teorija uspešno objašnjavala fenomene poput savijanja svetlosti oko Sunca i blagog odstupanja u orbiti planete Merkur, njena kosmološka predvićanja i dalje su bila zbunjujuća. Situaciju je prilićno razjasnio ruski fizićar Aleksandar Fridman koji je otkrio najopšćija i najrealistićnija rešenja Ajnštajnovih jednaćina. Ćak i danas se predaju na svakom kursu o opšćoj relativnosti na osnovnim studijama. (Fridman ih je otkrio 1922, ali umro je tri godine kasnije i njegov rad je godinama bio zaboravljen.)

Ajnštajnova teorija se inaće sastoji od niza izuzetno teških jednaćina koje se ćesto ne mogu rešiti bez raćunara. Međutim, Fridman je

pretpostavio da je kosmos dinamičan, a potom je usvojio dve pojednostavljene pretpostavke (zване kosmološki princip): da je univerzum izotropan (izgleda isto kuda god gledali iz date pozicije) i homogen (uniforman je gde god se našli u svemiru).

Uz te dve pojednostavljene pretpostavke, ove jednačine prestaju da važe. (Zapravo, i Ajnštajnovi i De Siterovo rešenje bili su posebni slučajevi Fridmanovog opštijeg rešenja.) Zavidljivo je da su Fridmanova rešenja zavisila od samo tri parametra:

1.  $H$ , koji određuje stopu širenja svemira. (Danas se naziva Hablova konstanta po astronomu koji je uspeo da izmeri stepen širenja svemira.)
2.  $\Omega$ , koji određuje prosečnu gustinu materije u svemiru.
3.  $\Lambda$ , energija pridružena praznom prostoru – takozvana tamna energija.

Mnogi kosmolozi su tokom čitave svoje karijere pokušavali da pronađu tačne vrednosti ova tri broja. Istančana povezanost između ove tri konstante određuje budući razvoj cele vasionne. Na primer, kako je gravitacija privlačna, gustina  $\Omega$  svemira ponaša se poput neke vrste kočnice, čija svrha je širenje svemira, obrtanje toka nekih efekata stope širenja iniciranog Velikim praskom. Zamislite kako ste hitnuli kamen u vazduh. Uobičajeno je da je gravitacija dovoljno jaka da obrne smer kretanja kamena koji će pasti natrag na zemlju. Međutim, ako biste kamen bacili dovoljno brzo, on bi izbegao Zemljinoj gravitaciji i vinuo bi se u svemir za sva vremena. Poput kamena, kosmos se izvorno širio zbog Velikog praska, ali materija, odnosno  $\Omega$ , ponaša se kao kočnica za ekspanziju kosmosa na isti način na koji Zemljina gravitacija koči kamen.

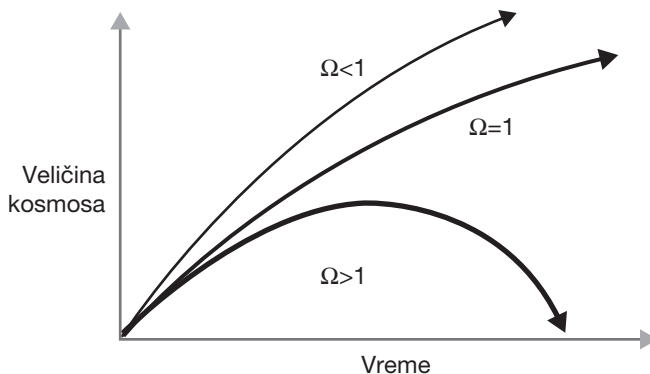
Pretpostavimo, na trenutak, da  $\Lambda$ , energija pridružena praznom prostoru, iznosi nula. Neka  $\Omega$  bude gustina kosmosa podeljena kritičnom gustinom. (Kritična gustina svemira je približno 10 atoma vodonika po metru kubnom. Da biste shvatili koliko je svemir prazan, reći ću samo da kritična gustina svemira odgovara meri od jednog atoma vodonika u zapremeni tri košarkaške lopte.)

Kada bi vrednost  $\Omega$  bila manja od 1, naučnici zaključuju kako u kosmosu ne bi bilo dovoljno materije da obrne smer izvornog širenja usled Velikog praska. (Analogno tome, da masa Zemlje nije dovoljno velika, kamen bi u nekom trenutku napustio Zemlju.) Usled toga svemir

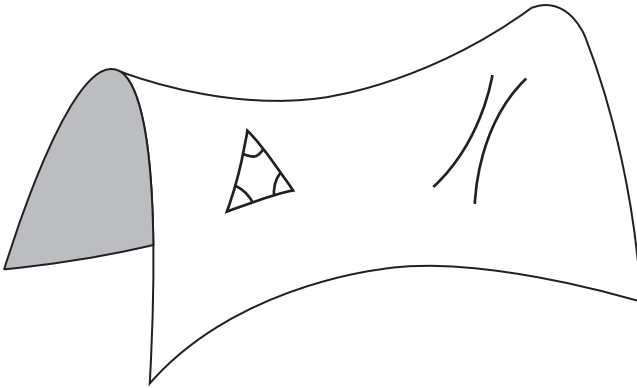
bi nastavio da se širi zauvek, dospevši na kraju u stanje Velikog zamrzavanja kada se temperature budu približile apsolutnoj nuli. (To je princip rada frižidera ili klima-uređaja. Šireći se, gas se hladi. Na primer, gas u klima-uređaju se, cirkulišući u cevi, širi, hladeći cev i prostoriju.)

Kada bi vrednost Omega bila veća od 1, bilo bi dovoljno materije i gravitacije u kosmosu da preokrenu smer kosmičkog širenja. Posledica bi bilo obustavljanje širenja posle čega bi svemir počeo da se sažima. (Analogno kamenu bačenom u vazduh koji bi, u slučaju da je masa Zemlje dovoljno velika, dostigao maksimalnu visinu, a potom počeo da pada ka zemlji.) Temperature bi počele da rastu unedogled dok bi zvezde i galaksije hitale jedne ka drugima. (Ako ste ikada pumpali gumu bicikla, znate da kompresija gasa stvara toplotu. Mehanički rad upumpavanja vazduha konvertuje se u toplotnu energiju. Na isti način, kompresija svemira konvertuje gravitacionu energiju u toplotnu.) Na kraju bi temperature postale toliko visoke da bi sav život bio istrebljen, dok bi svemir neizbežno morao da doživi vatreno Veliko sažimanje. (Astronom Ken Krosvel ovaj proces opisuje kao put „od kreacije do kremacije“.)

Treća mogućnost je da Omega iznosi tačno 1, odnosno gustina svemira jednaka je kritičnoj gustini. U tom slučaju, svemir je između dva



Evolucija svemira ima tri moguće istorije. Ako je Omega manje od 1 (a Lambda je 0), svemir će se neprestano širiti sve do Velikog smrzavanja. Ukoliko je Omega veće od 1, kosmos će se urušiti u Velikom sažimanju. Ako je Omega jednako 1, kosmos je ravan i širiće se zauvek. (Rezultati dobijeni od satelita WMAP pokazuju da zbir Omega i Lambda iznosi 1, što znači da je kosmos ravan. Ovo je u saglasnosti sa inflatornom teorijom.)



Kada bi Omega bilo manje od 1 (a Lambda jednako 0), svemir bi bio otvoren, a njegova zakrivljenost negativna, kao da ima oblik sedla. Paralelne linije nikada se ne bi presecale, a zbir unutrašnjih uglova trougla bio bi manji od 180 stepeni.

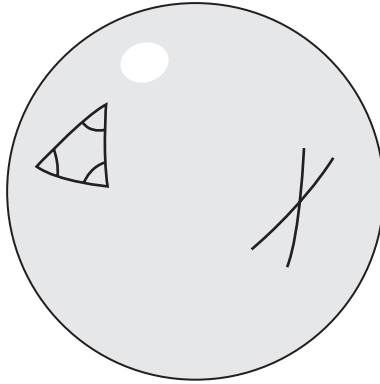
ekstrema, ali i dalje će se širiti zauvek. (Videćemo da ovaj scenario najviše odgovara inflatornoj predstavi.)

Na kraju, postoji mogućnost da će se svemir posle Velikog sažimanja povratiti u novom Velikom prasku. Ova teorija opisuje takozvani oscilirajući svemir.

Fridman je pokazao da svaki od ovih scenarija određuje zakrivljenost prostorvremena. Pokazao je sledeće: ako je Omega manje od 1, i svemir se neprestano širi, beskonačni su i vreme i prostor. Za takav svemir kaže se da je otvoren, odnosno beskonačan je i u prostoru i u vremenu. Kada je Fridman izračunao zakrivljenost ovakvog kosmosa, otkrio je da je negativna. (Zakrivljenost ovakvog kosmosa je kao kod sedla ili trube. Kada bi na takvoj površini živela buba, otkrila bi da se paralelne linije nikada ne seku i da je zbir unutrašnjih uglova u trouglu manji od 180 stepeni.)

Ako je Omega veće od 1, nikada neće doći do Velikog sažimanja. Vreme i svemir su konačni. Fridman je utvrdio da je zakrivljenost ovog kosmosa pozitivna (kao kod sfere). Na kraju, ako je Omega jednako 1, prostor je ravan, a ni vreme ni prostor nemaju granice.

Fridman je ne samo postavio prvi sveobuhvatni pristup Ajnštajnovim kosmološkim konstantama, već je dao i najrealnije pretpostavke o Sudnjem danu, konačnom kraju svemira, odnosno o tome da li će kosmos nestati u Velikom smrzavanju, izgoreti u Velikom sažimanju ili će zauvek



Sa Omega veće od 1, imali bismo zatvoreni svemir sa pozitivnom zakrivljenošću, nalik sferi. Paralelne linije uvek će se presecati, a zbir uglova trougla je veći od 180 stepeni.

oscilovati. Odgovor zavisi od presudnih parametara: gustine svemira i energije vakuuma.

Ali Fridmanova predstava ostavila je prazninu koju valja popuniti. Ako se kosmos širi, to znači da je možda imao početak. Ajnštajnova teorija ništa ne kaže o trenutku ovog početka. Nedostajao je trenutak stvaranja, Veliki prasak. A tri naučnika će nam dati najubedljiviju predstavu Velikog praska.