

www.vulkani.rs
office@vulkani.rs

Naziv originala:

Steven Weinberg

THE FIRST THREE MINUTES: A MODERN VIEW
OF THE ORIGIN OF THE UNIVERSE

Copyright © 1977, 1988 by Steven Weinberg. Afterword to second edition paper copyright © 1993 by Steven Weinberg. Published by Basic Books, A Member of the Perseus Books Group. All rights reserved. Translation Copyright © 2022 za srpsko izdanje Vulkan izdavaštvo

ISBN 978-86-10-04593-2



Ova knjiga štampana je na prirodnom recikliranom papiru od drveća koje raste u održivim šumama. Proces proizvodnje u potpunosti je u skladu sa svim važećim propisima Ministarstva životne sredine i prostornog planiranja Republike Srbije.

● STIVEN VAJNBURG
P R V A
● T R I
M I N U T A

SAVREMENO SHVATANJE O POSTANKU SVEMIRA

Prevela Dragana Popović
Prevod Pogovora Branislava Maoduš

VULKAN
IZDAVAŠTVO

Beograd, 2023.

Mojim roditeljima

PREDGOVOR SRPSKOM IZDANJU

Pred nama je jedna jedinstvena knjiga, kakvu široka čitalačka publika u svetu nema prilike često da čita. Može se smatrati da pripada žanru popularne nauke, ali je napisana izuzetno profesionalno, tako da predstavlja privlačno i korisno štivo i za čitaoce kojima su prirodne nauke, posebno fizika, astronomija ili matematika, profesionalno opredeljenje. Izuzetnost i visok kvalitet knjige odgovara reputaciji autora koji pripada plejadi najslavnijih naučnika u istoriji fizike. Mnogi fizičari su knjigu pročitali na izvornom engleskom jeziku još u prvim godinama kad se pojavila u SAD. Za svaku pohvalu je odluka Izdavačke kuće *Vulkan* da izdanje ove knjige priredi sa prevodom na srpski jezik i učini je dostupnom našoj čitalačkoj publici.

Velika privilegija je i značajna okolnost, posebno za sve ljubitelje popularne nauke, kao i za one zainteresovane za vrhunska dostignuća u nauci, to što je Stiven Vajnberg (1933–2021), jedan od najznačajnijih teorijskih fizičara XX i XXI veka, odlučio da napiše ovu sjajnu knjigu. Knjiga je ocenjena kao jedan od najoriginalnijih i najkompletnijih uvoda u kosmologiju, u poreklo i zakonitosti univerzuma, kao i u zakone čudesnog sveta fizike čestica, koji čini osnovu ove problematike. Knjiga je prvi put štampana 1977. godine, samo dve godine pre nego što je Stiven Vajnberg podelio Nobelovu nagradu s Abdusom Salamom i Šeldonom Glašouom, dvojicom takođe

Stiven Vajnberg

sjajnih fizičara, za zajednički i istorijski doprinos u unifikaciji elektromagnetne i slabe interakcije (sile) među elementarnim česticama. Njihova dostignuća predstavljaju osnovu na kojoj je izgrađen standardni model, vladajuća teorija u istraživanju čestica. Smatra se da je ovaj model zaživeo u periodu između 1967. i 1968. godine, a autor mu opravdano posvećuje izuzetnu pažnju i poziva se na njega u većem delu teksta. Taj model je postepeno postao teorijska osnova za objašnjenje najelementarnijih delova materije, načina na koji oni grade složenije sisteme čestica, kao i sila (interakcija) koje deluju među njima. Među fizičarima se smatra da rad Stivena Vajnberga *A Model of Leptons* predstavlja jedan od stubova standardnog modela, a inače je drugi najcitiraniji rad u oblasti fizike. Međutim, i sam Vajnberg je na svojim prezentacijama isticao da je ovaj teorijski model precizan, ali da ipak poseduje određena ograničenja, koja su i danas predmet intenzivnog istraživanja (*Physics beyond the Standard model*). Na primer, za postojanje tamne materije i tamne energije u univerzumu, koje je Vajnberg možda propustio da prodiskutuje detaljnije u ovoj knjizi, znamo da još nema adekvatnih objašnjenja i zato se one izučavaju u okviru teorijskih modela koji bi predstavljali dopunu ili proširenje ove vladajuće teorije u fizici čestica. Ne samo što pred sobom imamo tekst autora dobitnika Nobelove nagrade već je takođe važno da se istakne da je svakako reči o jednom od najkompetentnijih naučnika koji je uspeo da u razumljivom tekstu ponudi objašnjenje mnogih kosmoloških fenomena i misterija u prirodi, a koji su predstavljali veliki izazov od samog nastanka fizike, astrofizike, astronomije i ostalih prirodnih nauka. Nažalost, Stiven Vajnberg je nedavno preminuo (2021), ali je iza sebe ostavio velike rezultate u svetskoj fizici. Publikovao je mnogo izuzetnih članaka u vodećim svetskim časopisima, održao je veliki broj predavanja, kako stručnih, tako i popularnih, napisao je dosta stručnih knjiga i udžbenika od kojih tri toma *Kvantne teorije polja (Quantum Field Theory)* predstavljaju osnovu standardnog modela, važan i neizbežan stepenik za obrazovanje fizičara i studenata u oblasti fizike.

Prva tri minuta

U izuzetnoj knjizi *Prva tri minuta*, zahvaljujući popularnom i prihvatljivom pristupu, čitalac može da se upozna sa fundamentalnim problemima kosmologije kroz opis i atraktivna objašnjenja koja se odnose na izgled i pojave karakteristične za sam nastanak i najraniji stadijum razvitka univerzuma. Ako je za razumevanje pojedinih delova teksta neophodno izvesno predznanje, autor se pobrinuo da na samom kraju knjige obezbedi rečnik stručnih izraza i objašnjenja određenih pojmova i formula, kako bi čitaocu bilo omogućeno komfornije i lakše čitanje. Posle obimnijeg uvodnog dela u okviru prva četiri poglavlja i detaljnijeg objašnjenja fizičkih pojmova neophodnih za pripremu čitaoca za dalje praćenje teksta, Vajnbreg u Petom poglavlju opisuje prva tri minuta univerzuma kroz vrlo lep i jasan prikaz faza njegovog razvitka, od trenutka kad je bio jedna beskrajno mala i ekstremno vrela i gusta plazma, pa sve do današnjih dana, posle enormne ekspanzije i 13,7 milijardi godina kasnije.

Poznato nam je da gravitacione sile deluju na usporavanje širenja univerzuma, ali dok sile eksplozije nadvladavaju gravitaciju, širenje će se nastaviti. Na vrlo razumljiv način objašnjen je fenomen kontinuiranog širenja univerzuma, koji je određen njegovom gustinom mase u odnosu na određenu kritičnu vrednosti te gustine mase. Pouzdana osmatranja i precizna merenja crvenog pomaka pokazuju da je gustina mase univerzuma još uvek manja, mada je vrlo blizu, od kritične vrednosti, i da to uslovljava njegovo stalno širenje. Vredi da se spomene i slučaj da kad su vrednosti gustine mase univerzuma i kritična vrednost izjednačene, tada se univerzum opisuje kao ravan univerzum. Uz ekspanzioni, postoji takođe i model koji univerzum tretira kao ravan sistem.

U najvećem delu prošlog XX veka gotovo svi kosmološki problemi bili su bazirani na teorijskim pretpostavkama i opisima odgovarajućih modela. Teorijski model Velikog praska nastao je kao posledica uspešne teorije i astronomske osmatranja, kao i eksperimentalnih dokaza u dugom vremenskom periodu. Vajnbreg je uspeo da na razumljiv način i jezikom vrhunskog predavača (pisac ovih redova

imao je privilegiju da se lično u to uveri na njegovom predavanju 2009. godine u CERN-u: *The Quantum Theory of Fields: Effective or Fundamental*) objedini najznačajnije teorijske postavke i eksperimentalna saznanja kroz evoluciju univerzuma, nudeći istovremeno niz detaljnih objašnjenja za sve faze njegovog razvoja u prva tri minuta, a bez korišćenja komplikovanog matematičkog aparata i složenih formula. Istorijat tog vremenskog perioda u najranijem stadijumu razvoja univerzuma, od trenutka poznatog kao Plankovo vreme (10^{-43} s), opisan je kroz osnovne postavke Ajnštajnovе teorije relativnosti i uz objašnjenja eksperimentalnih dokaza kao što su Hablov crveni pomak i detekcija osnovnog fona ili pozadinskog šuma kosmičke mikrotalasne radijacije, zaostale posle Velikog praska i hlađenja univerzuma do današnjih dana.

Crveni pomak, poznat i kao Hablov zakon (brzina proporcionalna rastojanju), predstavlja metod kojim se meri brzina udaljavanja galaksija od nas na osnovu promene talasne dužine emitovane svetlosti galaksije u crvenom delu spektra. Ova promena je najizraženija upravo u crvenom delu spektra emitovane svetlosti galaksije, jer taj deo spektra karakterišu najveće talasne dužine. Na ovaj način je potvrđena pretpostavka ekspanzije univerzuma i dokaz da se galaksije udaljavaju od Zemlje, kao i jedne od drugih.

Fon ili šum kosmičke mikrotalasne radijacije je zračenje nastalo u ranom stadijumu univerzuma, u periodu formiranja atoma usled procesa anihilacije čestica i antičestica, i tada je tim zračenjem ispunjen ceo prostor univerzuma. Radijacija je registrovana skoro slučajno 1965. godine od strane dvojice radio-astronoma (Penzijas i Vilson, Nobelova nagrada za fiziku 1978) i predstavlja jak argument za podršku modela Velikog praska, kao i dokaz da su materija i radijacija nekada bili u ravnoteži. Sam efekat pripada mikrotalasnom delu elektromagnetnog spektra, sa velikom talasnom dužinom reda 2 mm (ili učestalosti 160 GHz), a pretvaranjem u temperatursku skalu iznosi oko 3°K (odnosno -268°C), što tačno odgovara predviđanjima modela Velikog praska.

Prva tri minuta

Istorijski opis posle trenutka Velikog praska i nagle ekspanzije univerzuma, kao što je spomenuto, Vajnberg počinje u Petom poglavlju, sa praćenjem kreiranja prvih čestica: elektrona, pozitrona, fotona i neutrina, koje su se u stotom delu sekunde (0,01 s) i pri temperaturi od 100 milijardi stepeni ($T = 100 \times 10^{9^{\circ}}\text{K}$) nalazile u termalnoj ravnoteži. Već posle 0,1 sekunde univerzum se ohladio do 30 milijardi stepeni i tada su se formirale prve čestice, protoni i neutroni, koje će kasnije izgraditi atomska jezgra. Posle približno 1,3 sekunde i pada temperature na desetak milijardi stepeni, neutriini (neutralne čestice zanemarljive mase) izlaze iz toplotne ravnoteže s elektronima i fotonima i postaju slobodne čestice. Posle 15 sekundi i tri milijarde stepeni, dolazi do prvih anihilacija čestica i antičestica, elektrona i pozitrona i univerzum postaje dovoljno ohlađen da se stvore uslovi za prvo formiranje stabilnih lakih jezgara vodonika i helijuma. U intervalu od jednog stotog dela sekunde do jedne sekunde, a unutar prva tri minuta, formirala su se laka jezgra sastavljena od protona i neutrona. Taj period poznat je kao primarna ili osnovna nukleosinteza. U knjizi *Prva tri minuta* procesi kreiranja lakih jezgara i atoma objašnjeni su do procesa nukleosinteze, kojim se opisuje formiranje jezgara u nuklearnim procesima. Danas znamo da poreklo težih elemenata (kao što su azot, ugljenik, kiseonik, kalcijum) potiče iz zvezda, jer su stvoreni u nuklearnim i hemijskim reakcijama, dok su ona teža i najteža jezgra periodnog sistema (bizmut, olovo, uran, torijum...) uglavnom kreirana u eksplozijama masivnih zvezda, supernova i nova, koje intenzitetom proizvedene svetlosti, kao što Vajnberg ističe, mogu da nadmaše svetlost celih galaksija. Te velike eksplozije, kad zvezde izbacuju čitave svoje delove u prostor univerzuma, prate ogromni fluksovi neutrona, i upravo sukcesivnim zahvatima neutrona formiraju se teža i najteža jezgra, a kasnije i stabilni elementi. Proces formiranja teških i najtežih elemenata su veoma dobro objašnjeni u okviru nukleosinteze, i to je u knjizi takođe jasno istaknuto.

Unutar jednog minuta od eksplozije, temperatura univerzuma bila je suviše visoka, veća nego u centru Sunca danas, tako da još nije bilo moguće formiranje stabilnih atoma. U narednih 700.000 godina, univerzum je nastavio da se širi, i kako se hladio, protoni i neutroni počeli su s formiranjem stabilnih atoma. U dugom periodu ekspanzije i hlađenja do danas, koji se procenjuje da iznosi 13,7 milijardi godina, a u rivalstvu s radijacijom, celokupna materija je preovladala i tada su formirane zvezde i galaksije. Ovde je možda trenutak da se istakne da upravo procena mase celokupne materije u univerzumu i njeno poznavanje predstavlja u fizici danas jedan od fundamentalnih problema. Cela fizika, kao i ostale prirodne nauke, izgrađena je na osnovu samo 5% vidljive materije u prirodi. O 95% nedostajuće i nevidljive materije, koja dominira u univerzumu i koju čine tamna materija (oko 25%) i tamna energija (oko 70%), ne zna se dovoljno i već je pomenuto da su sva izučavanja ovog problema usmerena uglavnom van vladajuće teorije standardnog modela.

Pored pregršt naučnih činjenica i realnih pretpostavki u opisu nastanka i razvoja univerzuma, zainteresovanom i posvećenom čitaocu knjiga nudi mnoga objašnjenja za fenomene u prirodi, zatim objašnjenja za neverovatnu različitost čestica, kao i opis tri vrste interakcija u prirodi (elektromagnetne, jake i slabe nuklearne sile), čijem dejstvu su one podvrgnute. Četvrta interakcija (ili sila) u prirodi, nama poznata kao gravitaciona sila, kao što autor ističe, ne razmatra se u okviru standardnog modela, jer je na postojećim energijama zanemarljiva zbog malih masa čestica, ali se ne razmatra ni period nagle početne ekspanzije, poznat kao inflacija. Ako je zaista postojao, za inflacioni period veruje se da bi mogao da ponudi objašnjenja pojedinih fenomena koje trenutni standardni model ne nudi.

Ono što svakako impresionira svakog čitaoca ove interesantne knjige je realan, prirodan i jednostavan pristup autora svim problemima koje opisuje. Uz stalno nastojanje da svoja objašnjenja prilagodi čitaocima različitog obrazovanja, on se ne ustručava da naglasi da i sam ne razume dovoljno određen problem, ili da takođe jasno

Prva tri minuta

podvuče da postojeće znanje, odnosno vladajuća teorija, čiji je i on jedan od tvoraca, poseduje konkretna ograničenja za neophodno tumačenje. Šteta je što Stiven Vajnberg knjigu, dok je još bio živ, nije dopunio mnogim detaljima i otkrićima koja su se desila u međuvremenu, jer bi se ti veliki događaji za fiziku skoro idealno uklopili u delove problematike obrađene u knjizi. To se prvenstveno odnosi na istorijska otkrića: detekcija Higsovog bozona, registrovanje gravitacionih talasa i prva fotografija crne rupe.

Knjiga je odlična prilika za čitaoce koji vole naučne izazove i lepote otkrića u nauci. Mada postoje segmenti teksta koji zahtevaju izvesno predznanje za razumevanje, generalno može da se kaže da se čitaocu nudi uživanje u lepoti dovoljno razumljivih objašnjenja najsloženije problematike. To nije nimalo lako kad se radi o problematici koja u realnosti zahteva određen nivo predznanja u matematici i fizici. Ovakav pristup u objašnjenjima može da ponudi samo vrhunski naučnik koji u potpunosti razume problematiku, dok uočljiva iskrena i visoka posvećenost u nastojanju da i najmanji detalj ne ostane neobjašnjen dodatno potvrđuje njegovo poštovanje čitalaca.

U okviru zaključka, autor ovog predgovora usuđuje se da pokuša da doda i svoje skromno iskustvo, ne samo posle čitanja knjige *Prva tri minuta* već i u fizici, s nadom da bi ono takođe možda pomoglo čitaocu ove knjige. Za razumevanje prirode i načina na koji ona funkcioniše, najčešće je neophodno da se izučavaju fenomeni i pojave na najfundamentalnijem nivou. U cilju razumevanja pojava u univerzumu, danas se u laboratorijama obavljaju vrlo složeni eksperimenti uz pomoć grandioznih moćnih akceleratora, koji ubrzanjem snopova naelektrisanih čestica i njihovim međusobnim sudaranjem, ili pri sudarima sa odgovarajućim metama, omogućavaju stvaranje energije unutar složenih detektorskih sistema. U zavisnosti od iznosa te energije, mogu da se kreiraju čestice ili stanja materije slični onima u najranijem stadijumu razvitka univerzuma. Tada se izučavaju sve stvorene čestice, i poznate i one koje se eventualno detektuju prvi put, kao i njihove međusobne interakcije, kako bi se

Stiven Vajnberg

bolje razumela njihova uloga u najranijoj fazi razvoja univerzuma. Ovakvi složeni eksperimenti, uz komplementarna istraživanja sprovedena u eksperimentima van naše planete, kao i mnoga dosadašnja astronomska osmatranja, u najvećoj meri zaslužni su danas za postojeći nivo našeg znanja, a čiji je samo jedan deo na briljantan način u ovoj knjizi izneo Stiven Vajnberg.

Knjiga je jedinstvena i po tome što omogućava podizanje nivoa obrazovanja čitalaca, posebno u oblasti za koju se svaki pojedinac bar jednom zainteresovao, ali je zbog njene složenosti možda odustao od daljeg produblivanja znanja. Knjiga *Prva tri minuta* se svakako preporučuje za čitanje, i to ne samo jedanput, a za čitaoce koji vole da u pročitanim delovima teksta uživaju, da duže razmišljaju, ali i da dosta nauče, ona je pravi izbor.

Prof. dr Petar Adžić
Beograd, novembar 2022.

PREDGOVOR AUTORA

Povod za ovu knjigu bio je govor koji sam održao na otvaranju Studentskog centra za nauku pri Harvardskom univerzitetu, novembra 1973. godine. Ervin Glajks, predsednik i izdavač *Basic BookComp*-a, čuo je o ovom govoru od Danijela Bela, jednog našeg zajedničkog prijatelja, i uporno me saletao da na osnovu njega napišem knjigu.

U početku nisam bio oduševljen tom idejom. Iako sam se s vremena na vreme bavio nekim problemima iz kosmologije, moj rad se uglavnom odnosio na fiziku mikrosveta – teoriju elementarnih čestica. Osim toga, u fizici elementarnih čestica vladala je poslednjih nekoliko godina neobično živa aktivnost, a ja sam već provodio isuviše mnogo vremena pišući popularne članke za različite časopise. Zbog toga sam veoma želeo da se ponovo potpuno posvetim svom osnovnom opredeljenju.

Međutim, otkrio sam da ne mogu da se oslobodim ideje o knjizi o ranoj vasioni. Šta bi moglo da bude zanimljivije od problema postanka? Takođe, baš u ranoj vasioni, posebno u prvoj stotinki sekunde, problemi teorije elementarnih čestica prepliću se s problemima kosmologije. I najzad, sada je pravi trenutak da se piše o ranoj vasioni. Jer baš u poslednjih desetak godina jedna teorija o razvoju događaja u ranoj vasioni postala je opšteprihvaćena kao standardni model.

Zaista je vredno pažnje to što smo u mogućnosti da kažemo kako je vasiona izgledala na kraju prve sekunde, ili prvog minuta, ili prve

godine svog postojanja. Za fizičara je pravo zadovoljstvo to što može da reši taj problem i numerički, i kaže da su u tom i tom trenutku temperatura i gustina i hemijski sastav vasiona imali tu i tu vrednost. Istina, mi nismo apsolutno sigurni da je sve baš tako bilo, ali je već dovoljno uzbudljivo to što o tim stvarima možemo da govorimo sa bilo kakvom sigurnošću. I baš to uzbuđenje je bilo ono što sam želeo da prenesem čitaocu.

Dobro bi bilo da kažem kome je ova knjiga namenjena. Pisao sam je za čitaoca koji je voljan da se upusti u odgonetanje nekih određenih problema, ali nije stručnjak ni za matematiku ni za fiziku. Iako sam morao da izložim neke prilično složene naučne ideje, u knjizi se, sem aritmetike, ne koristi matematika i ne pretpostavlja neko znanje (ili samo osnovno) iz fizike ili astronomije. Pokušao sam da budem precizan u definisanju naučnih pojmova kada ih prvi put uvodim, a u dodatku sam priložio rečnik fizičkih i astronomskih pojmova. Gde god je to bilo moguće, pisao sam brojeve rečima, na primer, *sto hiljada miliona*, ne koristeći se uobičajenim naučnim načinom označavanja 10^{11} .

Međutim, to ne znači da sam pokušao da napišem laku knjigu. Kada pravnik piše za široku publiku, on pretpostavlja da ona nije upoznata sa pojedinim zakonskim odredbama, ali se zbog toga ne ponaša prema njoj snishodljivo. Želeo sam da postupim na isti način: predstavio sam sebi čitaoca kao oštroumnog starog advokata koji ne govori *mojim jezikom*, ali koji uprkos tome očekuje da, pre nego što donese svoj sud, čuje dovoljno ubedljive dokaze.

Za čitaoca koji želi da se upozna sa nekim od matematičkih izvođenja koja leže u osnovi argumenata iznetih u ovoj knjizi, pripremio sam na kraju knjige *Matematički dodatak*. Nivo matematike koja je ovde korišćena čini ovaj dodatak dostupnim svakome ko može dački da se usredsredi na bilo koji fizički ili matematički problem. Na sreću, najznačajniji proračuni u kosmologiji i jesu prilično jednostavni; samo na nekoliko mesta javljaju se neki suptilniji detalji iz opšte teorije relativnosti ili nuklearne fizike. Čitaoce koji žele da

se bave ovim pitanjima na višem naučnom nivou, upućujemo na stručne studije (uključujući i radove autora ove knjige) navedene u *Literaturi* predloženoj za čitanje.

Trebalo bi takođe da razjasnim koju sam oblast nameravao da ova knjiga pokrije. Ovo sigurno nije knjiga o svim aspektima kosmologije. Postoji klasičan aspekt ovog pitanja, koji se uglavnom bavi strukturom sadašnje vasionne: tu spadaju rasprave o prirodi spiralnih maglina van naše galaksije, otkriće crvenog pomaka udaljenih galaksija i zavisnost ovog efekta od rastojanja, opšti relativistički kosmološki modeli Ajnštajna, De Sitea, Lemetra, Fridmana itd. Ovaj kosmološki aspekt opisan je veoma dobro u nekoliko izvrsnih knjiga i ja nisam imao nameru da ga ovde još jednom iscrpno prikazujem. Ova knjiga se bavi ranom vasionom, posebno jednim novim shvaćanjem o njoj, koje je posledica otkrića kosmičkog mikrotalasnog šuma 1965. godine.

Naravno, teorija o širenju vasionne je bitan činilac našeg sadašnjeg pogleda na ranu vasionu, pa sam bio prisiljen da u II poglavlju dam jedan kratak uvod u ovaj klasični aspekt kosmologije. Verujem da će taj tekst, čak i čitaocu potpuno neupućenom u kosmologiju, pružiti odgovarajuću osnovu za razumevanje nedavnih saznanja u teoriji rane vasionne, kojoj je posvećen preostali deo ove knjige. Ipak, čitalac koji želi da stekne potpun uvid u kosmološke teorije starijeg datuma treba da se pozabavi knjigama navedenim u *Literaturi*.

S druge strane, nisam uspeo da pronađem dosledno objašnjenje, s istorijske tačke gledišta, poslednjih kretanja u kosmologiji. Zbog toga sam se osećao obaveznim da lično izvršim neka istraživanja o ovom pitanju, posebno u vezi s iznenađujućom činjenicom da traganje za *kosmičkim mikrotalasnim šumom* nije počelo mnogo pre 1965. godine. (Ovo pitanje je razmotreno u VI poglavlju.) To ne znači da smatram ovu knjigu konačnim istorijskim pregledom tih kretanja – isuviše poštujem napore i obazrivost, neophodne za prikazivanje pojedinosti u istoriji nauke, da bih gajio bilo kakve iluzije u tom pogledu. Štaviše, bio bih srećan ako bi neki pravi istoričar nauke

Stiven Vajnberg

iskoristio ovu knjigu kao polaznu tačku i napisao jednu iscrpnu istoriju kosmoloških istraživanja u toku poslednjih trideset godina.

Neizmerno sam zahvalan Ervinu Glajksu i Farelu Filipisu iz *Basic BookComp*-a, na korisnim sugestijama u toku pripreme ovog teksta za štampanje. Pri pisanju ove knjige pomogli su mi, takođe, prijateljski saveti mojih kolega fizičara i astronoma. Želim posebno da se zahvalim na trudu oko čitanja i komentarisanja pojedinih delova ove knjige Ralfu Alferu, Bernardu Berku, Robertu Dikiju, Džordžu Fildu, Gariju Fajnbergu, Vilijamu Fauleru, Robertu Hermanu, Fredu Hojlu, Džejsmu Piblsu, Arnu Penzijasu, Bilu Presu, Edu Perselu i Robertu Vagoneru. Zahvalnost dugujem i Isaku Asimovu, Bernardu Koenu, Marti Liler i Filipu Morisonu na savetima o nekim posebnim pitanjima. Posebno sam zahvalan Najdželu Kolderu na čitanju prve verzije rukopisa i znalačkim primedbama. Ne očekujem da je ova knjiga bez grešaka i nejasnoća, ali sam siguran da je u velikoj meri jasnija i preciznija nego što bi bila bez ove nesebične pomoći koju sam imao sreće da dobijem.

Stiven Vajnberg

Kembridž, Masačusets, juli 1976. godine

PREDGOVOR DRUGOM IZDANJU MEKIH KORICA

Skorašnji napredak u znanju iz astronomije uopšteno je potvrdio široke okvire teorije kosmologije onako kako su bili shvaćeni 1977. godine, kada je knjiga *Prva tri minuta* objavljena. Ali tokom poslednjih šezdeset godina rešene su mnoge stvari koje su u to vreme bile nesigurne; pojavili su se novi problemi; i predložene su radikalne nove ideje u vezi sa samom ranom istorijom univerzuma, perioda pre prve sekunde. Stoga mi je drago što ovo novo izdanje knjige *Prva tri minuta* ima priliku da dobije pogovor koji ovu knjigu čini savremenom. Zahvalnost dugujem Martinu Kesleru iz izdavačke kuće *Bejzik buks* što je nadzirao ovo novo izdanje, i zahvalan sam Polu Šapiru i Itanu Višnjaku na dragocenim komentarima vezanim za pogovor.

Stiven Vajnberg
Ostin, Teksas, april 1993. godine

