

KRATKA
POVEST
VREMENA
STIVEN
HOKING

Preveo Zoran Živković

alnari
PUBLISHING

Beograd, 2010.

POSEBNO IZDANJE
ZA KOLEKCIONARE



UVOD

Nisam napisao uvod za prvo izdanje *Kratke povesti vremena*. To je učinio Karl Segan. Umesto toga, napisao sam kratke zahvalnice, da bih se odužio svima koji su mi pomogli. Neke od pomenutih fondacija nisu bile preterano zadovoljne pominjanjem u zahvalnicama, zbog povećanog broja tražilaca pomoći.

Mislim da izdavač, agent, pa ni ja nismo očekivali ovakav uspeh. Knjiga je provela 237 nedelja na listi bestselera londonskog *Sandey tajmsa*, duže od bilo koje druge (Biblija i Šekspir su van konkurencije). Prevedena je na četrdesetak jezika. Svaki sedamsto pedeseti čovek, žena ili dete na svetu je kupio primerak te knjige. Nejtan Mirvold iz Majkrosofta (moj bivši postdiplomac) je jednom prilikom rekao: prodao si više knjiga o fizici nego Madona o seksu.

Uspeh *Kratke povesti* je ukazao na veliko interesovanje za velika pitanja poput: Odakle potičemo? Zašto je Vaseljena ovakva kakva je?

Iskoristio sam priliku da upotpunim knjigu novim teorijskim i eksperimentalnim podacima, nastalim posle prvog izdanja (prvog aprila 1988). Dodao sam novo poglavlje o crvotočinama i putovanju kroz vreme. Čini se da Ajnštajnova

opšta teorija relativnosti daje mogućnost da stvaramo i održavamo crvotočine, cevčice koje povezuju različiti oblasti vremensko-prostorne ravni. Ako je to tačno, mogli bi ih iskoristiti za brza putovanja Galaksijom ili putovanja kroz vreme. Do sada nismo sreli nikoga iz budućnosti (da li smo?). Kasnije ću govoriti o mogućim objašnjenjima te pojave.

Opisao sam skorašnji napredak u pronalaženju 'dualnosti' ili podudarnosti između naizgled različitih fizičkih teorija. Ove podudarnosti su snažan pokazatelj postojanja velike objedinjene teorije. One istovremeno ukazuju na nemogućnost izražavanja, te teoriju u jedinstvenoj formulaciji. Umesto toga ćemo morati da se oslonimo na različite odraze osnovne teorije, u različitim situacijama. To bi se moglo uporediti sa nemogućnošću prikazivanja površine Zemlje jednom mapom, zbog koje za različite oblasti koristimo različite mape. To je revolucija našeg prilaza objedinjavanju naučnih zakona. Ona neće uticati na najvažniju činjenicu, da se Vaseljena vlada po nizu razumnih zakona, koji se daju otkriti i pojmiti.

Što se eksperimata tiče, najveći pomak je ostvaren u merenju fluktuacije kosmičke mikrotalasne pozadinske radijacije pomoću KSIP-a (Kosmičkog satelita za istraživanje pozadine) i drugih naučnih doprinosa. Te fluktuacije su otisci prstiju stvaranja, sićušne nepravilnosti u inače glatkoj i celovitoj ranoj Vaseljenu, koja se kasnije razvila u galaksije, zvezde i sve što vidimo oko nas. Njihov oblik se slaže s predviđanjima pretpostavke da Vaseljenu nema granica ni iva u zamislivoj vremenskoj ravni. Dalja istraživanja su neophodna da bi se ova pretpostavka razlikovala od drugih mogućih objašnjenja pozadinske fluktuacije. Izgleda da

Kratka povest vremena

ćemo za nekoliko godina znati da li možemo da verujemo da živimo u potpuno samodovoljnoj Vaseljeni, bez kraja ili početka.

Stiven Hoking
Kembridž, maja 1996.

ZAHVALNICE

Mnogo ljudi mi je pomoglo u pisanju ove knjige. Kolege naučnici su, bez izuzetka bili inspirativni. Rodžer Penrouz, Robert Geroč, Brendon Karter, Džordž Elis, Geri Gibons, Don Pejdz i Džim Hartl su godinama bili moji najvažniji pomoćnici i saradnici. Toliko toga dugujem njima i studentima, istraživačima koji su mi uvek pružali neophodnu podršku.

Jedan od mojih studenata, Brajan Vit, veoma mnogo mi je pomogao u pisanju prvog izdanja. Piter Guzardi, urednik u *Bantam buksu*, dao je nebrojeno primedaba, na taj način značajno poboljšavši kvalitet knjige. Zahvaljujem se i Endruu Danu, na pomoći u revidiranju teksta za ovo izdanje.

Nikad ne bih napisao ovu knjigu bez komunikacionog sistema. Program, nazvan *Ekvilajzer*, dar je Volta Voltoša iz *Vors Plas Inc*, iz Lankastera, Kalifornija. Sintetizator govora je poklon *Spič plusa*, iz Sanivejla, Kalifornija. Dejvid Mejson iz *Kembridž adaptiv komjuničkejšena* je montirao sintetizator i laptop na moja invalidska kolica. Taj sistem mi obezbeđuje bolju komunikaciju, otkad sam izgubio glas.

Nekoliko sekretarica i pomoćnika su mi pomagali u pisanju i revidiranju ove knjige. Što se sekretarskog posla tiče,

Stiven Hoking

veoma sam zahvalan Džudi Fela, En Ralf, Lori Džentri, Čeril Bilington i Sju Mejsi. Kolin Viliijams, Dejvid Tomas, Rejmond Laflam, Nik Filips, Endru Dan, Stjuart Džejmison, Džonatan Brenčli, Tim Hant, Sajmon Gil, Džon Rodžers i Tom Kendal su bili moji pomoćnici. Oni su mi, zajedno s negovateljicama, kolegama, prijateljima i porodicom, omogućili da preživim, vodim bogat život i da se posvetim istraživanjima, uprkos invaliditetu.

1.

NAŠA SLIKA VASELJENE

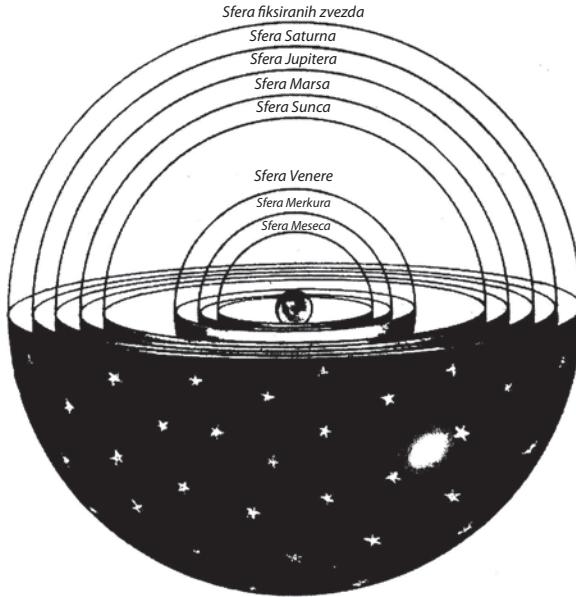
Jednom prilikom neki poznati naučnik (kažu da je to bio Bertrand Rasel) držao je predavanje iz astronomije. Objasnjavao je kako Zemlja kruži oko Sunca i kako Sunce, na svojoj putanji, kruži oko središta ogromnog skupa zvezda koji se naziva naša Galaksija. Na kraju predavanja, u dnu sale ustala je jedna oniža stara gospođa i rekla: „Sve to što ste nam ispričali obična je besmislica. Svet je, zapravo, ravna ploča koja se nalazi na leđima džinovske kornjače.“ Na naučnikovim usnama pojavio se nadmoćni smešak pre no što je uzvratilo: „A na čemu stoji kornjača?“ „Veoma ste pametni, mladiću, veoma pametni“, odgovorila je stara gospođa. „Ali kornjače se pružaju sve do kraja!“

Predstava o Vaseljenu kao o beskrajnom nizu kornjača mnogima bi izgledala smešno, ali zbog čega smatramo da smo u ovom pogledu bolje upućeni u stvar? Šta, u stvari, znamo o Vaseljenu i kako to znamo? Odakle Vaseljena potiče i kuda ide? Da li je Vaseljena imala početak, a ako jeste, šta je onda bilo pre njege? Kakva je priroda vremena? Da li

će se ikada okončati? Najnovija dostignuća na polju fizike, što su ih delimično omogućile fantastične nove tehnologije, nagoveštavaju odgovore na neka od ovih pitanja sa kojima se odavno suočavamo. Ti odgovori će nam jednoga dana izgledati podjednako očigledni kao što nam je očigledno da Zemlja kruži oko Sunca ili podjednako smešni kao što nam je smešna zamisao o kuli kornjača. Tek će vreme (ma šta ono bilo) pokazati šta će biti od ovoga dvoga.

Još 340. godine pre nove ere, starogrčki filozof Aristotel našao se u prilici da u svojoj knjizi *O nebu* izloži dva valjana razloga za verovanje da je Zemlja okrugla, a ne ravna ploča. Prvo, uvideo je da pomračenje Meseca izaziva Zemlja koja se nađe između njega i Sunca. Zemljina senka na Mesecu uvek je bila kružna, što je moglo da se dogodi samo ako Zemlja ima oblik lopte. Da je Zemlja bila ravna ploča, senka bi bila izdužena i eliptična, osim ako bi se pomračenje događalo uvek u vreme kada bi se Sunce nalazilo tačno ispod središta ploče. Drugo, Stari Grci su sa svojih putovanja znali da se zvezda Severnjača pojavljuje niže na nebu posmatrana sa juga nego kada se gleda sa severnih područja. (Budući da se zvezda Severnjača nalazi iznad Severnog pola, ona bi stajala tačno povrh glave posmatrača koji bi se tu našao, ali nekome ko je na polutaru, izgledalo bi da počiva na samom obzorju. Na osnovu razlike u prividnom položaju zvezde Severnjače u Egiptu i Grčkoj Aristotel je došao do procene da obim Zemlje iznosi 400.000 stadija. Nije tačno poznato koliko je iznosila dužina jednog stadija, ali verovatno se kretala negde oko 200 jardi, što znači da je Aristotel došao do dvostruko veće vrednosti od one za koju mi danas pouzdano znamo. Stari Grci su znali i za treći razlog koji je nalagao da Zemlja

mora biti okrugla: zašto bi se, inače, najpre pojavila jedra iznad morskog obzorja, a tek onda trup broda?



ILUSTRACIJA 1.1

Aristotel je smatrao da je Zemlja nepomična, a da se Sunce, Mesec, planete i zvezde kreću kružnim orbitama oko nje. Verovao je u to zato što je osećao, iz mističnih razloga, da se Zemlja nalazi u središtu Vaseljene, kao i da je kružno kretanje najsavršenije. Ovu zamisao Ptolemej je u drugom stoleću nove ere razradio u jedan celovit kosmološki model. Zemlja je tu počivala u središtu, optočena nizom od osam sfera na kojima su se nalazili Mesec, Sunce, zvezde i pet planeta poznatih u to vreme: Merkur, Venera, Mars, Jupiter i Saturn (Ilus. 1.1). Same planete kretale su se manjim kružnim

orbitama spojenim sa odgovarajućim sferama, kako bi se pružilo objašnjenje za njihove prilično složene putanje koje su uočene na nebu. Na krajnjoj spoljnoj sferi nalazile su se takozvane zvezde nekretnice koje su stalno zadržavale isti međusoban položaj, ali su sve zajedno kružile nebom. Ono što se nalazilo iza te poslednje sfere ostajalo je prilično neodređeno, ali zacelo nije predstavljalo deo vidljive Vaseljene čovečanstva.

Ptolemejev sistem obezbeđivao je prilično pouzdan način predviđanja položaja nebeskih tela. Ali da bi ove položaje tačno predskazao, Ptolemej je morao da pođe od pretpostavke da se Mesec kreće putanjom koja ga povremeno dovodi dvostruko bliže Zemlji nego u drugim prilikama. Odavde je proishodilo da Mesec u određenim trenucima treba da izgleda dvostruko veći nego inače! Ptolemej je bio svestan ovog nedostatka, ali to nije osujetilo rasprostranjeno, premda ne i sveopšte, prihvatanje njegovog modela. Ovaj model prihvatila je hrišćanska crkva kao sliku Vaseljene koja je u skladu sa *Svetim pismom* i čija je glavna prednost u tome što je ostavljala obilje prostora iza sfere zvezda nekretnica za raj i pakao.

Jedan jednostavniji model izložio je, međutim, 1514. godine poljski sveštenik Nikola Kopernik. (U početku, možda iz straha da ga crkva ne proglasi jeretikom, Kopernik je anonimno obznanjivao svoj model.) Prema njegovoj zamisli, u središtu je nepomično počivalo Sunce, a Zemlja i planete kretale su se oko njega kružnim orbitama. Prošlo je skoro puno stoleće pre no što je ova ideja ozbiljno shvaćena. A onda su dvojica astronoma, Namac Johan Kepler i Italijan Galileo Galilej, počela da javno podržavaju Kopernikovu teoriju, uprkos činjenici da se orbite koje je ona predviđala

nisu sasvim podudarale sa nalazima posmatranja. Smrtni udarac Aristotelovoj i Ptolemejevoj teoriji zadat je 1609. Te godine Galilej je počeo da posmatra noćno nebo upravo pronađenim teleskopom. Usredsredivši se na planetu Jupiter, Galilej je ustanovio da oko nje kruži nekoliko malih satelita ili meseca. Ovo je značilo da ne mora baš sve da kruži oko Zemlje, kao što su to smatrali Aristotel i Ptolemej. (I dalje je, razume se, bilo moguće verovati da Zemlja počiva nepomično u središtu Vaseljene i da se Jupiterovi meseci kreću izuzetno složenim putanjama oko nje, stvarajući, privid da kruže oko Jupitera. Kopernikova teorija bila je, međutim, znatno jednostavnija.) U isto vreme Johan Kepler je preinačio Kopernikovu teoriju, izloživši zamisao da se planete kreću ne kružnim, nego eliptičnim orbitama (elipsa je izduženi krug). Predviđanja su se sada konačno poklopila sa nalazima posmatranja.

Što se Keplera ticalo, eliptične orbite predstavljale su samo *ad hoc* hipotezu, i to prilično odbojnu, budući da su elipse očigledno bile nesavršenije od krugova. Ustanovivši gotovo slučajno da se eliptične orbite slažu sa nalazima posmatranja, on ih nikako nije mogao usaglasiti sa svojom idejom da magnetne sile nagone planete da kruže oko Sunca. Do objašnjenja se došlo tek znatno kasnije, 1687, kada je Njutn objavio svoju knjigu, *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*, verovatno najznačajnije pojedinačno delo koje je ikada objavljeno u fizici. U ovoj knjizi Njutn ne samo da je izložio teoriju o tome kako se tela kreću u prostoru i vremenu, nego je i pružio složene matematičke postupke neophodne da se izvrši analiza ovih kretanja. Pored toga, Njutn je tu postavio zakon opšte gravitacije, prema kome svako telo u Vaseljeni privlači svako drugo telo silom koja je tim snažnija što su

ta tela masivnija i što su međusobno bliža. Ista ta sila bila je uzrok padanja predmeta na tle. (Priča o tome da je Njutn nadahnula jabuka koja mu je pala na glavu gotovo izvesno je apokrifna. Sve što je sam Njutn ikada kazao o tome bilo je da je na pomisao o sili teže došao dok je sedeo 'zadubljen u razmišljanja o padu jedne jabuke.') Njutn je potom pokazao da, prema ovom zakonu, gravitacija nagoni Mesec da se kreće eliptičnom orbitom oko Zemlje, a Zemlju i ostale planete da eliptičnim putanjama kruže oko Sunca.

Kopernikov model odbacio je Ptolemejeve nebeske sfere, a sa njima i zamisao o tome da Vaseljena ima fizičke granice. Budući da zvezde nekretnice nisu, kako je izgledalo, menjale svoje položaje, izuzev u pogledu kruženja nebeskim svojom izazvanog okretanjem Zemlje oko vlastite ose, postalo je prirodno pretpostaviti da su ove zvezde tela slična našem Suncu, ali znatno udaljenija.

Njutn je shvatio da bi, prema njegovoj teoriji gravitacije, zvezde trebalo da se međusobno privlače, što je značilo da ne mogu u osnovi ostati nepomične. Zar se onda neće sve sunovratiti jedne ka drugima u nekom trenutku? U jednom pismu iz 1609. godine, upućenom Ričardu Bentliju, takođe jednom od vodećih mislilaca tog vremena, Njutn je ustvrdio da bi se to uistinu dogodilo kada bi postojao konačan broj zvezda razmešten u nekom konačnom prostoru. No, ako bi, nastavio je on, postojao beskonačan broj zvezda razmešten manje ili više jednoobrazno u beskonačnom prostoru, do ovoga ne bi došlo, zato što u tom slučaju ne bi bilo nikakve središnje tačke ka kojoj bi se one sunovraćale.

Ovo je dobar primer zamke u koju se može upasti pri razmišljanju o beskonačnom. U beskrajnoj Vaseljeni, svaka tačka se može smatrati središtem, zato što se sa svake njene

strane pruža beskrajno mnogo zvezda. Znatno kasnije se uvidelo da je jedino ispravno uzeti u obzir konačnu situaciju, u kojoj sve zvezde padaju jedna prema drugoj, a zatim se zapitati kako bi se stvari promenile ako bi se izvan tog područja dodalo još zvezda prilično ravnomerno razmeštenih. Prema Njutnovom zakonu, ove dodatne zvezde ne bi, u proseku, uopšte delovale na one prvobitne, tako da bi se ove sunovraćale podjednako brzo. Možemo dodavati koliko hoćemo zvezda, ali one bi sve kolabirale jedna u drugu. Sada znamo da je nemoguće imati beskonačni statični model Vaseljene u kome je gravitacija uvek privlačna sila.

Okolnost da niko nije došao na pomisao o tome da se Vaseljena širi ili sažima predstavlja zanimljiv pokazatelj o opštoj misaonoj klimi pre dvadesetog stoleća. Vladalo je uverenje da je Vaseljena ili oduvek postojala u nepromenjenom obliku, ili da je nastala u nekom konačnom vremenu u prošlosti u manje ili više sličnom obliku u kome je mi vidimo danas. Ovo je delimično mogla biti posledica sklonosti ljudi da veruju u večne istine, odnosno utešnosti pomisli da će, iako će oni ostariti i umreti, Vaseljena ostati nepromenjena.

Čak ni oni koji su shvatili da iz Njutnove teorije gravitacije proihodi da Vaseljena ne mora da bude statična nisu došli na pomisao da se ona možda širi. Umesto toga, pokušali su da preoblikuju teoriju time što su uveli pretpostavku da gravitaciona sila postaje odbojna na veoma velikim udaljenostima. Ovo nije značajnije uticalo na njihova predviđanja kretanja planeta, ali je dopuštalo da ostane u ravnoteži razmeštaj zvezda u beskrajnom prostoru, u smislu da su se privlačne sile među obližnjim zvezdama javljale kao protivteža odbojnim silama dalekih zvezda. Mi, međutim, danas smatramo da bi takva ravnoteža bila nestabilna: ako bi se

zvezde u nekom području samo malo međusobno približile, privlačna sila među njima postala bi snažnija i odnela bi prevagu nad odbojnim silama, tako da bi zvezde nastavile da se primiču jedne drugima. Sa druge strane, ukoliko bi se zvezde međusobno malo udaljile, prevagu bi odnele sile odbijanja, što bi dovelo do daljeg razilaženja.

Postoji još jedna zamerka modelu beskrajne statične Vaseljene, koja se obično pripisuje nemačkom filozofu Hajnrihu Olbersu. On je o ovoj teoriji pisao 1823. U stvari, još su neki Njutnovi savremenici ukazali na problem, a Olbersov tekst čak nije bio ni prvi u kome se izlažu uverljivi argumenti protiv nje. No, taj tekst je prvi postao šire poznat. Teškoća se ogledala u tome što bi se u beskrajnoj statičnoj Vaseljenu gotovo svaka linija vida okončala na površini neke zvezde. Odavde proishodi da bi celo nebo trebalo da bude podjednako blistavo kao Sunce. Čak i noću. Olbersov protivargument glasio je da svetlost sa dalekih zvezda prigušuje apsorpcija materije koja se nalazi u međuzvezdanom prostoru. No, da je to posredi, ova materija bi se jednom zagrijala, postavši i sama podjednako sjajna kao i zvezde. Jedini način da se izbegne zaključak da celo noćno nebo treba po sjajnosti da bude ravno Suncu bio je da se pretpostavi da zvezde nisu večno sijale, već da su se upalile u nekom konačnom vremenu u prošlosti. U tom slučaju ili još nije moralo doći do zagrevanja materije u međuzvezdanom prostoru ili svetlost sa dalekih zvezda još nije morala stići do nas. A ovo nas suočava sa sledećim pitanjem: šta je to što uopšte dovodi do paljenja zvezda?

O problemu početka Vaseljene vodile su se, razume se, rasprave još znatno ranije. Prema izvesnom broju ranih kosmologa i judejsko-hrišćansko-muslimanskoj tradiciji,

Vaseljena je nastala u jednom konačnom i ne naročito dalekom vremenu u prošlosti. Jedan od argumenta u prilog ovakvom početku bilo je uverenje da je neophodno imati 'prvi uzrok' da bi se objasnilo postojanje Vaseljene. (Unutar Vaseljene neki događaj se uvek objašnjavao kao posledica nekog drugog, ranijeg događaja, ali postojanje Vaseljene se moglo rastumačiti na ovaj način samo ako je ona imala nekakav početak.) Drugi argumet izložio je sveti Avgustin u svojoj knjizi *Božja država*. On je istakao da civilizacija napreduje i da mi pamtimo ko je učinio ovo delo ili usavršio onu tehniku. Stoga čovek, a možda i sama Vaseljena, nisu morali da postoje odveć dugo. Sveti Avgustin je prihvatio da se, prema *Knjizi postanja*, stvaranje Vaseljene odigravalo oko 5000. godine pre nove ere. (Zanimljivo je da to nije predaleko od kraja poslednjeg ledenog doba, koje se okončalo oko deset hiljada godina pre nove ere, kada arheolozi smatraju da su uistinu udareni temelji civilizacije.)

Aristotelu i većini ostalih grčkih filozofa, sa druge strane, nije se dopadala zamisao o stvaranju, zato što je ona podrazumevala božanski upliv. Oni su stoga smatrali da su ljudska rasa i svet oko nje postojali i da će postojati večito. Mislioci starog sveta već su razmotrili argument o napredovanju koji je prethodno opisan, uzvrativši tim povodom da su se periodično javljali potopi ili druge nesreće koji su nas svaki put iznova vraćali na početak civilizacije.

O pitanjima da li Vaseljena ima početak u vremenu i da li je ograničena u prostoru kasnije je opsežno raspravljao filozof Imanuel Kant u svom monumentalnom (i veoma opskurnom) delu *Kritika čistog uma*, objavljenom 1781. On je ova pitanja nazvao antinomije (odnosno, protivurečnosti) čistog razuma, zato što je smatrao da postoje podjednako

valjani razlozi za verovanje u tezu da Vaseljena ima početak, kao i antitezu da je ona oduvek postojala. Njegov argument u korist teze bio je da bi, ukoliko Vaseljena nema početak, pre bilo kog događaja postojalo beskrajno razdoblje, što je on smatrao besmislenim. Argument u korist antiteze glasio je da bi, ako Vaseljena ima početak, onda pre njega postojalo beskrajno razdoblje, tako da nije jasno zašto bi Vaseljena počela u nekom posebnom trenutku? U stvari, ono što Kant navodi u prilog tezi i antitezi u osnovi je isti argument. Obe tvrdnje temelje se na prećutnoj pretpostavci da se vreme pruža u beskraj unazad, bez obzira na to da li je Vaseljena oduvek postojala. Kao što ćemo videti, međutim, pojam vremena besmislen je pre početka Vaseljene. Na ovo je prvi ukazao sveti Avgustin. Na pitanje: 'Šta je Bog radio pre no što je stvorio Vaseljenu?' Avgustin nije uzvratio: 'Pripremao je pakao za ljude koji postavljaju takva pitanja.' Umesto toga, kazao je da je vreme svojstvo Vaseljene koju je Bog stvorio, tako da nije postojalo pre njenog početka.

U doba kada je većina ljudi verovala u to da je Vaseljena u suštini statična i nepromenljiva, pitanje da li ona ima ili nema početak pripadalo je, zapravo, metafizici ili teologiji. Zapažene pojave mogle su se podjednako lako objasniti teorijom da je Vaseljena oduvek postojala i teorijom da je stavljena u pokret u nekom konačnom vremenu na takav način da je izgledalo da je večno postojala. Ali 1929. godine Edvin Habl došao je do temeljnog nalaza da se udaljene galaksije, ma kuda pogledali, brzo udaljuju od nas. Drugim rečima, Vaseljena se širi. Ovo je značilo da su u ranijim vremenima nebeska tela bila međusobno bliža. U stvari, postojao je, kako izgleda, trenutak, pre otprilike deset ili dvadeset hiljada miliona godina, kada su se sva nalazila tačno na istom