

Pohvale za
ČITAV SVEMIR NI IZ ČEGA

„Kraus ima redak talenat da najteže ideje u astrofizici približi običnom čoveku, delom zahvaljujući i svojoj lukavoj duhovitosti [...] treba se nadati da će se njegova knjiga svideti i drugima, a ne samo pobornicima ratova između kultura – jednostavno je previše dobra i previše zanimljiva za to. Kraus je iskreno zadivljen čudesno neobičnom' prirodom našeg fizičkog sveta, a njegovo oduševljenje je zarazno.“

Associated Press

„Ubedljiv vodič za naš svemir koji se širi. [...] U poslednje vreme je objavljeno više dobrih knjiga o kosmologiji, ali je malo njih išlo tako daleko, a nijedna nije bila tako rečita, u istraživanju zašto je nepotrebno pribegavati tome da je Bog upalio fitilj i pokrenuo svemir.“

Financial Times

„Priča kako su fizičari došli do sadašnjeg modela kosmosa je izuzetna, a da bi je ispričao u svojoj elegantnoj knjizi *Čitav svemir ni iz čega*, fizičar Lorens Kraus ide pažljivo zacrtanom stazom. [...] Lako bi mu bilo da se samozadovoljno naslađuje tom izvanrednom pričom, ali Kraus je vodi trezveno i s elegancijom. [...] Osvežava iskrenost njegovih uzgrednih napomena o tome kako vidi svako naučno delo i izgleda da je ono tačno [...] nestabilno ništavilo koje opisuje Kraus [...] inspirativno je i za sve nas ostale, jer u tom ništavilu ima mnogo divnih stvari koje treba videti i razumeti.“

Nature

„Sa svojom neverovatnom mehanikom, tvrdi Kraus, naš svemir je zaista mogao da se pojavi niotkuda, pre nego iz ruku božanskog tvorca. Treba se tu malo intelektualno napregnuti – na kraju krajeva, glavni lik knjige je Ajnštajn – ali su te ideje jasno artikulisane, a uzbuđljivost otkrića zarazna. 'Mi smo kao prvi zemaljski kartografi', piše Kraus, koji odgonetaju ono što je nekad bilo isključivo u domenu naše mašte.“

Mother Jones

„Njegovi argumenti u prilog fizičkom a ne teološkom početku rađanja svemira iz ništavila ne samo da su logični već i slave čudesnost našeg prirodnog svemira. Preporučujemo.“

Library Journal

„Živo i duhovito, ali i poučno. [...] Čitaocima će rezultat Krausovog '[veličanja našeg] potpuno iznenađujućeg i očaravajućeg svemira' biti isto toliko ubedljiv koliko i intrigantan.“

Publishers Weekly

„Autor će nas mnogo puta uzdrmati u ovom poletnom i lucidnom ali i zahtevnom prikazu svemira koji sadrži mnoštvo tajni – ali njegov nastanak nije među njima. Promišljena, izazovna knjiga – ali nije za malodušne niti za one koji nemaju volje da čitaju pažljivo.“

Kirkus Review

„Kraus je lucidan [...] pisac, a i blistav i oštrouman govornik, i svestran popularizator nauke. [...] Knjiga govori o tome kako razrešiti jedan paradoks na naučan način. A takođe je i oda jednog naučnika – pesma odavanja svetovnog poštovanja – neviđenom.“

cbcnews.ca

„Ljudi uvek kažu da ne možete dobiti nešto ni iz čega. Sva sreća da ih Lorens Kraus nije poslušao. U stvari, nešto vam se veliko dešava dok čitate ovu knjigu o kosmičkom ništavilu, i pre no što budete mogli da odolite, vaš um će početi da se širi brzo kao rani svemir.“

Sem Kin, autor knjige *Kašika koja iščezava*

„Na početku dvadesetog veka astronomi su se pitali da li ima ičega iza naše galaksije Mlečnog puta. Kako lucidno objašnjava Lorens Kraus, možda će i astronomi koji budu živeli dva biliona godina kasnije postavljati sebi baš to isto pitanje! Vešto ploveći dubokim intelektualnim vodama, Kraus predstavlja najnovije ideje o prirodi našeg kosmosa i našeg mesta u njemu. Očaravajuće štivo.“

**Mario Livio, autor knjiga *Da li je Bog matematičar?*
i *Zlatni presek***

„U ovoj jasnoj i jezgrovito pisanoj knjizi Lorens Kraus iznosi ubedljive dokaze da je naš složeni kosmos evoluirao iz vrelog, gustog stanja i kako je taj razvitak ohrabrio teoretičare da razviju fascinantne teorije o tome kako je sve zaista počelo.“

Ser Martin Ris, autor knjige *Naš poslednji čas*

„Svemir su poslednjih godina zatresla brojna briljantna saznanja i zapanjujuća otkrića, a u samom središtu tih događanja nalazio se Lorens Kraus. Sa svojim karakterističnim elanom i umešnom primenom mnogih sredstava, učinio je tu izuzetnu priču izuzetno pristupačnom. Vrhunac je hrabar naučni odgovor na to veliko pitanje o postojanju: 'Zašto postoji nešto a ne ništa?'“

**Frenk Vilček, nobelovac, profesor fizike na MIT-u
i autor knjige *Lakoća postojanja***

Takođe od Lorensa M. Krausa

Peti element

Strah od fizike

Fizika Zvezdanih staza

*Dalje od Zvezdanih staza:
od invazija vanzemaljaca do kraja vremena*

*Kvintesencija:
misterija nedostajuće mase*

*Atom:
putovanje jednog atoma kiseonika
od Velikog praska do života na Zemlji – i dalje*

*Skrivanje u ogledalu:
potraga za alternativnim stvarnostima,
od Platona do teorije struna*

*Kvantni čovek:
život Ričarda Fajnmana u nauci*

ČITAV SVEMIR NI IZ ČEGA

*Zašto postoji nešto
a ne ništa*

LORENS M. KRAUS

S POGOVOROM RIČARDA DOKINSA

Preveo
Milan Perić

 **McMillan**

Naslov originala:

Lawrence M. Krauss

A UNIVERSE FROM NOTHING:

Why There Is Something Rather than Nothing

Copyright © 2012 by Lawrence M. Krauss

Originally published by **Atria Books**,

a Division of Simon & Schuster, Inc.

Copyright © 2015 za izdanje na srpskom jeziku, McMillan

*Tomasu, Peti, Nensi i Robinu,
što su mi pomogli i nadahnuli me
da stvorim nešto ni iz čega...*

*Na ovom mestu 1897. godine
desilo se – ništa.*

Ploča na zidu krčme *Vudi Krik*
u Vudi Kriku, Kolorado

SADRŽAJ

Predgovor izdanju u mekom povezu	xi
Predgovor	xix
1. Priča o kosmičkoj misteriji: počeci	1
2. Priča o kosmičkoj misteriji: merenje mase svemira	21
3. Svetlost s početka vremena	37
4. Mnogo buke ni oko čega	53
5. Nezadrživi svemir	71
6. Besplatni ručak na kraju svemira	87
7. Naša jadna budućnost	101
8. Veličanstvena slučajnost?	117
9. <i>Ništa</i> je nešto	135
10. <i>Ništa</i> je nestabilno	147
11. Vrli novi svetovi	165
Epilog	175
Pogovor Ričarda Dokinsa	179
Indeks	185
O autoru	197
Pitanja i odgovori	199

POGLAVLJE 1

PRIČA O KOSMIČKOJ MISTERIJI: POČECI

Početna misterija koja prati svako putovanje jeste: kako je putnik uopšte došao do polazne tačke?

Luiz Bogan, *Putovanje po mojoj sobi*

Bila je mračna i olujna noć.

Početakom 1916. godine, Albert Ajnštajn je tek bio završio svoje najveće životno delo, deceniju dugu i intenzivnu intelektualnu bitku da dođe do nove teorije gravitacije, koju je nazvao opštom teorijom relativnosti. Međutim, to nije bila samo nova teorija gravitacije; bila je to i nova teorija prostora i vremena. A bila je to i prva naučna teorija koja može da objasni ne samo kako se objekti kreću kroz svemir već i kako bi mogao da se razvija i sam svemir.

Međutim, postojala je samo jedna začkoljica. Kad je Ajnštajn počeo da primenjuje svoju teoriju na opisivanje svemira kao celine, postalo je jasno da ta teorija ne opisuje svemir u kojem nam se čini da živimo.

Sada, skoro sto godina kasnije, teško je potpuno shvatiti koliko se naša slika svemira izmenila tokom jednog jedinog ljudskog

života. Što se tiče naučne zajednice iz 1917. godine, svemir je bio nepokretan i večan, i sastojao se od jedne jedine galaksije, našeg Mlečnog puta, okruženog ogromnim, beskonačnim, mračnim i praznim prostorom. Na kraju krajeva, to je ono što biste pretpostavili kad pogledate gore u noćno nebo golim okom ili pomoću malog teleskopa, a u to vreme je bilo malo razloga da se pomisli drugačije.

U Ajnštajnovoj teoriji, kao i u Njutnovoj teoriji gravitacije pre nje, gravitacija je isključivo privlačna sila između svih objekata. To znači da je nemoguće imati skup masa koje se nalaze u prostoru u večnom mirovanju. Njihovo međusobno gravitaciono privlačenje na kraju će dovesti do toga da se uruše u sebe, što je u očiglednom neskladu s prividno nepokretnim svemirom.

Činjenica da nije izgledalo da Ajnštajnova opšta relativnost odgovara tadašnjoj slici svemira bila je veći udarac za njega no što biste mogli zamisliti, iz razloga koji mi dopuštaju da razbijem mit o Ajnštajnu i opštoj relativnosti koji mi je uvek smetao. Mnogi pretpostavljaju da je Ajnštajn godinama radio u izolaciji u nekoj zatvorenoj sobi, koristeći isključivo razmišljanje i rasuđivanje, i da je svoju divnu teoriju smislio nezavisno od stvarnosti (možda kao neki teoretičari struna u današnje vreme!). Ipak, ništa ne bi moglo biti dalje od istine.

Ajnštajn se uvek izuzetno oslanjao na eksperimente i posmatranja. Mada je naporno radio i vršio mnoge „misaone eksperimente“ u glavi više od decenije, učio je novu matematiku i u tom procesu sledio mnoge pogrešne teorijske tragove pre no što je konačno stvorio teoriju koja je zaista bila matematički prelepa. Ipak, zaista najvažniji trenutak za početak njegove ljubavne veze s opštom relativnošću ticao se posmatranja. Poslednjih grozničavih nedelja dok je dovršavao svoju teoriju, nadmećući se s nemačkim matematičarom Davidom Hilbertom, upotrebio je svoje jednačine da izračuna predviđanje za ono što bi inače moglo izgledati kao nejasan astrofizički rezultat: za neznatnu precesiju *perihela* (tačke najvećeg približavanja) Merkurove orbite oko Sunca.

Astronomi su odavno zapazili da je orbita Merkura malo odstupala od one koju je predvideo Njutn. Umesto da bude savršena elipsa koja se uvek poklapa sa samom sobom, orbita Merkura se zakretala (što znači da se planeta ne vraća tačno u istu tačku posle jedne orbite, već da orijentacija elipse neznatno menja svaku orbitu i na kraju opisuje neku vrstu spiralne šare) za neverovatno malu vrednost: 43 lučne sekunde (oko stotog dela jednog stepena) po veku.

Kad je Ajnštajn obavio proračun te orbite pomoću svoje teorije opšte relativnosti, taj broj je ispao baš kako treba. Kako je opisao Ajnštajnov biograf Abraham Pais: „Verujem da je to otkriće bilo daleko najsnažnije emocionalno iskustvo u Ajnštajnovom naučnom životu, a možda i u celom životu.“ Tvrдио je da mu je srce zalupalo kao da je „nešto puklo“ unutra. Mesec dana kasnije, kad ju je opisivao jednom prijatelju kao teoriju „neuporedive lepote“, bilo je zaista očigledno njegovo zadovoljstvo tom matematičkom formom, ali nije pomenuto nikakvo lupanje srca.

Međutim, prividno neslaganje između opšte relativnosti i posmatranja u vezi s mogućnošću postojanja statičnog svemira nije dugo potrajalo (mada jeste navelo Ajnštajna da uvede modifikaciju svoje teorije koju je kasnije nazvao svojom najvećom greškom, ali o tome ću nešto više reći kasnije). Sada svako (s izuzetkom izvesnih školskih odbora u Sjedinjenim Državama) zna da svemir nije statičan, već da se širi, i da je to širenje započelo u neverovatno vrelom, gustom Velikom prasku pre približno 13,72 milijarde godina. Isto toliko je važno to što znamo da je naša galaksija samo jedna od možda 400 milijardi galaksija u vidljivom svemiru. Mi smo kao prvi zemaljski kartografi koji tek počinju da prave potpunu kartu svemira najvećih razmera. Zato ne čudi mnogo da smo poslednjih decenija svedoci revolucionarnih promena u našoj slici svemira.

Otkriće da svemir nije statičan, već da se širi, ima dubok filozofski i religiozni značaj jer je navelo na pomisao da je naš svemir imao početak. Početak podrazumeva stvaranje, a stvaranje

uzburkava osećanja. Mada je od otkrića širenja svemira 1929. godine bilo potrebno više decenija da bi zamisao o Velikom prasku dobila nezavisnu empirijsku potvrdu, papa Pije XII ga je 1951. godine pozdravio kao dokaz Postanja. Kako se izrazio:

Izgleda da je današnja nauka, jednim pogledom unazad kroz vekove, uspela da posvedoči veličanstven tren praiskonskog *Fiat Lux* [*Neka bude svetlost*], kada je, zajedno s materijom, ni iz čega izbilo more svetlosti i zračenja a elementi su se razdvojili, uzburkali i oblikovali u milione galaksija. Tako je, s konkretnošću svojstvenom fizičkim dokazima, [nauka] potvrdila zavisnost svemira od uzroka, a takođe i osnovani zaključak o epohi kad je svet nastao iz ruku Stvoritelja. Dakle, stvaranje se dogodilo. Kažemo: „Prema tome – postoji Stvoritelj. Prema tome – postoji Bog!“

Cela priča je, zapravo, malo zanimljivija. U stvari, prvi koji je izneo ideju o Velikom prasku bio je belgijski sveštenik i fizičar po imenu Žorž Lemetr. Lemetr je posedovao izuzetnu kombinaciju veština. Započeo je studije za inženjera, bio je odlikovan artiljerac iz Prvog svetskog rata, pa se dvadesetih godina prošlog veka prebacio na matematiku dok je učio za sveštenika. Potom je prešao na kosmologiju i prvo studirao kod čuvenog britanskog astrofizičara ser Artura Stenlija Edingtona, pre no što je prešao na Harvard i na kraju po drugi put doktorirao, i to iz fizike na MIT-u*.

Godine 1927, pre no što je stekao drugi doktorat, Lemetr je, zapravo, rešio Ajnštajnovu jednačinu za opštu relativnost i dokazao da ta teorija predviđa nestatičan svemir i da, u stvari, ukazuje da se svemir u kojem živimo širi. Ta ideja je izgledala toliko odvratno da se i sam Ajnštajn slikovito usprotivio izjavom: „Matematika Vam je tačna, ali Vam je fizika užasna.“

Bez obzira na to, Lemetr je nastavio punom snagom napred i 1930. godine izneo predlog da je, zapravo, naš svemir koji se širi prvo bio beskrajno mala tačka, koju je nazvao „iskonski atom“, i

* Masačusetski institut za tehnologiju. (Prim. prev.)

da je taj početak predstavljao „Dan bez jučerašnjice“, aludirajući možda na Postanje.

Tako je Veliki prasak, koji je toliko pozdravljao papa Pije, prvo predložio jedan sveštenik. Neko je mogao pomisliti da je Lemetr bio ushićen tom papskom potvrdom, ali je on u svojoj glavi već odbacio ideju da ta naučna teorija ima teološke posledice i na kraju je iz nacrtu svog rada o Velikom prasku iz 1931. godine izbacio pasus u kojem se daju komentari o tom pitanju.

U stvari, Lemetr je kasnije glasno izrekao svoje protivljenje papinoj tvrdnji iz 1951. godine o dokazu Postanja putem Velikog praska (posebno zato što je uvideo da, ukoliko bi se njegova teorija kasnije ispostavila kao netačna, tada bi mogle da se ospore i tvrdnje Rimokatoličke crkve u prilog Postanju). Do tada je već bio izabran u vatikansku Papsku akademiju, da bi kasnije postao njen predsednik. Kako se izrazio: „Koliko mogu da vidim, takva teorija ostaje potpuno van dometa svakog metafizičkog ili religioznog pitanja.“ Papa više nikad nije pomenuo tu temu u javnosti.

Ovde imamo jednu vrednu lekciju. Kao što je uvideo Lemetr, pitanje da li se Veliki prasak stvarno desio ili ne, predstavlja naučno pitanje a ne teološko. Štaviše, čak i da se Veliki prasak dogodio (što danas u ogromnoj meri potkrepljuju svi dokazi), mogli bismo izabrati da ga tumačimo na različite načine zavisno od svojih verskih ili metafizičkih sklonosti. Možete izabrati da Veliki prasak posmatrate kao nagoveštaj tvorca ako osećate tu potrebu ili da, umesto toga, tvrdite da matematika opšte relativnosti objašnjava razvoj svemira sve do njegovog početka bez intervencije ijednog božanstva. Ali takvo metafizičko teoretisanje nezavisno je od fizičke neospornosti samog Velikog praska i nebitno je za naše razumevanje tog događaja. Naravno, kako zalazimo dalje od pukog postojanja svemira koji se širi da bismo razumeli fizičke principe koji mogu objasniti njegov postanak, nauka može baciti još svetla na to razmišljanje i, kako ću tvrditi, to i čini.

U svakom slučaju, ni Lemetr ni papa Pije nisu ubedili naučni svet da se svemir širi. Umesto toga, dokazi su, kao i u svakoj dobroj nauci, došli iz pažljivih posmatranja, koja je u ovom slučaju obavio Edvin Habl, koji mi i dalje uliva veliku veru u čovečanstvo, jer je počeo kao pravnik a potom postao astronom.

Habl je prethodno došao do značajnog otkrića 1925. godine pomoću novog Hukerovog teleskopa prečnika dva i po metra u opservatoriji Maunt Vilson, koji je tada bio najveći na svetu. (Poređenja radi, sad pravimo teleskope koji su veći od njega preko deset puta u prečniku i stotinu puta po površini!) Do tada su, pomoću teleskopa koji su im tada bili na raspolaganju, astronomi mogli da primete zamagljene slike objekata koji nisu bili obične zvezde u našoj galaksiji. Nazvali su ih *nebulae*^{*}, što je, u stvari, latinska reč za „nešto zamagljeno“ (zapravo „oblak“). Takođe su raspravljali da li se ti objekti nalaze u našoj galaksiji ili izvan nje.

Budući da je u to vreme preovlađujuće mišljenje o svemiru bilo da je naša galaksija sve što postoji, većina astronoma je pripadala taboru koji je tvrdio da su ti objekti u našoj galaksiji i na čijem čelu je bio čuveni astronom Harlou Šapli sa Harvarda. Šapli je napustio školu u petom razredu i učio samostalno, da bi na kraju otišao na Prinston. Odlučio je da studira astronomiju tako što je odabrao prvi predmet koji se nalazio u programu studija. U svom originalnom radu dokazao je da je Mlečni put mnogo veći no što se ranije mislilo i da Sunce nije u njegovom središtu, nego samo u jednom zabačenom, nezanimljivom uglu. Bio je veliki autoritet u astronomiji pa su zato njegova mišljenja o prirodi maglina imala znatan uticaj.

Za Novu godinu 1925, Habl je objavio rezultate svog dvogodišnjeg proučavanja tzv. spiralnih maglina, u kojem je bio u stanju da identifikuje jednu vrstu promenljive zvezde, pod nazivom cefeida, u tim maglinama, uključujući i maglinu danas poznatu kao Andromeda.

* magline (Prim. prev.)

Prvi put uočene 1784. godine, promenljive zvezde cefeide su zvezde čiji se sjaj menja tokom nekog pravilnog perioda. Godine 1908, javnosti nepoznat i u to vreme necenjen budući astronom Henrijeta Svon Levit bila je zaposlena kao „računaljka“ u Opservatoriji koledža Harvard. („Računaljke“ su bile žene uposlene da katalogišu sjaj zvezda snimljenih na fotografskim pločama opservatorije; u to vreme ženama nije bilo dozvoljeno da koriste teleskope opservatorije.) Levitova, koja je bila ćerka sveštenika Kongregacionalne crkve i potomkinja prvih doseljenika, došla je do zapanjujućeg otkrića koje je dodatno pojasnila 1912. godine – primetila je da postoji pravilna povezanost između sjaja cefeida i perioda promene njihovog sjaja. Prema tome, ukoliko bi se mogla utvrditi udaljenost do jedne cefeide s poznatim periodom (koja je potom utvrđena 1913. godine), onda bi nam merenje sjaja drugih cefeida s istim periodom omogućilo da utvrdimo udaljenost do tih drugih zvezda!

Budući da vidljivi sjaj zvezda opada obrnuto srazmerno kvadratu rastojanja do zvezde (svetlost se ravnomerno širi po sferi čija se površina povećava kao kvadrat rastojanja, pa zato, budući da se svetlost rasprostire po većoj sferi, jačina svetlosti koja se vidi u bilo kojoj tački opada obrnuto srazmerno površini te sfere), utvrđivanje rastojanja do dalekih zvezda uvek je bilo veliki problem u astronomiji. Otkriće Levitove unelo je revoluciju u tu oblast. (I sam Habl, kojeg su odbili za Nobelovu nagradu*, često je govorio da je tu nagradu zaslužio rad Levitove, mada je bio dovoljno sebičan da je to možda predložio samo zato što bi i on bio prirodan konkurent da podeli tu nagradu s njom za svoj kasniji rad.) Godine 1924, u Švedskoj kraljevskoj akademiji nauka praktično je bila počela priprema dokumentacije za kandidovanje Levitove za Nobelovu nagradu kad se saznalo da je ona umrla od raka tri godine ranije. Snagom svoje ličnosti, smislom za samoreklamu i posmatračkom

* U to vreme Komitet za dodelu Nobelove nagrade nije smatrao astronomiju delom fizike. (Prim. prev.)

veštinom, Habl će postati čuveno ime, dok je Levitova, nažalost, poznata samo ljubiteljima te oblasti.

Habl je mogao da upotrebi svoja merenja cefeida i povezanost između perioda i luminoznosti da nesumnjivo dokaže da su cefeide u Andromedi i nekoliko drugih maglina previše daleko da bi bile unutar Mlečnog puta. Otkriveno je da je Andromeda još jedno ostrvo u svemiru, još jedna spiralna galaksija gotovo identična našoj, i jedna od preko 100 milijardi drugih galaksija koje, sad znamo, postoje u našem vidljivom svemiru. Hablov rezultat je bio dovoljno nedvosmislen da je astronomska zajednica – uključujući i Šaplja, koji je, igrom slučaja, to tada postao direktor Opservatorije Koledža Harvard u kojoj je Levitova obavila svoj revolucionarni rad – brzo prihvatila činjenicu da Mlečni put nije sve što postoji oko nas. Iznenada se veličina poznatog svemira proširila u jednom skoku mnogo više nego vekovima pre toga! Promenio se i njegov karakter, kao i gotovo sve ostalo.

Posle tog dramatičnog otkrića, Habl je mogao da leži na lovorikama, ali on je lovio veću ribu, to jest, u ovom slučaju, veće galaksije. Merenjem sve bleđih cefeida u sve daljim galaksijama, mogao je da pravi kartu svemira sve većih razmera. Međutim, kad je to uradio, otkrio je nešto drugo što je bilo još izuzetnije: svemir se širi!

Habl je došao do tog rezultata tako što je udaljenosti galaksija koje je izmerio uporedio s drugačijim skupom merenja od drugog američkog astronoma, Vesta Slajfera, koji je izmerio spektre svetlosti koja dolazi od tih galaksija. Zbog razumevanja postojanja i prirode takvih spektara potrebno je da vas vratim na sam početak savremene astronomije.

Jedno od najvažnijih otkrića u astronomiji bilo je to da je materijal koji čini zvezde i Zemlju uglavnom isti. Počelo je, kao i mnoge stvari u savremenoj nauci, od Isaka Njutna. Godine 1665, Njutn je, tada kao mlad naučnik, propustio tanak zrak svetlosti – koji je dobio tako što je svoju sobu zamračio i ostavio samo malu rupu

koju je napravio na kapku prozora – kroz prizmu, i video kako se svetlost razlaže na poznate boje duge. Zaključio je da bela svetlost sa Sunca sadrži sve te boje – i bio je u pravu.

Sto pedeset godina kasnije, drugi naučnik je pažljivije proučio razloženu svetlost, otkrio tamne pruge među bojama i zaključio da se javljaju zato što u spoljnoj atmosferi Sunca postoje materijali koji su apsorbirali svetlost nekih određenih boja ili talasnih dužina. Te „apsorpcione linije“, kako su postale poznate, mogle su da se poistovete s talasnim dužinama svetlosti za koje je merenjem utvrđeno da ih apsorbiraju poznati materijali na Zemlji, uključujući vodonik, kiseonik, gvožđe, natrijum i kalcijum.

Godine 1868, još jedan naučnik je primetio dve nove apsorpcione linije u žutom delu solarnog spektra koje nisu odgovarale nijednom poznatom elementu na Zemlji. Zaključio je da to mora biti zbog nekog novog elementa, kojem je dao naziv „helijum“. Jednu generaciju kasnije, helijum je prvi put izolovan na Zemlji.

Proučavanje spektra zračenja koje dolazi s drugih zvezda važno je naučno sredstvo za razumevanje njihovog sastava, temperature i evolucije. Počev od 1912. godine, Slajfer je posmatrao spektre svetlosti koja je stizala iz raznih spiralnih maglina i utvrdio da su ti spektri slični spektrima bliskih zvezda – osim što su sve apsorpcione linije pomerene za istu vrednost talasne dužine.

Dotad se shvatilo da taj fenomen nastaje usled poznatog „Doplerovog efekta“, nazvanog po austrijskom fizičaru Kristijanu Dopleru, koji je 1842. godine objasnio da će talasi koji do vas stižu od pokretnog izvora biti razvučeni ukoliko se taj izvor udaljava od vas a sabijeni ukoliko se kreće ka vama. To je manifestacija fenomena koji nam je svima poznat i koji me obično podseti na strip Sidnija Harisa u kojem dva kauboja na konjima u ravnici gledaju voz u daljini, a jedan od njih kaže drugom: „Volim da čujem to usamljeno zavijanje sirene voza dok se menja magnituda frekvencije usled Doplerovog efekta!“ I zaista, sirena voza ili ambulatnog vozila ima

viši zvuk ukoliko se taj voz ili ambulatno vozilo kreće prema vama a niži ukoliko se udaljava od vas.

Ispostavlja se da se isti taj fenomen dešava kod svetlosnih talasa kao i kod zvučnih, mada iz nešto drugačijih razloga. Svetlosni talasi od izvora koji se udaljava od vas, bilo usled njegovog lokalnog kretanja u svemiru bilo zbog širenja svemira između njega i vas, biće razvučeni pa će zato izgledati crvenije nego što bi inače izgledali, jer se crvena boja nalazi na dužem kraju talasnih dužina vidljivog spektra, dok će talasi od izvora koji se kreće ka vama biti sabijeni i izgledati plavlje.

Slajfer je 1912. godine primetio da su gotovo sve apsorpcione linije svetlosti koja je stizala iz svih tih spiralnih maglina bile sistematično pomaknute ka većim talasnim dužinama (mada su neke, kao iz Andromede, bile pomaknute prema manjim talasnim dužinama). Pravilno je zaključio da se, prema tome, većina tih objekata udaljava od nas velikom brzinom.

Habl je mogao da upoređi svoja posmatranja udaljenosti tih spiralnih galaksija (dotad se već znalo da su to galaksije) sa Slajferovim merenjima brzina kojima su se one udaljavale. Godine 1929, uz pomoć jednog zaposlenog u opservatoriji Maunt Vilson, Miliona Hjumasona (čiji je tehnički talenat bio takav da je posao u Maunt Vilsonu dobio a da nije imao ni diplomu srednje škole), objavio je otkriće izuzetne empirijske veze, koja se sad zove Hablov zakon: postoji linearna povezanost između brzine udaljavanja i udaljenosti galaksija. To jest, što su galaksije dalje od nas, to se udaljavaju većom brzinom!

Kad nam se prvi put predoči ta izuzetna činjenica – da se gotovo sve galaksije udaljavaju od nas, i da se one koje su dvaput dalje kreću dvaput brže, one koje su triput dalje triput brže itd. – izgleda da je očigledno šta to znači: *Mi smo centar svemira!*

Kao što predlažu neki prijatelji, treba da se svakodnevno podsećam da *to nije tako*. Tačnije, to je odgovaralo upravo odnosu koji je predvideo Lemetr. Naš svemir se zaista širi.