

POHVALE ZA NILA DE GRASA TAJSONA

„[Tajson] se bavi velikim nizom tema [...] s velikom duhovitošću, skromnošću i, što je najvažnije, čovečnošću.“

– *Entertainment Weekly*

„Biti hvaljen astrofizičar je jedno. Imati dar da se šalite u pravo vreme je nešto drugo. Obično nemate i jedno i drugo, ali to je Nil.“

– Džon Stjuart, *The Daily Show*

„Tajson je rok zvezda čija je strast prema zakonima prirode ravna njegovim atraktivnim objašnjenjima tema koje se kreću od tamne materije do apsurdnosti zombija.“

– *Parade*

„Teško je zamisliti boljeg čoveka za svežu priču o kosmosu od Nila de Grasa Tajsona.“

– Denis Ouverbi, *New York Times*

„[Tajson] je prepun ideja.“

– Lisa de Moraes, *Washington Post*

„Nil de Gras Tajson je možda i najbolji živi portparol nauke.“

– Met Blam, *Wired*

„Tajson [...] je samouveren i vešt popularizator nauke.“

– *People*

„Pravi naslednik Karla Segana po retkoj kombinaciji mudrosti i sposobnosti komunikacije.“

– Set Makfarlan, tvorac animirane serije *Family Guy*

DRUGE KNJIGE NILA DE GRASA TAJSONA

Svemirske hronike: suočavanje s krajnjom granicom

Dosije Pluton: uspon i pad omiljene američke planete

*Nastanci: četrnaest milijardi godina kosmičke evolucije
(s Donaldom Goldsmitom)*

SMRT
U CRNOJ
RUPI

I DRUGE KOSMIČKE NEVOLJE

NIL DE GRAS TAJSON

Preveo

Milan Perić

 **McMillan**

Naslov originala:

Neil deGrasse Tyson
Death by Black Hole
and Other Cosmic Quandaries

Copyright © 2007 by Neil deGrasse Tyson

Copyright © 2016 za izdanje na srpskom jeziku, McMillan

Fotografija autora na koricama:
©2013 AMNH, Photo by Roderick Mickens

This translation of DEATH BY BLACK HOLE
is published by McMillan d.o.o. by arrangement with
W. W. Norton & Company, Inc.

Ovaj prevod dela SMRT U CRNOJ RUPI objavio je McMillan
d.o.o. u dogovoru s W. W. Norton & Company, Inc.

SADRŽAJ

<i>Predgovor</i>	9
<i>Zahvalnice</i>	11
<i>Prolog: početak nauke</i>	13
DEO 1 PRIRODA ZNANJA	
<i>Problemi saznavanja onoga što se može saznati u svemiru</i>	
1. Da shvatimo gde smo	21
2. Na zemlji kao i na nebu	26
3. Očima ne treba verovati	32
4. Informaciona zamka	41
5. Nauka pomoću štapa u blatu	51
DEO 2 ZNANJE O PRIRODI	
<i>Problemi otkrivanja sadržaja kosmosa</i>	
6. Putovanje iz središta Sunca	59
7. Parada planeta	64
8. Skitnice Sunčevog sistema	73
9. Pet Lagranžovih tačaka	82
10. Antimaterija je materijalno značajna	88

DEO 3 PRIRODA PRIRODE

Kako se priroda predstavlja radoznavalom umu

11. Važno je biti konstantan	95
12. Ograničenja brzine	102
13. Balističko kretanje	108
14. O gustini	115
15. Iznad duge	122
16. Prozori u kosmos	129
17. Boje kosmosa	136
18. Kosmička plazma	142
19. Vatra i led	147

DEO 4 SMISAO ŽIVOTA

Problemi i trijumfi saznavanja otkud mi ovde

20. Prah prahu	157
21. Iskovano u zvezdama	163
22. Uvedite oblake!	169
23. Zlatokosa i tri planete	175
24. Vode, vode!	181
25. Životni prostor	188
26. Život u svemiru	195
27. Naš radio-mehur	203

DEO 5 KAD SVEMIR POSTANE ZAO

Na koje sve načine kosmos hoće da nas ubije

28. Haos u Sunčevom sistemu	213
29. Nove atrakcije	218
30. Krajevi sveta	226

31. Galaktički motori	231
32. Potamanite ih!	237
33. Smrt u crnoj rupi	243

DEO 6 NAUKA I KULTURA

Burna veza između kosmičkih otkrića i reakcije javnosti na njih

34. Šta sve ljudi govore	251
35. Strah od brojeva	257
36. O zbunjenosti	262
37. Tragovi stopala u pesku nauke	267
38. Neka bude tama	276
39. Holivudske noći	282

DEO 7 NAUKA I BOG

Kad se sukobe načini saznavanja

40. U početku	291
41. Sveti ratovi	299
42. Opseg neznanja	305

<i>Literatura</i>	313
-------------------	-----

<i>Indeks imena</i>	319
---------------------	-----

<i>Indeks pojmova</i>	323
-----------------------	-----

Moja je pretpostavka da je svemir
ne samo čudniji nego što pretpostavljamo,
već je čudniji nego što možemo da pretpostavimo.

– DŽ. B. S. HOLDEJN

Mogući svetovi (Possible Worlds, 1927)

Predgovor

Svemir vidim ne kao skup objekata, teorija i pojava, već kao ogromnu pozornicu s glumcima koje vode zamršeni obrti radnje i priče. I zato, kad pišem o kosmosu, čini mi se da je prirodno da uvedem gledaoce u to pozorište, iza scene, da sami izbliza vide kako izgledaju kulise, kako su napisani scenariji i kuda će nas dalje odvesti priče. Sve vreme mi je cilj da prenesem uvide u to kako svemir funkcioniše, što je teže od prostog prenošenja činjenica. Usput se javljaju trenuci da se i sam junak drame nasmeje ili namrgodi kad kosmos to zatraži. Javljaju se i trenuci da se na smrt preplaši kad kosmos i to zatraži. Zato knjigu *Smrt u crnoj rupi* zamišljam kao čitaočev portal ka svemu u svemiru što nas uzbuđuje, prosvetljuje i zastrašuje.

Sva poglavlja su se, u ovom ili onom obliku, prvo pojavila na stranicama časopisa *Natural History* u rubrici „Svemir“ i obuhvataju period od 11 godina, od 1995. do 2005. godine. Knjiga *Smrt u crnoj rupi* predstavlja neku vrstu „najboljeg od svemira“ i sadrži neke od najtraženijih eseja koje sam napisao, neznatno prerađenih radi kontinuiteta i kako bi odrazili nove trendove u nauci.

Tebi, čitaоче, pružam ovu zbirku, koja će ti možda dobro doći kao odmor od svakodnevne kolotečine.

Nil de Gras Tajson
Njujork
Oktobar 2006.

Zahvalnice

Što se tiče svemira, ja sam zvanično stručnjak za zvezde, evoluciju zvezda i strukturu galaksija. I zato o tolikom mnoštvu tema u ovoj zbirci nikako ne bih mogao da pišem s autoritetom bez pažljivih pogleda kolega čiji su komentari na moje mesečne tekstove često pravili razliku između opisa jednostavne ideje i nijansiranja ideje značenjem izvedenim s granica kosmičkih otkrića. Za pitanja u vezi sa solarnim sistemom zahvalan sam Riku Binzelu, bivšem kolegi s postdiplomskih studija, a sada profesoru planetnih nauka na MIT-u*. Njega sam često zvao telefonom u očajničkoj potrazi za proverom činjenica o onome što sam napisao ili što sam planirao da napišem o planetama i njihovim okruženjima.

Tu ulogu su imali i profesori astrofizike sa Prinstona Brus Drejn, Majkl Straus i Dejvid Spergel, čija mi je kolektivna stručnost u oblasti kosmohemije, galaksija i kosmologije omogućila da doprem dublje u to obilje mesta u kosmosu nego što bi inače bilo moguće. Oni koji su od mojih kolega bili u najbližem dodiru s tim esejima jesu Robert Lapton sa Prinstona, koji mi, budući da je valjano obrazovan u Engleskoj, izgleda kao da zna sve o svačemu. Za većinu eseja u ovoj knjizi, Robert mi je svojom izuzetnom pažnjom kako prema naučnim tako i prema književnim detaljima, svakog meseca pružao pouzdano poboljšanje za bilo šta što sam napisao. Još jedan kolega i čovek širokog obrazovanja koji nadgleda moj rad je Stiven Souter. Moji tekstovi su nekako nepotpuni ukoliko ih prvo ne dam njemu da ih pogleda.

Što se tiče književnog sveta, 1995. godine Elen Gouldenson, koja je bila moja prva urednica u časopisu *Natural History*, pozvala me je da pišem kolumnu pošto je čula moj intervju na Nacionalnom javnom radiju. Odmah sam se složio. A taj mesečni zadatak je i dalje jedan od poslova koji me najviše iscrpljuju i najviše oduševljavaju. Moja sadašnja urednica

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

Ejvis Lang nastavlja posao koji je započela Elen, obezbeđujući da, bez kompromisa, kažem ono što mislim i mislim ono što kažem. I jednoj i drugoj sam dužnik za vreme koje su uložile da od mene naprave boljeg pisca. Drugi ljudi koji su pomogli da se popravi ili na neki drugi način poboljša sadržaj jednog ili više eseja su Filip Branford, Bobi Fogel, Ed Dženkins, En Rej Džonas, Betsi Lerner, Mordekaj Mark Maklou, Stiv Nejpijer, Majkl Ričmond, Brus Stuc, Frank Samers i Rajan Vajat. Dobrovoljac iz planetarijuma Hejden Kajri Bouhin-Tinč napravio je herojski prvi pregled da mi pomogne da organizujem svet ove knjige. Zahvalnost upućujem i Piteru Braunu, glavnom uredniku časopisa *Natural History*, za ukupnu podršku mojim spisateljskim naporima i za odobrenje da eseje koje sam odabrao ponovo objavim u ovoj zbirci.

Ova stranica bi bila nepotpuna bez kratkog spominjanja duga koji imam prema Stivenu Džezu Guldu, čija je kolumna „Ovaj pogled na svet“ u časopisu *Natural History* doživela objavljivanje trista eseja. Za taj časopis smo naporedo pisali sedam godina, od 1995. do 2001. godine i nije prošao nijedan mesec u kojem nisam osećao njegovo prisustvo. Stiven je praktično izmislio savremenu formu eseja i očigledan je njegov uticaj na moj rad. Kad god je neophodno da zaronim duboko u istoriju nauke, uzeo bih i listao krhke stranice retkih knjiga iz prošlih vekova, kako je to često činio i Guld, i izvlačio iz njih bogate primere kako su oni koji su došli pre nas pokušali da shvate funkcionisanje sveta prirode. Njegova prerana smrt sa 60 godina, kao i smrt Karla Segana sa 62 godine, ostavila je prazninu u svetu popularizacije nauke koja ostaje nepopunjena do dan-danas.

PROLOG: Početak nauke

Uspješnost poznatih zakona fizike da objasne svet oko nas stalno je stvarala neke samouverene i nadmene stavove prema nivou znanja čoveka, naročito kada se praznine u našem znanju o objektima i pojavama doživljavaju kao male i beznačajne. Nobelovci i drugi uvaženi naučnici nisu imuni na takve stavove, a u nekim slučajevima su se i obrukali.

Tokom govora koji je 1894. godine prilikom svečanog otvaranja Rajersonove laboratorije za fiziku na Univerzitetu Čikago držao Albert A. Majklson, budući nobelovac, došlo je do čuvenog predviđanja kraja nauke:

Svi važniji fundamentalni zakoni i činjenice fizike su otkriveni i tako su čvrsto utemeljeni da je mogućnost da ikad budu potisnuti usled novih otkrića izuzetno slaba. [...] Buduća otkrića se moraju tražiti na šestom decimalnom mestu. (Barou, 1988, str. 173)

Jedan od najbriljantnijih astronoma tog vremena Sajmon Njukom, koji je bio i saosnivač Američkog astronomskog društva, imao je slične stavove kao i Majklson kad je 1888. godine konstatovao: „Verovatno se približavamo granici svega što možemo da znamo o astronomiji.“ (1888, str. 65) Čak je i veliki fizičar lord Kelvin po kojem je, kao što ćemo videti u Delu 3, nazvana apsolutna temperaturna skala, postao žrtva sopstvene samouverenosti kad je 1901. godine ustvrdio: „Danas se više ne može otkriti ništa novo u fizici. Jedino što preostaje je sve preciznije merenje.“ (1901, str. 1) Ti komentari su izraženi u vreme kad se još pretpostavljalo da je luminiferni etar bio medijum u kojem se svetlost kreće kroz prostor

i kad je neznatna razlika između uočene i predviđene putanje Merkura oko Sunca bila realna i nerazjašnjena. U to vreme se smatralo da su ti problemi mali i da su potrebne možda samo blage korekcije poznatih fizičkih zakona kako bi se oni objasnili.

Na sreću, Maks Plank, jedan od utemeljivača kvantne mehanike, imao je veću sposobnost predviđanja od svog mentora. U predavanju iz 1924. godine on se priseća saveta koji je dobio 1874. godine:

Kad sam započeo studije fizike i zatražio savet od svog cenjenog profesora Filipa fon Žolija [...], on mi je opisao fiziku kao veoma razvijenu, gotovo potpuno sazrelu nauku. [...] Verovatno će se tu i tamo možda pojaviti neka čestica prašine ili mali mehur koji će biti potrebno proučiti i klasifikovati, ali je sistem u celini bio prilično siguran, a teorijska fizika se vidljivo približila onom stepenu savršenstva koji je, na primer, već vekovima imala geometrija. (1996, str. 10)

Plank u početku nije imao razloga da sumnja u stavove svog profesora. Ali, kad naše klasično shvatanje načina na koji materija emituje energiju nije moglo da se usaglasi s eksperimentom, Plank je 1900. godine nerado postao revolucionar ukazavši da postoji kvant, nedeljiva jedinica energije koja je nagovestila eru nove fizike. U narednih 30 godina doći će do otkrića specijalne i opšte teorije relativnosti, kvantne mehanike i svemira koji se širi.

Zbog sve te ranije kratkovidosti, pomislili biste da bi briljantni i plodni fizičar Ričard Fajnman bio mudriji. U svojoj simpatičnoj knjizi *Karakter zakona fizike (The Character of Physical Law)* iz 1965. godine, on izjavljuje:

Veoma smo srećni što živimo u dobu u kojem i dalje nešto otkrivamo. [...] Doba u kojem živimo je doba u kojem otkrivamo fundamentalne zakone prirode, a taj dan više nikad neće ponovo doći. To je veoma uzbudljivo, čudesno, ali će ta uzbuđenost morati da prođe. (Fajnman, 1994, str. 166)

Ne tvrdim da baš ja znam kad će da dođe kraj nauke, ili gde bi se taj kraj mogao nalaziti, ili da li uopšte i postoji kraj. Ono što znam je to da je naša vrsta gluplja nego što to obično sebi priznajemo. Ta ograničenost

naših mentalnih sposobnosti, a ne nužno same nauke, uverava me da smo tek počeli da shvatamo svemir.

Pretpostavimo, na tren, da su ljudi najpametnija vrsta na Zemlji. Ukoliko, rasprave radi, definišemo „pamet“ kao sposobnost vrste da se bavi apstraktnom matematikom, onda bi se dalje moglo pretpostaviti da su ljudi jedina pametna vrsta koja je ikad živela.

Kakve su šanse da ta prva i jedina pametna vrsta u istoriji života na Zemlji ima dovoljno pameti da potpuno dokuči kako funkcioniše svemir? Evoluciono gledano, šimpanze su za debljinu dlake daleko od nas, a ipak možemo da se složimo da nikakva količina podučavanja neće pretvoriti šimpanzu u stručnjaka za trigonometriju. A sad zamislite vrstu na Zemlji, ili bilo gde drugde, koja je u odnosu na ljude pametna onoliko koliko su ljudi pametni u odnosu na šimpanze. Koliko bi ta vrsta mogla da dokuči o svemiru?

Ljubitelji igre iks-oks znaju da su pravila te igre dovoljno jednostavna da je u svakoj igri moguće pobediti ili igrati nerešeno – ukoliko znate koji prvi potez da odigrate. Ali mala deca je igraju kao da je ishod dalek i nesaznatljiv. Pravila borbe su jasna i jednostavna i za šah, ali kako ta igra napreduje tako se eksponencijalno povećava problem predviđanja narednog niza poteza vašeg protivnika. Zato odrasli – pa čak i oni pametni i talentovani – doživljavaju tu igru kao izazov i igraju je kao da je njen kraj misterija.

Pređimo na Isaka Njutna, koji je na čelu moje liste najpametnijih ljudi koji su ikad živeli. (Nisam jedini koji tako misli. Na njegovoj bisti na koledžu Trinitu u Engleskoj stoji natpis *Qui genus humanum ingenio superavit*, što u slobodnom prevodu s latinskog znači: „Među svim ljudima nema većeg intelekta.“) Šta je Njutn zapazio o nivou svog znanja?

Ne znam kako se činim svetu, ali sebi sam izgledao samo kao dečak koji se igra na obali i zabavlja tako što tu i tamo pronađe glatkiji kamenčić ili lepšu školjku od obične, dok je predamnom ležao neotkriven veliki okean istine. (Bruster, 1860, str. 331)

Šahovska tabla našeg svemira otkrila je neka od svojih pravila, ali se veliki deo kosmosa i dalje ponaša misteriozno – kao da i dalje ima tajnih, skrivenih normi kojih se pridržava. To bi bila pravila koja se ne nalaze u pravilniku koji smo do sada ispisali.

Razlika između znanja o objektima i pojavama koje se kreću u okviru parametara poznatih zakona fizike i znanja o samim zakonima fizike važna je za svako uviđanje da se nauka možda bliži kraju. Najveće otkriće svake vrste i svih vremena bilo bi otkriće života na Marsu ili ispod plutajućih ledenih pokrivača Jupiterovog meseca Evrope. Ipak, možete da se kladite da će fizika i hemija njegovih atoma biti ista kao i fizika i hemija atoma ovde na Zemlji. Nisu potrebni nikakvi novi zakoni.

Ali hajde da zavirimo u nekoliko nerešenih problema iz utrobe savremene astrofizike koji iznose na videlo širinu i dubinu našeg sadašnjeg neznanja, a čija rešenja, koliko znamo, čekaju na otkriće potpuno novih grana fizike.

Iako smo veoma sigurni u tačnost Velikog praska kao opisa nastanka svemira, možemo samo da spekuliramo šta leži iza našeg kosmičkog horizonta, 13,7 milijardi svetlosnih godina daleko od nas. Možemo samo da nagađamo šta se desilo pre Velikog praska ili zašto je Veliki prasak uopšte trebalo da se desi. Neka predviđanja, s granica kvantne mehanike, dopuštaju da je naš svemir koji se širi nastao usled samo jedne fluktuacije iz primordijalne pene prostorvremena, a da su bezbrojne druge fluktuacije izrodile bezbroj drugih univerzuma.

Ubrzo posle Velikog praska, kad pokušavamo da nateramo kompjutere da naprave stotine milijardi galaksija ovog svemira, imamo problem da istovremeno uporedimo opservacione podatke iz ranog i kasnog doba svemira. I dalje nam izmiče dosledan opis formiranja i evolucije opšte strukture svemira. Čini se da nam nedostaju neki važni delovi slagalice.

Njutnovi zakoni kretanja i gravitacije su stotinama godina izgledali dobro, sve dok nije postalo neophodno da se modifikuju Ajnštajnovim teorijama kretanja i gravitacije – teorijama relativnosti. Sada je dominantna relativnost. A dominantna je i kvantna mehanika, opis našeg atomskog i nuklearnog univerzuma. Izuzev što, po našem shvatanju, Ajnštajnova teorija gravitacije ne može da se usaglasi s kvantnom mehanikom. Svaka od njih predviđa drugačije fenomene za oblast u kojoj bi mogle da se preklapaju. Nešto mora da popusti. Ili nedostaje deo Ajnštajnovе teorije gravitacije koji joj omogućava da prihvati principe kvantne mehanike, ili nedostaje deo kvantne mehanike koji joj omogućava da prihvati Ajnštajnovu gravitaciju.

Možda postoji i treća mogućnost – potreba za većom, sveobuhvatnom teorijom koja zamenjuje obe ove teorije. U stvari, izmišljena je teorija struna i pozvana da uradi upravo to. Ona pokušava da postojanje celokupne

materije, energije i njihovih interakcija svede samo na postojanje struna energije koje vibriraju u višim dimenzijama. Različiti vidovi vibracija bi se u našim ništavnim dimenzijama prostora i vremena pokazivali kao različite čestice i sile. Mada teorija struna ima sledbenike više od 20 godina, njene tvrdnje se i dalje nalaze izvan naše trenutne sposobnosti da eksperimentalno proverimo njene formalizme. Skepticizam je veoma raširen, ali i pored toga mnogi ne gube nadu.

Još ne znamo koje su okolnosti ili sile omogućile neživoj materiji da se sklopi u život kakav poznajemo. Da li postoji neki mehanizam ili zakon hemijskog samoorganizovanja koji izmiče našoj svesti jer nemamo ništa s čim bismo uporedili svoju zemaljsku biologiju, pa ne možemo da ocenimo šta je neophodno, a šta nebitno za stvaranje života?

Od pionirskog rada Edvina Habla tokom dvadesetih godina prošlog veka znamo da se svemir širi, ali smo tek nedavno saznali da se i ubrzava usled nekog antigravitacionog pritiska nazvanog „tamna energija“, za čije razumevanje nemamo nikakvu radnu hipotezu.

Na kraju krajeva, bez obzira koliko smo sigurni u svoja posmatranja, eksperimente, podatke ili teorije, moramo da se vratimo kući znajući da 85 procenata sve gravitacije u kosmosu dolazi iz nepoznatog, tajnovitog izvora koji i dalje uopšte ne može da se detektuje nijednim sredstvom koje smo ikada izmislili za posmatranje svemira. Koliko možemo da kažemo, on se ne sastoji od običnog materijala poput elektrona, protona i neutrona niti od bilo kojeg oblika materije ili energije koji interaguje s njima. Fantomsku tvar koja je kriva za to zovemo „tamna materija“, i ona je i dalje jedna od najvećih zagonetaka.

Da li išta od ovoga zvuči kao kraj nauke? Da li išta od ovoga zvuči kao da vladamo situacijom? Da li išta od ovoga zvuči kao da je vreme da čestitamo sebi? Meni to zvuči kao da smo bespomoćni idioti i da se ne razlikujemo od svog bliskog rođaka šimpanze koji pokušava da nauči Pitagorinu teoremu.

Možda sam malo grub prema homo sapijensu i možda sam preterao s analogijom sa šimpanzom. Možda pitanje nije koliko je pametna jedinka jedne vrste, već koliko je pametan kolektivni mozak cele vrste. Putem konferencija, knjiga, drugih medija i, naravno, interneta, ljudi rutinski dele svoja otkrića s drugima. Dok darvinovsku evoluciju pokreće prirodna selekcija, razvoj ljudske kulture je u velikoj meri lamarkovski i u njemu nove generacije ljudi nasleđuju otkrića koja su ostvarile prošle generacije, što omogućava da se bezgranično akumuliraju saznanja o kosmosu.

Prema tome, svako naučno otkriće dodaje jednu prečagu lestvicama znanja čiji kraj nije na vidiku jer te lestvice gradimo usput. Koliko se meni čini, dok sklapamo i dižemo uvis te lestvice, mi ćemo večno otkrivati tajne svemira – jednu po jednu.

DEO 1

PRIRODA ZNANJA

PROBLEMI SAZNAVANJA ONOGA
ŠTO SE MOŽE SAZNATI U SVEMIRU

JEDAN

DA SHVATIMO GDE SMO

Imajući svojih pet čula, čovek istražuje svemir oko sebe i tu avanturu zove nauka.

– EDVIN P. HABL (1889–1953), *Priroda nauke*
(*The Nature of Science*)

Od naših pet čula, vid nam je najznačajniji. Oči nam omogućavaju da registrujemo informacije ne samo s drugog kraja sobe već i s drugog kraja svemira. Bez vida se nikad ne bi rodila astronomija, a naša sposobnost da odmerimo svoje mesto u svemiru bila bi beznadežno sputana. Pomislite na slepe miševе. Kakve god tajne slepi miševi prenosili s jedne na drugu generaciju, možete da se kladite da se nijedna ne zasniva na izgledu noćnog neba.

Kad se zamisle kao skup eksperimentalnih instrumenata, naša čula imaju zapanjujuću oštrinu i raspon osjetljivosti. Naše uši mogu da primete gromoglasno lansiranje spejs šatla, ali mogu i da čuju komarca koji zuji trideset centimetara daleko od glave. Čulo dodira nam omogućava da osetimo veličinu kugle za kuglanje koja nam je pala na nožni palac, baš kao što možemo i da primetimo kad nam po ruci gamiže buba teška jedan miligram. Neki ljudi uživaju da žvaću ljute habanero paprike dok osjetljivi jezici mogu da prepoznaju prisustvo ukusa hrane na nivou od nekoliko delova u milion. A naše oči mogu da primete blistavo peščano tlo na sunčanoj plaži, ali te iste oči nemaju poteškoća da zapaze jednu jedinu šibicu, tek upaljenu, više desetina metara daleko na drugom kraju zamračene dvorane.

Ali pre no što se zanesemo u veličanju samih sebe, imajte u vidu da ono što dobijamo u širini, gubimo u preciznosti – nadražaje iz sveta

registrujemo u logaritamskim, a ne linearnim priraštajima. Na primer, ukoliko energiju jačine zvuka povećate za faktor 10, vaše uši će oceniti da je ta promena prilično mala. Povećajte je za faktor 2 i jedva da ćete to primetiti. Isto važi i za našu sposobnost merenja svetlosti. Ako ste ikada posmatrali potpuno pomračenje Sunca, možda ste primetili da Mesec mora da pokrije barem 90 procenata Sunčevog diska pre no što iko komentariše da se nebo pomračilo. Skala magnituda za sjaj zvezda, dobro poznata akustična decibelna skala i seizmička skala za jačinu zemljotresa – sve su one logaritamske, delimično zbog naše biološke sklonosti da na taj način gledamo, čujemo i osećamo svet.

ŠTA SE, AKO SE IŠTA, nalazi van dometa naših čula? Da li postoji način saznavanja koji prevazilazi naša biološka sredstva komunikacije s okruženjem?

Imajte na umu da ljudska mašina, mada je dobra u dešifrovanju osnovnih stvari u našem neposrednom okruženju – poput toga kad je dan ili noć, ili kad neko stvorenje namerava da nas pojede – ima veoma malo talenta za dešifrovanje funkcionisanja ostatka prirode bez naučnih instrumenata. Ukoliko želimo da znamo čega tamo ima, onda su nam potrebni i drugi detektori pored onih s kojima smo rođeni. Gotovo u svakom slučaju, posao naučnog aparata je da nadmaši širinu i dubinu naših čula.

Neki ljudi se hvale da imaju šesto čulo i izjavljuju da znaju ili vide stvari koje drugi ne mogu. Predskazivači sudbine, čitači misli i mistici su na vrhu liste onih koji tvrde da imaju misteriozne moći. Time izazivaju opšte divljenje kod drugih ljudi, a naročito kod izdavača i televizijskih producenata. Sporna oblast parapsihologije je utemeljena na očekivanju da bar neki ljudi zaista poseduju takve talente. Za mene je najveća misterija to zašto toliko vidovnjaka koji proriču sudbinu biraju da rade preko telefona na TV stanicama umesto da postanu nenormalno bogati trgujući fjučersima na Vol Stritu. A evo i naslova u vestima koji niko od nas nije video: „Vidovnjak dobio na lutriji.“

Sasvim nezavisno od te misterije, stalni neuspesi kontrolisanih, dvostruko slepih eksperimenata koji bi potkrepili tvrdnje parapsihologije ukazuju da je ono što se dešava pre besmislica nego šesto čulo.

S druge strane, savremena nauka se služi desetinama čula. A naučnici ne tvrde da su ta čula izraz posebnih moći, već samo posebne opreme.

Naravno, na kraju ta oprema pretvara informacije prikupljene od tih dodatnih čula u jednostavne tabele, grafikone, dijagrame ili slike koje mogu da protumače naša urođena čula. U originalnoj naučnofantastičnoj seriji *Zvezdane staze*, posada koja se teleportirala s broda na nepoznatu planetu uvek je sa sobom nosila trikorder – ručni uređaj koji je mogao da analizira osnovna svojstva svega na šta bi naišli, bilo živog bilo neživog. Kad bi mahнули trikorderom nad određenim objektom, on bi emitovao čujan svemirski zvuk koji bi korisnik tumačio.

Pretpostavimo da tačno ispred nas stoji sjajna masa neke nepoznate materije. Bez pomoći nekog dijagnostičkog instrumenta kao što je trikorder, ne bismo znali ništa o hemijskom ili nuklearnom sastavu te mase. A ne bismo mogli da znamo ni da li ima elektromagnetno polje niti da li snažno emituje gama zrake, iks zrake, ultraljubičaste zrake, mikrotalase ili radio-talase. Ne bismo mogli ni da utvrdimo čelijsku niti kristalnu strukturu te mase. Kad bi ta masa bila daleko u svemiru i izgledala kao nejasna tačka svetlosti na nebu, naših pet čula nam ne bi pružilo nikakva saznanja o njenoj udaljenosti, brzini kretanja kroz svemir niti o njenoj brzini rotacije. Osim toga, ne bismo imali ni sposobnost da vidimo spektar boja koje sačinjavaju svetlost koju ona emituje niti bismo mogli da znamo da li je ta svetlost polarizovana.

Bez opreme da potpomogne našu analizu i bez naročitog poriva da razrešimo šta je ta stvar, sve što možemo da javimo svemirskom brodu je: „Kapetane, to je nekakva masa.“ Uz izvinjenje Edvinu P. Hablu, citat kojim započinje ovo poglavlje, iako je pronicljiv i poetičan, trebalo je da bude:

Imajući svojih pet čula, uz teleskope i mikroskope i masene spektrometre i seizmografe i magnetometre i akcelerate čestica i detektore celog elektromagnetnog spektra, mi istražujemo svemir oko sebe i tu avanturu zovemo nauka.

Zamislite koliko bi nam bogatije izgledao svet i koliko bi ranije bila otkrivena priroda svemira da smo rođeni s veoma preciznim, podesivim očima. Izaberete radio-talasi deo spektra i dnevno nebo postane mračno kao noć. To nebo bi istačkali sjajni i čuveni izvori radio-talasa, kao što je središte Mlečnog puta, koje se nalazi iza nekih od glavnih zvezda sazvežđa Strelac. Podesite oči na mikrotalase i ceo kosmos zasija od preostalog zračenja mladog svemira, zida svetlosti poslate 380.000 godina

posle Velikog praska. Podesite na iks zrake i odmah uočavate gde se nalaze crne rupe s materijom koja spiralno upada u njih. Podesite na gama zrake i vidite džinovske eksplozije rasute po celom svemiru, približno jednu dnevno. Posmatrate uticaj eksplozije na okolni materijal dok se on zagreva i sija u drugim frekventnim opsezima svetlosti.

Da smo rođeni s magnetnim detektorima, kompas nikad ne bi bio izmišljen jer nam nikad ne bi ni bio potreban. Samo se podesite prema linijama Zemljinog magnetnog polja i iza horizonta će se nazreti smer magnetnog severa kao zemlja Oz. Kad bismo u svojim mrežnjačama imali analizatore spektra, ne bismo morali da se pitamo šta udišemo. Mogli bismo samo da pogledamo u registar i da saznamo da li vazduh sadrži dovoljno kiseonika za održavanje ljudskog života. A i saznali bismo pre mnogo hiljada godina da zvezde i magline u galaksiji Mlečni put sadrže iste hemijske elemente koji se nalaze ovde na Zemlji.

A da smo rođeni s velikim očima i ugrađenim dopler detektorima kretanja, odmah bismo videli, čak i dok smo bili mumlajući pećinski ljudi, da se ceo svemir širi – a da se sve daleke galaksije udaljavaju od nas.

Da su nam oči imale rezoluciju mikroskopa visokih performansi, niko nikad ne bi krivio bes bogova za kugu i druge bolesti. Bakterije i virusi od kojih se razboljevamo bili bi jasno vidljivi dok gamižu po našoj hrani ili dok nam se provlače kroz otvorene rane na koži. Pomoću jednostavnih eksperimenata mogli bismo da lako prepoznamo koji od tih bacila su loši, a koji su dobri. A, naravno, i problemi postoperativne infekcije bi bili identifikovani i rešeni stotinama godina ranije.

Kad bismo mogli da detektujemo čestice s velikom energijom, uočili bismo radioaktivne materije s velike udaljenosti. Ne bi nam bili potrebni Gajgerovi brojači. Čak bismo mogli i da posmatramo kako gas radon izbija kroz pod podruma naše kuće i ne bismo morali da platimo nekome da nam to kaže.

IZOŠTRAVANJE NAŠIH ČULA od rođenja i tokom detinjstva omogućava nam da, kao odrasli ljudi, dajemo sud o događajima i pojavama u svom životu i da kažemo da li „imaju smisla“. Problem je to što gotovo nijedno od naučnih otkrića iz prošlog veka nije proisteklo iz neposredne primene naših pet čula. Umesto toga, ona su proistekla iz neposredne primene matematike i opreme koje prevazilaze čula. Ta jednostavna činjenica je u potpunosti odgovorna za to što prosečnom čoveku relativnost, fizika

čestica i teorija desetodimenzionalnih struna nemaju nikakvog smisla. U tu listu uključite i crne rupe, crvotočine i Veliki prasak. U stvari, te ideje nemaju mnogo smisla ni naučnicima, ili ga nemaju bar dok ne utrošimo mnogo vremena na istraživanje svemira pomoću svih čula koja su nam tehnološki dostupna. Ono što se na kraju javlja jeste noviji i viši nivo „zdravog razuma“ koji omogućava naučniku da razmišlja kreativno i da donosi sud o neobičnom dubokom svetu atoma ili o nepojmljivoj sferi prostora viših dimenzija. Nemački fizičar dvadesetog veka Maks Plank izneo je slično zapažanje o otkriću kvantne mehanike:

U savremenoj fizici poseban utisak na nas ostavlja istinitost starog učenja koje nam kaže da postoje stvarnosti izvan opažanja naših čula i da postoje problemi i konflikti kod kojih su nam te stvarnosti vrednije od najbogatijih riznica sveta iskustva. (1931, str. 107)

Naših pet čula čak i ometaju suvisle odgovore na glupa metafizička pitanja poput ovog: „Ako u šumi padne drvo, a u blizini nema nikog da to čuje, da li je to drvo proizvelo zvuk?“ Moj najbolji odgovor je: „Kako znate da je palo?“ Ali to samo naljuti ljude. Zato nudim besmisleni analogiju – pitanje: „Ako ne možete da osetite ugljen-monoksid, kako onda znate da je tu?“ Odgovor: „Tako što ste pali mrtvi.“ Ako u savremeno doba jedina mera onoga što postoji proističe iz vaših pet čula, onda vas očekuje život pun opasnosti.

Otkrivanje novih načina saznavanja oduvek je nagoveštavalo nove prozore u svemir kod kojih se koristi naša sve veća lista nebioloških čula. Kad god se to desi, otkriva nam se novi nivo veličanstvenosti i složenosti u svemiru, kao da tehnološki evoluiramo u bića sa superizoštrenim čulima, koja sve više shvataju gde su.