

Ajnštajnov kosmos

TAKOĐE OD MIČIJA KAKUA:

Hiperprostor

Paralelni svetovi

Fizika nemogućeg

Fizika budućnosti

Budućnost uma

Budućnost čovečanstva

Božja jednačina

MIČIO KAKU

Ajnštajnov kosmos

*Kako je vizija Alberta Ajnštajna promenila
naše poimanje prostora i vremena*

Prevele

Ana Ješić i Katarina Ješić



Naslov originala
Michio Kaku:
EINSTEIN'S COSMOS

Copyright © 2005 by Michio Kaku
Copyright © 2005, 2023. za srpsko izdanje, Heliks

Izdavač
Heliks

Za izdavača
Brankica Stojanović

Lektura
Vesna Đukić

Redaktura
Aleksandra Dragosavljević

Štampa
Topalović, Valjevo

Četvrto izdanje

Knjiga je složena
tipografskim pismom
Adobe Text Pro

ISBN: 978-86-6024-095-0

Smederevo, 2023.

www.heliks.rs

Za Mišel i Alison

Sadržaj

Novo sagledavanje zaostavštine Alberta Ajnštajna 9

Zahvalnica 13

Deo I – Slika prva

Trka sa zrakom svetlosti

POGLAVLJE 1 Fizika pre Ajnštajna 17

POGLAVLJE 2 Rane godine 26

POGLAVLJE 3 Specijalna teorija relativnosti
i „godina čuda“ 45

Deo II – Slika druga

Zakrivljeno prostorvreme

POGLAVLJE 4 Opšta teorija relativnosti
i „najsrećnija misao mog života“ 69

POGLAVLJE 5 Novi Kopernik 85

POGLAVLJE 6 Veliki prasak i crne rupe 99

Deo III – Nedovršena slika
Objedinjena teorija polja

POGLAVLJE 7 Objedinjenje i kvantni izazov 113
POGLAVLJE 8 Rat, mir i $E = mc^2$ 136
POGLAVLJE 9 Ajnštajnova proročanska zaostavština 155

Napomene 181
Bibliografija 193
Indeks 197

Novo sagledavanje zaostavštine Alberta Ajnštajna

Genije. Rasejani profesor. Otac relativnosti. Mitska figura Alberta Ajnštajna – kosa razbarušena vetrom, noge bez čarapa, prevelika košulja, lula u ustima, zanesenost – slika utisnuta u sećanje svih nas. „Pop-ikona ravnopravna Elvisu Prisliju i Merilin Monro, zagonetno nas posmatra s razglednica, naslovnih strana časopisa, sa majica i džinovskih postera. Marketinški agenti s Beverli Hilsa prodaju njegovo lice za televizijske reklame. Da je živ, prezirao bi sav taj cirkus“, piše biograf Denis Brajan.¹

Ajnštajn je jedan od najvećih naučnika svih vremena, utemeljivač koji se po svom doprinosu fizici može porediti sa Isakom Njutnom. Ne iznenađuje što ga je časopis *Tajms* svrstao u pedeset najuticajnijih ljudi u proteklih sto godina.

S obzirom na njegovo mesto u istoriji, nekoliko je dobrih razloga za nove napore da se ponovo sagleda Ajnštajnov život.

Prvo, njegove teorije su tako duboke i dalekovide da i posle više decenija često zauzimaju naslovne strane novina – zato je neophodno da pokušamo da utvrdimo njihove korene. Dok nove generacije dostignuća nepojmljivih u dvadesetim godinama prošlog veka (sateliti, laseri, nanotehnologije, detektori gravitacionih

talasa), istražuju daleke granice svemira i unutrašnjost atoma, Ajnštajnova predviđanja pomažu modernim naučnicima da dobiju Nobelovu nagradu. Čak i mrvice sa Ajnštajnovog stola otvaraju nove perspektive u nauci. Na primer, Nobelova nagrada je 1993. godina otišla u ruke dvojice naučnika što su posredno potvrdili postojanje gravitacionih talasa koje je Ajnštajn predvideo 1916. godine, tako što su analizirali kretanje binarnih neutronske zvezda na nebu. Takođe, 2001. godine Nobelovu nagradu dobila su tri fizičara koja su potvrdila postojanje Boze-Ajnštajnovih kondenzata, novog stanja materije na temperaturama bliskim apsolutnoj nuli – Ajnštajn je pretpostavio da takvo stanje materije postoji još od 1924. godine.

I druge njegove pretpostavke danas dobijaju potvrdu. Crne rupe, nekada smatrane bizarnim poglavljem Ajnštajnovе teorije, identifikovane su pomoću orbitalnog teleskopa Habl (Hubble Space Telescope) i teleskopa za radio-talase (Very Large Array Radio Telescope). Ne samo da je potvrđeno kako Ajnštajnovi prstenovi i sočiva postoje, već oni danas predstavljaju ključne astronomske alatke za merenje nevidljivih objekata u dalekom svemiru.

Čak se i Ajnštajnovе „greške“ prihvataju kao veliki doprinos našem znanju o kosmosu. Godine 2001, astronomi su došli do ubedljivog dokaza da „kosmološka konstanta“, nekadašnja Ajnštajnova najozbiljnija zabluda, zaista predstavlja najveću koncentraciju energije u svemiru i da će odrediti konačnu sudbinu samog kosmosa. Kako se potvrde njegovih predviđanja množe, savremena eksperimentalna fizika biva „renesansa“ Ajnštajnovе zaostavštine.

Drugo, fizičari ponovo procenjuju njegov rad, posebno način razmišljanja. Dok su nekadašnji biografi detaljno proučavali Ajnštajnov život tražeći naznake porekla njegovih teorija, fizičari danas sve više prihvataju ideju da se one ne zasnivaju toliko na matematici (da ne pominjemo njegov ljubavni život!), već na jednostavnim i elegantnim slikama. Ajnštajn je često pominjao sledeće: ako nova teorija ne proističe iz fizičke slike dovoljno jednostavne da je i dete razume, verovatno je bezvredna.

Zato smo u ovoj knjizi te slike, plodove Ajnštajnovе naučničke mašte, iskoristili kao formalni metod za opisivanje njegovih zamisli i najvećih dostignuća.

U delu I oslanjamo se na sliku koju je Ajnštajn prvi put sagledao sa šesnaest godina: kako bi mu izgledali svetlosni zraci kada bi mogao da leti uporedo s njima. Inspiracija za tu sliku verovatno je bila dečija knjiga koju je pročitao. Zamišljajući šta bi se desilo kada bismo se utrkivali sa svetlosnim zrakom, Ajnštajn je prepoznao ključnu kontradikciju između dve najveće teorije tog vremena – Njutnovе teorije sila i Maksvelovе teorije polja i svetlosti. Dok se trudio da razreši taj paradoks, znao je da se jedna od te dve teorije – Njutnova, kako se ispostavilo – mora pokazati netačnom. U izvesnom smislu, ta slika krije čitavu teoriju relativnosti (koja će jednog dana otkriti tajnu zvezda i nuklearne energije).

U delu II pomalja se nova slika: Ajnštajn je zamišljao planete kao klikere koji se kotrljaju po krivoj površini u čijem središtu je Sunce – to je ilustracija ideje da gravitacija izvire iz zakrivljenosti prostora i vremena. Zamenivši Njutnovе sile krivinom glatke površine, Ajnštajn je naslikao svežu, revolucionarnu sliku gravitacije. U takvom novom konceptu, Njutnovе „sile“ bile su iluzija koju je stvorio zakrivljeni prostor. Posledice te jednostavne slike odvešće nas do crnih rupa, Velikog praska i kraja samog kosmosa.

Deo III nema sliku – posvećen je Ajnštajnovim neuspešnim pokušajima da osmisli sliku-vodilju u otkrivanju „objedinjene teorije polja“ koja bi mu pomogla da formuliše najveće dostignuće dvo-milenijumskog istraživanja zakona materija i energije. Ajnštajna je intuicija počela da izdaje, jer njegovo vreme nije znalo ništa o silama koje su upravljale atomskim jezgrom i subatomskim česticama.

Nedovršena objedinjena teorija polja i njegova tridesetogodišnja potraga za „teorijom svega“ nikako nije bila promašaj – premda je to tek skoro shvaćeno. Ajnštajnovi savremenici smatrali su je donkihotovskom. Abraham Pais, fizičar i Ajnštajnov biograf, rekao je da je „tokom poslednjih 30 godina života aktivno istraživao, ali slava mu ne bi bila pomućena – možda bi bila i veća – da se bavio pecanjem“.²

Drugim rečima, njegova zaostavština bi verovatno bila i bogatija da je ostavio fiziku između 1925. i 1955. godine.

Poslednjih desetak godina, u osvit novih teorija zvanih „teorija superstruna“ ili „M-teorija“, potraga za objedinjenom teorijom polja sve više zauzima centralno mesto u svetu fizike, pa fizičari na drugačiji način gledaju na Ajnštajnov kasniji rad i zaostavštinu. Postavljanje teorije o svemu postalo je konačan cilj čitave generacije mladih, ambicioznih naučnika. Objedinjenje, nekada smatrano grobljem karijera vremešnih fizičara, sada je dominantna tema u teorijskoj fizici.

Hteo sam da Ajnštajnovom radu u ovoj knjizi pristupim na nov, osvežen način, da njegovu neuništivu zaostavštinu prikažem možda preciznije, kroz jednostavne fizičke slike. Ajnštajnovе ideje podstakle su današnje revolucionarne nove eksperimente u kosmosu i u naprednim fizičkim laboratorijama i osvetlile put neumornim tragačima za ispunjenjem njegovog najdragocenijeg sna – teorije svega. Čini mi se da bi se Ajnštajnu takav pristup njegovom životu i radu najviše svideo.

Zahvalnica

Želeo bih da se zahvalim na gostoprimstvu osoblju Univerzitetske biblioteke u Prinstonu u kojoj sam sproveo neka istraživanja za ovu knjigu. Biblioteka čuva kopije svih Ajnštajnovih pisanih radova i deo originalnog materijala. Takođe, zahvaljujem se profesoru V. P. Nairu i Danijelu Grinbergeru iz Siti koledža u Njujorku na trudu uloženom u čitanje mog teksta i na kritičkim i korisnim komentarima. Veoma su mi koristili i razgovori sa Fredom Džeromom koji je sastavio obiman dosije FBI o Ajnštajnu. Zahvalan sam Edvinu Barberu na podršci i podstreku i Džesu Koenu na neprocenjivim uredničkim savetima i izmenama koje su znatno unapredile tekst i usmerile ga. Mnogo dugujem i Stjuartu Kričevskom koji je svih ovih godina promovisao mnoge moje naučne knjige.

DEO I

SLIKA PRVA

Trka sa zrakom svetlosti

Fizika pre Ajnštajna

Novinar je jednom prilikom zamolio Alberta Ajnštajna, najvećeg naučnog genija posle Isaka Njutna, da objasni svoju formulu uspeha. Veliki mislilac je zastao za trenutak i potom odgovorio: „Ako je A uspeh, rekao bih da je formula $A = X + Y + Z$, gde X označava rad, a Y igru“.¹

„Šta označava Z?“, upitao je novinar.

„Da treba držati jezik za zubima“, glasio je odgovor.

Fizičarima, kraljevima, kraljicama i običnim ljudima, Ajnštajn je bio drag zbog svoje čovečnosti, velikodušnosti i smisla za humor, koje je ispoljavao i kada se borio za mir u svetu i kad je istraživao tajne kosmosa.

Dok je velikan fizike šetao ulicama Prinstona, čak bi se i deca sjatila da ga vide, a on ih je za uzvrat zasmeyavao tako što je mrdao ušima. Ajnštajn je pogotovo voleo da ćaska sa jednim petogodišnjakom koji se pridruživao misliocu u pešačenju do Instituta za napredne studije. Dok su se jednog dana šetali, Ajnštajn je iznenada prasnuo u smeh. Kada je majka upitala dečaka o čemu su to razgovarali, on je odgovorio: „Pitao sam Ajnštajna da li se danas okupao.“ Majka se užasnula, ali je Ajnštajn uzvratio: „Drago mi je da mi neko postavi pitanje na koje umem da odgovorim.“

Fizičar Džeremi Bernstajn je jednom rekao da „ko god je lično upoznao Ajnštajna, nije mogao da se otme utisku o plemenitosti ovog čoveka. Kada se govorilo o njemu, uvek se ponavljao epitet ‘čovečan’, ...jednostavna priroda koju je bilo lako zavoleti.“²

Ajnštajn, podjednako ljubazan prema prosjacima, deci i aristokratiji, takođe je bio velikodušan prema svojim prethodnicima u slavnom hramu nauke. Premda naučnici, kao i svi drugi kreativci, umeju da budu strahovito ljubomorni na svoje suparnike i da upadaju u sitne zađevce, Ajnštajn je poreklo ideja koje je zastupao tražio u radovima divova fizike, kao što su Isak Njutn i Džejms Klark Maksvel. Njihovi su portreti bili vidno istaknuti na njegovom stolu i po zidovima. Njutnova teorija mehanike i gravitacije i Maksvelova teorija o svetlosti, činile su dva stuba nauke u osvit dvadesetog stoleća. Gotovo celokupno znanje fizike tog doba, bilo je sadržano u dostignućima ova dva fizičara.

Lako je prevideti da pre Njutna nije bilo valjanog objašnjenja za kretanje tela na zemlji i na nebu. Mnogi su verovali da sudbine ljudi određuju zlonamerni duhovi i demoni. O veštičarenju, magiji i praznoverju, vatreno se raspravljalo čak i u najčuvenijim prestonicama znanja u Evropi. Nauka kakvu danas poznajemo, nije postojala.

Grčki filozofi i poglavito hrišćanski teolozi, pisali su da se tela kreću zato što su vođena željama i emocijama nalik na ljudske. Prema Aristotelovim sledbenicima, tela u pokretu će napokon usporiti, jer će se „umoriti“. Tela padaju na tlo zato što „čeznu“ da se sjedine sa Zemljom, pisali su.

Čovek koji će uvesti red u ovaj haotični svet duhova, po temperamentu i naravi bio je Ajnštajnova suprotnost. Dok je Ajnštajn velikodušno poklanjao svoje vreme i davao jezgrovite izjave za štampu, Njutn je bio poznat po svojoj zatvorenosti i sklonosti ka paranoji. Duboko sumnjičav prema drugima, žestoko se sukobljavao sa ostalim naučnicima oko prevlasti i te su zavade dugo trajale. Njegova ćutljivost bila je legendarna. Dok je bio član britanskog parlamenta, tokom zasedanja 1689–90. godine, zabeleženo je da se samo jednom obratio dostojanstvenom skupu: osetio je promaju i zatražio od vratara da zatvori

prozor. Prema biografu Ričardu S. Vestfalu, Njutn je bio „izmučen čovek, krajnje neurotične prirode, koji je uvek, a pogotovo u srednjem dobu, bio na ivici nervnog sloma.“³

Kada je reč o nauci, Njutn i Ajnštajn bili su istinski majstori, po mnogo čemu nalik jedan na drugog. Obojica su mogli opsesivno da provedu nedelje i mesece u vrhunskoj koncentraciji do granice fizičke iscrpljenosti i sloma. Obojica su tajne kosmosa videli kao jednostavne slike.

Godine 1666, kada je imao dvadeset tri godine, Njutn je rasterao duhove koji su progonili aristotelovski svet, uvodeći novu mehaniku zasnovanu na *silama*. Njutn je postavio tri zakona kretanja, po kojima se tela kreću zato što ih odbijaju ili privlače sile koje se mogu precizno izmeriti i izraziti jednostavnim jednačinama. Umesto da traći vreme na razmišljanje o željama tela koja se kreću, Njutn je bio u stanju da zbroji sile koje na tela deluju i tako izračuna njihove putanje, počev od lišća koje pada i puhora od maslačka, do topovske đuladi i oblaka. To nisu bila puka akademska razmatranja, jer su omogućila utemeljenje industrijske revolucije, za koje je snaga parnih mašina što pokreću ogromne lokomotive i brodove, stvorila nova carstva. Mostovi, brane i neboderi, mogli su se graditi pouzdanije jer su ljudi bili u stanju da izračunaju opterećenje svake cigle i grede. Pobeda Njutnove teorije beše tako velika, da je on s pravom bio obožavan za života. Aleksandar Poup je uskliknuo:

Priroda i zakoni njeni, u tami behu skriveni.

Bog reče: „Neka bude Njutn“, i svetlosti bi.

Njutn je primenio svoju teoriju sila na čitav kosmos, postavljajući novu teoriju gravitacije. Voleo je da pripoveda o tome kako se vratio na porodično imanje u Vulsdorpu u Linkolnširu pošto je zbog izbivanja epidemije kuge zatvoren univerzitet u Kembridžu. Jednog dana, videvši kako jabuka pada s grane, postavio je sudbonosno pitanje: ako jabuka pada, da li i Mesec pada? Može li sila gravitacije koja deluje na jabuku na Zemlji, biti ista sila koja upravlja kretanjem

nebeskih tela? Bila je to jeres, jer se onda pretpostavljalo da planete leže na nepomičnim sferama koje se pokoravaju nebeskim zakonima. A ti su zakoni bili savršeni, nasuprot zakonima greha i iskupljenja koji upravljaju poročnom prirodom čovečanstva.

U trenutku spoznaje, Njutn je shvatio da može objediniti zemaljsku i nebesku fiziku u jednu sliku. Sila koja privlači jabuku ka Zemlji, mora da bude ista sila koja doseže do Meseca i vodi ga po njegovoj putanji. Njutn je tako nabasao na novu viziju gravitacije. Zamišljao je kako sedi na vrhu planine i baca kamen. Uvideo je da što snažnije hitne kamen, dalje će ga dobaciti. Onda je postavio sudbonosno pitanje: šta će se dogoditi ako baci kamen takvom brzinom da se on nikada ne vrati? Shvatio je da kamen koji neprekidno pada pod uticajem gravitacije ne bi pao na Zemlju, već bi kružio oko nje, vratio se u jednom trenutku do bacača i udario ga u potiljak. Njutn je potom zamenio kamen Mesecom koji neprestano pada, nikada ne dosegnuvši tlo, zato što se poput kamena kreće oko Zemlje po kružnoj orbiti. Mesec ne miruje na nebeskoj sferi, kao što je Crkva mislila, već je u stalnom slobodnom padu, baš kao kamen ili jabuka, vođen silom gravitacije. Bilo je to prvo objašnjenje kretanja u Sunčevom sistemu.

Dve decenije kasnije, 1682. godine, čitav London je bio užasnut i oduševljen blistavom kometom koja je svetlela na noćnom nebu. Njutn je pažljivo pratio kretanje komete pomoću reflektujućeg teleskopa (jedan od njegovih izuma), i ustanovio da se ono savršeno slaže sa jednačinama, ako se pretpostavi da je kometa u slobodnom padu i da na nju deluje gravitacija. Uz pomoć astronoma amatera Edmunda Haleja, mogao je tačno predvideti povratak komete (docnije nazvana Halejeva), što je bilo prvo predviđanje o kretanju kometa. Zakoni gravitacije koje je Njutn upotrebio da bi proračunao kretanje Halejeve komete i Meseca, i danas važe – pomoću njih NASA sa zapanjujućom tačnošću dovodi svoje kosmičke sonde do Urana i Neptuna.

Sudeći po Njutnu, sile deluju trenutno. Ukoliko bi Sunce iznenađeno nestalo, Njutn je verovao da bi Zemlja trenutno bila izbačena iz svoje orbite i da bi se zaledila u dubinama prostora. Svako bi u kosmosu tačno znao u kom je trenutku Sunce iščezlo. To znači da je

moguće sinhronizovati sve časovnike tako da jednoliko otkucavaju svuda u kosmosu. Sekund na Zemlji traje isto kao sekund na Marsu i Jupiteru. Poput vremena, i prostor je apsolutan. Metar na Zemlji dugačak je isto koliko metar na Marsu i Jupiteru. Ne menja svoju dužinu ni na jednom mestu u kosmosu. Sekundi i metri su, prema tome, isti ma gde se nađemo u prostoru.

Njutn je svoje zamisli utemeljio na zdravorazumskom stanovištu o *apsolutnom prostoru i vremenu*. Po Njutnu, prostor i vreme činili su apsolutni referentni sistem prema kome procenjujemo kretanje svih tela. Kada putujemo vozom, čini nam se da se voz kreće a da je Zemlja nepomična. Međutim, pošto se zagledamo u drveće koje promiče pored prozora, možemo promišljati da li voz miruje, a drveće se kreće. Pošto izgleda da se u vozu ništa ne pomera, možemo se zapitati šta se doista kreće, voz ili drveće? Njutn je tvrdio da apsolutni referentni sistem odgovara na ovo pitanje.

Njutnovi zakoni opstali su kao temelji fizike čitava dva stoleća. Kada su krajem devetnaestog veka novi pronalasci, poput telegrafa i sijalice, izmenili velike evropske gradove, proučavanje elektriciteta iznedrilo je nov koncept u nauci. Da bi objasnio zagonetne sile elektriciteta i magnetizma, škotski fizičar Džejms Klark Maksvel razvio je tokom šezdesetih godina devetnaestog veka, na Kembričkom univerzitetu, teoriju svetlosti koja nije imala uporište u Njutnovim silama, već u novom konceptu nazvanom *polja*. Ajnštajn je pisao da je koncept polja „najdublji i najplodniji koji je fizika videla posle Njutna“.⁴

Polja možemo uočiti ako nanesimo opiljke gvožđa na list papira. Ukoliko postavimo magnet ispod papira opiljci će se, kao čarolijom, rasporediti po mreži nalik na paukovu, s linijama koje vode od severnog do južnog magnetnog pola. Svaki magnet je, dakle, okružen magnetnim poljem – nevidljivim nizom linija sila koje prožimaju čitav prostor.

Elektricitet takođe stvara polja. Na sajmovima nauke, deca se smeju kada dodirnu izvor statičkog elektriciteta a kosa im se nakoštreši. Vlasi kose prate nevidljive linije električnog polja koje proishode iz izvora elektriciteta.

Opisana polja su sasvim drugačija od sila koje je uveo Njutn. Sile, govorio je Njutn, deluju trenutno u čitavom prostoru, pa bi se poremećaj u nekom delu kosmosa trenutno osetio u čitavom kosmosu. Po Maksvelovom izvanrednom opažanju, magnetno i električno delovanje ne putuju trenutno, kao Njutnove sile, već se kreću konačnom brzinom. Njegov biograf, Martin Goldman, pisao je kako je „ideja o *vremenu* koje treba da prođe da bi se osetilo dejstvo magneta... Maksvela pogodila kao grom iz vedra neba.“⁵ Maksvel je slikovito pokazao da će, protresemo li magnet, proteći vreme dok se opiljci gvožđa ne pomere.

Zamislite paukovu mrežu koja treperi na vetru. Kada vetar poremeti deo mreže, talas se širi čitavom mrežom. Za razliku od sila, vibracije po paukovim mrežama i poljima putuju konačnom brzinom. Maksvel je odlučio da izračuna brzine magnetnog i električnog delovanja. U jednom od najvećih prodora u nauci iz devetnaestog veka, upotrebio je ovu zamisao da otkrije tajnu svetlosti.

Iz predašnjeg rada Majkla Faradeja i drugih naučnika, Maksvel je znao da magnetno polje koje se kreće može da proizvede električno polje, i obrnuto. Generatori i motori, zaslužni za elektrifikaciju sveta u kome živimo, direktna su posledica ove dvojnosti. (Ovo načelo se koristi i za rad električnih uređaja u našim domovima. Voda koja pada s vrha brane okreće lopaticu turbine, a ona okreće magnet. Pokretno magnetno polje goni elektrone u žicama i oni naponskim vodovima putuju sve do utičnica u našim sobama. Na sličan način elektricitet iz utičnica stvara magnetno polje u električnom usisivaču koje prisiljava motor da se vrti.)

Zahvaljujući Maksvelovoj genijalnosti, dva efekta su objedinjena. Ako promenljivo magnetno polje može da stvori električno polje i obrnuto, možda bi oba polja mogla da sačine ciklično kretanje u kome se električno i magnetno polje neprestano pretvaraju jedno u drugo. Maksvel je brzo uvideo da bi ova naizmeničnost mogla da napravi pokretnu kompoziciju električnih i magnetnih polja koja trepere u skladu, pretvarajući se jedno u drugo u beskonačnom talasu. Potom je izračunao brzinu ovog talasa.

Na svoje zaprepašćenje, iznašao je da je brzina talasa ravna brzini svetlosti. Zatim je izrekao možda najsmeliju tvrdnju u devetnaestom veku: to *jest*e svetlost. Maksvel je proročki obzna- nio svojim kolegama: „*Ne možemo izbeći zaključak da se svetlost sastoji od transverzalnih talasa u istoj sredini koja uzrokuje elek- trične i magnetne pojave.*“⁶ Nakon istrajnog razmišljanja o pri- rodi svetlosti koje je trajalo milenijumima, naučnici su najzad razumeli njene najdublje tajne. Nasuprot Njutnovim silama čije je dejstvo bilo trenutno, polja su putovala konačnom brzinom – brzinom svetlosti.

Maksvelov rad sažet je u osam komplikovanih parcijalnih dife- rencijalnih jednačina (poznatih kao „Maksvelove jednačine“), koje već sto pedeset godina svaki elektroinženjer i fizičar neizostavno uči napamet. Od nedavno se može kupiti majica koja u punom sjaju predstavlja svih osam jednačina. Prethodi im napis „U početku, Bog reče...“, a nakon jednačina dolazi „... i bi svetlost.“

Do kraja devetnaestog veka, eksperimentalne potvrde Njutnove i Maksvelove teorije bile su tako uspešne, da su neki fizičari sa sigur- nošću predviđali kako su Njtn i Maksvel odgovorili na sva pitanja o kosmosu koje je vredelo postaviti. Kada je Maks Plank (začetnik kvantne teorije) upitao svog tutora da li da postane fizičar, dobio je odgovor da se okuša na nekom drugom polju, jer je fizika u osnovi dovršena nauka. Nema ničeg novog što se može otkriti, dodao je. Ove reči ponovio je i lord Kelvin, veliki fizičar devetnaestog veka, proglasivši da je fizika u biti celovita, osim nekoliko oblačaka na horizontu koji nisu mogli biti objašnjeni.

Nedostaci Njutnovog sveta svake su godine bivali sve očitiji. Otkriće radioaktivnosti i rad Marije Kiri na izdvajanju radijuma, uzdrmali su naučni svet i privukli pažnju javnosti. Čak i stotinak grama ove retke, svetlucave supstance, moglo je da osvetli zamra- čenu prostoriju. Marija Kiri je pokazala da naizgled neograničene količine energije mogu proisteći iz nepoznatih izvora duboko unu- tar atoma, uprkos zakonu o održanju energije po kome energija ne može biti stvorena niti uništena. Ovi „oblačići“ uskoro će pokrenuti

dve najveće revolucije dvadesetog veka, teoriju relativnosti i kvantnu teoriju.

Zbunjivalo je to što je propao svaki pokušaj da se objedine Njutnova mehanika i Maksvelova teorija. Ova potonja je potvrdila da je svetlost talas, ali je ostavila otvoreno pitanje šta je prostiranje talasa. Naučnici su znali da se svetlost može prostirati u vakuumu (to jest putovati stotinama miliona svetlosnih godina kroz vakuum kosmosa), ali pošto je vakuum definisan kao „ništa“, iz toga proishodi paradoks da su i talasi ništa!

Njutnova fizika je pokušala da odgovori na ovo pitanje; uveden je postulat po kome se svetlost sastoji od talasa koji osciluju u nevidljivom „eteru“, nepomičnom gasu što ispunjava kosmos. Smatralo se da je eter apsolutni referentni sistem prema kome se mere sve brzine. Pošto se Zemlja okreće oko Sunca, a Sunce oko centra galaksije, skeptik bi mogao da kaže kako je nemoguće ustanoviti šta se zaista kreće. Njutnovi sledbenici su na ovu primedbu tvrdili da se Sunčev sistem kreće u odnosu na statični eter, tako da se može razabrati koje se telo odista kreće.

Međutim, eter je počeo da poprima sve čudnovatija svojstva. Fizičari su, na primer, znali da se talasi kreću brže u gušćoj sredini. Zvuk putuje brže u vodi nego u vazduhu. Pošto svetlost putuje nezamislivom brzinom (300.000 kilometara u sekundi), to znači da eter mora biti izvanredno gust kako bi provodio svetlost. Ali, kako je to moglo da bude tačno, kada se pretpostavljalo da je eter ređi od vazduha? S vremenom je eter postao gotovo mistična supstanca: bio je u apsolutnom mirovanju, bez težine, nevidljiv, s viskoznošću ravnoj nuli, pa ipak jači od čelika i neprimetan za bilo koji instrument.

Počev od 1900. godine, nedostatke Njutnove mehanike bilo je sve teže objasniti. Svet je bio spreman za revoluciju, ali ko će je povesti? Premda su mnogi fizičari bili svesni pukotina u teoriji etera, stidljivo su pokušavali da ih popune po Njutnovom uzorku obrasca. Pošto nije imao šta da izgubi, Ajnštajn je napao samu srž problema i primetio da su *Njutnove sile i Maksvelova polja međusobno nekompatibilni*.

Jedan od dva stuba nauke mora da padne. Kada jedan stub konačno bude pao, preinačiće se više od dve stotina godina fizike i to će dovesti do revolucije u spoznaji kosmosa i svesti o samoj stvarnosti. Njutnovu fiziku srušiće Ajnštajn pomoću slike koju i dete može da razume.

Rane godine

Čovek koji će za svagda izmeniti naše poimanje kosmosa, rođen je 14. marta 1879. godine u gradiću Ulm u Nemačkoj. Hermana i Paulinu Koh Ajnštajn uznemirilo je saznanje da glava njihovog sina ima nepravilan oblik i strepeli su da nije mentalno bolestan.

Ajnštajnovi roditelji pripadali su srednjem sloju sekularnih Jevreja. Borili su se da obezbede opstanak sve brojnijoj porodici. Paulina je bila kćer prilično bogatog čoveka. Njen otac, Julijus Derzbaher (kasnije je promenio prezime u Koh), stekao je ime-tak tako što je napustio posao pekara i postao trgovac žitaricama. U porodici Ajnštajn, Paulina se izdvajala po tome što je cenila umetnost i kulturu. Nastojala je da njena deca pohađaju časove muzike i u mladom Albertu probudila je istrajnu ljubav prema violini. Za razliku od svog tasta, Herman Ajnštajn nije imao blistavu karijeru i najpre se okušao u prodaji madraca. Njegov brat Jakov uverio ga je da se okrene novoj elektrohemijskoj industriji. Faradejevi, Maksvelovi i Edisonovi izumi koristili su snagu elektriciteta i osvetljavali gradove širom sveta, pa je Herman video šansu u izgradnji generatora i električnih svetiljki. Ispostaviće se da je ovaj posao nepouzdan, pošto je porodica povremeno zapadala u novčane krize i bankrote. Zbog toga su se selili nekoliko

puta tokom Albertovog detinjstva, najpre u Minhen, godinu dana nakon njegovog rođenja.

Mali Ajnštajn je progovorio toliko kasno da su njegovi roditelji strahovali da nije retardiran. Kada je konačno počeo da priča, izgovarao je čitave rečenice. Međutim, čak i s devet godina nije sasvim dobro govorio. Albert je imao dve godine mlađu sestru Maju (Alberta je iznenadila prinova u kući. Jedna od njegovih prvih rečenica bila je: „Ali, gde su točkići?“). Maji nije bilo lako zbog Albertove ružne navike da je gađa u glavu onim što dohvati. Kasnije se prisećala: „Sestra naučnika treba da ima tvrdnu glavu.“¹

Nasuprot raširenom verovanju, Ajnštajn je bio dobar učenik u školi, ali samo u onim oblastima koje su ga interesovale, kao što su matematika i prirodne nauke. Nemački školski sistem tražio je od učenika da daju kratke odgovore i da uče napamet. U protivnom, kazna je bila udaranje packi. Mladi Albert je govorio sporo, oklevajući i pažljivo birajući reči. Daleko od toga da je bio savršen učenik – nije mu prijao autoritarni sistem koji je gušio kreativnost i maštu, svodeći školovanje na dosadna predavanja. Kada je njegov otac upitao upravitelja škole koje bi zanimanje Albert trebalo da odabere, dobio je odgovor: „Svejedno je. Neće uspeti ni u jednom poslu.“²

Ajnštajnovе osobenosti ispoljile su se još u ranom detinjstvu. Bio je sanjar, često bi se zaneo čitanjem. Školski drugovi u šali su ga zvali *Biedermeier*, što bi u slobodnom prevodu značilo „zaluđenik“. Jedan prijatelj se prisećao tog vremena: „Deca u školi su mislila da je Ajnštajn čudak jer nimalo nije mario za sport. Nastavnici su smatrali da nije naročito bistar pošto nije uspevao da nauči lekcije napamet i zato što se ponašao čudno.“³ U desetoj godini, Ajnštajna su upisali u gimnaziju Luitpold u Minhenu. Tamo mu je najstrašnije muke zadavalo učenje klasičnog grčkog. Sedeo bi na stolici sa ispraznim osmehom iza kojeg je prikrivao dosadu. Nastavnik grčkog u sedmom razredu, Jozef Degenhart, rekao mu je jednom prilikom da bi najbolje bilo kad uopšte ne bi prisustvovao času. Kad se Ajnštajn pobunio rekavši da nije učinio ništa loše, nastavnik je otvoreno odgovorio: „Tačno. Vi

samo sedite u zadnjoj klupi i smeškate se, a time ne ukazujete poštovanje koje nastavnik očekuje od učenika.“⁴

Čak i decenijama kasnije, Ajnštajn se s gorčinom osvrtao na ožiljke koje su mu nanele te autoritarne metode: „Gotovo da je ravno čudu što savremene metode podučavanja nisu sasvim ugušile dečju radoznalost; osim podstreka, toj tananoj biljčici najviše treba slobode.“⁵

Ajnštajn je rano pokazao zanimanje za nauku. To je počelo kad se upoznao s magnetizmom, koji je nazvao svojim „prvim čudom“. Nakon što je dobio kompas od oca, neprestano ga je oduševljavala činjenica da nevidljive sile mogu izazvati kretanje objekta. S toplinom se sećao: „Divljenje koje sam ja osetio s četiri ili pet godina kad mi je otac poklonio kompas... i dan-danas pamtim... to je iskustvo ostavilo dubok i trajan utisak na mene. Iza tih stvari moralo je biti nešto duboko zatomljeno.“⁶

Kad mu je bilo otprilike jedanaest godina, njegov život je krenuo neočekivanim tokom; postao je vrlo pobožan. Njegov daleki rođak dolazio je da ga poučava jevrejskoj veri koju je Ajnštajn prigrlio sa začuđujućim žarom, gotovo fanatično. Odbijao je da jede svinjetinu, i čak je napisao nekoliko pesama u slavu Boga koje je pevao na putu do škole. Ovaj period snažne predanosti veri nije potrajao. Što je dublje zalazio u versku doktrinu, to je više uviđao da se svet nauke i svet religije sukobljavaju, te da mnoga čuda opisana u verskim spisima narušavaju naučne zakonitosti. „Čitajući popularne knjige, ubrzo sam se uverio da većina onoga što piše u Bibliji ne može biti istina“,⁷ zaključio je.

Religiju je napustio isto tako naglo kao što ju je prigrlio. Ipak, taj period verskog zanosa snažno će uticati na njegove kasnije poglede. Odričući se religije, prvi put je odbacio nekritički autoritet, a takav stav je bilo jedno od obeležja njegove ličnosti koje nije menjao do kraja života. Ajnštajn nikada više nije bespogovorno prihvatio nijedan autoritet kao konačan. Zaključio je da se verska načela iz Biblije ne mogu pomiriti s naukom, smatrao je da u kosmosu postoje čitavi svetovi koje nauka ne može dosegnuti, i da treba imati duboko razumevanje za ograničenost nauke i ljudskog saznanja.

Zanimanje mladog Ajnštajna za kompase, nauku i religiju ugasilo bi se da nije imao brižnog mentora koji je izbrusio njegove ideje. Godine 1889, siromašni Poljak Maks Talmud studirao je medicinu u Minhenu i jednom nedeljno večerao je u Ajnštajnovoj kući. Talmud je predočio Ajnštajnu čudesan svet nauke, tako različit od suvoparnog, prostog memorisanja kojim su bili ispunjeni njegovi časovi. Godinama kasnije, Talmud je iskreno pisao: „Tokom svih tih godina, nikad ga nisam video da čita beletristiku. Niti sam ga ikad zatekao u društvu drugova iz škole ili njegovih vršnjaka. Jedino ga je još zanimala muzika, već tad je umeo da svira Mocartove i Betovenove sonate dok bi ga majka pratila na klaviru.“⁸ Talmud je Ajnštajnu davao knjige iz geometrije, koje je ovaj danonoćno gutao. Ajnštajn je to nazvao svojim „drugim čudom“. Zapisao je: „U dvanaestoj godini susreo sam posve drugačije čudo: u knjižici sa euklidovskom ravanskom geometrijom.“⁹ Nazvao ju je svojom „svetom knjigom iz geometrije“, i ona je postala njegova nova Biblija.

Tu se Ajnštajn najzad susreo s carstvom čiste misli. Bez skupih laboratorija ili opreme, bio je u stanju da istraži univerzalnu istinu, omeđenu jedino snagom ljudskog uma. Po rečima njegove sestre Maje, matematika je Albertu postala nepresušni izvor zadovoljstva, naročito kad bi naišao na primamljive zagonetke i probleme. Hvalio se sestri da je otkrio nezavisan dokaz Pitagorine teoreme o pravouglim trouglovima.

Ajnštajn je čitao i drugu matematičku literaturu; na kraju je sam sebe podučavao iz algebre, čime je zadivio svog tutora. Talmud je priznao: „Uskoro se njegov matematički genije vinuo tako visoko da ga više nisam mogao pratiti... Stoga smo najčešće razgovarali o filozofiji. Preporučio sam mu da čita Kanta.“¹⁰ Iz Talmudovog predočavanja sveta Imanuela Kanta i njegove *Kritike čistoga uma*, iznedrilo se Ajnštajново doživotno zanimanje za filozofiju. Počeo je da postavlja večita pitanja s kojima su se suočili svi filozofi – o poreklu etike, postojanju Boga i prirodi ratova. Naročito je Kant imao nesvakidašnje nazore, čak je doveo u sumnju i postojanje Boga. Ismevao je pompezni svet klasične filozofije „u kome uglavnom mnogo

duva“. (Ili, prema rečima rimskog govornika Cicerona, „ne postoji ništa toliko apsurdno što neki filozof već nije rekao“.) Kant je takođe pisao kako je formiranje svetske vlade način da se okončaju ratovi, a taj stav je Ajnštajn zauzimao do kraja života. Ajnštajna su toliko dirnule Kantove ideje, da je u jednom trenutku pomišljao da postane filozof. Njegov otac, koji je želeo da mu sin izabere praktičnije zanimanje, odbacio je tu ideju kao „filozofsku glupost“.¹¹

Posao njegovog oca u elektrohemijskoj industriji za Ajnštajna je bila srećna okolnost jer je oko fabrike uvek bila gomila električnih generatora, motora i drugih uređaja koji su hranili njegovu radoznalost i podgrevali zanimanje za nauku. (Herman Ajnštajn je sa svojim bratom Jakovom radio na sklapanju ugovora za jedan ambiciozan projekat – elektrifikaciju centra Minhena. Herman je sanjao o tome da bude na čelu tog istorijskog poduhvata. Ako bi ostvario projekat, to bi njegovoj porodici donelo finansijsku stabilnost, a njegova elektrana bi se razvila.)

To što je bio okružen ogromnim elektromagnetskim napravama, Ajnštajnu je bez sumnje pomoglo da probudi intuitivno razumevanje elektriciteta i magnetizma. To je pre svega izbrusilo njegov izvanredan dar da osmisli fizičke slike koje bi s neprikosnovenom tačnošću opisale prirodne zakonitosti. Dok su se ostali naučnici zakopavali u nerazumljivu matematiku, Ajnštajn je zakone fizike video jasno, kao da su jednostavne slike. Možda mu je u tome upravo pomoglo to srećno vreme kad je mogao da gleda uređaje oko očeve fabrike i da saznaje zakone elektriciteta i magnetizma. Ova njegova sposobnost da sve vidi kao jednostavne slike, postaće jedno od najvećih Ajnštajnovih obeležja.

S petnaest godina, Ajnštajново obrazovanje prekinuo je jedan od povremenih porodičnih problema s finansijama. Darežljivi Herman uvek je pomagao onima koji su imali novčanih neprilika; za razliku od većine poslovnih ljudi, nije bio tvrdica. (Takva darežljivost bila je svojstvena i Ajnštajnu.) Pošto nije uspeo da zaključi posao sa osvetljavanjem Minhena, njegova kompanija je otišla pod stečaj. Paulinina bogata porodica koja je u to vreme živela u Đenovi, ponudila je da

pomogne Hermanu tako što bi poduprla osnivanje nove kompanije. Ipak, postojala je začkoljica. Insistirali su da se porodica Ajnštajn preseli u Italiju (delimično i da bi zauzdavali njegovu preteranu darežljivost). Porodica se preselila u Milano, i tako bila blizu nove fabrike u Paviji. Ne želeći da ponovo prekida sinovljevo školovanje, Herman je ostavio Alberta u Minhenu, kod daljih rođaka.

Albert je bio nesrećan tako sam, zarobljen u internatu koji je prezirao i suočen s predstojećim služenjem vojnog roka u strašnoj pruskoj vojsci. Nastavnici ga nisu voleli, a ni on njih. Bilo je očigledno da mu preti izbacivanje iz škole. Ajnštajn je iznenada odlučio da se pridruži svojoj porodici. Dogovorio se s porodičnim lekarom da mu napiše opravdanje za školu, tvrdeći da će verovatno doživeti nervni slom ako ne bude sa svojom porodicom. Potom se sam uputio u Italiju, i priredio svojim iznenađenje kad se potpuno neočekivano pojavio.

Herman i Paulina nisu znali šta da urade sa svojim sinom, koji je izbegavao vojnu obavezu, napustio srednju školu i ostao bez profesije i budućnosti. Dugo bi se prepirao sa ocem koji je želeo da njegov sin stekne praktično zanimanje, poput inženjera elektrotehnike. Albert je više voleo da bude filozof. Na kraju su pronašli solomonско rešenje i Ajnštajn je izjavio da će pohađati čuvenu Politehničku školu u Cirihi, premda je bio dve godine mlađi od većine učenika koji su polagali prijemni ispit. Prednost te ustanove bila je u tome što nije zahtevala diplomu srednje škole, već samo prelaznu ocenu na teškom prijemnom ispitu.

Nažalost, Ajnštajn je pao na prijemnom. Nije položio delove iz francuskog, hemije i biologije, ali je izvrsno uradio zadatke iz matematike i fizike, što je zadivilo upravitelja Albina Hercoga, pa mu je obećao da će biti primljen u školu sledeće godine i da neće morati ponovo da polaže taj težak ispit. Šef katedre za fiziku, Hajnrih Veber, ponudio je da Ajnštajn pohađa njegova predavanja kad je u Cirihi. Hercog je predložio da Ajnštajn provede prvu godinu u srednjoj školi u gradiću Arau, udaljenom pola sata od Ciriha. Tamo je Ajnštajn postao podstanar u domu upravitelja gimnazije Josta Vintelera, čime je počelo veliko prijateljstvo između ove dve porodice. (Maja će se kasnije udati

za Vintelerovog sina Paula, a Ajnštajnov prijatelj Mikele Beso oženiće se Anom, Vintelerovom najstarijom kćerkom.)

Ajnštajn je uživao u opuštenoj, nesputanoj atmosferi u školi. Ovde je učio koliko-toliko bez stega opresivnih, autoritarnih pravila nemačkog školstva. Uživao je u ljubaznosti Švajcaraca koji su negovali toleranciju i nezavisan duh. Ajnštajn se s ljubavlju prisećao: „Voleo sam Švajcarce pre svega zato što su bili mnogo humaniji od drugih ljudi među kojima sam živio.“¹² Sećajući se svih loših uspomena tokom godina provedenih u nemačkim školama, odlučio je da se odrekne nemačkog državljanstva, što je bio nesvakidašnji korak za jednog momčića. U narednih pet godina bio je apatrid (sve dok nije dobio švajcarsko državljanstvo).

Albert je cvetao u ovoj slobodnijoj atmosferi. Prestao je da bude stidljiv, nervozan i povučen samotnjak, i sve više se družio i izlazio, lako je zapodevao razgovor i sklapao prijateljstva. Naročito je Maja počela da opaža promene na svom starijem bratu dok je sazrevao. Ajnštajnova ličnost je prošla kroz nekoliko različitih perioda tokom njegovog života, a u prvom je bio povučeni deččić zadubljen u knjige. U Italiji, a naročito u Švajcarskoj, ušao je u drugi period: samouveren boem, uvek pun mudrih dosetki. Uveseljavao je ljude vickastim igrama rečima. Ništa mu nije tako prijalo kao pričanje besmislenog vica od kojeg bi se njegovi prijatelji prevrtali od smeha.

Neki su ga prozvali „veseli Švaba“. Kolega sa studija, Hans Biland, pričao je o Ajnštajnu: „Njegova superiorna priroda pokorila bi svakoga ko bi mu se našao u blizini. Podrugljiv osmeh koji mu je titrao oko punih usana, nije ohrabrivao sitničave da se kače s njim. Nesputan konvencionalnim zabranama, suprotstavljao se svetu kao nasmejani filozof, a njegov duhovit sarkazam bez milosti se obrušavao na taštinu i izveštačenost.“¹³

„Nasmejani filozof“ je počeo da stiče popularnost i kod devojaka. Uglavnom je bio duhovito dvosmislen, ali devojke su smatrale i da je nežan, saosećajan i da mu se mogu poveriti. Jedna prijateljica zamolila ga je da je posavetuje o vezi s njenim mladićem. Druga ga je zamolila da se upiše u njen spomenar, a on je naškrabao besmislene

stihove. Mnogima se dopao i zato što je svirao violinu, pa je bio rado viđen gost na večernjim zabavama. Pisma iz tog vremena ukazuju na njegovu popularnost kod mladih dama kojima je za sviranje na klaviru bio potreban pratilac na violini. „Mnoge mlade, ali i ne tako mlade dame, očaralo je njegovo sviranje i njegov izgled koji je više pristajao strastvenom latinskom virtuozu nego hladnom studentu prirodnih nauka“,¹⁴ zabeležio je njegov biograf Albreht Folsing.

Jedna devojka je osobito privukla njegovu pažnju. Sa samo šesnaest godina, Ajnštajn se strasno zaljubio u dve godine stariju Mari, jednu od kćeri Josta Vintelera. (Sve važne žene u Ajnštajnovom životu biće starije od njega, a takvu sklonost imaće i oba njegova sina.) Ljubazna, osećajna i talentovana, Mari je želela da predaje, budući da je i njen otac bio nastavnik. Albert i Mari su odlazili u duge šetnje, često posmatrajući ptice, što je bio omiljeni hobi porodice Vinteler. On ju je pratio na violini dok je svirala klavir.

Albert joj je izjavio istinsku ljubav: „Voljena draga... Moram, anđele moj, da naučim pravo značenje reči nostalgija i čežnja. Ali ljubav pruža mnogo više sreće nego što čežnja nanosi bol. Tek sada shvatam koliko je moje malo sunce važno za moju sreću.“¹⁵ Mari je Albertu uzvratila ljubav i čak je napisala pismo njegovoj majci koja je odobrila njihovu vezu. Vintelerovi i Ajnštajnovi su od zaljubljenog para očekivali najavu venčanja. Mari je, međutim, osećala da nije dorasla svom voljenom u razgovorima o nauci i mislila je da bi to mogao da bude problem u vezi sa tako pametnim momkom. Uvidela je da bi za Ajnštajnovu naklonost morala da se bori s njegovom prvom pravom ljubavi – fizikom.

Ajnštajnovu pažnju nije obuzimala samo sve jača ljubav prema Mari, već i oduševljenje misterijama svetlosti i elektriciteta. U leto 1895. godine, napisao je esej o svetlosti i eteru pod nazivom „Istraživanje prirode etera u magnetnom polju“, i poslao ga svom omiljenom ujaku, Cezaru Kohu, u Belgiju. U svom prvom naučnom radu, na samo pet strana, Ajnštajn se zapitao da li bi magnetizam, tajanstvena sila koja ga je opčinjavala dok je bio dete, mogao da bude neka vrsta poremećaja u eteru. Mnogo godina ranije, Talmud je Ajnštajnu pokazao delo

Arona Bernštajna, *Popularne knjige o prirodnim naukama*. Ajnštajn će kasnije napisati da je ta knjiga „delo koje pročitah u dahu“. ¹⁶ Ovo štivo će imati presudan uticaj na njega, zato što je autor obuhvatio i diskusiju o tajnama elektriciteta. Bernštajn je pozvao čitaoca na zamišljenu vožnju unutar telegrafске žice, u kojoj bi se nezamislivim brzinama utrkiavao sa električnim signalom.

Kada je imao šesnaest godina, Ajnštajn je maštao o nečemu što će ga dovesti na prag otkrića koje će izmeniti tok istorije. Prisećajući se trke iz Bernštajnovе knjige, Ajnštajn je zamislio kako trči uporedo sa zrakom svetlosti i postavio ključno pitanje: kako bi tada izgledao svetlosni zrak? Kao što je i Njutn zamišljao da baca kamen sve dok on ne počne poput Meseca da obilazi oko Zemlje, Ajnštajnov pokušaj da zamisli takav zrak svetlosti dovešće do dalekosežnih i iznenađujućih otkrića.

U njutnovskom svetu, sve možete da sustignete ako se krećete dovoljno brzo. Automobil, na primer, može da se kreće uporedo sa vozom. Ako pogledate kroz prozore vagona, videćete putnike kako čitaju novine i ispijaju kafu, kao da sede u svojim dnevnim sobama. Iako jure velikom brzinom, izgledaju kao da su u stanju potpunog mirovanja, dok se vozimo paralelno s njima u automobilu, istom tom brzinom.

Zamislite policijska kola koja pokušavaju da sustignu drugi automobil. Dok policijski auto ubrzava i približava se prekršiocu, policajac može da pogleda kroz prozor svog automobila i mahne vozaču, naređujući mu da stane. Dok se kreću naporedo, policajcu se čini da je vozač u drugom automobilu u stanju mirovanja, iako se obojica možda kreću brže od 150 km/h.

Fizičari su znali da se svetlost sastoji od talasa, pa je Ajnštajn zaključio da bi zrak svetlosti morao da izgleda kao da je u potpunom mirovanju, ukoliko istom brzinom trčite pored njega. To znači da bi zrak svetlosti, onako kako ga vidi trkač, izgledao kao zamrznuti talas ili kao fotografija talasa na kojoj sve miruje. Takav talas ne bi oscilovao tokom vremena. Mladom Ajnštajnu se takvo saznanje učinilo besmislenim. Niko nigde nije video zamrznuti talas; nije

bilo takvog opisa u naučnoj literaturi. Svetlost je za Ajnštajna bila nešto posebno. Ne možete da sustignete zrak svetlosti. Zamrznuta svetlost ne postoji.

Mada to onda nije shvatao, slučajno je nabasao na jedno od najvećih naučnih opažanja veka, koje je vodilo do principa relativnosti. Kasnije je napisao da je „takav princip proizašao iz paradoksa koji sam uočio još kad mi je bilo šesnaest godina: ako jurim uporedo sa zrakom svetlosti brzinom c (oznaka brzine svetlosti u vakuumu), onda bi trebalo da takav zrak vidim... u mirovanju. Međutim, izgleda da tako nešto nije moguće, sudeći po zdravom razumu ili na osnovu Maksvelovih jednačina.“¹⁷

Upravo ga je ta njegova sposobnost da izdvoji ključna načela u osnovi svakog fenomena i usredsredi se na suštinsku sliku predodredila za vođu naučne revolucije. Za razliku od manje darovitih naučnika koji su se često gubili u matematici, Ajnštajn je razmišljao u vidu jednostavnih slika iz fizičkog sveta – vozovi koji ubrzavaju, liftovi koji padaju, rakete, satovi u pokretu... Ove slike će ga nepogrešivo voditi ka najvećim zamislima dvadesetog veka. Pisao je da „sve fizičke teorije, bez obzira na svoje matematičke formule, treba da teže jednostavnom opisu.“¹⁸

U jesen 1895. godine, Ajnštajn se napokon upisao na Politehničku školu, čime je započeo nov period u njegovom životu. Mislio je kako će se po prvi put sresti s novim dostignućima u fizici, o kojima se već raspravljalo širom Evrope. Znao je da su u svetu fizike duvali vetrovi promena. Izvođeno je mnoštvo novih eksperimenata koji se nisu slagali s Njutnovim zakonima i zakonima klasične fizike.

Na Politehničkoj školi, Ajnštajn je želeo da nauči nove teorije o svetlosti, pogotovo Maksvelove jednačine, za koje je kasnije pisao da su bile „najuzbudljivija tema“¹⁹ tokom studiranja. Kada je konačno naučio Maksvelove jednačine, mogao je da odgovori na pitanje koje mu je stalno bilo na umu. Kao što je i pretpostavljao, ustanovio je da ne postoji rešenje Maksvelovih jednačina za svetlost koja je zastavljena u vremenu. Onda je saznao još više od toga. Na sopstveno iznenađenje, otkrio je da po Maksvelovoj teoriji svetlosni zraci uvek

putuju istom brzinom, bez obzira na to koliko brzo se posmatrač kreće. Ovo je najzad bio konačan odgovor na zagonetku: *nikada ne možete da sustignete svetlosni zrak, zato što se on uvek udaljava od vas istom brzinom*. Ovo saznanje je, međutim, bilo protivno svemu što je Ajnštajnu zdrav razum govorio o svetu koji ga okružuje. Trebaće mu još nekoliko godina da razreši paradokse koji su proishodili iz ključnog opažanja – da svetlost uvek putuje istom brzinom.

Ta revolucionarna vremena tražila su revolucionarne teorije i odvažne vođe. Nažalost, Ajnštajn nije takve vođe našao na Politehničkoj školi. Njegovi profesori su se čvrsto držali klasične fizike, što je primoralo Ajnštajna da proredi odlaske na predavanja i većinu vremena provodi u laboratoriji ili u osami, proučavajući nove teorije. Profesori su njegova česta odsustvovanja s predavanja tumačili kao nepopravljivu lenjost i tako ga još jednom potcenili.

Hajnriha Vebera, profesora fizike na Politehničkoj školi, impresionirao je Ajnštajn. Nakon Ajnštajnovog neuspeha na prijemnom ispitu, ponudio mu je da pohađa njegova predavanja. Čak mu je i obećao posao asistenta, nakon diplomiranja. S vremenom je Veberu počela da smeta Ajnštajnova nestrpljivost i nepoštovanje autoriteta. Napokon je prestao da podržava Alberta, govoreći: „Vi ste pametan mladić, Ajnštajne, veoma pametan. Ali, imate jednu veliku manu – ne dopuštate da vam se bilo šta prigovori.“²⁰ Profesor fizike Žan Perne takođe nije voleo Ajnštajna. Strašno se uvredio kada je jednom prilikom Ajnštajn bacio Perneov priručnik za laboratorijske vežbe u smeće, a da ga nije ni prelistao. Perneov asistent je branio Ajnštajna, tvrdeći da su njegova rešenja, premda neuobičajena, uvek bila tačna. Perne se ipak suprotstavio Ajnštajnu: „Vi ste entuzijasta, ali za vas nema nade u fizici. Za sopstveno dobro, pređite da studirate nešto drugo, na primer medicinu, književnost ili možda prava.“²¹ Pošto je Ajnštajn pocepao priručnik za laboratorijske vežbe, jednom prilikom je nehotično izazvao eksploziju u kojoj mu je desna ruka ozbiljno povređena i na ranu su morale da se stave kopče. Njegovi odnosi sa Perneom su se do te mere pogoršali, da mu je ovaj dao najnižu ocenu. Profesor matematike Herman Minkovski je čak Ajnštajna nazvao „lenjivcem“.

Za razliku od prezira koji su prema njemu osećali profesori, Ajnštajnovi prijatelji koje je stekao u Cirihi bili su mu odani čitavog života. Te godine je sa njim fiziku slušalo samo pet studenata i Ajnštajn ih je sve dobro upoznao. Jedan je bio Marsel Grosman, student matematike, koji je vodio duge i precizne beleške sa svih predavanja. Njegove su beleške bile tako dobre, da ih je Ajnštajn radije pozajmljivao nego što je odlazio na predavanja, pa je čak na ispitima dobijao bolje ocene od Grosmana. (Grosmanove beleške se i danas čuvaju na univerzitetu.) Grosman je Ajnštajnovoj majci u poverenju rekao da će njen sin jednog dana uraditi „nešto veliko“.²²

Ajnštajnovu pažnju privukla je studentkinja s njegove grupe, Mileva Marić, Srpkinja. Studenti s Balkana bili su retki u to vreme, a još ređe bile su žene. Mileva je bila odlučna osoba; rešila je da ode u Švajcarsku pošto je to bila jedina zemlja na nemačkom govornom području koja je dozvoljava ženama da se univerzitetski obrazuju. Bila je tek peta žena primljena na studije fizike na Politehničkoj školi. Ajnštajn je našao srodnu dušu, svoju prvu pravu ljubav. Smatrao je da je Mileva neodoljiva i ubrzo okončao vezu s Mari Vinteler. Sanjao je da će Mileva i on postati profesori fizike i zajedno doći do velikih otkrića. Bili su srećni i zaljubljeni. Kada nisu bili zajedno, za vreme praznika, razmenjivali bi duga, strasna ljubavna pisma, tepajući jedno drugom. Ajnštajn je izražavao svoju ljubav pišući pesme: „Mogu da idem kud god poželim – ne pripadam nigde, nedostaju mi tvoje male ruke i sjajne usne prepune nežnih poljubaca.“²³ Ajnštajn i Mileva razmenili su preko 430 pisama; sačuvao ih je jedan od njihovih sinova. (Ironično, u to vreme su živeli na ivici siromaštva i bili samo korak od toga da im imovina, usled velikih dugova, bude zaplenjena, a nedavno su neka od ovih pisama dostigla vrednost od 400.000 dolara na aukcijskoj prodaji.)

Ajnštajnovi prijatelji nisu razumeli šta ga je privuklo Milevi. Dok je Ajnštajn bio veoma društven, britkog smisla za humor, Mileva, četiri godine starija, bila je mnogo zatvorenija osoba. Bila je promenljivog raspoloženja, povučena i izuzetno nepoverljiva prema ljudima. Primetno je hramala usled urođene mane (jedna noga bila joj

je kraća od druge), što je još više uticalo na to da se otuđi od drugih ljudi. Ljudi su govorkali iza njenih leđa o čudnom ponašanju njene sestre Zorke koja je kasnije hospitalizovana zbog šizofrenije. Najvažnija prepreka bio je, ipak, sporni društveni status. Onako kako su Švajcarci ponekad s prezirom gledali na Jevreje, tako su se i Jevreji odnosili prema Evropljanima s juga, posebno Balkancima.

Mileva, međutim, nije imala nikakvih iluzija u vezi sa Ajnštajnom. Svi su znali da ima briljantan um, a i njegov neobavezujući stav prema autoritetima bio je opštepoznat. Mileva je znala je da se Ajnštajn odrekao nemačkog državljanstva i da su njegovi stavovi o ratu i miru bili neuobičajeni. Pisala je: „Moja ljubav ima veoma britak jezik, a povrh toga je i Jevrejin.“²⁴

Kako je jačala veza s Milevom, jaz između Ajnštajna i njegovih roditelja postao je nepremostiv. Njegova majka, koja je odobravala Ajnštajnovu vezu s Mari, nimalo nije volela Milevu, smatrajući da je u svakom pogledu nedostojna Alberta i da će zato upropastiti i njega i njegovu reputaciju. Mileva je za nju bila suviše stara, bolesna, neženstvena, sumorna i suviše Srпкиnja. „Gospodica Marić mi je zagorčala život“,²⁵ poverila se jednoj prijateljici. „Da se ja nešto pitam, uložila bih sve moguće napore da je uklonim s vidika. Zaista je ne volim. Međutim, izgubila sam svaki uticaj na Alberta.“ Upozoravala ga je: „Kada ti budeš imao trideset godina, ona će biti matora veštica.“²⁶

Ajnštajn je bio čvrsto rešen da se viđa s Milevom, čak i po cenu prekida svakog kontakta s najbližom porodicom. Jednom ga je majka posetila i upitala: „Šta ćeš da radiš s njom?“²⁷ Kada je Ajnštajn odgovorio: „Oženiću se“, bacila se na krevet, jecajući neutešno. Prebacila mu je da je uništio svoju budućnost zbog žene „koja ne može da stekne položaj u dobroj porodici“.²⁸ Uvidevši koliko je žestok otpor njegovih roditelja, Ajnštajn je odložio svaku pomisao na brak sa Milevom dok ne završi studije i nađe dobro plaćen posao.

Godine 1900, kada je Ajnštajn konačno diplomirao fiziku i matematiku na Politehničkoj školi, na njegov uspeh pala je senka. Pretpostavljalo se da će mu biti dodeljeno mesto asistenta. To je bilo

očekivano, naročito zato što je sve ispite uspešno položio. Međutim, profesor Veber je povukao poslovnu ponudu i Ajnštajn je bio jedini u svojoj generaciji kome nije dodeljeno mesto asistenta – bila je to rukavica bačena u lice. Do tada veoma samouveren, našao se u nesigurnim okolnostima, tim pre što je finansijska podrška njegove dobrostojeće tetke iz Đenove izostala nakon što je diplomirao.

Nesvestan Veberove duboke odbojnosti, Ajnštajn je naivno naveo Veberovo ime u preporukama, ne shvatajući da bi to moglo da mu upropasti karijeru. Nerado, uviđa kako mu je taj previd mogao uništiti karijeru pre nego što je i počela. Sećao se s gorčinom: „Davno bih našao posao da se Veber nije na nepošten način poigrao sa mnom. Svejedno, ne odustajem i ne gubim smisao za humor... Bog je stvorio magarca i podario mu je tvrdoglavost.“²⁹

U međuvremenu, Ajnštajn je podneo molbu za švajcarsko državljanstvo, ali uslov je bio da bude stalno zaposlen. Njegov svet se polako rušio. Pomislio je da će, ako ne nađe drugi izlaz, završiti na ulici kao prosjak koji svira violinu za pokojni novčić.

Shvativši da mu se sin nalazi u bezizlaznoj situaciji, Ajnštajnov otac napisao je pismo profesoru Vilijemu Osvaldu u Lajpcig, moleći ga da Albertu ponudi mesto asistenta. (Osvald čak nije ni odgovorio na ovo pismo. Ironično, ali deceniju kasnije Osvald će prvi podržati Ajnštajnovu nominaciju za Nobelovu nagradu iz fizike.) Ajnštajn je pisao o tome koliko je svet odjednom postao nepravedan: „Kao da su svi osuđeni na to da me proganjaju.“³⁰ Tužno je dodao: „Ja sam samo na teretu mojim rođacima... Najbolje bi bilo da me uopšte nema.“³¹

Da bi sve bilo još gore, upravo u to vreme posao njegovog oca ponovo je propao. Ajnštajnov otac je potrošio celokupno nasleđstvo svoje supruge i dugovao čitavo bogatstvo njenoj porodici. U nedostatku bilo kakve finansijske podrške, Ajnštajn nije imao drugog izbora već da potraži makar i najniže mesto predavača. Očajan, počeo je da prati oglase za posao u novinama. U jednom trenutku, skoro se odrekao nade da bi mogao da radi kao fizičar i počeo je ozbiljno da razmišlja o tome da se zaposli u osiguravajućoj agenciji.

Godine 1901. zaposlio se kao profesor matematike na Tehničkoj školi u Vinterturu. Nekako je, i pored obaveza predavača u školi, uspeo da objavi svoj prvi rad, „Zaključci o fenomenu kapilarnosti“ koji ni sâm nije smatrao posebno interesantnim. Sledeće godine prihvatio je privremeno mesto predavača u internatu u Šaufhauzenu. Pošto nije mogao da se povinuje strogim pravilima ponašanja i nije se slagao sa Jakovom Nuešom, autoritativnim upraviteljem škole, vrlo brzo je dobio otkaz. (Upravitelj je bio toliko ljut da je čak optužio Ajnštajna za podstrekanje bune.)

Ajnštajn je mislio da će ostatak života provesti u podučavanju nezainteresovanih studenata i traženju oglasa po novinama. Njegov prijatelj, Fridrih Adler, sećao se da je Ajnštajn skoro gladovao u to vreme. Smatrao je sebe potpuno promašenim. Ipak, odbio je da zamoli rođake za pomoć. Onda se suočio s još dva problema. Prvo, Mileva je po drugi put pala na završnom ispitu na Politehničkoj školi. To je značilo da je njena karijera fizičara završena. Takođe, s tako lošim rezultatima nije mogla da se nada magisteriju i doktoratu. Potpuno obeshrabrena, izgubila je interes za fiziku. Njihov romantični san o zajedničkom istraživanju kosmosa bio je završen. Onda je novembra 1901. godine, kada se Mileva vratila kući, Ajnštajn dobio pismo u kome ga obaveštava da je trudna!

Uprkos nesigurnoj budućnosti, Ajnštajn se radovao što će postati otac. Razdvojenost od Mileve teško mu je padala, pa su skoro svakodnevno razmenjivali pisma. Mileva je 4. februara 1902. godine rodila devojčicu u domu svojih roditelja u Novom Sadu – beba je krštena kao Lizerl. Veoma uzbuđen, Ajnštajn je želeo da bude obavešten o svakoj sitnici. Molio je Milevu da mu odmah pošalje fotografiju ili crtež ćerke. Čudno, ali niko nije siguran šta se zaista dogodilo s detetom. Poslednji put se pominje u pismu septembra 1903. godine i u njemu se navodi da boluje od šarlaha. Istoričari smatraju da je najverovatnije umrla ili da je na kraju data na usvojenje.

Baš kada se činilo da život ne može da mu bude gori, Ajnštajn je dobio neočekivanu poruku. Marsel Grosman, njegov dobar prijatelj, obezbedio mu je mesto nižeg državnog službenika u Zavodu za

patente u Bernu. S te neugledne pozicije, Ajnštajn će promeniti svet. (Da bi oživeo već izbledele nade da jednog dana postane profesor, ubedio je profesora Alfreda Klajnera sa Univerziteta u Cirihu da mu bude mentor za doktorat.)

Ajnštajn je počeo da radi u Zavodu za patente 23. juna 1902. godine kao stručni saradnik treće klase, za bednu platu. Radno mesto je imalo tri naizgled nevidljive prednosti. Prvo, posao ga je primorao da traži osnovne fizičke principe u svakom pronalasku. Tokom radnog vremena imao je priliku da izoštri svoje snažne instinkte za fiziku, odbacujući nepotrebne detalje i izdvajajući suštinu svakog pronalaska u svojim izveštajima. Izveštaji o detaljima i analize bile su toliko obimne da je Ajnštajn napisao jednom prijatelju kako zarađuje „pišajući mastilo“.³² Drugo, mnogi pronalasci odnosili su se na elektromehaničke uređaje, pa je odlično poznavanje unutrašnjeg rada generatora i električnih motora stečeno u očevoj fabrici bilo od velike pomoći. Na kraju, posao ga je spasio sigurne propasti i omogućio mu dovoljno vremena da razmotri dublje probleme u vezi sa svetlošću i kretanjem. Često je mogao vrlo brzo da uradi posao, tako da su mu ostajali sati za sanjarenje o problemima koji su ga opsedali još u mladosti. I baš tu, na poslu i tokom dugih noći, vratio se fizici. Mirna atmosfera Zavoda za patente savršeno mu je odgovarala. Nazivao ga je svojim „svetovnim manastirom“.³³

Tek što je stupio na posao, saznao je da mu otac umire od srca. U oktobru je hitno morao da krene za Milano. Herman je konačno, na samrti, dao Albertu blagoslov da se oženi Milevom. Utisak da je razočarao oca i porodicu bio je toliko jak da mu se činilo da nikada neće nestati. Ajnštajnova sekretarica, Helen Dukas, napisala je: „Mnogo godina kasnije, i dalje se živo sećao koliko je bio slomljen zbog tog gubitka.“³⁴ Jednom prilikom napisao je da je očeva smrt bila najveći šok koji je u životu iskusio“.³⁵ Maja je s gorčinom zapisala da „tužna sudbina nije dozvolila [njenom ocu] ni da pretpostavi kako će samo dve godine kasnije njegov sin postaviti osnove svoje buduće veličine i slave“.

U januaru 1903. godine Ajnštajn se, konačno, osetio dovoljno sigurnim da se oženi Milevom. Godinu dana kasnije dobili su sina, Hansa. Ajnštajn je počeo da vodi skroman porodični život kao državni činovnik u Bernu. Njegov prijatelj, David Rajhenštajn, jasno se sećao posete Ajnštajnu u ovom periodu: „Vrata stana bila su otvorena da bi se brže osušio tepih koji je upravo bio izriban, opran i obešen u hodniku. Ušao sam u Ajnštajnovu sobu. Jednom rukom stoički je ljuljao kolevku u kojoj je ležala beba. U ustima mu je bila loša, veoma loša cigara, a u drugoj ruci otvorena knjiga. Peć je užasno dimila.“³⁶

Da bi nabavio još novca, oglasio je u lokalnim novinama da daje privatne časove matematike i fizike.³⁷ To je ujedno i prvo pojavljivanje Ajnštajnovog imena u novinama. Moris Solovin, rumunski student filozofije, Jevrejin, prvi je odgovorio na oglas. Na Ajnštajnovu oduševljenje, ispostavilo se da je Solovin inspirativni sagovornik u vezi s mnogim idejama o kosmosu, vremenu i svetlosti. Da bi ostao u toku s najnovijim strujama u fizici, došao je na ideju da oformi neformalnu studijsku grupu koju je u šali zvao „Olimpijska akademija“, u kojoj bi raspravljali o najzanimljivijim temama dana.

Dani provedeni sa ovom grupom bili su, možda, trenuci najvećeg uživanja u Ajnštajnovom životu. Deceniju kasnije, sa suzama u očima prisećao se živih, britkih rasprava o naučnim radovima koje su vodili na sastancima. Njihove duhovne rasprave i racionalne debate ispunjavale su kafee i pivnice Ciriha – činilo im se da je sve moguće. Iskreno su isticali: „Za nas važe ove Epikurove reči: ‘Divno li je siromaštvo prožeto uživanjem!’“³⁸

Posebno su razmatrali kontroverzni rad Ernsta Maha, bečkog fizičara i filozofa. On je znao da kritikuje i izaziva svakog fizičara koji bi govorio o stvarima izvan realnog poimanja. Mah je svoje teorije objasnio u veoma uticajnoj knjizi tog vremena, *Mehanika*. Suprotstavio se ideji postojanja atoma, za koje je smatrao da su nemerljivi. Ajnštajnovu pažnju najviše je privukla Mahova kritika teorije o eteru i teorije apsolutnog kretanja. Mah je smatrao da impozantno zdanje Njutnove mehanike leži na staklenim nogama, zato što koncept apsolutnog vremena i prostora nije podložan merenju. Verovao je da

se apsolutno kretanje ne može meriti, za razliku od relativnog koje je merljivo. Niko nikada nije postavio tajanstveni apsolutni referentni sistem koji bi mogao odrediti kretanje planeta i zvezda, kao što nijedan eksperiment nije potkrepio teoriju etera.

Albert Majkelson i Edvard Morli izveli su 1887. godine niz eksperimenata koji su ukazali na kobnu slabost Njutnovog koncepta. Odlučili su da izvrše najdetaljnija moguća merenja svojstava tog nevidljivog etera. Pošto se Zemlja kreće u eterskom moru, stvarajući pri tome „eterski vetar“, zaključili su da bi brzina svetlosti trebalo da se menja zavisno od pravca vetra.

Zamislite na trenutak da se utrkujete s vetrom. Ako trčite u smeru vetra, osetićete da vas sâm vetar gura napred. S vetrom u leđa, putovaćete većom brzinom: brzina će vam se povećati za brzinu vetra. Ukoliko trčite u suprotnom smeru od vetra, brzina će vam se smanjiti; vaša brzina sada opada s brzinom vetra. U slučaju da se krećete postrance, 90 stepeni u odnosu na pravac vetra, bićete oduvani ustranu. Suština je da se vaša brzina menja u zavisnosti od toga u kom se pravcu i smeru krećete u odnosu na vetar.

Majkelson i Morli izvršili su dovitljiv eksperiment. Podelili su svetlosni zrak na dva posebna zraka koji su se kretali pod pravim uglom jedan u odnosu na drugi. Pomoću ogledala, usmerili su ih nazad ka izvoru gde su se zraci ponovo spojili. Aparaturu za eksperiment postavili su pažljivo u kadicu napunjenu tečnom živom, tako da je mogla da se slobodno okreće, a bila je toliko osetljiva da je registrovala i kretanje kočija na ulici. Prema teoriji etera, dva svetlosna zraka trebalo bi da putuju različitim brzinama. Jedan zrak bi trebalo da se kreće u smeru kretanja Zemlje u eteru, dok bi putanja drugog trebalo da bude normalna na eterski vetar. Prema tome, kada se vrate do izvora, njihove faze bi trebalo da budu različite.

Na sopstveno iznenađenje, Majkelson i Morli ustanovili su da je brzina svetlosti bila ista za sve svetlosne zrake, kako god aparatura bila usmerena. Ovakav rezultat bio je uznemiravajući jer je pokazivao da eterski vetrovi ne postoje i da je brzina svetlosti nepromenljiva, bez obzira na to što su aparaturu okretali u raznim pravcima.

Postojala su dve, podjednako neprijatne mogućnosti. Prva je bila da se Zemlja uopšte ne kreće. To se kosilo s kompletnom naukom o astronomiji, počev od Kopernikovog rada, koji je tvrdio da Zemlja nije centar svemira. Druga mogućnost bila je odbaciti teoriju etera i Njutnovu mehaniku i potražiti novo rešenje.

Uloženi su nadljudski napori da bi se teorija etera očuvala. Najbliži rešenju tog problema bili su fizičari Hendrik Lorenc iz Holandije i Irac Džordž Ficdžerald. Smatrali su da eterski vetar sabija Zemlju dok se ona kreće u eteru tako da su svi metarski štapovi u Majkelson-Morlijevom eksperimentu bili skupljeni. Eteru je sada, pored niza čudnih svojstava poput nevidljivosti, nemogućnosti kompresije, izuzetne gustine i drugih, dodeljeno još jedno: mogao je da mehanički sabije atome dok prolazi kroz njih. To bi moglo da objasni neuspeh eksperimenta. Ako pretpostavimo da je to tačno, brzina svetlosti se menja, ali je tu promenu nemoguće izmeriti. Svaki put kada pokušate da upotrebite metarski štap, a brzina svetlosti se promeni, metarski štap će se u određenoj meri skupiti u pravcu eterskog vetra.

Lorenc i Ficdžerald su nezavisno jedan od drugog izračunali stepen skupljanja, određivši takozvane „Lorenc-Ficdžeraldove kontrakcije“. Nijedan od njih dvojice nije bio posebno zadovoljan ovim rezultatom; bio je to samo brz način da se zakrpi Njutnova mehanika – ništa preko toga nisu mogli uraditi. Ni drugi fizičari nisu bili skloni „Lorenc-Ficdžeraldovim kontrakcijama“ jer su predstavljale samo *ad hoc* metodu – „veštačko disanje“ za etersku teoriju. Ajnštajnu se ideja etera, s njegovim tajanstvenim osobinama, činila zastarelom i neprirodnom. Kopernik je mnogo ranije opovrgao Ptolemejevu ideju da je Zemlja centar Sunčevog sistema i utvrdio da se planete kreću po izuzetno složenim kružnim putanjama – epiciklama. Sledeći princip „Okamove oštrice“, Kopernik je odbacio čitavu „šumu“ epicikala – zakrpe za nedostatke Ptolemejevog sistema – i postavio Sunce u centar solarnog sistema.

Poput Kopernika, Ajnštajn je iskoristio princip „Okamove oštrice“ da bi odbacio mnoge izgovore za teoriju o eteru. To je uradio pomoću jedne dečije slike.