ISBN 86-7346-324-6
9 788673 463247

Miloš Arsenijević VREME I VREMENA

Miloš Arsenijević

VREME I VREMENA

dereta

Miloš Arsenijević

Miloš Arsenijević, redovni profesor na Odeljenju za filozofiju Filozofskog fakulteta Univerziteta u Beogradu, gde je držao kurseve iz savremene filozofije, logike i antičke filozofije, stalni je član Ficvilijam koledža na Univerzitetu u Kembridžu (Velika Britanija) i Centra za filozofiju nauke Univerziteta u Pitsburgu (SAD). Bio je stipendista nemačkih fondacija „Aleksandar fon Humbolt" i DAAD, kao i Norveškog saveta. Držao je specijalne kurseve filozofije na univerzitetima u Hajdelbergu i Gracu, predavao matematiku na Univerzitetu Merilend i bio član projekta ***Kvantni objekti*** *Nemačkog istraživačkog društva DFG na Institutu za teorijsku fiziku Univerziteta u Kelnu. Održao je niz gostujućih predavanja na univerzitetima u Hajdelbergu, Karlsrueu, Bilefeldu, Dortmundu, Oksfordu, Londonu, Lidsu, Jorku, Dablinu, Berkliju, Pitsburgu, Los Anđelesu, Santa Barbari, Morgantaunu, Montrealu, Buenos Airesu, Gracu, Oslu, Budimpešti, Mariboru i Zagrebu. Autor je knjige* ***Prostor, vreme, Zenon*** *i brojnih tekstova objavljenih u vodećim svetskim časopisima, kao što su* ***Analysis, Erkenntnis, Journal of Applied Logic, Philosophia naturalis i Dialektik****, dok su mu tekstovi uvršteni u zbornike velikih izdavačkih kuća, kao što su „MIT Press", „Kluwer" i „Spektrum Akademischer Verlag". Težište interesovanja Miloša Arsenijevića su metafizika i filozofija logike, matematike i fizike.*

DERETA

www.dereta.co.yu
e-mail: office@dereta.co.yu

Biblioteka
FILOZOFSKE TEME

Urednik
Dragan Mojović

Slika na korici
De Kiriko:
„Veliki metafizičar", simbol traganja za smislom
(Muzej moderne umetnosti, Njujork)

Miloš Arsenijević

VREME
I
VREMENA

Beograd
2003.
DERETA
Filozofske studije
Institut za filozofiju Filozofskog fakulteta u Beogradu

Izdanje pomogli
Ministarstvo za kulturu i
Ministarstvo za nauku i tehnologiju

Mojim voljenim roditeljima,
s nepromenjenim sećanjem

Sadržaj

Predgovor

Ima nečeg poučnog u onome što je verovatno mislio Sveti Avgustin rekavši da zna šta je vreme sve dotle dok na pitanje o tome ne treba direktno da odgovori. Možda se, naime, i ne može reći šta je vreme, eda bi se onda istraživale njegove razne karakteristike. Zato se u ovoj knjizi ide drugim putem. Da bi se otkrilo šta je vreme, razmatrana su razna pojedinačna pitanja vezana za vreme, koja su ne samo bolje definisana nego samo pitanje „Šta je vreme?", već se na njih relativno uspešno, mada ne lako, može i odgovoriti. Ta pitanja se tiču sastava, topologije, metrike, smera i toka vremena, kao i njegovog ontološkog statusa i odnosa prema unutarsvetskim modalitetima i beskonačnosti.

Međutim, ono što traženje odgovora na ovakva pojedinačna pitanja čini naročito zanimljivim i zagonetnim jeste njihova uzajamna povezanost, koja seže dotle da, zanemarujući neko od pitanja, dolazimo do odgovora na neko drugo pitanje koga ćemo kasnije biti prinuđeni da se odreknemo, kad uzmemo u obzir ono prethodno zanemareno pitanje. Na tome se dobrim delom zasniva zaplet u ovoj knjizi, zbog čega preporučujem čitaocu da ne pročita zaključak pre čitanja same knjige, kako ne bi unapred znao ko je ubica.

U pogledu žanra mislim da knjiga spada pre svega u metafiziku. Međutim, pošto je traženje odgovora na neka pitanja zavisno kako od matematičkih i fizičkih teorija tako i od načina na koji ono što one kažu treba protumačiti, knjiga se dobrim delom tiče i filozofije matematike i fizike.

Formalizam simboličke logike korišćen je u prvom, šestom i sedmom poglavlju, ali samo onda kada je bio neophodan za dolaženje do filozofski značajnih rezultata.

Što se tiče „vremenâ" (*tempora*) koja se pojavljuju u naslovu knjige, ona se odnose, pre svega, na prošlost, sadašnjost i budućnost, a značajnu ulogu počinju da igraju počev od šestog poglavlja pa do kraja knjige.

S obzirom na dugogodišnje bavljenje pitanjima na koja ova knjiga pokušava da odgovori, imao sam vremena, a srećom i prilike, da pojedine rezultate prezentiram na predavanjima koja sam održao na univerzitetima u Oksfordu, Londonu, Lidsu, Jorku, Dablinu, Hajdelbergu, Bilefeldu, Karlsrueu, Dortmundu, Pitsburgu, Berkliju, Los Anđelesu, Santa Barbari, Morgantaunu, Montrealu, Oslu, Gracu i Mariboru, kao i na međunarodnim konferencijama u Hajdelbergu, Bilefeldu, Kastinliončelu (u Italiji), Bariločeu (u Argentini), Santa Barbari, Celju, Dubrovniku i Sremskim Karlovcima. Zahvaljujem mnogobrojnim učesnicima u diskusiji, tokom i posle ovih predavanja, na pitanjima, iznesenim mišljenjima, komentarima i pedlozima.

U više navrata, rezultate sam predstavio i na institutima za matematiku i fiziku u Beogradu. O filozofiji vremena održao sam školske 2000/2001. godine i celosemestralne kurseve na filozofskim fakultetima u Gracu i Beogradu, što me je konačno i prelomilo da donesem dugo odlaganu odluku da sve rezultate povežem u celinu koju predstavlja ova knjiga.

Ovaj rad se po temi, a verovatno i još po čemu, nadovezuje na rad moga pokojnog prijatelja i profesora Aleksandra Krona,[1] kome dugujem ogromnu zahvalnost zbog toga što me je učio, ne samo logici, već i načinu na koji se ona može primeniti u rešavanju filozofskih problema. Ali s njim tokom istraživanja nisam diskutovao.

Za mnogobrojne, dugotrajne i ponekad burne razgovore o raznim pitanjima, a pre svega onima koja se tiču tema prvog i poslednja tri poglavlja, najdublje sam zahvalan Erhardu Šajbeu, profesoru univerziteta u Hajdelbergu, Timoti Vilijamsonu,

profesoru univerziteta u Oksfordu, i Njuelu Belnapu i Adolfu Grinbaumu, profesorima univerziteta u Pitsburgu. Ova zahvalnost svakako ne znači da oni sa mnom dele uverenja o diskutovanim pitanjima i da su za ono što ja tvrdim u ovoj knjizi ikako odgovorni. U stvari, mislim da se Šajbe i Belnap sa mojim rezultatima uglavnom slažu, dok se to nipošto ne bi moglo reći za Vilijamsona i Grinbauma, koji su ubeđeni atemporalisti i infinitisti, što, naravno, nikako ne umanjuje izrečenu zahvalnost i ovoj dvojici mojih prijatelja.

Istraživanje kojeg je rezultat ova knjiga delom su finansirale nemačke fondacije Aleksandar fon Humbolt i DAAD, Centar za filozofiju nauke u Pitsburgu i Norveški savet.

Struktura vremena

Poreklo pitanja o strukturi vremena

Naša reč „sastav" skoro je sinonimna s rečju „struktura" i da ova druga u nekim kontekstima koji će nam u ovom poglavlju biti značajni nije postala tehnički termin — kao kad se govori o *relacionoj strukturi* — mogli bismo izrazom „sastav vremena" još i očiglednije nego izrazom „struktura vremena" ukazati na smisao prvog pitanja koje se tiče *vremena*, a koje glasi: „Kakav je sastav vremena?". Naime, pitanje o *sastavu* tiče se kako *onoga što* vreme čini, odnosno onoga iz čega se ono *sastoji*, tako i pitanja *odnosa* među onim što vreme sačinjava (ako to nije jedna prosta stvar, u kojem bi slučaju vreme bilo lišeno bilo kakvog sastava).

Metodološki gledano, pitanje o sastavu vremena može se opravdano smatrati prvim pitanjem koje u vezi s vremenom treba postaviti, jer će nam odgovor na to pitanje reći, u jednom minimalnom smislu, šta je fenomen koji razmatramo, bez obzira na to kakav mu ontološki status kasnije dodelili i koje mu sve još karakteristike pripisali. To, naravno, ne znači, kao što ćemo ubrzo i videti, da će odgovor na pitanje o sastavu sam po sebi omogućiti da se navedu distinktivne odredbe po kojima se vreme razlikuje od drugih srodnih fenomena, kao što je, na primer, prava linija.

Međutim, neobično je to što je pitanje o sastavu vremena i *istorijski* bilo prvo koje je razmatrano u zapadnoj filozofskoj tradiciji. To je neobično zbog toga što bi čovek pre očekivao da to budu pitanja o vremenskom toku, o prošlosti, o budućnosti ili o nepovratnosti, jer to su pitanja koja se nameću i običnom čoveku, koji o filozofiji ne mora ništa da zna. Razlog za to što je baš pitanje o sastavu vremena bilo prvo koje je filozofski razmatrano počiva na tome što je ono bilo derivat opštijeg pitanja koje su postavili Elejci, a koje se odnosilo na *strukturu kontinuuma*.

Problem vremena kao problem strukture kontinuuma

Struktura je nešto mnogostruko što se sastoji iz delova, ili elemenata, koji stoje u određenom odnosu i time čine strukturu nečim što je više od prostog skupa. Već od malena deca se, uz pomoć raznih igara, uče da sastavljaju celine od delova koji im stoje na raspolaganju. Od istih delova oni mogu da naprave brod, automobil, robota ili ko zna šta još. Brod je brod samo ako su elementi složeni na određeni način. Kad se brod razloži na sastavne delove oni više ne čine brod, baš kao što ne čine ni automobil ni robota. Oni se *mogu* na novi način složiti, i tada će činiti nešto drugo a ne brod, možda automobil, možda robota, možda nešto treće.

I u mnogim naukama je pitanje strukture osnovno pitanje. Hemijsko ispitivanje raznih supstanci ima za cilj da otkrije njihov sastav, što znači da utvrdi iz kojih se hemijskih elemenata dato jedinjenje, kao određena struktura, sastoji. Pritom je važno ustanoviti i tačan odnos i vezu među elementima. Tako se ugljenmonoksid, recimo, razlikuje od ugljendioksida po tome što u prvom, osim ugljenika, učestvuje samo jedan atom kiseonika, dok u drugom učestvuju dva. Neka pak jedinjenja, kao glukoza, fruktoza i galaktoza, imaju istu zbirnu formulu ali različitu strukturnu, što znači da je proporcija različitih elemenata svuda ista, samo što su elementi u jedinjenjima različito povezani.

Važno je primetiti da hemijski elementi nisu nešto apsolutno prosto, homogeno i nedeljivo, a da nas to ne sprečava da o njima govorimo kao o elementima. Do izvesne tačke hemija može potpuno zanemariti pitanje strukture onoga što se smatra njenim elementima. Tek kad postane *fizička* hemija, ona će svoje elemente — kao elemente *čiste* hemije — razmatrati kao strukture, ili, tačnije, to će činiti fizika koja za predmet uzima hemijske elemente.

Koliko god problemi sastavljanja broda ili analize izvesnih supstanci inače mogli biti teški, ni u dečjim igrama ni u hemiji ne postoji nikakav *filozofski* problem koji bi se ticao toga *šta* su elementi iz kojih se celine koje se sastavljaju ili analiziraju sastoje. Isto važi i za mnoge druge nauke, kao što su, recimo, fonetika i lingvistika, iz kojih reč „elemenat" (što znači *slovo*) i potiče. To, međutim, ne važi za analizu *vremena* — kojoj god nauci da ta analiza pripada. Moglo bi se, na prvu loptu, reći da se vreme sastoji iz godina, jer je godina *prirodni* elemenat vremena, budući da Zemlja obide oko Sunca upravo za godinu dana. Ali, zašto elementi ne bi bili dani i noći, koji se jedni na druge nadovezuju — tako da Zevs kišu može liti tokom devet dana neprekidno, kako se kaže u *Ilijadi*[2] — kad se uzme u obzir da se Zemlja okrene oko svoje ose upravo za dan i noć? Ima svakako još mnogih dobrih kandidata koji bi mogli pretendovati na to da budu elementi vremena. Što je najgore, šta ćemo s vremenom dok sunčevog sistema još nije bilo?

Moglo bi se reći da je potraga za *prirodnim* elementima iz kojih bi trebalo reći da se vreme sastoji jedno beznadežno nastojanje, ali da nam to ni najmanje ne smeta da izaberemo neki vremenski interval kao konvencionalnu vremensku dužinu koju ćemo smatrati vremenskim elementom. Ali ako tako nešto kažemo, mi smo se, hteli ne hteli, već upustili u filozofiju.

Zar se ne bi moglo reći da to što je potpuno proizvoljno šta ćemo smatrati elementom vremena u stvari znači da elemenata i nema? Ili se možda može sve daljom i daljom analizom vremena na kraju ipak stići do nečega što će se *s pravom* moći nazvati *elementom* vremena?

Već sama prethodna pitanja pokazuju kako se pitanje o sastavu vremena svodi na pitanje o strukturi kontinuuma, jer ista pitanja važe, *mutatis mutandis*, i kad se postave s obzirom na sastav prostora, materije ili uopšte bilo čega homogenog i kontinuiranog. To objašnjava zašto je pitanje *strukture* vremena prvo pitanje o vremenu koje je u istoriji zapadne filozofije postavljeno; zato, naime, što su Elejci i vreme shvatali kao nešto što je po svim relevantnim odredbama istovetno onom jednom jedinom biću koje postoji, i što se zato njihova analiza onoga što postoji *mutatis mutandis* odnosi i na vreme.[3]

Elejsko shvatanje kontinuuma

Polazeći od svog osnovnog principa da se o onome i samo o onome što postoji može misliti i smisleno govoriti,[4] Parmenid je, kroz usta boginje koja ga je navodno tome podučila, dokazivao da ono što postoji mora, pored ostalog, biti homogeno i kontinuirano.[5] Ne ulazeći u razloge iz kojih ono što postoji navodno mora biti homogeno, a pretpostavljajući da je upravo vreme homogeno, zadržaćemo se samo na onome što neposredno ima značaja za pitanje njegove strukture, a to je Parmenidovo shvatanje kontinuuma.

Pomenuli smo da je Homer u *Ilijadi*, priloški, rekao kako je Zevs izlivao kišu *neprekidno* (συνεχές) tokom devet dana i noći koji se *jedni na druge nadovezuju*.[6] Kako je sad Parmenid mogao da upotrebi istu reč pridevski, da bi naveo jedno od obeležja onoga što postoji, kad to što postoji po njemu nije mnoštveno (to je još jedna od njegovih karakteristika[7])? Verovatno je Parmenid imao u vidu to što između onoga što bi smrtnici smatrali delovima onoga što postoji (a što u stvari nisu delovi) ne bi moglo biti praznine (jer je praznina ono što ne postoji), ali je, ne želeći da ni protivčinjenički pominje delove, to izkazao tako što je za sâmo ono što postoji rekao da je συνεχές, što u stvari ne znači ništa drugo do da je u sebi *neprekidno*.

Pošto je, po Parmenidu, ono što postoji ne samo jedinstveno, homogeno i neizdeljeno već je i nedeljivo,[8] dobili smo shvatanje po kojem *kontinuum* uopšte *nije ni u kojem smislu strukturiran*! To znači da je prva teorija o strukturi kontinuuma bila takva da je odbacila naše prvo pitanje o vremenu: budući da je vreme jedinstveno, homogeno i kontinuirano, ono uopšte nije ni iz čega sastavljeno.

Zenon je u svojim dokazima protiv mnoštva[9] indirektnim putem dokazivao isto, ali su ti dokazi značajni po tome što su se izdeljenost ili deljivost onoga što je kontinuirano najpre dopuštali, da bi se ispitalo kakve to posledice za sobom povlači.

Kako god shvatili način deobe u 29 B 1,[10] nikada se ne može doći ni do čega što je elementarnije od onoga od čega se u deobi pošlo, pošto je svaki deo onoga što je kontinuirano i sam kontinuiran. To, drugim rečima, znači da je svaki deo, ili navodni deo, isto toliko elementaran koliko je to i ono čega je deo, te se ne vidi zašto bi uopšte trebalo reći da je ono od čega se pošlo iz nečega sastavljeno.[11]

Stvar bi drugačije stajala kada bi se kontinuum mogao sastaviti iz nečega što samo nije kontinuirano i što bi utoliko bilo nedeljivo. Ali, kaže Zenon, tako nešto ne bi imalo veličinu, te ne bi moglo ni da poveća nešto čemu bi se dodalo, ni da smanji nešto od čega bi se oduzelo.[12] To pak ne znači ništa drugo do da tako nešto ne bi moglo da igra ulogu sastavnog dela. Zenon ovde očigledno ima u vidu ono što se smatra *matematičkom tačkom* i što je Aristotel kasnije nazivao στιγμή[13]. Tome kad je u pitanju vreme odgovara pak ono što je Aristotel zvao νῦν, a što se odnosi na *trenutak bez protežnosti*.[14] U generalizovanom vidu, Zenonov nam zaključak, a koji Aristotel naziva *Zenonovim aksiomom*,[15] kaže da se *entiteti viših dimenzija ne sastoje* (to jest, ne mogu sastojati) *iz entiteta nižih dimenzija*. Slično tome što se linija ne sastoji iz matematičkih tačaka niti vreme iz neprotežnih trenutaka, ni ravan se ne sastoji iz linija niti telo iz površi.

Nećemo sad razmatrati preostale Zenonove dokaze, pa čak ni one koje, poput *Leteće strele*, imaju neposredne veze s *vremenom*[16] (u izmenjenom vidu s njima ćemo se sresti u jednom kasnijem poglavlju), jer je poenta dovoljno jasna i na osnovu onoga što je dosad rečeno. U svakom slučaju, Zenonovi argumenti ozbiljno dovode u pitanje pokušaj da se o kontinuumu bilo koje vrste, pa utoliko i o vremenu, govori kao o nečem struktuiranom.

Od Elejaca do Aristotela

Koliko god Parmenidovi i, još više, Zenonovi argumenti bili ubedljivi, njihov opšti zaključak (*ako* je to bio i Zenonov zaključak[17]), po kojem ne može biti nikakve mnoštvenosti niti bilo kakve promene, nije nijednom od njihovih sledbenika (izuzev možda Gorgiji[18]) bio prihvatljiv, zbog čega su svi odreda nastojali da ospore neku od premisa elejskih argumenata i time spasu svet mnoštvenosti i promene kakvog ga u iskustvu poznajemo. Međutim, prve intervencije nisu se ticale prostora i vremena već isključivo sastava *materije*.

Leukip i Demokrit su osporavali princip po kojem sve što važi za nešto što je kontinuirano mora važiti i za sve njegove delove, koji se otkrivaju stvarnom ili zamišljenom deobom.[19] Naime, ako se taj princip ne prihvati kao glavna premisa u Zenonovim argumentima, onda se može tvrditi da će se upornom deobom na kraju stići do nečega *elementarnog*, to jest do nečega što će biti elementarno utoliko što će biti nedeljivo *iako* je kontinuirano (i ima veličinu[20]). Tako su Leukip i Demokrit bili navedeni da postuliraju postojanje mnoštva atoma, koji svojim kombinovanjem i kretanjem u praznini sačinjavaju svet s kojim se u iskustvu i mi ljudi srećemo. Ali, sama *praznina* je ostala onakva kakvim je Parmenid smatrao svoje biće[21]: jedinstvena, homogena i kontinuirina, i shodno tome *nestruktuirana*. Ono što je kod Parmenida važilo za jedno jedino biće, za Leukipa i Demokrita važi, dakle, za svaki pojedinačni atom i za prazninu u kojoj se atomi kreću. Mada o tome ništa ne kažu, logično je pretpostaviti da bi isto trebalo da važi i za *vreme:* i ono ostaje jedinstveno, homogeno, kontinuirano i, usled toga, jednostavno *nestruktuirano*. Vidimo, dakle, da je jedino što su atomisti učinili — a da bi očuvali svet mnoštvenosti i promene — to što su u slučaju materije uveli ograničenje u pogledu neograničeno sprovođene deobe. Takav postupak je Aristotel žestoko osporavao iz više razloga,[22] od kojih su najvažnija sledeća dva. Prvo, ograničenje o kojem je reč protivno je izričitom odsustvu svakog sličnog ograničenja u matematici, i drugo, ograničenje nije opravdano ničim drugim do težnjom da se spase svet mnoštvenosti i promene. Saglasnost teorije sa iskustvom je važna stvar — i za *to* Aristotel atomiste hvali[23] — ali se ta saglasnost ne sme ostvarivati na takav *ad hoc* način i još uz ogrešenje o matematičke principe.[24]

Empedokle se elejskih teškoća rešio na drugi način. On nije prihvatio Parmenidov argument po kojem ono što postoji mora biti homogeno i tvrdio je da je ono što postoji izvorno heterogeno: ono se sastoji od vatre, vazduha, zemlje i vode.[25] Praznine nema, ali zato ima *umetanja* ovih korena svega jednih u druge, čime nastaju različite mešavine koje tvore stvari u svetu kakvog ga znamo. Ovim je Empedokle — a što po pravilu ostaje nezapaženo, ili bar nenaglašeno[26] — pripremio Aristotelovu teoriju kontinuuma. Naime, vatra, vazduh, zemlja i voda imaju karakteristiku ne samo homogenosti nego i kontinuiranosti, a da ipak činjenica njihovog uzajamnog umetanja govori o tome da su *deljivi*. To *de facto* već znači ono što će Aristotel toliko naglašavati: da je kontinuum neizdeljen ali deljiv, i to u beskonačnost.[27]

Učenja potonjih filozofa pre Aristotela, uključujući tu i Platonovo — koje će u odnosu na pitanje o ontološkom statusu i toku vremena biti izuzetno značajno — ne tiču se, niti (kao kod Empedokla) impliciraju nešto zanimljivo novo u pogledu strukture kontinuuma, odnosno *sastava* vremena, pa zato odmah prelazimo direktno na Aristotela.

Aristotelova teorija kontinuuma

Kao što je maločas nagovešteno, osnovna Aristotelova tvrdnja, iz koje će on izvesti mnoge dalokosežne, značajne i zanimljive zaključke, jeste to da je sve ono što je kontinuirano, pa time i vreme, aktualno neizdeljeno, ali da je deljivo u beskonačnost. Kao što ćemo odmah videti, mogućnost deljenja u beskonačnost ne povlači za sobom mogućnost beskonačne izdeljenosti.[28]

Prvo što se možemo zapitati — a na to pitanje ćemo se morati često vraćati — jeste to da li prethodno znači da i Aristotel odbija pitanje o struktuiranosti kontinuuma, pošto tvrdi da je sve što je kontinuirano neizdeljeno, to jest, da nema delova. Naime, ono što nema delova ne sastoji se ni iz čega. Ipak, u slučaju Aristotela je sve ovako, ali možda i onako, jer njegova se osnovna metoda u filozofiji sastoji u tome da se stalno vodi računa o smislu u kojem se nešto kaže, jer o stvarima se govori na različite načine, odnosno, isti se izrazi koriste za govor o različitim stvarima (πολλαχῶς λέγεται).[29]

U *izvesnom* smislu, koji čak treba smatrati *primarnim*,[30] svakako je tačno da kontinuum nije struktuiran, jer za ono što je kontinuirano se kaže da nema delova. Ali, ovde je reč o *aktualnim* delovima. O strukturi kontinuuma je ipak *moguće* govoriti, ako se, naime, o njegovim delovima govori kao o *mogućim* delovima.[31] Pritom se razlika između dela kao potencijalnog i kao aktualnog ne sastoji ni u čemu drugom osim u tome da bi prelaskom iz potencijalnosti (δύναμις) u aktualnost (ἐνέργεια) deo postao nešto individuirano i samostalno,[32] bilo tako što bi doslovno bio izdvojen iz kontinuuma, bilo tako što bi stekao neko svojstvo kojim bi se razlikovao od delova koji ga neposredno okružuju.

Pretpostavimo da je parče krede (bez obzira što danas znamo da to nije tako) homogeno i kontinuirano (što je ono što svi misle pre nego što počnu da uče fiziku). Ako to parče slomimo na dva dela, onda će svaki od dva prethodno potencijalna dela preći u stanje aktualnosti. Kao rezultat dobićemo, ako dva nastala parčeta ne razdvojimo, konglomerat (ἁπτόμενον)[33] sastavljen od dva parčeta koja su u sebi homogena, kontinuirana i aktualno neizdeljena, ali koja zajedno ne čine kontinuum.

Naravno, moguće je od dva parčeta ponovo načiniti jedno (mada to s kredom malo teže ide, za razliku od plastelina, recimo, kojeg deca koriste u igri). Važno je to što pri ovim operacijama svaki deo, barem u načelu, može da ostane tačno *onakav i onoliki* kakav je i koliki bio kao samo potencijalni deo,

tako da se sva promena sastoji samo u tome što su pri lomljenju odgovarajući potencijalni delovi prešli u stanje aktualnosti, dok se pri spajanju vraćaju u stanje potencijalnosti.

Za nas je važno pitanje kako bi potencijalni delovi kontinuuma bili aktualizovani kada je u pitanju vreme, pošto vreme, za razliku od krede, ne može da se lomi. Jedino tako što delovi koji bi kao potencijalni bili homogeni budu u stvari međusobno heterogeni, poput Homerovih dana i noći. Tako je reč „συνεχές“ doživela neobičan preobražaj: u početku je pretpostavljala upravo to da se dve heterogene stvari jedna na drugu nadovezuju, dok je, zahvaljujući Parmenidu i Aristotelu, na kraju označavala nadovezivanje potencijalnih delova nečega što je homogeno, ali ne i nadovezivanje međusobno raznorodnih stvari.

Tako je Aristotel, na izvanredno zanimljiv način, ipak dozvolio da se govori o strukturi kontinuuma. Kontinuum doduše nema aktualnih delova, ali se zato može govoriti o potencijalnim delovima, kao što se mogu ispitivati i odnosi među njima. Na primer, potencijalni delovi se mogu nadovezivati,[34] ali oni mogu biti i u takvom odnosu da je jedan uključen u drugi (kao što je dan uključen u godinu), ili u takvom da se jedan preklapa s drugim (kao što se vreme Platonovog samo preklapa sa vremenom Sokratovog života).

Kompletnu aristotelovsku analizu strukture kontinuuma — u cilju poređenja s Kantorovom — aksiomatski ćemo izložiti u jednom od narednih odeljaka. No već se sad moramo zapitati zašto je Aristotel, kada je već dozvolio analizu preko potencijalnih delova, insistirao na tome da te delove ne treba shvatiti kao aktualne.

Moglo bi se pomisliti da je tu naprosto reč o elejskom nasleđu i da to što je svaki deo (koji Aristotel smatra potencijalnim) jednako loš kandidat u pogledu elementarnosti predstavlja dovoljan razlog da se odbaci tvrđenje da se kontinuum aktualno iz takvih delova sastoji. No na to bi se moglo odgovoriti da to što je svaki deo jednako loš može da se shvati i kao da je svaki deo jednako dobar kandidat, te da se, sledstveno, kaže da je svaki takav deo sastavni deo kontinuuma. Samo treba da se oslobodimo predrasude da elementarnost zahteva apsolutnu jednostavnost elemenata. Kao što smo videli, hemičare ne mora da brine to što njihovi elementi nisu prosti već su i sami struktuirani. U slučaju kontinuuma cela stvar bi samo bila dovedena do kraja, utoliko naime što bi se za svaki deo kontinuuma moralo reći da je *na isti način* struktuiran kao i kontinuum kojeg je deo.

Problem je, međutim, mnogo suptilniji. Ako bismo sve delove koje Aristotel smatra potencijalnim tretirali kao aktualne, onda bi to trebalo da znači da se kontinuum, bar u principu, na sve njih može razložiti, kao što se parče krede može podeliti ne samo na dva, tri ili četiri dela, već, teoretski barem, na koliko god se mnogo delova želi. Ali da li je moguće *jednovremeno* izdvojiti sve delove iz jednog kontinuuma?[35]

Izdvojiti sve delove jednovremeno očigledno nije moguće već zbog toga što, kao što smo videli, ima onih koji su uključeni u druge, pa ne bi bilo moguće da i oni, i oni u koje su uključeni, budu jednovremeno ekstrahovani. To isto važi i za delove koji stoje u relaciji preklapanja.

Međutim, relacija uključenosti i relacija preklapanja ne bi morale predstavljati prepreku pri drugačijem načinu aktualizacije. Videli smo da se aktualizacija može ostvariti i uz pomoć heterogenosti (što je u slučaju vremena, a za razliku od stvari poput krede, i jedini način). Pretpostavimo, dakle, da je svaki od delova koje Aristotel smatra potencijalnim aktualizovan tako što svi delovi imaju neko karakteristično svojstvo, koje, i ako ne pripada jedinstveno jednom i samo jednom delu, ono ipak ne pripada nijednom intervalu u koji je interval s tim svojstvom uključen niti pripada ijednom delu s kojim se deo s tim svojstvom preklapa. Kada je u pitanju vreme, u tu svrhu bi se mogli koristiti procesi najraznoraznije vrste, poput života ljudi, čestica, planeta, galaksija, ili čega već ne što bi moglo zatrebati za dovoljno individuiranje, to jest aktualizaciju, nekog vremenskog intervala. Pri ovakvoj aktualizaciji problem se sastoji u tome što aktualizacija bilo kojim datim svojstvom (ili procesom) ostavlja sve delove koji su u aktualizovani deo uključeni neaktualizovanim *tim* svojstvom (ili procesom). Doduše, bilo koji od uključenih delova bi *mogao* biti aktualizovan *nekim drugim* svojstvom (ili procesom), ali, ako se to i ostvari, za delove koji su u njega uključeni važilo bi isto: oni bi ostali neaktualizovani *tim drugim* svojstvom (ili procesom). Teškoća je ukratko u tome što je svako svojstvo svojstvo dela *koji ima delove*, zbog čega uvek mora ostati neaktualizovanih delova.

Ako bi se umesto svojstvima onoga što je kontinuirano koristili svojstvima tačaka ili trenutaka (što ne mora biti nemoguće, jer se neki događaji, poput inicijalnog dodira dva tela, dešavaju trenutno), onda bismo se suočili s problemom koji proističe iz Zenonovog aksioma. Naime, ako se entiteti viših dimenzija ne sastoje iz entiteta nižih dimenzija, onda tačke naprosto *nisu delovi* linija, površina i tela, kao što ni trenuci *nisu delovi* vremena.

Postoji još jedan problem s kojim ćemo se sresti u poglavlju o beskonačnosti, a koji se tiče nemogućnosti aktualizacije beskonačno mnogo delova ograničenog kontinuuma. Ali već ovo što je dosad rečeno jasno pokazuje zašto je Aristotel insistirao na tome da su delovi kontinuuma samo potencijalni delovi: zato što ni pri jednoj aktualizaciji ne mogu svi biti aktualizovani. Svaka nova aktualizacija može aktualizovati i delove koji nisu bili aktualizovani, to jest, može nam dati veći broj aktualizovanih delova nego što je to bio slučaj u prethodnoj aktualizaciji, ali broj delova nikada neće biti beskonačan.

Mnogo vekova kasnije, Kant će, u Aristotelovom duhu, ovakve „celine" čiji su delovi samo potencijalni nazvati *idealnim celinama* (*composita idealia*)[36], da bi ih razlikovao od stvarnih celina (*composita realia*), to jest celina u pravom smislu reči, koje se zaista sastoje iz delova, što znači delova koji su aktualni. Kod ovakvog, aristotelovskog shvatanja kontinuuma, jednako je važno kako to što je kontinuum nešto bez *aktualnih delova*, tako i to što se ipak *dozvoljava* da se govori o *strukturi* kontinuuma s obzirom na različite *relacije* u kojima se nalaze njegovi *potencijalni* delovi.

Od Aristotela do Kantora

Aristotelova teorija kontinuuma dominirala je sve do druge polovine devetnaestog veka.[37] Jedini konkurenti mogli su biti Epikurov finitizam i teorija infinitezimala, ali prva je od ove dve teorije bila sasvim marginalna i danas se razmatra kao čisto teorijska mogućnost, dok je druga doduše dugo živela u matematičkoj praksi, doživevši vrhunac u Lajbnicovoj formulaciji infinitezimalnog računa, ali ne i u filozofski zasnovanim učenjima.[38] I sam je Lajbnic na kraju tvrdio da su infinitezimale samo korisne fikcije i da ih nema u prirodi. Danas je ovo učenje prisutno u takozvanoj nestandardnoj matematičkoj analizi[39] i u nedavno formalno zasnovanoj teoriji kontinuuma Filipa Erliha.[40]

a) *Epikurov finitizam*

Epikur je poznat kao nastavljač učenja Leukipa i Demokrita. Međutim, mnogo je manje poznato da on nije govorio samo o atomima u fizičkom smislu, već i nečemu što je u svakom, pa i matematičkom, smislu nedeljivo a da to ipak nije standardna matematička tačka, ili njoj odgovarajući trenutak, već nešto s veličinom. Neki su, poput Lurije,[41] takve entitete pronašli, ali bez dobre evidencije,[42] već kod ranih atomista. To nešto apsolutno nedeljivo ipak je dovoljno veliko i da dâ meru svemu i da bude gradivni element onoga u šta je materijalni svet smešten, a to su prostor i vreme.[43]

Epikur je, drugim rečima, argument zenonovskog tipa, koji su stari atomisti koristili kao dokaz za postojanje atoma, proširio i na ono što su oni ostavili jedinstvenim, a to je praznina, odnosno prostor, da bi prirodno isto rezenovanje primenio i na vreme.

Ovo Epikurovo učenje je neuporedivo lakše izložiti i razumeti nego li ga braniti. Deobom prostora, kao i deobom vremena, na kraju se navodno nužno mora doći do nečeg nedeljivog, što možemo nazvati *topon*, odnosno *hronon*. Toponi i hrononi su nešto što je manje od „onoga što je u opažaju najmanje",[44] a što predstavlja perceptivni minimum. No iako su, dakle, veoma mali, konačan broj topona je uvek dovoljan da se iscrpi bilo koji konačni prostor, što isto važi i za hronone s obzirom na bilo koji ograničeni vremenski interval.

Epikurova teorija, kao što ćemo odmah videti, zahteva reviziju čitave geometrije, kakva se može naći kod Branislava Petronijevića.[45] To bi ujedno mogao biti razlog što su Demokrit i Leukip govorili samo o fizičkim atomima.

Prva kritika se pojavila već pre nego što je teorija bila formulisana! To je bilo moguće zato što je neko u Platonovoj Akademiji već bio zastupao teoriju o nedeljivim linijima,[46] koju je neki nama nepoznati peripatetičar izložio razornoj kritici, a čiji je spis na sreću sačuvan.[47]

Navešćemo samo jedan primer koji pokazuje kakvu bi reviziju morala da pretrpi standardna geometrija ako bi Epikurova teorija bila prihvaćena, što onda ujedno objašnjava i zašto se ona krajnje sporadično pominjala.

Zamislimo najmanji mogući *egipatski trougao*, što bi shodno Epikurovoj teoriji bio trougao čija hipotenuza odgovara dužini od pet topona, dok katete odgovaraju dužini od po tri, odnosno četiri topona. Na takvom trouglu bi bilo nemoguće spojiti sredinu katete koja je dugačka četiri topona sa sredinom hipotenuze, pošto bi sredina hipotenuze bila na sredini topona, koji kao ono što je apsolutno nedeljivo ne može imati sredinu. Što je najgore, ista stvar bi važila za bilo koji egipatski trougao koji bi se dobio odgovarajućim povećanjem dužina stranica.

Krajem devetnaestog veka, Pol Taneri i za njim čitav niz francuskih istraživača[48] tvrdili su da je već četvrta Zenonova kinematička aporija, od Aristotela poznata pod nazivom *Stadion*, bila uperena protiv teorije koju je kasnije zastupao Epikur. Iako je francusko tumačenje *Stadiona* najverovatnije pogrešno,[49] njihov argument (ako već ne Zenonov) lepo otkriva za nas interesantnu slabost Epikurove teorije hronona, i to čak nezavisno od toga da li se pritom zastupa i teorija topona ili se prostor ostavi nekvantizovanim.[50]

Pretpostavimo da nekom telu treba izvestan neparan broj hronona da s nekog datog mesta stigne na neko drugo mesto i da mu baš onda kad se tamo zaputi s tog drugog mesta u susret istom brzinom krene neko drugo telo. Kad će se ova dva tela, ako se u međuvremenu ne zaustave, sudariti? Na pola hronona, što je, s obzirom na nedeljivost hronona, nemoguće. Dakle, jedino kako bi se teorija hronona mogla spasti — analogno, mada još neprihvatljivije nego teorija topona u slučaju egipatskih trouglova — bilo bi da se u takvim slučajevima telima „zabrani" da idu jedno drugom u susret da se ne bi dogodilo ono što je nemoguće.

Ako ništa drugo, Epikurova teorija dodatno pokazuje zašto je možda ipak neophodno upuštati se u razne suptilnosti u koje se, kao što smo videli, upuštao Aristotel baveći se problemom kontinuuma.

b) *Infinitezimalizam*

Istorijom teorije infinitezimala opširno sam se bavio u prethodnoj knjizi, *Prostor, vreme, Zenon*,[51] pa ću ovde izložiti samo osnovne postavke ove teorije, ukazati na motive za njeno ustanovljenje i naznačiti kako izgleda njena najnovija aritmetizovana verzija.

U celoj grčkoj matematici važilo je ono što se danas naziva Arhimedovim aksiomom, a kojim se tvrdi da se pošav od bilo koje date tačke u prostoru bilo koja druga tačka, makar koliko bila udaljena od date tačke, može dosegnuti ili premašiti u konačnom broju koraka iste dužine, ma koliko ti koraci inače bili kratki. To onda važi, *mutatis mutandis*, i za bilo koja dva vremenska trenutka.

Uvođenje infinitezimala — beskonačno malih veličina — značilo je negaciju Arhimedovog aksioma, pošto se bilo koje ma koliko malo ali konačno rastojanje u uobičajenom smislu može iscrpsti samo *beskonačnim* brojem infinitezimala. Infinitezimale su, drugim rečima, manje od bilo kojeg rastojanja u uobičajenom smislu.

Šta je navelo matematičare da u svoju igru uključe i ovakve, grčkoj misli (uprkos nekim mišljenjima)[52] strane entitete? To što u geometriji postoje razne *nesamerljive* veličine, poput dijagonale i stranice kvadrata, koje u mnogim slučajevima otežavaju izračunavanje dužina, površina ili zapremina pojedinih linija, površina ili tela.[53] Iz jednog, tek pre stotinak godina otkrivenog, Arhimedovog spisa[54] vidi se da je čak i on sam — po kome anti-infinitezimalistički aksiom nosi ime — koristio infinitezimale, mada, kako kaže, samo u *heurističke* svrhe, da bi odmah potom izveo dokaz koristeći se svojim čuvenim dvostrukim svođenjem na apsurd, koje je potpuno u skladu s rigorima grčke matematike, koji ne priznaju infinitezimale.[55]

Cela stvar se može lako ilustrovati primerom Lajbnicovih *diferencijala*,[56] koje je on koristio pri izračunavanju koeficijenta pravca tangente krive u nekoj datoj tački. Naime, odnos dy/dx ne sme da bude $0/0$, jer takav odnos je neodređen i ništa ne govori o pravcu tangente, ali dy/dx ne sme da bude ni odnos dve konačne veličine, jer taj bi odnos, ma koliko takozvani diferencijalni trougao bio mali, određivao koeficijent pravca sečice a ne tangente u datoj tački. Dakle, dy/dx mora da bude „nešto između", a to znači da to mora da bude odnos dve infinitezimale.

Mada je naziv *infinitezimalni račun* preživeo, kao uostalom i veći deo Lajbnicove notacije (kad su integrali u pitanju, recimo), danas se ono što je Lajbnic postizavao pomoću pretpostavke o infinitezimalama standarno rešava teorijom izvoda u Košijevoj verziji teorije graničnih vrednosti, koja se *ne koristi* infinitezimalama.[57] Kao da su matematičari previše ozbiljno shvatili Lajbnicovu izjavu da su infinitezimale *korisne fikcije*,[58] pa su na svaki način — na kraju uspešno — nastojali da ih izbegnu!

Danas se svaka teorija koja sadrži infinitezimale zove nestandardnom. Evo kako je Erlih[59] nedavno vrlo jednostavno aritmetički zasnovao nearhimedovsku teoriju kontinuuma, pri čemu se jednostavnost odnosi samo na osnovnu ideju, dok su teoreme koje dokazuju homogenost uvedenog nearhimedovskog polja brojeva s mukom dokazane. Pošto se radi o *jednodimenzionalnom* nestandardnom polju brojeva, teorija bi mogla biti primenjana upravo na strukturu *vremena*.

Proširimo standarno brojno polje (koje obuhvata sve negativne i pozitivne racionalne i transcendentne, odnosno iracionalne, brojeve) beskonačnim ordinalnim brojem ω, koji dozvoljava da se njime obavljaju sve uobičajene operacije, bilo da u ovima učestvuje samo on sam bilo da u tome učestvuju i standardni konačni brojevi. Tako se dobijaju novi brojevi, kao, recimo, $\omega \cdot \omega$, $\omega - 5$, $\omega + 2018$, $-(\pi/\omega)$, $\omega/\sqrt{2}$, i slično. Važno je to što kad od ω oduzmemo bilo koji pozitivni konačni broj dobijamo kao rezultat broj koji je doduše manji od ω ali koji je takođe beskonačan. S druge strane, kao što je poznato, dodavanje bilo kojeg pozitivnog broja nekom standardnom realnom broju daje kao rezultat broj koji je takođe konačan. To znači da, iako beskonačni ordinali ω i svi ostali manji od ω pripadaju nizu ordinalnih brojeva, ne postoji sukcesivan prelaz s konačnih na beskonačne ordinale.

Već samo uvođenje novog broja ω zajedno sa operacijama u koje je on uključen ima za posledicu generisanje brojeva koji su beskonačno puta bliži nuli od bilo kojeg standardnog konačnog broja. To od gore navedenih brojeva važi za broj $-(\pi/\omega)$. Drugim rečima, $-(\pi/\omega)$ je infinitezimala. Zahvaljujući takvim infinitezimalama moguće je u okolini bilo kojeg standardnog realnog broja pronaći beskonačan broj brojeva koji su mu bliži od bilo kojeg drugog standardnog realnog broja. Tako je, recimo, broj $(3 + 4/\omega)$ bliži broju 3 od bilo kojeg standardnog broja.

Novo polje brojeva je uređeno kao i standardno polje brojeva. Za svaka dva broja iz novog polja važi da su ili jednaki ili je jedan manji od drugog. Svaki treći broj je ili jednak jednom od njih, ili je manji od oba, ili je veći od oba, ili se nalazi između njih. To nam omogućava da postuliramo obostrano jednoznačnu vezu između skupa svih starih i novih brojeva i tačaka prave, čime su ujedno odbačeni i Arhimedov i Dedekind–Kantorov aksiom. Arhimedov aksiom ne važi zato što postoje

tačke koje se ne mogu dostići u konačnom broju ma kako velikih koraka, dok Dedekind–Kantorov aksiom — kojim se tvrdi obostrano jednoznačna veza između brojeva standardnog polja i tačaka prave — ne važi zato što iz nove biunivoke korespondencije sledi da prava ima mnogo više tačaka, a to su sve one koje su korespondirane brojevima koji su standardnim brojevima bliži od ostalih standardnih brojeva.

Pošto prava, po uobičajenom shvatanju, ima sastav koji je izomorfan sastavu vremena, to bi iz nove teorije kontinuuma sledilo da ima beskonačno udaljenih trenutaka kao i beskonačno kratkih vremenskih intervala.

Vreme je ujedno i to što će pokazati da li će ova teorija kontinuuma koja sadrži infinitezimale naći primenu i biti šire prihvaćena. Ona je u čisto matematičkom smislu koherentna, što znači da standardna teorija — kojom ćemo se sad pozabaviti — ne može, bez pozivanja na Arhimedov aksiom, da postulira obostrano jednoznačnu vezu između brojeva standardnog polja i tačaka prave, odnosno vremenskih trenutaka.

Kantorova teorija kontinuuma

Kantor je, kako sam kaže, bio duboko nezadovoljan „velikom svađom među filozofima", od kojih su jedni sledili Aristotela, drugi Epikura, jer prvi su elemente materije — a to važi i za prostor i vreme — ostavili potpuno neodređenim, dok su drugi elementima proglašavali atome, koji su, ma koliko sićušni, ipak imali veličinu.[60] Zato je Kantor bio veoma ponosan na svoju teoriju kontinuuma, kojom je Zenonov aksiom, posle dve i po hiljade godina, najzad odbačen,[61] i u kojoj je postalo moguće da se tvrdi da se entiteti viših dimenzija *sastoje* iz entiteta nižih dimenzija. I prostor, i vreme, i materija postali su *composita realia*.

Negde u isto vreme kad i Kantor, Dedekind je na svoj način došao do istog rezultata.[62] U ime istorijske pravičnosti, treba reći da je teren i Kantoru i Dedekindu pripremio treći veliki nemački matematičar: Vajerštras.[63] Ja ću u prezentaciji ove, danas standardne, teorije kontinuuma slediti Kantora, jer su njegove definicije takve da se cela stvar može izložiti krajnje jednostavno i neformalno, a, osim toga, i formalizovati bez brojeva. Pritom ću se zaustaviti na jednodimenzionalnom linearnom kontinuumu, jer je vreme, po pretpostavci, upravo jedan takav kontinuum.

Posmatrajući matematičku liniju, kao jednodimenzionalni linearni kontinuum, Kantor se složio da nije dovoljno da za tačke na njoj važi takozvani uslov *gustine*, ako se želi tvrditi da se linija *sastoji iz tačaka*. Upravo zato što su se na ovom uslovu zaustavljali, njegovi se prethodnici vekovima nisu odvažili da negiraju Zenonov aksiom.

Uslovom gustine se kaže da se između bilo koje dve tačke na pravoj nalazi treća tačka. Več ovaj uslov onemogućava da se tačke slažu sukcesivno a da među njima ne bude razmaka. To je znao i Aristotel. Ako su tačke linearno uređene i ako je uslov gustine zadovoljen, onda važi da je svaka od tako poređanih tačaka tačka nagomilavanja beskonačno mnogo drugih tačaka, što znači da se u ma kako maloj okolini bilo koje date tačke nalazi beskonačno mnogo tačaka. Takav skup je Kantor nazivao *savršenim*,[64] ali takav skup ne čini nužno kontinuum, prosto zato što uslovom gustine nije isključeno da bude beskonačnih nagomilavanja tačaka čija granična tačka ne pripada datom skupu tačaka.

Dakle — evo kako je stvar jednostavna — treba samo uvesti i drugi uslov, kojim će se obezbediti da svako beskonačno nagomilavanje ima za graničnu tačku tačku koja *pripada osnovnom datom skupu tačaka*. Takav skup tačaka Kantor je nazivao *koherentnim* (*zusammenhängend*).[65] I sad, ako je linearno uređeni skup tačaka i *savršen* i *koherentan*, onda on tvori *kontinuum*, jer bi na odgovarajućoj liniji, da bi bila *nešto više* od ovog skupa tačaka trebalo naći mesto gde se ne nalazi nijedna tačka iz takvog skupa tačaka, što je s obzirom na to kako su uslovi postavljeni nemoguće.

Uslovi savršenosti i koherentnosti postavljeni su pod pretpostavkom važenja Arhimedovog aksioma. No imajući u

vidu infinitezimalističku teoriju kontinuuma koju smo razmatrali u prethodnom odeljku, važno je ispitati da li su Kantorovi uslovi tako formulisani da, ako su zadovoljeni, savršen i koherentan skup tačaka *mora* tvoriti kontinuum *bez obzira* na zadovoljenost ili nezadovoljenost Arhimedovog aksioma.

Pogledajmo kako stvar stoji u slučaju Erlihovog kontinuuma. Jasno je da se tu u bilo kojoj okolini svake tačke nalazi beskonačno mnogo tačaka. Manje je jasno kako stvar stoji sa uslovom koji se tiče koherentnosti skupa. Šta je na pravoj koja odgovara Erlihovom polju brojeva granična tačka niza tačaka koje odgovaraju brojevima 1/2, 3/4, 7/8,..., $(2^n - 1)/2^n$,...? Standardno bi to bila tačka koja odgovara broju 1, ali u nestandardnom modelu ima beskonačno mnogo nestandardnih tačaka koje se nalaze između tačke koja odgovara broju 1 i bilo koje tačke koja odgovara nekom članu navedenog niza. Ono što, dakle, nedostaje je *jedinstvenost* tačke nagomilavanja. Drugim rečima, Kantorova oba uslova bi važila i u Erlihovom nestandardnom modelu kontinuuma *ako* bi se uslov koherentnosti tako formulisao da ne podrazumeva jedinstvenost tačke nagomilavanja.

Osim toga što je formulisao uslove čije obezbeđenje omogućuje skupu tačaka da tvori linearni kontinuum, Kantor je prvi otkrio i koliko je tačaka za to potrebno. Naravno da ih je potrebno beskonačno, ali ispostavilo se da je taj odgovor krajnje neinformativan, jer se i beskonačnosti mogu upoređivati. Naime, lako je ustanoviti da su beskonačnost skupa prirodnih brojeva i beskonačnost skupa racionalnih brojeva istog ranga, to jest, kako bi rekao Kantor, da su ta dva skupa *ekvipotentna* (iste moći). Jer, postoje razni principi po kojima se pozitivni (a onda, samim tim, i negativni) racionalni brojevi mogu ređati (ne po veličini), tako da se svakom zna mesto u nizu. (Prepuštam čitaocu da otkrije koji se princip krije iza sledećeg početnog segmenta niza: 1/1, 1/2, 2/1, 3/1, 2/2, 1/3, 1/4, 2/3, 3/2, 4/1, 5/1, 4/2, 3/3, 2/4, 1/5, 1/6, 2/5, 3/4, 4/3, 5/2, 6/1, ...). A ako se racionalni brojevi mogu tako ređati — da se *na osnovu principa* zna koji je prvi, koji drugi, koji treći i tako dalje — onda to znači da između elemenata skupa svih prirodnih brojeva (koji su ujedno i redni brojevi) i elemenata skupa svih racionalnih brojeva postoji obostrano jednoznačna veza, što opet ne znači ništa drugo do da su dva skupa o kojima je reč ekvipotentna. Kada se, međutim, u razmatranje uzmu prirodni brojevi, s jedne, i realni s druge strane, onda ne samo što nikakav princip ređanja realnih brojeva nije pronađen koji bi omogućio biunivoku korespondenciju s prirodnim brojevima, već je Kantor pokazao da bi tako nešto bilo nemoguće, čime je jednovremeno dokazao da je beskonačnost realnih brojeva višeg ranga.

U dokazu *neistomoćnosti* skupa prirodnih (i, samim tim, skupa racionalnih) i skupa realnih brojeva Kantor se poslužio Vajerštrasovim decimalnim zapisivanjem realnih brojeva. Posmatrajmo segment realnih brojeva između nule i jedinice. Nula se očigledno može zapisati kao 0,000..., pri čemu je broj nula u decimalnoj ekspanziji beskonačan. Broj 1 se pak može zapisati kao 0,999..., pri čemu je sad broj devetki, i samo devetki, u decimalnoj ekspanziji beskonačan. Radi nematematičara treba naglasiti da broj 0,999... (s beskonačno devetki i samo devetki) nije približno jednak jedinici, već je savršeno tačno ravan jedinici. Da bi bio makar malo manji od jedan, broj zapisan na ovaj način morao bi da ima negde bar jednu decimalu različitu od 9. Pretpostavimo sada da su svi realni brojevi između 0 i 1 zapisani na ovakav način i pretpostavimo da su oni nekako poređani tako da između njih i prirodnih brojeva postoji obostrano jednoznačna veza, to jest, da se može govoriti o prvom realnom broju, drugom realnom broju, trećem realnom broju i tako dalje. Takva se pretpostavka, međutim, može svesti na apsurd, jer možemo napraviti novi niz, koji se ne nalazi na pretpostavljenom navodno iscrpnom spisku zato što se od prvog broja razlikuje po prvoj, od drugog po drugoj, od trećeg po trećoj decimali, i tako redom. Dakle, već između nule i jedinice realnih brojeva je više nego prirodnih.

Kantor je moć skupa označavao takozvanim *kardinalnim* brojevima. Kardinalni broj svih skupova koji su ekvipotentni sa skupom prirodnih brojeva označen je hebrejskim slovom $\aleph$ s indeksom 0, dakle: $\aleph_0$. Kardinalni broj svih skupova koji su ekvipotentni sa skupom realnih brojeva Kantor je označio sa $\aleph_1$, verujući da poseduje dokaz da nema skupova čija bi moć bila veća od moći skupa prirodnih a manja od moći skupa realnih brojeva. Danas znamo da takav dokaz ne postoji, pa se tvrdnja da je moć označena kardinalnim brojem $\aleph_1$ prva viša moć posle $\aleph_0$ naziva *hipoteza kontinuuma*.[66]

Pošto je ustanovio uslove koji moraju da budu zadovoljeni da bi linerni skup tačaka tvorio kontinuum i pošto je utvrdio i koliko je tačaka za to potrebno ($\aleph_1$), Kantoru je još samo ostalo da postulira obostrano jednoznačnu vezu između beskonačne jednodimenzionalne linije i skupa svih realnih brojeva. Pošto je isti postulat uveo i Dedekind, on je danas poznat, kao što smo već pomenuli, kao *Dedekind–Kantorov aksiom.*

Aksiomatizacija aristotelovske i kantorovske teorije kontinuuma

U današnjem podeljenom svetu i filozofi su suprotstavljeni po raznim osnovama, pa i po tome kakav im je stav prema formalizmu. Ima ih koji formalizam do te mere preziru, da knjigu u kojoj ima formula ni u ruke neće da uzmu. Drugi ekstrem predstavljaju oni koji knjigu neće da čitaju ako vide da u njoj nema formula. Da odmah otvoreno kažem, ja ne spadam ni u jednu od ove dve grupe. S jedne strane, ima toliko značajnih i zanimljivih filozofskih problema kod kojih formalizam nije ni od kakve koristi i gde, ako se na silu upotrebljava, samo zamagljuje ono što navodno treba da rasvetli. No ima retkih slučajeva u kojima korišćenje formalizma, na nesreću ili sreću, predstavlja ako ne jedino ono bar izuzetno moćno sredstvo pri rešavanju filozofskih sporova. Odavno već verujem da „velika svađa oko strukture kontinuuma" — pri čemu ne mislim na onu negdašnju, između aristotelovaca i epikurejaca, o kojoj je govorio Kantor, već na onu mnogo aktuelniju, između aristotelovaca i kantorovaca — predstavlja paradigmatičan slučaj ovog poslednjeg, i zato sam i uložio veliki trud oko toga, koji se, sudeći po dosadašnjim reakcijama, isplatio. Zato molim za izvinjenje čitaoce kojima je upotreba formalizma strana što ću se u ovom i sledećem odeljku morati poslužiti tim sredstvom. Upotreba formula će biti praćena verbalnim razjašnjenjima, a onima koje ni to „razblaženje" neće navesti na to da pristanu da se truju formulama preporučujem da bar pažljivo pročitaju početna i zaključna razmatranja u sledećem odeljku, gde će se govoriti o neočekivanim i dalekosežnim filozofskim posledicama rezultata dobijenog formalnim putem.

U aksiomatizaciji dvaju teorija počećemo, istorijski gledano, obrnutim putem, prosto zato što je aksiomatizacija Kantorove teorije nešto poznato (mada će, iz razloga koji će biti navedeni kad za to dođe vreme, upravo aksiom kojim se implicitno definiše koherentnost biti uveden na nestandardan način). Aksiomatizaciju Aristotelove teorije biće onda lakše pratiti, jer će aksiomi biti uvedeni manje-više analogno onim kantorovskim, pri čemu ćemo u jednoj tački morati biti benevolentni prema Aristotelu, tamo naime gde ćemo uvesti u igru kantorovski uslov koherentnosti. Mora se prosto prihvatiti da Aristotel za tako nešto nije znao, kao što to niko drugi pre Kantora nije znao. Ali to nije razlog da se aristotelovska teorija kontinuuma (čiji su elementi intervali) ne dopuni u toj tački (a to će biti jedina dopuna), u cilju ne samo pravednijeg već pre svega zanimljivijeg sučeljavanja s Kantorovom teorijom (čiji su elementi tačke).

a) *Jednodimenzionalni linearni kontinuum kao kantorovska tačkasta struktura*

Kada se jedan aksiomatski sistem ili jedna formalna teorija izlažu prema rigorima savremene teorije modela, onda se sintaksički i semantički nivo strogo razdvajaju. Prvo se, naime, navedu osnovni simboli i pravila formiranja formula koje će se smatrati dobro formiranim, a koje, kao i osnovni simboli, u prvi mah ne znače ništa. Potom se navedu aksiomi i pravila izvođenja teorema, koji takođe ne znače ništa.

Tek kada je ceo taj posao koji se tiče sintakse završen, pristupa se semantičkom delu priče: traže se modeli, to jest relacione (ili relaciono-operacione) strukture u kojima je data formalna teorija zadovoljena. Relaciona struktura (nas ovde ne zanimaju relaciono-operacione strukture) nije ništa drugo do skup izvesnih elemenata koji stoje u određenim relacijama. Pri interpretiranju formalne teorije, neki simboli postaju promenljive koje, ako je u pitanju jezik prvog reda, prelaze samo preko skupa elemenata strukture (u našem slučaju će to biti dovoljno). Po potrebi, pojedini simboli, koji se nazivaju konstantama, interpretiraju se kao imena koja označavaju pojedine konkretne elemente. Relacioni simboli označavaju relacije koje važe među elementima strukture, pri čemu to mogu biti binarne, trinarne i, upšte, *n*-arne relacije, što znači da važe između dva, tri i, uopšte, *n* elemenata strukture. Iz tehničkih razloga se uzima da su svojstva u stvari unarne relacije, jer se u slučaju kad se kaže da elemenat ima neko svojsvo pominje samo on, i to jedanput (relacija identiteta, na primer, nije svojstvo već binarna relacija, pošto se, kad se govori o identitetu, isti objekat pominje dva puta). Formule postaju rečenice koje su zadovoljene za date vrednosti promenljivih ako i samo ako kazuju istinu o odgovarajućim elementima i relacijama u kojima ovi stoje. Aksiomi i teoreme, ako je data relaciona struktura model, moraju nužno, to jest uvek, biti zadovoljeni u njoj. Inače, aksioma ne bi trebalo da bude ni previše ni premalo. Previše ih je (što je inače sintaksičko pitanje) ako se bar neki od njih može pomoću drugih dokazati kao teorema. Važnije je da aksioma ne bude premalo s obzirom na neku intendiranu interpretaciju (a što je semantičko pitanje), što bi bilo slučaj kad bi aksiomi i teoreme, uprkos tome što su zadovoljeni u strukturi o kojoj je reč, bili zadovoljeni i u nekoj drugoj a neizomorfnoj strukturi. Na primer, ako neka formalna teorija treba da bude teorija o strukturi sa pet elemenata, onda nekim aksiomom (ili skupom aksioma) treba da bude predupređeno da teorija bude zadovoljena i u nekoj strukturi sa šest elemenata.

Tako izgleda idealna priča prema teoriji modela. U praksi stvari drugačije stoje. Simboli, pravila formacije i aksiomi (ponekad čak i specijalna pravila izvođenja) biraju se i podešavaju prema intendiranom modelu. Taj proces *stvaranja* formalne teorije moguće je prećutati — kao da je teorija gotova rođena iz Zevsove glave — i celu priču ispričati u skladu s rigorima teorije modela, ali time se čitaocu razumevanje jako otežava. To bi ličilo na učenje stranog jezika putem učenja sintakse i gramatike, a da se pritom potpuno ignoriše značenje reči i rečenica. Zato ću se ja ovde držati loše (ili, u stvari, dobre) prakse. Uvek ću se pozivati na kantorovsku strukturu koja je u prethodnom odeljku predstavljena neformalno, da bi u svakom trenutku bilo jasno šta koji uvedeni simbol znači i zašto se aksiomi formulišu kako se formulišu. To bi trebalo da pomogne formalizmu nesklonom ali ipak zainteresovanom čitaocu.

Pošto će nam kao osnova za izgradnju teorije služiti iskazni i kvantifikatorski račun, od simbola su nam potrebni $\neg$, $\Rightarrow$, $\wedge$, $\vee$ i $\Leftrightarrow$ (koji redom označavaju: negaciju, implikaciju, konjunkciju, disjunkciju i ekvivalenciju) kao i univerzalni i egzistencijalni kvantifikator. Radi jednostavnosti, univerzalni kvantifikator nećemo pisati, već ćemo podrazumevati da je promenljiva, kada se sama javi u zagradi, univerzalno kvantifikovana. Egzistencijalni kvantifikator ćemo pisati uobičajeno: $\exists$.

Simboli koji će postati promenljive koje će u intendiranom modelu prelaziti preko skupa svih tačaka kantorovske jednodimenzionalne strukture, a kojih nam je potrebno neograničeno mnogo, biće: $\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_n, \ldots$ $(n = 1, 2, \ldots)$. S obzirom da za svake dve tačke u intendiranom modelu važi da su ili identične ili je jedna ispred druge, od relacijskih simbola biće nam dovoljna samo dva: $\equiv$ i $<$. Dobro formirane formule biće $\alpha_m \equiv \alpha_n$ i $\alpha_m < \alpha_n$ $(m = 1, 2, \ldots; n = 1, 2, \ldots)$.

Što se aksioma tiče, tu, kao što smo videli, moramo pre svega voditi računa da kažemo sve što je s obzirom na intendirani model neophodno. Nijedna tačka ne prethodi samoj sebi, te ćemo zato, kao prvi aksiom, imati:

1. $$(\alpha_n) \neg\, \alpha_n < \alpha_n$$

Koliko god ono što ovaj aksiom tvrdi delovalo trivijalno, on je ipak neophodan. Jer, zamislite krug, umesto prave. Tu bi se za svaku tačku moglo reći da prethodi sebi (kojim god se smerom po krugu kretali). Tako nešto eksplicitno mora biti isključeno. Slični razlozi važe i u narednim slučajevima.

Relacija prethođenja je tranzitivna u intendiranom modelu. Zato:

2. $$(\alpha_l)(\alpha_m)(\alpha_n)(\alpha_l < \alpha_m \wedge \alpha_m < \alpha_n \Rightarrow \alpha_l < \alpha_n)$$

Kad smo uvodili relacije identiteta i prethođenja, imali smo u vidu to da za svake dve tačke važi da su ili identične ili jedna drugoj prethodi. Jednim aksiomom se i to mora eksplicitno reći, dakle:

3. $$(\alpha_m)(\alpha_n)(\alpha_m < \alpha_n \vee \alpha_n < \alpha_m \vee \alpha_m \equiv \alpha_n)$$

I kombinacija dveju relacija, identiteta i prethođenja, omogućuje tvrdnju o tranzitivnosti, i to u oba smera. To kazuju sledeća dva aksioma:

4. $$(\alpha_l)(\alpha_m)(\alpha_n)(\alpha_l \equiv \alpha_m \wedge \alpha_l < \alpha_n \Rightarrow \alpha_m < \alpha_n)$$

5. $$(\alpha_l)(\alpha_m)(\alpha_n)(\alpha_l \equiv \alpha_m \wedge \alpha_n < \alpha_l \Rightarrow \alpha_n < \alpha_m)$$

U intendiranom modelu, koji je poput beskonačne prave, nema ni početka ni kraja. To je u formalnoj teoriji obezbeđeno pomoću sledeća dva očigledna aksioma:

6. $$(\alpha_m)(\exists \alpha_n)\alpha_m < \alpha_n$$

7. $$(\alpha_m)(\exists \alpha_n)\alpha_n < \alpha_m$$

Stižemo sada do dva Kantorova uslova kojima se obezbeđuje savršenost i koherentnost. Prvi je lako izraziti. Da bi svaka tačka bila tačka nagomilavanja, dovoljno je reći da se između svake dve tačke nalazi treća:

8. $(\alpha_m)(\alpha_n)(\alpha_m < \alpha_n \Rightarrow (\exists\alpha_l)(\alpha_m < \alpha_l \wedge \alpha_l < \alpha_n))$

Međutim, za formulisanje uslova kojim bi se osigurala koherentnost nemamo dovoljno resursa u jeziku kojim smo se dosad služili. Problem je u tome što treba da govorimo o beskonačnom nagomilavanju tačaka. Može se primetiti da je i u prethodnom aksiomu reč o beskonačnom nagomilavanju. Ali tamo je to samo *implicirano* time što se reklo da se između svake dve tačke nalazi treća, dok sada treba nešto *eksplicitno* reći o beskonačno mnogo tačaka. Kako to učiniti? To se standardno iskazuje u jeziku drugog reda, u kojem promenljive ne prelaze samo preko skupa osnovnih elemenata (u ovom slučaju tačaka). Da bismo to izbegli, a što će biti važno prilikom poređenja dva sistema u narednom odeljku, mi ćemo se poslužiti jednim nestandardnim proširenjem jezika prvog reda.[67] To se proširenje sastoji u tome što se dozvoli obrazovanje formula s beskonačno mnogo konjukata. Jezik koji dozvoljava formule s beskonačno mnogo veznika inače se zove $L\omega_1\omega$ i najslabije je proširenje standardnog jezika prvog reda (za razliku od, recimo, jezika $L\omega_1\omega_1$, koji mnogo više obavezuje, a gde indeks uz drugu ω ukazuje na to da se osim formula s beskonačno mnogo veznika, na šta ukazuje indeks uz prvu ω, dozvoljavaju i formule s bekonačno mnogo kvantifikatora). E sad, kako da u jeziku $L\omega_1\omega$ formulišemo aksiom koherentnosti (koji se zove i *aksiom kontinuiteta*; jer zahvaljujući njemu svaka struktura određena prethodnim aksiomima postaje *kontinuum*)? Najlakše tako što ćemo za svaki beskonačni niz tačaka koji je uređen relacijom prethođenja reći da *ako uopšte* ima granicu s gornje strane — a što znači da postoji tačka s te strane koju nijedan član niza ne premašuje — *onda* važi i da postoji tačka *među elementima strukture* koju ne samo da nijedan član niza ne premašuje već i ne postoji nijedna druga moguća tačka pre te tačke za koju bi to bilo slučaj. Da bismo jasno razlikovali članove niza od drugih tačaka o kojima će se u aksiomu govoriti, promenljive koje se odnose na ove poslednje označićemo posebnim slovima: β, γ, δ, ε. Dakle,

9. Za svaki beskonačni niz tačaka $\alpha_1\ \alpha_2 \ldots\ \alpha_n, \ldots$ koji je uređen relacijom <, važi

$$(\exists\beta)(\wedge_{i<\omega}\ \alpha_i < \beta) \Rightarrow (\exists\gamma)(\wedge_{i<\omega}\ \alpha_i < \gamma \wedge (\delta)(\wedge_{i<\omega}\ \alpha_i < \delta \Rightarrow \neg(\exists\varepsilon)(\varepsilon < \delta \wedge \neg\, \varepsilon < \gamma)))$$

Treba primetiti da $(\wedge_{i<\omega}\ \alpha_i < \beta)$ označava beskonačnu konjukciju čiji su konjunkti redom: $\alpha_1 < \beta$, $\alpha_2 < \beta$, $\alpha_3 < \beta$ i tako dalje. Dakle, prvi antecedens tvrdi da uopšte postoji gornja granica oličena u nekom β, dok prvi konjunkt konsekvensa tvrdi postojanje specifičnog γ, za koje se onda sledećim konjunktom tvrdi da je ne samo granica već i takozvana najniža gornja međa datog beskonačnog niza.

Ako > definišemo kao relaciju koja je inverzna relaciji < (što znači da ako je, recimo, $\alpha_1 < \alpha_2$, onda je $\alpha_2 > \alpha_1$) prethodni aksiom možemo, *mutatis mutandis*, formulisati tako da se dobije tvrdnja o postojanju najviše donje međe beskonačnog niza tačaka uređenog relacijom >.

b) *Jednodimenzionalni linearni kontinuum kao aristotelovska intervalska struktura*

I u ovom ćemo slučaju za osnovu uzeti iskazni i kvantifikatorski račun. Promenljive, koje će sada prelaziti preko skupa svih intervala,[68] označićemo, da bismo ih razlikovali od promenljivih prethodnog sistema, sa $a_1, a_2, \ldots, a_n, \ldots\ (n = 1, 2, \ldots)$. Pošto intervali mogu biti ne samo identični ili jedni drugima prethodeći, već se mogu i neposredno nadovezivati, preklapati se i biti jedni u druge uključeni, uvešćemo pet relacionih simbola koji će (redom kako su pomenute) označavati ove relacije: $=$, $\prec$, $\wr$, $\cap$, $\Subset$. Treba, međutim, imati u vidu da se poslednje tri relacije mogu definisati preko prve dve na sledeći način:

$$a_m \wr a_n \Leftrightarrow \text{def. } a_m \prec a_n \wedge \neg(\exists a_l)(a_m \prec a_l \wedge a_l \prec a_n),$$

$$a_m \cap a_n \Leftrightarrow \text{def. } (\exists a_l)(\exists a_k)(a_l \prec a_n \wedge \neg a_l \prec a_m \wedge a_m \prec a_k \wedge \neg a_n \prec a_k),$$

$$a_m \Subset a_n \Leftrightarrow \text{def. } \neg a_m = a_n \wedge (a_l)(a_l \cap a_m \Rightarrow a_l \cap a_n)$$

(Napomenimo još, mada je to iz prethodne definicije jasno, da $a_m \mathrel{\rbrace} a_n$ znači da se a_m i a_n nadovezuju tako da a_m prethodi a_n.)

Prvi aksiom potpuno je analogan prvom aksiomu prethodnog sistema:

1. $(a_n) \neg a_n \prec a_n$

Kako da uvedemo linearnost kada su u pitanju intervali utvrdićemo upoređivanjem dva para intervala na liniji u kojima u oba slučaja prvi član prethodi drugom. Rezultat može biti trojak: ili prvi interval prvog para prethodi drugom intervalu drugog para dok prvi interval drugog para ne prethodi drugom intervalu prvog para, ili prvi interval drugog para prethodi drugom intervalu prvog para dok prvi element prvog para ne prethodi drugom intervalu drugog para, ili i prvi interval prvog para prethodi drugom intervalu drugog para i prvi interval drugog para prethodi drugom intervalu prvog para. U vezi s trećom mogućnošću treba obratiti pažnju na disjunkciju u konsekvensu aksioma koji sledi, a koja je inkluzivna. Time se naime ta mogućnost dopušta.

2. $(a_k)(a_l)(a_m)(a_n)(a_k \prec a_m \wedge a_l \prec a_n \Rightarrow a_k \prec a_n \vee a_l \prec a_m)$

Sledećim aksiomom ćemo obezbediti neprekidnost u tom smislu što će se tvrditi da između svaka dva intervala od kojih jedan prethodi drugom, ali tako da se kasniji ne nadovezuje na raniji, postoji treći koji ih povezuje time što se nadovezuje na raniji, dok se onaj drugi nadovezuje na njega.

3. $(a_m)(a_n)(a_m \prec a_n \Rightarrow a_m \mathrel{\rbrace} a_n \vee (\exists a_l)(a_m \mathrel{\rbrace} a_l \wedge a_l \mathrel{\rbrace} a_n))$

Četvrtim aksiomom se tvrdi jedinstvenost intervala koji povezuje intervale iz prethodnog slučaja:

4. $(a_k)(a_l)(a_m)(a_n)(a_k \mathrel{\rbrace} a_l \wedge a_l \mathrel{\rbrace} a_n \wedge a_k \mathrel{\rbrace} a_m \wedge a_m \mathrel{\rbrace} a_n \Rightarrow a_l = a_m)$

Dok je prethodni aksiom obezbedio jedinstvenost intervala koji obezbeđuje neprekidnost, sledeći aksiom garantuje jedinstvenost samog nadovezivanja tako što tvrdi da ako se dva intervala nadovezuju na neki treći, onda se to događa na „istom

mestu“, a što je iskazano time da nema intervala na koji bi se samo jedan od ona dva intervala nadovezivao.

5. $(a_k)(a_l)(a_m)(a_n)(a_k \mathrel{\rbrace} a_m \wedge a_k \mathrel{\rbrace} a_n \wedge a_l \mathrel{\rbrace} a_m \Rightarrow a_l \mathrel{\rbrace} a_n)$

Smisao sledeća dva aksioma potpuno je analogan smislu aksioma 6 i 7 iz prethodnog sistema.

6. $(a_m)(\exists a_n)\, a_m \prec a_n$

7. $(a_m)(\exists a_n)\, a_n \prec a_m$

Što se tiče uslova gustine, njega je lako izraziti. Prosto ćemo tvrditi da za svaki interval važi da postoji drugi koji je u njega uključen:

8. $(a_m)(\exists a_n)\, a_n \Subset a_m$

Sada, međutim, dolazimo do nečega krajnje zanimljivog, do aksioma kontinuiteta.[69] Zar neprekidnost nije već zagarantovana aksiomima 3, 4 i 5? U izvesnom smislu jeste, i to je smisao koji su filozofi i matematičari milenijumima imali u vidu. U izvesnom smislu bi struktura u kojoj bi bili zadovoljeni svi prethodni aksiomi, ali ne i uslov koherentnosti, bila bez „rupa“. Pa ipak — i tu se u slučaju intervalske strukture još bolje vidi veličina Kantorovog otkrića — *bilo bi mesta* za ubacivanje novih intervala! U to se lako možemo uveriti uz pomoć aritmetizovane geometrije. Ako tačke nadovezivanja intervala označimo brojevima, onda interval koji bi se protezao između $\sqrt{2}$ i π ne bi pripadao strukturi u kojoj nije zadovoljen uslov koherentnosti, što znači da bi mogao da se *ubaci* kao novi interval, i to tako da se ni na jedan interval postojeće strukture ne nadovezuje i da se nijedan interval te strukture ne nadovezuje na njega. Interval pak između 2 i π bi se nadovezivao na intervale strukture, ali se nijedan interval strukture ne bi nadovezivao na njega. To je, dakle, tačka gde moramo biti benevolentni prema Aristotelu tako što ćemo formalizaciju intervalske strukture (koju nazivamo aristotelovskom) dopuniti aksiomom kojim se obezbeđuje analogon Kantorovom uslovu koherentnosti (iako je Kantor, uvodeći uslov koherentnosti, imao u vidu samo tačkastu strukturu). Sam zapis aksioma ne treba komentarisati jer je potpuno analogan zapisu aksioma 9 u prethodnom sistemu.

9. Za svaki beskonačni niz intervala $a_1\ a_2 \ldots\ a_n, \ldots$ koji je uređen relacijom $\prec$, važi

$$(\exists u)(\wedge_{i<\omega} a_i \prec u) \Rightarrow (\exists v)(\wedge_{i<\omega} a_i \prec v \wedge (w)(\wedge_{i<\omega} a_i \prec w \Rightarrow \neg(\exists x)(x \prec w \wedge \neg x \prec v)))$$

Jedino što treba zapaziti jeste to da ovde najnižu gornju među ne čini jedan interval već čitava klasa ekvivalencije sa zajedničkim početkom, što *mutatis mutandis* važi i za najvišu donju među.

Poređenje kantorovske i aristotelovske teorije kontinuuma: mnogo buke ni oko čega

Kako porediti dve dominantne teorije kontinuuma, od kojih jedna nije bila ozbiljnije uzdrmana više od dva milenijuma, dok se druga danas smatra standardnom? Ili, još tačnije, šta bi značilo porediti ih?

Čovek bi mogao pomisliti da je odgovor prilično očigledan: kao i u ostalim filozofskim sporovima, treba ispitati plauzibilnost svake od teorija s obzirom na argumente koji im idu u prilog ili na štetu. S tim argumentima smo se već sretali tokom prethodnog izlaganja. Međutim, ispostaviće se da bi pokušaj takvog poređenja bio potpuno zaludan, jer se može pokazati (uz pomoć formalizma!) da su teorije o kojima je reč *trivijalno različite* u jednom ubedljivom smislu reči, bar ukoliko želimo da ih koristimo za karakterizaciju strukture vremena kao takvog, nezavisno od osobina fizičkog sveta.

Ali kako da ove dve teorije poredimo formalno, čak iako su nam date u formalizovanom vidu? Dve formalne teorije se mogu porediti ako se nekim preslikavanjem jedna može utopiti u drugu, ili svaka od njih u onu drugu. U ovom poslednjem slučaju bi one bile ekvivalentne ili samo notaciono različite. Ako nikakvo preslikavanje nije moguće, teorije prosto ostaju

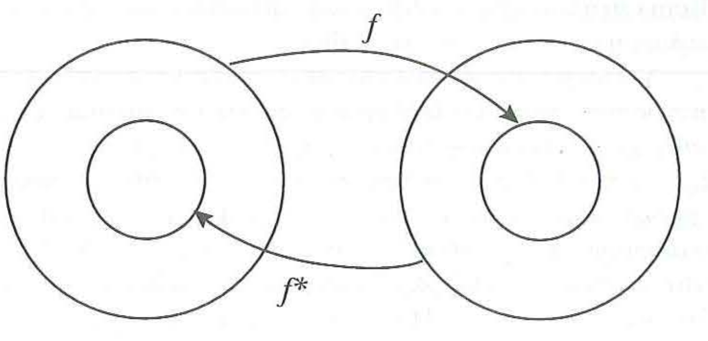
disparatne. Izgleda očigledno da je s našim teorijama upravo ovo poslednje slučaj, jer nema relacione strukture koja bi bila model za obe teorije, kao što nema ni takve koja bi bila model za jednu, dok bi neka njena podstruktura bila model za drugu. Niti su tačke u kantorovskom sistemu degenerisani aristotelovski intervali, niti su u aristotelovskom sistemu intervali skupovi kantorovskih tačaka. Tačke su naprosto tačke, a intervali intervali. Prema staroj Kvajnovoj semantičko-ontološkoj paroli, „biti pretpostavljen kao entitet znači... biti smatran vrednošću neke promenljive“.[70] Jedna od posledica toga je i to — a što je prihvaćeno u teoriji modela — da dve formalne teorije ne mogu biti trivijalno različite ako njihove promenljive ne mogu da prelaze preko istog osnovnog skupa elemenata ni u jednom modelu bilo koje od dve teorije.

Ali ipak, intuicija govori drugo! Iako kantorovske tačke nisu degenerisani aristotelovski intervali i aristotelovski intervali nisu skupovi kantorovskih tačaka, aristotelovski se intervali mogu jednoznačno odrediti početcima i krajevima kao parovima kantorovskih tačaka, dok se kantorovske tačke mogu jednoznačno odrediti parovima intervala koji se nadovezuju (tačnije, dvema klasama ekvivalencije takvih parova intervala). Ove mogućnosti čoveku daju ideju da pronadje *dva* skupa *pravila prevođenja* — s jezika u kojem je izkazan kantorovski sistem na jezik u kojem je iskazan aristotelovski, i obratno, s jezika u kojem je izkazan aristotelovski sistem na jezik u kojem je izkazan kantorovski — koja će, za početak, omogućiti bar to da se o dvema strukturama, kantorovskoj i aristotelovskoj, *govori istim jezikom,* u stvari, na *bilo kom* od dva.

Važno je razumeti zašto su nam potrebna *dva* skupa pravila prevođenja. Svaka od beskonačno mnogo elementarnih formula sistema tačaka — tipa $\alpha_m \equiv \alpha_n$ ili $\alpha_m < \alpha_n$, pri čemu $m = 1, 2, 3, \ldots$; $n = 1, 2, 3, \ldots$ — bila bi prevedena u formulu sistema intervala koja *nije* elementarna, jer bi se u njoj pojavljivale *četiri* promenljive jezika sistema intervala, dve kojim se određuje α_m i dve kojim se određuje α_n. To znači da se *nijedna* elementarna formula sistema intervala ne bi mogla prevesti na jezik sistema tačaka uz pomoć istih pravila prevođenja. Isto tako, svaka od beskonačno mnogo elementarnih formula sistema intervala — tipa $a_m = a_n$, $a_m \prec a_n$, $a_m \wr a_n$, $a_m \cap a_n$ ili $a_n \Subset a_m$, pri čemu $m = 1, 2, 3,\ldots$; $n = 1, 2, 3,\ldots$ — bila bi prevedena u formulu jezika sistema tačaka koja *nije* elementarna, jer bi se u njoj pojavljivale *četiri* promenljive jezika sistema tačaka, dve kojim se određuje a_m i dve kojim se određuje a_n, što opet znači da se *nijedna* elementarna formula sistema tačaka ne bi mogla prevesti na jezik sistema intervala uz pomoć pravila prevođenja iz jezika sistema intervala na jezik sistema tačaka.

Pošto bi bar elementarne formule u jeziku *na koji* se prevodi bile formule koje *ne predstavljaju* prevod formula jezika *s kojeg* se prevodi, prevođenjem bi se ceo skup jednog jezika preveo u (pravi) *podskup* drugog jezika. Osim toga, formula koja predstavlja prevod neke formule drugog jezika po jednim pravilima prevođenja, po drugim pravilima *ne bi* bila prevedena u formulu čiji prevod sama predstavlja već u neku drugu formulu. Jer, formula koja predstavlja prevod uvek sadrži više promenljivih nego formula koja se prevodi. Da li je, onda, cela stvar uopšte moguća?

Da je reč o *konačnim* skupovima promenljivih i formula, poduhvat bi unapred bio osuđen na neuspeh. Na sreću, reč je skupovima koji su *beskonačni*, pa je moguće da se jedan ceo skup obostrano jednoznačno preslika u pravi podskup drugog skupa, a da se ovaj isto tako obostrano jednoznačno preslika u pravi podskup prvog skupa (vidi dijagram). Pošto je o jednom



ovakvom preslikavanju (u sasvim drugačijem kontekstu, naravno) prvi govorio Kantorov učenik Feliks Bernštajn, ono se ponekad naziva Bernštajnovo preslikavanje.[71] Reč je o dvema funkcijama, f i f^*, koje *nisu* inverzne i kojima se svi elementi svakog od dva beskonačna skupa obostrano jednoznačno preslikavaju u elemente pravog podskupa drugog skupa. Preslikavanje skupa u pravi podskup nekog skupa se inače zove preslikavanje *u* skup, za razliku od preslikavanja *na* skup, gde slike obuhvataju sve elemente antidomena (skupa na koji se preslikavanje vrši).

Ohrabreni ovakvom mogućnošću, krenimo u glavni boj! Pošto cela ideja može imati primenu i u slučaju poređenja drugih formalnih teorija, prepostavku koja se tiče prevođenja pomoću dva skupa pravila formulisaćemo u opštem vidu, što znači bez ograničenja u pogledu *broja* promenljivih koje se u prevodu moraju pojaviti (u našem slučaju će jednoj promenljivoj originala uvek odgovarati *par* promenljivih u jeziku na koji se prevodi, ali to bi inače mogla biti bilo koliko dugačka n-torka promenljivih).

Neka su L i L' jezici prvog reda čiji su skupovi promenljivih $V=\{v_1, v_2,\ldots, v_n,\ldots\}$ i $V'=\{v'_1, v'_2,\ldots, v'_n,\ldots\}$ a skupovi dobro formiranih formula $\mathscr{F} =\{F_1, F_2,\ldots, F_n,\ldots\}$ i $\mathscr{F}'=\{F'_1, F'_2,\ldots,F'_n,\ldots\}$. Neka su, dalje, C i C^* skupovi pravila prevođenja formula iz L u L', odnosno iz L' u L, shodno kojima su izabrana sledeća preslikavanja f i f^* promenljivih između V i V', odnosno V' i V:

f: $v_n \rightarrow \langle v'_m, v'_{m+1},\ldots, v'_{m+k}\rangle$, gde je za $n = 1, 2, 3,\ldots, i,\ldots$: $m = 1, k+2, 2k+3,\ldots, (i-1)k+1,\ldots$ $(k > 0)$,

f^*: $v'_n \rightarrow \langle v_m, v_{m+1},\ldots, v_{m+l}\rangle$, gde je za $n = 1, 2, 3,\ldots, i,\ldots$: $m = 1, l+2, 2l+3,\ldots, (i-1)l+1,\ldots$ $(l > 0)$.

Treba primetiti da bi kod pravila prevođenja koja bi bila inverzna k i l bili ravni nuli.

Što se pravila prevođenja C i C^* tiče, ona treba da budu uvedena na standardni rekurzivni način. Neka $F_i =^C F'_j$ znači da je formula F'_j dobijena iz F_i po pravilima iz skupa C. Sada treba da je za svako i i $F_i \in \mathscr{F}$:

$F_i(v_n, v_{n+p_1}, v_{n+p_2},\ldots, v_{n+p_q}) =^C F'_j(f(v_n), f(v_{n+p_1}), f(v_{n+p_2}),\ldots, f(v_{n+p_q}))$
za neko $F'_j \in \mathscr{F}'$,

pri čemu:

$F_i(v_n, v_{n+p_1}, v_{n+p_2},\ldots, v_{n+p_q})$ označava F_i i ukazuje numeričkim redom (u zagradi) na sve i samo one promenljive koje se javljaju u F_i, a gde su $p_1, p_2,\ldots, p_q$ celi brojevi takvi da $-1 \leq p_1 \leq p_2 \leq\ldots\leq p_q$, $F'_j(f(v_n), f(v_{n+p_1}), f(v_{n+p_2}),\ldots, f(v_{n+p_q}))$ označava neku formulu F'_j iz $\mathscr{F}'$ koja sadrži sve i samo one promenljive iz *n*-torki na koje se promenljive iz F_i preslikavaju shodno funkciji *f*.

Skup pravila prevođenja C^* treba da bude uveden na anlogan način.

Pretpostavimo sad da su na jezicima *L* i *L'* izgrađena dva aksiomatska sistema, *S* i *S'*, formulisanjem dvaju skupova aksioma, $\mathscr{A}$ and $\mathscr{A}'$. Pretpostavimo da su *S* i *S'* potpuni sistemi (kao što dva sistema koji nas zanimaju jesu) u tom smislu da je svaka zatvorena formula ili sama teorema ili je njena negacija teorema, te da nema nijedne rečenica koja bi u nekom modelu bila istinita a da nije teorema sistema. Pretpostavimo, na kraju, da su shodno *f*, *f**, *C* i C^* sve teoreme svakog od sistema uvek prevedene u teoreme drugog i da nijedna zatvorena rečenica koja nije teorema nije prevedena u teoremu drugog sistema.

Ako su sve navedene pretpostavke zadovoljene, deluje sasvim prirodno da uvedemo definicuju *sintaksički trivijalne razlike u generalizovanom smislu*, prema kojoj bi sistemi *S* i *S'* bili sintaksički trivijalno različiti. Ostaje da vidimo kako se to odražava na semantičku razliku.

Ako su *S* i *S'* sintaksički trivijalno različiti u definisanom smislu i imaju model (što će biti slučaj samo ako su neprotivrečni), onda će, koristeći se samo elementima i relacijama bilo koje relacione strukture koja je model za jedan od sistema biti moguće izgraditi strukturu koja je model za drugi. Odnos ovih struktura mora biti takav da *bilo kojim* od jezika dvaju sistema

možemo govoriti o strukturi koja je model drugog sistema. To je dovoljan razlog da, *u generalizovanom smislu*, sisteme *S* i *S'* proglasimo *trivijalno različitim i u semantičkom smislu.*

Stižemo najzad do stvari zbog koje je cela priča o trivijalno različitim formalnim teorijama i započeta. Može se, naime, pokazati da su upravo aristotelovska i kantorovska teorija, kad se formalizuju na način na koji je to učinjeno (tu se vidi značaj formulisanja aksioma kontinuiteta u jeziku $L\omega_1\omega$!), *trivijalno različite u generalizovanom smislu.* Pravila prevođenja navedena su u apendiksu I, na kraju knjige, a dokaze metateorema kojima se tvrdi trivijalnost razlike u definisanom smislu vidi u Arsenijević 2003, str. 6–9.

Prokomentarišimo na kraju smisao i značaj dobijenog rezultata. Leme koje se koriste u dokazu metateorema[72] pokazuju kako se na osnovu tačkaste strukture gradi (aristotelovska!) intervalska struktura (u kojoj intervali nisu skupovima tačaka) i kako se, obrnuto, na osnovu intervalske strukture gradi (kantorovska!) tačkasta struktura (u kojoj tačke nisu degenerisani intervali). Kao što je intuicija i sugerisala, intervali se dobijaju kao rastojanja između tačaka, a tačke kao mesta nadovezivanja intervala.

Iako intervali ostaju intervali a tačke tačke, *sve* što se može reći jezikom intervala *može se* reći i jezikom tačaka, i obrnuto, pri čemu sve istine ostaju istine, a nijedna laž ne postaje istina. Možemo se, dakle, služiti *bilo kojim* od dva jezika, želeli da govorimo o tačkama ili o intervalima. Jedan je od sistema — ali bilo koji (!) — dakle, suvišan! Ovo „suvišan" ne znači, naravno, da nam iz razloga ekonomičnosti nisu potrebna oba, već samo to da su nam u čisto teorijskom i ontološkom smislu *dovoljni bilo* tačke, *bilo* intervali. No tek generalizovani pojam trivijalnosti sintaksičkih i semantičkih razlika i dokaz da su sistem tačaka i sistem intervala trivijalno različiti u takvom smislu opravdava van Bentemovu proklamativnu tvrdnju da se ova dva sistema mogu, kao „dve perspektive", koristiti „po volji".[73] U tom smislu „velika svađa" između dve najslavnije teorije kontinuuma predstavlja „mnogo buke ni oko čega".

Da li je vreme compositum ideale *ili* compositum reale?

Teorije vremena koje se zasnivaju na dvema teorijama kontinuuma o kojima je prethodno bilo reči trivijalno su različite *ceteris paribus*, što znači, kada o vremenu govorimo *kao* o kontinuumu, *ne uzimajući* u obzir ništa drugo. Da li je *tako* shvaćeno vreme *compositum ideale*, kako su mislili Aristotel i Kant, ili je pak *compositum reale*, kako je tvrdio Kantor?[74] I ovo pitanje, *ceteris paribus*, nema smisla. Da bismo uopšte mogli da govorimo o *aktualnosti* ili *aktualizaciji* elemenata strukture — gde bi u slučaju prihvatanja njihove aktualnosti struktura bila *compositum reale*, a u slučaju samo raznih mogućih aktualizacija *compositum ideale* — potrebno je da samoj strukturi još nešto pridođe, recimo nerelaciona svojstva koja bi se pripisivala njenim elementima.

Neka mi izvesni čitaoci oproste, ali ovde je teško ne setiti se Hegelove dijalektike. Kako bismo, pita Hegel,[75] razlikovali biće i ništa kada bi nam, osim te dve, bilo zabranjeno da uzimamo u obzir i neke druge odredbe? Hegelovska dijalektika je primenljiva i na slučaj teorija koje su trivijalno različite u generalizovanom smislu. Jer one su, kako stalno naglašavam, trivijalno različite *ceteris paribus*, što ne znači da će nužno takve ostati i ako se *proširе* na određeni način.

Što važi za vreme, važi i za prostor, pa čak i za materiju kao takvu (ako je shvatimo kao kontinuiranu). Ako prostor i vreme ne proglasimo, dogmatički, za nešto po sebi, što jeste i što ostaje onakvo kakvo je nezavisno od sveta koji u njima postoji (ili ne postoji, svejedno), odgovor na pitanje da li su prostor i vreme *composita idealia* ili *composita realia* može zavisiti od fizičkog sveta, koji sa sobom u igru uvodi *heterogenost*. Recimo, opravdanost odluke o tome *čemu* se svojstva fizičkog sveta pripisuju, ili primarno pripisuju, može da favorizuje jednu od dve teorije, koje obogaćene nerelacionim predikatima kao unarnim relacijama prestaju da budu trivijalno različite (kao što sam pokazao na jednom mestu).[76]

Uzmimo za primer boje. Boje se, bar kako izgleda u prvi mah, tačkama i linijama ne pripisuju. Neko bi mogao da primeti da se one ne pripisuju ni svim površinama ili telima. S obzirom na današnju teoriju boja, elektron ne može imati boju. Ali, takav put razmišljanja nas može odvesti u razne teškoće. Zamislite zelenu površinu table misaono tako fino izdeljenu na male površine da se ni za jednu ne može reći, shodno teoriji boja, da je zelena. Ipak, te površine zajedno čine površinu table. Da li to onda znači da ni površina table ne može biti zelena? Ako hoćemo da izbegnemo paradoks, pre će biti da strategiju moramo da preusmerimo. Nije tabla bezbojna zato što je tvore površine koje nemaju boju, nego su te površine — iako bi *same za sebe* bile bezbojne — zelene *zato* što su delovi površine table. Obojenost je jednostavno *holističko* svojstvo,[77] koje se odnosi na *ceo* kontinuum kome se pripisuje, pa time i na njegove (potencijalne ili aktualne?) delove, i sa tim se moramo pomiriti, bez obzira na moguće proteste fizičara. I tolika druga svojstva su holistička u ovom smislu, samo o tome obično ne razmišljamo. Teško bismo išta smisleno mogli da kažemo o svetu svakodnevnog iskustva, kad to ne bi bilo tako. Holistički karakter svojstava poput svojstva obojenosti proističe iz njihove „gramatike", kako bi rekao Vitgenštajn.

Međutim, ono što se, kad su u pitanju holistička svojstva, može primeniti na delove entiteta izvesne dimenzije kojima se ona pripisuju kad se delovi shvate kao entiteti te *iste* dimenzije, vodi u ogromne teškoće ako se dopusti da to važi i za entitete koji su nižih dimenzija.

Bilo je pokušaja da se kaže da su tačke ili linije zelene ako pripadaju zelenoj površini.[78] Međutim, već je Aristotel pokazao da to vodi u paradoks.[79] Koje će boje biti linija razgraničenja između dve raznobojne površine? Neka sada izvini Vitgenštajn, ali nije nikakva idealizacija reći da ograničene površine imaju krajeve koji su jednodimenzionalni, kao što ograničena tela imaju krajeve koji su dvodimenzionalni. Linija razgraničenja između zelene i crvene površine trebalo bi da bude jednovremeno, i svuda, i zelena i crvena, što deluje sasvim apsurdno.

Prirodni izlaz je reći da ona nije *ni* zelena *ni* crvena, prosto zato što se linijama, baš kao ni tačkama, svojstvo obojenosti ne pripisuje.

Ako bi neko ostao nezadovoljan primerom s bojama, jer svojstvo obojenosti ipak zavisi od finije materijalne strukture, u kojoj kao takvoj nema boja, možemo navesti jedan drugi primer, koji potiče iz oblasti od koje nema fundamentalnije, a koji se inače, za razliku od prethodnog primera, tiče i vremena. Zamislimo telo koje se kreće ravnomernom brzinom, a onda, usled sudara, ili iz svejedno kojeg razloga, trenutno promeni brzinu. Koja je njegova brzina u trenutku promene? Ona koju je imalo prethodno ili ona koju ima potom? Opet deluje najprirodnije i najjednostavnije da se kaže da telo u trenutku uopšte nema brzinu. Fizičari govore o trenutnoj brzini, tretirajući je upravo kao *holističko* svojstvo, samo što delovima ne smatraju samo one entitete koji su iste dimenzije kao i oni kojima se to svojstvo pre svega pripisuje, već delovima smatraju i tačke i trenutke, uvereni da su prostor i vreme *composita realia* u kantorovskom smislu. Ali, kao što vidimo, to ih vodi u velike teškoće. U stvari, a istini za volju, to ih ne vodi ni u kakve teškoće, jer oni mogu izabrati da kažu da je trenutna brzina ona koju je telo prethodno imalo, smatrajući naše pitanje presuptilnim i irelevantnim. No ono što (možda s pravom) ne predstavlja nikakav problem za jednu nauku, može biti ogroman problem za neku drugu nauku. Na nivou *filozofskog* razmatranja problema trenutne brzine, stvar se ne može rešiti onako kako to čine fizičari. Na stranu to što je predloženo rešenje potpuno *ad hoc* (u slučaju linije razgraničenja boja moglo bi se onda reći da je linija one boje koju mi više volimo). Ima i gorih stvari. Šta ćemo reći, recimo, da li postoji početni trenutak kretanja tela koje počinje da se kreće? Ako primenimo analogiju s prethodnim „rešenjem", reći ćemo da je taj trenutak u stvari poslednji trenutak mirovanja, te da se zato telo u tom trnutku ne kreće. A to ima za posledicu da uopšte i ne postoji početni trenutak kretanja, jer, kao što znamo, trenuci kontinuuma trenutaka nisu sukcesivni. Sve ove teškoće se rešavaju

mnogo plauzibilnije ako se kaže, kao što je to učinio Aristotel, da u trenutku, *sensu stricto, nema* ni kretanja ni mirovanja, pa onda, naravno, ni trenutne brzine, dok bi se toliko željeni pojam trenutne brzine, definisan prvim izvodom funkcije u tački, mogao tako *redefinisati* da govori o tome kojom brzinom *bi* se telo kretalo, *kad bi* nastavilo, ili *da je* nastavilo, da se kreće ne menjajući više dostignutu brzinu. To je definicija koja potiče od MakLorena.[80]

Uopšteno govoreći, ako bi nerelaciona svojstva bila pripisivana tačkama, linijama i trenucima, svet bi bio prepun krajnje neobičnih stvari: ograničenih tela i procesa bez početka ili kraja, ili i bez početka i bez kraja.

Ima doduše primera koji, bar na prvi pogled, favorizuju tačkastu a ne intervalsku strukturu. Ako se, recimo, temperatura kontinuirano menja tokom izvesnog vremenskog perioda, zar se time svaki trenutak tog perioda aktualno ne razlikuje od svakog drugog time što je u njemu temperatura različita od temperature u bilo kom drugom trenutku? Međutim, koliko god delovalo prihvatljivo da se na ovo pitanje odgovori potvrdno, ni aristotelovska reinerpretacija situacije ne deluje manje plauzibilno. Ono što je realno jeste *temperaturna promena,* dok trenutna temperatura, slično trenutnoj brzini, samo govori o tome kolika bi bila temperatura *da* je u trenutku o kojem je reč prestala da se menja. „Prestanak" i „početak" — za razliku od „zelenog" i „crvenog" — nisu nešto što se ne može neprotivrečno pripisati istoj tački ili istom trenutku. Ako se sad neko zapita, kako mi može biti hladno *za vreme promene temperature,* kad svaka temperatura u svakom trenutku navodno govori o nečem potencijalnom, može se odgovoriti da ništa ne isključuje mogućnost da se hladnoća povezuje kako sa određenom stalnom temperaturom tako i sa temperaturnom promenom. Ako je u izvesnom vremenskom periodu temperatura –15, to može imati isti efekat kao kad bi se u tom periodu temperatura postepeno menjala od –16 ka –14. U svakom slučaju, nije mi nikad hladno u trenutku, već uvek u vremenskom intervalu.

Sve u svemu, pojave diskontinuiteta u fizičkom svetu snažno govore u prilog tome da se nerelaciona svojstva pripisuju oblastima i intervalima a ne tačkama i trenucima. Tačkama i trenucima mogu se pripisivati *relaciona* svojstva, koja su posledica pripisivanja nerelacionih svojstava oblastima i intervalima. „Biti kraj" i „biti početak" su takva relaciona svojstva. Nešto je kraj nečega ako je početak nečega drugog. Suprotno poenti Kantove prve antinomije, u trećem ćemo poglavlju videti (kad se budemo bavili ontološkim statusom prostora i vremena) da čak i fizički svet kao celina, makar kako to delovalo čudno, sasvim lepo može biti ograničen, tako, naime, što bi njegov kraj, kao kraj fizičkog sveta, bio početak nečeg što nije fizički svet.

Kada se, dakle, vreme ne posmatra samo kao čisti kontinuum, već s obzirom na svojstva fizičkog sveta koja se njegovim delovima mogu pripisivati, onda navedeni argumenti ne samo što govore u prilog njegovoj intervalskoj strukturi, već sugerišu i to da njegovu strukturu treba shvatiti kao strukturu potencijalnih delova, po čemu bi ono bilo *compositum ideale*. Dodatnim (možda ključnim) argumentom tome u prilog bavićemo se u poglavlju o beskonačnosti.

Topologija vremena

Šta je to topologija vremena?

Ako pretpostavimo da je vreme jednodimenzionalno i u pogledu sastava svojih segmenata kontinuirano — a što ćemo mi od sada pretpostavljati — onda se pitanje topologije vremena tiče izvesnih karakteristika koje prethodnim određenjem nisu specifikovane. O kojim je to karakteristikama reč?

Neformalno je vrlo lako objasniti koje bi se razlike u shvatanju vremena smatrale topološkim. Ako se dva filozofa koji se bave vremenom u svemu slažu izuzev u tome što jedan misli da vreme nema početak dok drugi smatra da ima, onda je ta razlika u njihovim shvatanjima topološka. Slično će biti i ako se razilaze po pitanju ima li vreme kraj.

Ali ima još raznih zanimljivih mogućnosti razilaženja koje su takođe čisto topološke. Pri objašnjenju je vrlo zgodno služiti se analogijim sa linijom, jer i linija je jednodimenzionalni kontinuum. Tako bi prethodno navedene razlike mogle da se predstave razlikom između, s jedne strane, prave (koja je beskonačna s obe strane) i, s druge strane, dveju polupravih neograničenih sa različitih strana. Naravno, moguće je pretpostaviti da vreme ima i početak i kraj, u kome bi slučaju bilo poput duži. Zamislite sada liniju koja je isprekidana. I njeni segmenti su jednodimenzionalni i kontinuirani u sebi, ali se struktura te linije (ako sve u sebi kontinuirane segmente smatramo delom jedne strukture) topološki razlikuje od strukture neisprekidane prave linije. Ili, uporedite pravu sa krugom, ali ne po tome što je prava prâva a krug kružan, već po tome što se prava prostire u dva smera koji se nigde ne povezuju dok bi kretanjem po krugu u različitim smerovima na kraju stigli u istu tačku. Ta razlika u pogledu „otvorenosti" jedne i „zatvorenosti" druge strukture takođe je topološka. I najzad, uporedite običnu pravu liniju sa linijom koja od neke tačke počinje da se grana poput drveta. I u ovom drugom slučaju segmenti su jednodimenzionalni i kontinuirani, ali se ipak strukture obične prave i razgranate prave razlikuju. I ta razlika je topološka. Obična prava je, za razliku od razgranate, ne samo jednodimenzionalni kontinuum, već i linearni kontinuum.

Kada smo poredili pravu sa krugom rekli smo da ne treba obraćati pažnju na to što je prava prâva a krug kružan, već samo na to što je prava otvorena a krug zatvorena struktura. Time je sugerisano da razlika između prave i krive koja nije zatvorena nije topološka. I zaista nije. Ali zašto? Kako treba na jedan uopšten način odrediti koje su razlike topološke, tako da se na osnovu toga može u svakom pojedinačnom slučaju sa sigurnošću reći da li je reč o topološkoj ili o nekoj drugoj razlici?

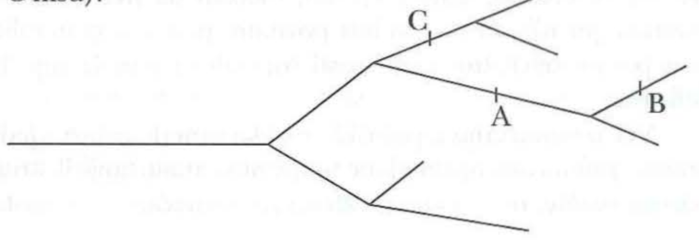
Reč „topologija" potiče od grčke reči τόπος, što u ovom slučaju treba prevesti sa „mesto" (a ne „prostor"). Na latinskom se današnja topologija zvala *analysis situs*,[81] što takođe dobro izražava smisao topoloških ispitivanja. Naime, reč je o lokalnom ispitivanju, to jest o ispitivanju *situacije* svakog pojedinog elementa strukture u odnosu prema ostalim elementima i to samo s obzirom na relacije kojima je struktura definisana. Kada je reč o entitetima koji su jednodimenzionalni, a čiji su segmenti kontinuirani, tu se za topološku izomorfnost dveju struktura zahteva da postoji mogućnost obostrano jednoznačnog preslikavnja elemenata dve strukture, ali tako da kao rezultat preslikavanja *svaki* elemenat koji predstavlja sliku bude s obzirom na relacije identiteta i poretka u istom odnosu prema ostalim elementima skupa slika u kakvom se odnosu nalazi original prema ostalim elementima originalne strukture. I *ništa drugo* nije potrebno, to jest svaka je druga razlika za topološku izomorfnost irelevantna.

Primenimo sada ovo određenje na prethodne slučajeve. Lako je videti zašto se prava *topološki* razlikuje od polupravih (s početkom, odnosno krajem). Kako god izvršili obostrano jednoznačno preslikavanje njihovih struktura — koristeći se

tačkastom ili intervalskom strukturom — uvek će se naći bar jedan elemenat poluprave (samo jedan kod tačkaste a beskonačno njih kod intervalske strukture) koji s obzirom na relaciju uređenja (<, odnosno ≺) nije u odnosima sa ostalim elementima u kakvim je odnosima njemu odgovarajući elemenat prave. Jer, za početnu tačke poluprave važi da joj ne prethodi nijedan element, dok to ni sa jednim elementom prave nije slučaj (pri korišćenju intervalske strukture ima čak neprebrojivo beskonačno intervala kojima ne prethodi nijedan). Slično je sa polupravom s krajem, samo što tu postoji elemenat (odnosno, u intervalskoj strukturi, njih neprebrojivo beskonačno) koji ne prethodi (ne prethode) nijednom elementu date strukture, što kod prave nije slučaj.

Očigledno je onda i zašto se isprekidana linija razlikuje od neisprekidane upravo topološki. Isprekidana linija ima više početaka i krajeva, a videli smo u primeru s polupravama da upravo zbog te činjenice na njima ima elemenata koji ne stoje prema ostalim elementima strukture u odnosima u kojim odgovarajući elementi prave stoje prema ostalim elementima te strukture.

Razlika između nerazgranate i razgranate jednodimenzionalne strukture je očigledno topološka u definisanom smislu, jer će svako obostrano jednoznačno preslikavanje obične linije na razgranato drvo dovesti do toga da među kopijama ima elemanata koji su neuporedivi s obzirom na relaciju <, odnosno ≺, a to su oni koji leže na različitim granama a da pritom ne postoji nijedno čvorište takvo da mu jedan od dva elementa o kojima je reč prethodi, dok ono prethodi drugom (vidi sledeću sliku, gde su tačke A i B uporedive, ali ni tačke A i C ni tačke B i C nisu).



Kad poredimo pravu i krug, vidimo da će posledica bilo kojeg preslikavanja biti to što će na krugu svaka tačka prethoditi sebi (što će važiti i za beskonačno mnogo intervala na krugu), dok to ni za jedan odgovarajući elemenat prave (bio on tačka ili interval) neće biti slučaj.

Međutim, činjenica što je prava prâva a krug kružan ne predstavlja topološku razliku, što se može videti iz poređenja prave i beskonačne otvorene krive linije. U tom slučaju postoji takvo preslikavanje da su odnosi među originalima i slikama isti.

Topološke karakteristike su, dakle, invarijantne s obzirom na „uvijanje" date strukture. One su invarijantne i s obzirom na „uvrtanje" i — što je naročito značajno — s obzirom na „istezanje". Na primer, duž koja je deo neke duži ima iste topološke karakteristike kao i duž koje je deo. Topološke karakteristike nemaju, dakle, nikakve veze s *metrikom*. Zato ćemo se pitanjem metrike vremena i baviti u posebnom poglavlju.

Topologija i trivijalnost razlike između aristotelovskog i kantorovskog kontinuuma

Dosad smo ustanovili šta se generalno smatra topološkim karakteristikama jedne jednodimenzionalne relacione strukture i naveli smo najtipičnije primere topološki različitih jednodimenzionalnih struktura. To je sve dobro poznato u matematici. Pre nego što pređemo na pitanje o topološkim karakteristikama vremena i o tome da li su moguće različite topologije vremena te, ako jesu, od čega zavisi koja će se smatrati pravom, moramo, sasvim kratko, ukazati na nešto što nije poznato, jer nije ni moglo biti poznato, pošto ni generalizovani pojam trivijalne različitosti formalnih teorija nije bio definisan.

Već u tumačenju topoloških razlika između prave, s jedne strane, i poluprave, isprekidane linije, razgranate linije ili kruga, s druge strane, mi smo ukazivali na „poremećaje" koji nastaju

kako s obzirom na relaciju $<$ tako i s obzirom na relaciju $\prec$. Naime, sve topološke razlike mogu se detektovati kako pomoću kantorovskog sistema tačaka tako i pomoću aristotelovskog sistemu intervala. To omogućuje da se trivijalnost razlike između ova dva sistema kontinuuma iskaže i na pozitivan način: dva formalna sistema jednodimenzionalnog kontinuuma trivijalno su različita u generalizovanom smislu ako i samo ako su njihovi modeli iste topološke strukture. Drugim rečima, ono što je *isto* kad su u pitanju teorije o kojima je reč jeste *topološka invarijantnost njihovih modela.*[82]

Poreklo pitanja o topologiji vremena i standardna vremenska topologija

Da se oduvek do danas verovalo u jednu istu topologiju vremena, ne bismo ni postali svesni da je to u šta verujemo pitanje topologije. To je po pravilu tako. Potrebno je neslaganje oko neke stvari da bismo se zapitali *šta* je to nešto oko čega se ne slažemo.

Grčki filozofi, počev već od Milećana, verovali su da je vreme neograničeno u oba smera.[83] Kao što smo videli, ne mnogo posle Milećana već se postavilo pitanje strukture kontinuuma, da bi se već vek posle toga ustalilo obrazloženo uverenje da je vreme iste strukture kao prava, to jest, da je ono jednodimenzionalni beskonačni linerani kontinuum. To se do danas smatra *standardnom topologijom vremena.*

Moglo bi se primetiti da je uverenje grčkih filozofa da vreme nema početak u neskladu s mitskim kosmogonijama, kakva je, recimo, Hesiodova. No i tamo je pre kosmosa postojao zjapeći Haos. Ako je već postojao *pre* kosmosa, teško je poverovati da helenski čovek nije mislio da je haos postojao u nekom ranijem *vremenu.* A što se tiče kosmogonije *orfičkih rapsodija,* tamo se eksplicitno kaže da je „nestareći" Hronos postojao pre svega ostalog i da su iz njega nastali Haos i Etar.[84] Inače, jedina preplatonska filozofska kosmogonija koja o nastanku kosmosa govori kao o *singularnom* događaju jeste ona Anaksagorina.[85] Ali i kod njega su semena stvari u potpunoj neizdiferenciranosti postojala i pre[86] i bila su raspršena po beskonačnom prostoru, pa je razložno zaključiti da je tada i vremena bilo.

Sumnju u univerzalnu prihvaćenost standardne topologije vremena u grčkom svetu mogu izazvati i slike kosmičkih *ciklusa,* poput one koju nalazimo kod Empedokla.[87] Tu svetska događanja osciliraju između dva ekstrema: potpunog trijumfa Afrodite, kad su u sveopštoj ljubavi sva četiri korena stvari svuda ravnomerno izmešana u odnosu 1:1:1:1, i potpunog trijumfa Aresa, kad su četiri korena u potpunosti razdvojena. Međutim, ciklična ponavljanja ne znače zatvorenost vremena. Naprotiv, ciklusi se ponavljaju u *različitim* vremenima, a vreme ostaje *otvoreno.*

Obrt donose tek Platonov mit o stvaranju kosmosa, izložen u *Timaju,*[88] gde se za vreme eksplicitno kaže da je u svet ušlo zajedno sa kretanjem „kao pokretnom slikom večnosti" (koju pak poput parmenidovskog bića čini vanvremeno i jedno isto *sada*), i jedno mesto kod Eudema, Aristotelovog učenika i velikog matematičara, gde se on pita, govoreći o pitagorejskim ciklusima, da li bi, u slučaju da se sve doslovno ponavlja, i *vreme bilo isto.*[89] Samim tim što su uveli u igru nestandardne topologije, Platon i Eudem se mogu označiti i kao tvorci topologije vremena kao nove discipline.

Nestandardne vremenske topologije

a) *Vreme s početkom i/ili krajem*

Grčki filozofi nisu poznavali pojam *stvaranja* u jevrejsko-hrišćanskom smislu, ili, tačnije rečeno, nisu prihvatali da je išta stvoreno u tome smislu. Uređeni svet (kosmos) je nastao iz haosa, ali niti je stvoren niti je nastao *ni iz čega.* Može se slobodno reći da je grčki način mišljenja obeležen principom *ex nihilo nihil fit.* Analogno tome, ništa što postoji ne iščezava u ništa, već se, ako propada, samo preobražava u nešto drugo. Zato je kod Grka i vremenska topologija, sa izuzetkom Platona i Eudema, više odgovarala topologiji otvorene linije bez početka i kraja. Jer ako je uvek bilo bar nekakve promene, postojalo je i vreme kada se promena dešavala. Aristotel je čak otišao tako daleko da je postulirao da kretanje postoji oduvek i zauvek, jer je, za razliku od prostora, koji postoji već samim tim što postoji materija, vreme vezivao za promenu, pa mu je beskonačnost vremena zahtevala večnost kretanja.[90]

Prema starozavetnoj slici sveta, koju su hrišćani preuzeli, ceo svet je, naprotiv, rezultat Božjeg čina *stvaranja,* i to stvaranja *ni iz čega,* pošto ni materije nije bilo pre nego što je Bog stvorio svet. Ali onda, konsekventno, ako pre stvaranja ničega nije bilo, trebalo bi da nije bilo ni prostora i vremena. I zaista, hrišćanski su teolozi to prihvatili. Preostalo je, naravno, nezgodno pitanje vezano za postojanje samog Boga, koji dakako nije stvoren. Ali, hrišćanski Bog, za razliku od grčkih bogova, ne postoji u prostoru i vremenu. Zato njegovo postojanje treba shvatiti u smislu Platonove večnosti (koja se ne svodi na „oduvek i zauvek"). No, bilo kako bilo, mi pitanje Božje večnosti, srećom, možemo prepustiti hrišćanskim teolozima. Naš zadatak je jedino da ispitamo kako vreme s početkom treba shvatiti, to jest, da li je takva topologija vremena barem u principu moguća.

Pitanje vremenskog početka grdno je mučilo svetog Avgustina[91] i, s obzirom na to da je reč o vremenskoj topologiji koja odgovara jednom čitavom novom pogledu na svet, on je zbog toga i stekao slavu oca topologije vremena kao filozofske discipline (mada bih ja na zaštitni znak ove discipline stavio Platonovo i Eudemovo ime). Ono što je, u stvari, Avgustina, kao hrišćanskog vernika, pre svega mučilo ticalo se razloga iz kojeg je Bog stvorio svet onda kad ga je stvorio. Pored toga, ako je Bog *odlučio* da stvori svet, on je valjda i *odlučivao,* a odlučivanje je nešto što se dešava u vremenu, što ne bi smelo da bude moguće, pošto vreme *počinje* stvaranjem sveta.

No kako mi pitanje Božjeg premišljanja, kao uostalom i pitanje njegove egzistencije, stavljamo u zagrade, mi i Avgustinova pitanja ostavljamo po strani. Mi se samo pitamo da li je cela platonska i hrišćanska priča o početku vremena nešto *neprotivrečno*, s obzirom na to, naime, što sasvim lepo možemo da *zamislimo* vreme pre navodno prvog vremenskog trenutka (ili nekog od početnih intervala, svejedno). Zar ne možemo reći da je svet *mogao* da bude stvoren u nekom ranijem trenutku, čime *impliciramo postojanje* vremena *pre* početka vremena, što je protivrečno?

Ovde nam savremena semantika mogućih svetova može biti od velike koristi. To što kažemo da je svet mogao da bude stvoren ranije može da bude nesmotrena formulacija nečeg tome vrlo sličnog, a što nije nespojivo s postojanjem prvog vremenskog trenutka. Možda smo u stvari želeli da kažemo da je moguć (to jest zamisliv) svet u kojem je proteklo više vremena nego što je od početka našeg sveta proteklo u našem. Odatle *ne sledi* da *postoji vreme kad* je taj svet mogao biti stvoren, već samo to da bi *u tom svetu* postojao trenutak za koji bismo, kada bi to bilo moguće porediti, rekli da je s obzirom na vreme koje je u tom svetu od njega proteklo raniji od prvog trenutka stvarnog vremena.[92] Naime, pošto se radi o *mogućem* svetu i *njegovom* vremenu, reč je samo o *mogućem trenutku u mogućem svetu*, a ne o *stvarnom trenutku u kom je taj svet moguć*, kao što ni vreme koje bi u tom mogućem svetu proteklo nije stvarno već samo moguće vreme.

Moglo bi se reći da se ovakvim rešenjem problema narušava princip bivalencije,[93] pošto od dva kontradiktorna iskaza, recimo: „kiša je juče padala" i „kiša juče nije padala", nijedan nije istinit prvog dana posle stvaranja sveta. Na to se može odgovoriti da su ovi izkazi samo prividno kontradiktorni, dok su u stvari *besmisleni*, poput iskaza „u svetu ideja juče je padala kiša" i „u svetu ideja juče nije padala kiša". Naime, pošto prvog dana posle stvaranja sveta *juče* ne postoji (po pretpostavci), to nema smisla govoriti o *jučerašnjem vremenu*, bilo da se kaže da je kiša padala ili da nije.[94]

Možemo zaključiti da je pojam *vremena s početkom* ne samo konzistentan i da ne narušava princip bivalencuje, već i da, uz dovoljan oprez pri korišćenju argumenta na osnovu zamislivosti,

možemo čak da ga smatramo, suprotno Vitgenštajnovom uverenju,[95] i intuitivno prihvatljivim.

Prethodni rezultat je značajan ne samo za hrišćane već i za savremene kosmologe. Danas mnogi fizičari koji se bave kosmologijom zastupaju teoriju „velikog praska" („*big bang*"), po kojoj ne samo što svet, nastao „velikim praskom", ima početak u vremenu, već i samo vreme počinje „velikim praskom". Slično važi i za kraj vremena, koje bi se moglo okončati kao posledica jednog „*big crunch*".

Ako smo pokazali da je ovakva nestandardna topologija vremena — u kojoj postoji prvi i/ili poslednji trenutak — moguća i zamisliva, to još ne znači i da upravo nju moramo prihvatiti u slučaju da verujemo da svet ima vremenski početak, odnosno vremenski kraj. Jer isto tako može delovati plauzibilno ako se i u slučajevima kada hoćemo da govorimo o svetu s vremenskim početkom i/ili krajem koristimo standardnom topologijom. Pitanjem *izbora* između dve mogućnosti bavićemo se u sledećem poglavlju.

b) *Zatvoreno vreme*

Moglo bi se pomisliti da, ako se zaista ograničeno vreme pokazuje čak i intuitivno prihvatljivim, što je na prvi pogled delovalo takoreći nemoguće, onda će isti rezultat moći da se postigne (ili namesti) i kad je u pitanju bilo koja druga nestandardna topologija. No ako je to i tačno, zadatak je kod svake nove nestandardne topologije na specifičan način nov, a kad je zatvoreno vreme u pitanju, i ni malo lak.

Nemoguće je sa sigurnošću reći da li Eudemovo pitanje — o tome da li bi kod istovetnih kosmičkih ciklusa o kojima govore pitagorejci u stvari vreme bilo isto — treba shvatiti kao ismevanje same ideje o potpuno istovetnom „vraćanju istog" ili kao ukazivanje na veliki problem koji bi oni koji tvrde da se svetska istorija odvija u ciklusima imali da reše. Međutim, s obzirom na to da je Eudem bio Aristotelov učenik — i vrlo verovatno s učiteljem delio uverenje o tome da vreme i njegov karakter zavisi od promena koje se u njemu odvijaju (zbog čega je Aristotel, kao što smo pomenuli, postulirao večnost kretanja) — pre će biti da je Eudem bio krajnje ozbiljan, otkrivši vrlo neobičnu posledicu ideje o kosmičkim ciklusima (ukoliko se o ponavljanjima misli kao o istovetnim ponavljanjima).

Ali zašto bismo uopšte razmišljali o toj bizarnoj i, bar na prvi pogled, neshvatljivoj mogućnosti (da vreme bude zatvoreno) umesto da lepo ostanemo u okvirima standardne topologije i kažemo da se (istovetni) ciklusi baš zato i *ponavljaju* što se *ne odvijaju* u istom vremenu?

Kao povod za razmišljanje o mogućnosti zatvorenog vremena, treba primetiti da pretpostavka o istovetnim ciklusima ne dozvoljava da dok se nešto dešava mi imamo ikakva *sećanja*, ili neku drugu vrstu tragova, *o tom događanju* u prethodnom ciklusu (ili ciklusima), jer bi sama ta sećanja predstavljala *novum* u ciklusu koji je u toku, te se ne bi radilo o potpuno istovetnom ponavljanju. U odsustvu svih sećanja pomenute vrste, kao i bilo kojih drugih tragova koji bi ukazivali na to da je reč o ponavljanju, naš život bi izgledao jedinstven i neponovljiv (baš kao što ga većina nas i doživljava). Ali, ako to važi za naš doživljaj života, zašto to ne bi moglo da se kaže i za ceo kosmički život (ma koliko on bio duži i bogatiji od našeg)? Šta nas onda uopšte navodi, ili bar u principu može navesti, da umesto o jednom ograničenom kosmičkom životu govorimo o kosmičkim ciklusima?

Ako bi sve što znamo bilo u skladu s pretpostavkom o *jednom jedinstvenom* kosmičkom životu, onda bi nas to — nezavisno od *moguće* pretpostavke o ciklusima — navelo ipak samo na to da tvrdimo da je vremenska topologija istovetna s topologijom *duži*, a ne *kruga*. To pak znači da bez nekakvog *dodatnog* uslova *ničim* čega se sećamo ili što znamo *nikada* ne bismo mogli biti *ni navedeni* na to da poverujemo u postojanje istovetnih kosmičkih ciklusa, te bi nam *topologija duži* uvek morala biti prihvatljivija od *topologije kruga*.

Ako ostavimo po strani *mitsko* poreklo ideje o kosmičkim ciklusima (Aristotel i, po svoj prilici, Eudem prezirali su mitske razloge), onda, dakle, moramo pronaći neki uslov čije bi ispunjenje topologiju kruga, kad je vreme u pitanju, učinilo plauzibilnijom od topologije duži.

Primetimo da su sećanja i tragovi o kojima smo gore govorili, a koji ne smeju postojati da bi topologija zatvorenog vremena bar potencijalno bila prihvatljiva, sećanja i tragovi *specifične* vrste. To ne smeju biti sećanja na nešto (odnosno tragovi nečega) što se u istovetnoj formi upravo događa (puput fenomena *déjà vu*). Time, u principu, nije isključeno da se nečiji život odvija, izvesnim delom, *potkraj* duži, koja bi bila navodno dobar topološki model jedinstvenog i ograničenog kosmosa, a drugim svojim delom *na početku* te duži. Tako nešto bi, s *ontološke* tačke gledišta, *duž* pretvorilo u *krug*! Drugim rečima, *kada* bismo znali da jeste tako, promenili bismo naše uverenje da je *duž* u ovom slučaju dobar topološki model vremena i, po svemu sudeći, ne bismo imali razloga da ne prihvatimo topološki model *zatvorenog vremena*. Ali kako stvar stoji s *epistemološke* tačke gledište, to jest, kako bismo tako nešto ikada mogli *znati*?

Pretpostavimo da nas naučno znanje navodi na to da stanje u kome *predviđamo* da će se kosmos nalaziti predstavlja *upravo* jedno takvo stanje koje bi, opet s obzirom na naše naučno znanje, moglo biti odlično objašnjenje *nastanka* stanja za koje *nezavisno*, ali opet iz naučnih razloga, verujemo da je bilo *početno* stanje univerzuma. Zar tada ne bismo imali dovoljno *epistemoloških* razloga da *vremensku duž zatvorimo u krug*?

Ne procenjujući ogromni stepen spekulativnosti savremenih naučnokosmoloških teorija, možemo samo konstatovati da je upravo *to* slučaj u nekim savremenim kosmološkim modelima.[96] Njihovi zastupnici *veruju* da imaju dovoljno naučne evidencije na osnovu koje je i ovaj poslednji uslov za prihvatljivost topologije zatvorenog vremena ispunjen. Njihovo je da nas uvere u *ispunjenost* uslova, a moj je zadatak ovde bilo jedino to da *same uslove* precizno formulišem, što sam, nadam se, i učinio.

Moramo na kraju pomenuti i Ničea, koga se, kad danas govorimo o „večnom vraćanju istog", prvog setimo. Da li je vreme kod Ničea standardno ili zatvoreno? Ničeanci bi odmah rekli da kod Ničea ništa ne može biti standardno, pa valjda ni vreme! Nevolja je u tome što je Niče filozofiju u klasičnom smislu prezirao, pa, iako je doduše bio klasični filolog, nije stigao do Eudema, da bi mu razlika između zatvorenog vremena i ponavljanja istog u otvorenom vremenu mogla jasnije izaći pred oči. Ali ipak možemo bar konstatovati da bi mu se ideja zatvorenog vremena morala jako svideti. Jer, u čuvenoj se Zaratustrinoj „kružnoj(!) pesmi" („*Rundgesang*") kaže: „*Die Lust will aller Dinge Ewigkeit!*" („Zadovoljstvo hoće večnost svih stvari!").[97] Sasvim je moguće da je Niče tu bukvalno mislio na neograničeno ponavljanje onoga što se već desilo (i jedan dokaz u *Volji za moć* ukazuje upravo na to[98]), ali u tom ponavljanju bi se izgubile originalnost i jedinstvenost, do kojih je Niče toliko držao. Osim toga, takvo ponavljanje stvari u besmrtnom životu — ako bi to bilo ono što zadovoljsvo „hoće" — dosta bi podsećalo na hrišćansku čežnju za rajem (a Niče je, osim klasične filozofije, prezirao i hrišćanstvo). *Zato* bi mu mnogo privlačnija morala biti ideja u kojoj se *jedinstvenost* i *neograničenost* ne isključuju, a što je oličeno u *topologiji kruga*. Kosmički život u zatvorenom vremenu mogao bi imati sve čari neponovljivosti i neograničenosti, jer, uprkos odsustvu ponavljanja u smislu ciklusa u standardnoj topologiji, takav život ne bi, poput duži, bio ograničen ništavilom. Bila bi to „*duboka, duboka večnost*" („*die tiefe, tiefe Ewigkeit*") koja bi bolje odgovarala onome što zadovoljstvo u Zaratustrinoj „kružnoj pesmi" želi.

c) *Razgranato vreme*

Ajnštajnova specijalna teorija relativiteta suočila nas je s novim čudom jedne nestandardne vremenske topologije.[99] U toj teoriji vreme je i dalje jednodimenzionalni kontinuum, ali više nije linearno već razgranato, što, kao što smo videli, znači da u nekim slučajevima za dva vremenska trenutka ne možemo da kažemo *niti* da su jednovremeni *niti* da jedan od njih

prethodi drugom. Vreme je time prestalo da bude nešto što na jedinstven način obuhvata sve događaje i umesto toga je postalo lokalno, to jest nerazdvojno povezano s *mestom* događanja.

Kao i u prethodnim slučajevima, zadatak se i ovde sastoji u tome da se odrede uslovi čije bi nas ispunjenje navelo da prihvatimo ovakvu jednu topologiju vremena. Šta nas može navesti na to da proglasimo nedopustivim da se govori o tome da se na nekom dalekom mestu u svemiru nešto događa *upravo sada kada* mi o tome govorimo?

Moglo bi se pokušati s poznatim primerom — koji je danas razumljiv i deci, a nekada bi delovao sasvim bizarno — kojim se ukazuje na to da su mnoge od zvezda koje vidimo na nebu već hiljadama i hiljadama godina mrtve. Čak i ono što *sada* vidimo da se dešava na suncu, u stvari se desilo *pre više od osam minuta*. Ali, ovaj primer zavodi na krivi put, jer ako bi samo o tome bilo reč, lako bismo mogli *odračunati* vreme koje je bilo potrebno da svetlost, koja nam prenosti informaciju, stigne do nas (što i činimo!), te tako precizno reći *kada* se *u stvari* desio svemirski događaj koji mi *sada* posmatramo. Tako nešto smo, u drugim kontekstima, već vekovima činili. Kada stigne glasnik na konju, prevalivši dugi put, i donese nam pismo u kome stoji da nam neko drag upravo umire, mi znamo da je taj neko, poput zvezde koju gledamo, u stvari već izvesno vreme mrtav. Nema nikakave *principijelne* razlike između ovog slučaja i slučaja s onim što vidimo da se događa na nekom udaljenom mestu u svemiru.

Nije stvar u tome — kako je Ajnštajnovu teoriju pogrešno shvatio Bergson[100] — što informacije s dalekih mesta dugo putuju (*sve* informacije putuju neko vreme), već u tome što, prema Ajnaštajnovoj teoriji, u svetu vlada *metrički relativizam* uslovljen različitim brzinama kojima se različita tela kreću u odnosu na brzinu svetlosti (koja je, po pretpostavci, konstantna). Ovim ćemo se detaljnije baviti u poglavlju o vremenskoj *metrici*, a ovde ćemo stvar anticipirati samo u onoj meri u kojoj je to neophodno da bismo uopšte koliko toliko objasnili suštinu uslova čije ispunjenje vodi razgranatom vremenu.

Zamislimo sledeću situaciju. Kosmonaut se, posle dugogodišnjeg krstarenja po svemiru, vraća na Zemlju, i, na naše veliko iznenađenje, izgleda mnogo mlađi nego što bismo to očekivali s obzirom na godine koje su od njegovog odlaska protekle. Ali ne samo to. Po njegovom satu, koji je istovetne konstrukcije kao naši zemaljski časovnici, ispadalo bi da je zaista tokom njegovog krstarenja proteklo manje vremena nego što je proteklo vremena na Zemlji tokom njegovog odsustva. I uopšte, sve što on ima da nam kaže i pokaže ukazuje na istu stvar, naime, da je u njegovom svetu proteklo manje vremena nego kod nas na Zemlji.

Na ovo možemo reagovati na dva načina. *Možemo* ostati u okvirima standardne vremenske topologije — a što Entoni Kvinton misli da *moramo*[101] — i reći da su iz nekog, svejedno kojeg, razloga svi procesi tokom njegovog putovanja bili *usporeni*, ali da je, u stvari, i u njegovom svetu proteklo isto vremena kao i u našem zemaljskom. Međutim, možemo reći da je iz nekog, bilo kojeg, razloga *samo vreme* bilo *drugačije* od vremena na Zemlji, dok su se svi pocesi odvijali onako kako se inače odvijaju. U ovom drugom slučaju mi *de facto* prihvatamo *nestandardnu* topologiju vremena, samim tim, naime, što tvrdimo da dva vremenska intervala sa *istim* početkom i *istim* krajem *nisu jednaki*.

Važno je primetiti da ništa ne menja na stvari to što je moguće uspostaviti obostrano jednoznačnu korespondenciju između trenutaka *kosmonautovog* i *našeg* vremena. Jer takvu je korespondenciju moguće uspostaviti i između trenutaka nekog intervala i trenutaka bilo kojeg njegovog podintervala, a da zbog toga svakako nećemo reći da su interval i njegov podinterval intervali jednake dužine.

Ako biunivoka korespondencija između trenutaka našeg i kosmonautovog vremena ne može predstavljati razlog da se odgovarajući periodi progalase istim, onda ni trenuci našeg i kosmonautovog vremena nisu više uporedivi s obzirom na relacije identiteta i prethođenja. Jer, kao što se jasno vidi na slici iz prvog odeljka ovog poglavlja, postoji zajednički početak

ova dva vremena koji čini čvorište koje im prethodi, ali nema nijednog čvorišta između njih.

Da li u svetu zaista ima ovakvih slučajeva i da li se oni sistematski mogu objasniti nekom teorijom, to nije nešto čime mi ovde treba da se bavimo; to je stvar fizičara. I zato samo oni mogu da kažu u kojoj meri je Ajnštajnova teorija zaista obuhvatna i potvrđena naučnim iskustvom. Mi smo zadatak ispunili samim tim što smo razjasnili uslov čije bi ispunjenje moglo (mada ne i moralo) da nas navede da prihvatimo topologiju razgranatog vremena.

Krajnje je zanimljiva činjenica — na koju je ukazao Bendžamin Li Vorf zasnivajući svoju lingvističko-relativističku hipotezu — da je topologija razgranatog vremena, mnogo pre Ajnštajnove specijalne teorije relativiteta, bila implicirana jezikom Hopi Indijanaca![102] Naime, u jeziku Hopi Indijanaca je nemoguće reći da se nešto što se dešava u nekom udaljenom selu događa istovremo s nečim što se dešava u selu u kojem se o tome govori, pošto se jedan jezički oblik koristi kada se govori o lokalnim događajima, a drugi kad se govori o udaljenim događajima. Događaj u udaljenom selu dešava se u *drugom vremenu.* Možda je Ajnštajn u mladosti poznavao nekog Hopi Indijanca!

Ontološki status vremena

Poreklo i smisao pitanja o ontološkom statusu vremena

Pitanje o ontološkom statusu vremena vrlo je staro — maltene koliko i pitanje o njegovoj strukturi — i mi smo se njega, bez eksplicitnog pominjanja, već više puta doticali.

Kada smo upoređivali aristotelovsku i kantorovsku koncepciju strukture vremena i zaključili da su one, u formalizovanom vidu, i sintaksički i semantički trivijalno različite, onda smo to mogli da tvrdimo samo pod uslovom *ceteris paribus*, što ne znači ništa drugo do da smo vreme posmatrali po sebi i za sebe, kao nešto što nema veze sa fizičkim svetom. Ako se napravi još samo jedan korak, pa se kaže da vreme *i jeste* takvo da njegovo postojanje i njegove karakteristike ni od čega drugog ne zavise, onda je to već *par excellence* tvrđenje o *ontološkom statusu*, odnosno o *načinu postojanja* vremena.

Kada smo kasnije pronašli da bi dva shvatanja koja su trivijalno različita dok se vreme posmatra po sebi i za sebe prestala da budu takva ako bi struktura vremena zavisila od toga da li se neralaciona svojstva fizičkog sveta primarno pripisuju intervalima ili tačkama, onda je tu u shvatanje samog vremena bio uključen i njegov *odnos* prema fizičkom svetu. I ako se opet napravi korak od toga kako bi stvari stajale *kada bi* struktura vremena zavisila od toga čemu se (nerelaciona) svojstva fizičkog sveta (primarno) pripisuju do toga da to *i jeste* slučaj, dobija se ontološko tvrđenje *par excellence* o tome da struktura vremena zavisi od toga kakav je fizički svet.

Kada smo u drugom poglavlju tražili uslove čije bi zadovoljenje učinilo ovu ili onu topologiju vremena plauzibilnom, tu je već pretpostavka o tome da postojanje i struktura vremena zavise od fizičkog sveta morala *eksplicitno* da figurira u argumentaciji, jer ova je samo pod jednom takvom pretpostavkom uopšte imala smisla (ako mi tu pretpostavku nismo eksplicitno formulisali, to je samo zato što je njena neophodnost toliko očigledna). Svako, dakle, ko u neku topologiju vremena veruje *zato* što ima određena ubeđenja o prirodi fizičkog sveta, bilo da je hrišćanski dogmatik, bilo vatreni ničeanac, bilo zastupnik teorije relativiteta, mora prihvatiti da postojanje i struktura vremena *zavise* od postojanja fizičkog sveta i od toga kakav je on, odnosno, šta se i kako u njemu događa.

Interesantno je, međutim, da je Aristotel verovao da je ono što se danas zove standardna topologija nešto čija se istinitost može dokazati *a priori*,[103] a da je, u isto vreme, smatrao da postojanje vremena *zavisi* od postojanja promene, zbog čega je i postulirao večnost kretanja. Ovo Aristotelovo uverenje je neobično, mada čovek može verovati, bar u principu, u postojanje razloga iz kojih je neka topologija nužno istinita — kao što to u naše vreme veruju Kvinton i Svinburn[104] — a da na osnovu toga *nezavisnih* razloga veruje da, u ontološkom pogledu, postojanje vremena zavisi od postojanja nečega drugog, što pripada fizičkom svetu. Nezgoda takvog jednog shvatanja je ipak u tome što postojanje promene deluje kao nešto *kontingentno*, a da od toga, u isto vreme, treba da zavisi nešto što je *nužno* takvo kakvo je. No videćemo kasnije da ovo shvatanje, bar u nekim slučajevima, može delovati prihvatljivo, pod uslovom da se formuliše u oslabljenoj varijanti takozvanog Lajbnicovog principa.

Sve u svemu, verujem da su svime prethodnim i smisao i davnašnje poreklo pitanja o ontološkom statusu vremena dovoljno razjašnjeni. Ali, koliko god ovo pitanje bilo staro, i zbog veze s drugim pitanjima o vremenu nezaobilazno, ono je u žižu filozofskog interesovanja došlo tek u 17. veku, zahvaljujući čuvenom sporu između Lajbnica i Njutna, koji se eksplicitno ticao tog pitanja.[105]

Spor između Lajbnica i Njutna oko ontološkog statusa vremena

Neposredni povod sporenja Lajbnica i Njutna oko ontološkog statusa prostora i vremena predstavlja jednu istorijsku pikanteriju. Kao dobrom hrišćaninu, Lajbnicu je smetalo to što Njutn smatra da prostor i vreme postoje po sebi, nezavisno od sveta koji u njima postoji, i što bi, štaviše, postojali i da fizički svet uopšte i ne postoji.[106] Jer, kao što smo videli, po hrišćanskoj dogmatici Bog je stvorio svet i, *zajedno* s njim, ili *samim tim*, i prostor i vreme u kojima stvoreni svet postoji. Verovatno je Lajbnic u čisto hrišćansko-dogmatskom smislu i bio u pravu. No, bilo kako bilo, on se nije zadovoljio samo konstatacijom da je ser Isak Njutn jeretik, već je našao za shodno da pismom na to skrene pažnju princezi od Velsa, jer, kako kaže, takva shvatanja, poput Njutnovog, mogla bi da oslabe prirodnu sklonost običnog čoveka prema hrišćanskoj veri.

Lajbnicov postupak danas liči na cinkarenje, mada je Lajbnic znao da princeza od Velsa ni malo ne liči na osobe poput nama danas dobro znanih komunističkih ili nacističkih ideologa (a, osim toga, Lajbnic je mnogo voleo da piše pisma, pa ih ima do danas neobjavljenih).

Princeza je pak učinila najbolju stvar koja se mogla učiniti. Jednostavno je prosledila pismo u Kembridž, Njutnu bliskom, velečasnom Samjuilu Klarku. Sa svoje strane, Njutn nije našao za shodno da ikako reaguje, ali zato je reagovao Klark, kao njegov glasnogovornik, i tako je počela čuvena prepiska između Lajbnica, koji je svakako uživao što je našao novu žrtvu s kojom će se dopisivati, i Klarka, iza koga je nesumnjivo stajao ser Isak Njutn lično.

Sporenje je vrlo brzo izašlo iz okvira dogmatike i postalo čisto filozofska rasprava, u kojoj su obe strane iznosile raznovrsne argumente. Mi ćemo ovde samo rezimirati dva suprotstavljena stanovišta, dok ćemo se kako s izvornim tako i s novijim argumentima u prilog jednom ili drugom od dva shvatanja prirodno sretati tokom kasnijih izlaganja.

Lajbnic je, dakle, smatrao da bi prostor i vreme ostali samo Božje ideje da sveta nema, to jest da ga Bog nije stvorio.[107] Najznačajnija posledica njegovog shvatanja tiče se principa *identitas indiscernibilium.*[108] Suprotno onome što smo skloni da mislimo kad razmišljamo čisto zdravorazumski, po Lajbnicu se dve stvari, da bi bile različite, moraju razlikovati po nekim karakteristikama koje se ne tiču puke razlike u pogledu mesta njihovog postojanja, kao što se i dva događaja ne mogu razlikovati samo time što se dešavaju u različitim vremenima, pošto čisto prostorne i vremenske razlike, zbog načina postojanja prostora i vremena, nisu *realne* razlike. Pritom je važno naglasiti da se, kada je reč o realnim razlikama, imaju u vidu ne samo nerelaciona nego i relaciona svojstva.

Iako prihvatanje relevancije i relacionih svojstava ostavlja ogromne mogućnosti realnog razlikovanja između stvari i događaja, ipak se, kao što je sjajno uočio Piter Strosn, čitav niz naizgled mogućih svetova po Lajbnicu pokazuje u stvari nemogućim. Evo jednog čisto prostornog primera. Svet ne bi mogao da bude, kako je pokazao Strosn,[109] poput šahovske table, jer se polja iz parova polja a1 i h8, b2 i g7, c3 i f6, i tako dalje, ne razlikuju jedno od drugog ni po nerelacionim svojstvima ni po svojstvima koja bi se karakterisala njihovim odnosima prema svim drugim poljima. Lako je stvar dopuniti odgovarajućom pričom o vremenskim događanjima u jednom takvom svetu, da bi se pokazalo da je jedan takav svet doslovce nemoguć u Lajbnicovom smislu. I lako je videti da takvih samo *prima facie* mogućih svetova ima beskonačno.

Za nas je najvažnija posledica Lajbnicovog shvatanja to što bismo *morali* da prihvatimo — a ne bismo samo na to *bili navedeni,* kako je bilo sugerisano u poglavlju o topologiji vremena — da je, ako se svetska istorija navodno sastoji iz identičnih ciklusa, vreme u stvari zatvoreno. To onda važi, *mutatis mutandis,* i za ostale vremenske topologije, u slučaju da su odgovarajući uslovi o kojima smo govorili zadovoljeni.

Za razliku od Lajbnica, Njutn je, u skladu s engleskom empirističkom tradicijom, smatrao da prostor i vreme nisu Božje ideje, već da oni predstavljaju zauvek dati *senzorijum* Boga,[110] te da bi kao takvi postojali i da fizičkog sveta nema. Ako pak svet postoji, onda Bog pomoću prostora i vremena neposredno, takoreći čulno, komunicira sa svakom stvari u svetu i sa svim što se u svetu događa, bez obzira gde se i kada se događalo.

Njutnovo se shvatanje često naziva *platonističkim,* mada je to, kada je reč o vremenu direktno pogrešno, ako se ima u vidu ono što je, kao što smo imali prilike da vidimo, o nastanku vremena Platon rekao u *Timaju.*[111] Međutim, *platonizam* je pojam koji se koristi u vrlo širokom smislu, kad god se, naime, želi reći da neko za neke entitete smatra da postoje po sebi i za sebe, jer tako (bar prema najpoznatijoj varijanti odnosa ideja i čulnog sveta) postoje Platonove ideje. Tako se, na primer, platonizmom u filozofiji aritmetike[112] zove stanovište po kojem su brojevi nešto što postoji po sebi i čiju strukturu mi samo otkrivamo, dok se prema *konstruktivizmu* radi o nečemu što je rezultat naše konstrukcije.

Prema Njutnu, koji je to shvatanje preuzeo od svog učitelja i neoplatoničara Isaka Baroua,[113] *sve* su karakteristike vremena *a priori* date, počev od topološke strukture pa do metrike i nepromenljivosti vremenskog toka.

Kad govorimo o istorijskom uticaju dva razmatrana shvatanja, onda se bez ikakve rezerve može reći da je Lajbnicovo stanovište bilo neuporedivo uticajnije. Taj uticaj počiva uglavnom na tome što je ono *de facto* dalo zeleno svetlo istraživačima prirode, a koje danas nazivamo *fizičarima,* da preuzmu stvar u svoje ruke kad je reč o pitanju kakvi su prostor i vreme u stvari. I to se pokazalo, kao što ćemo imati prilike da vidimo, prvo na pitanju smera vremena, a zatim i na pitanju metrike i toka vremena. U ovom poglavlju ćemo se još uvek zadržati na polju topologije i razmotriti, prvo, posledicu Lajbnicovog shvatanja, po kojoj topologija vremena nije nešto što bi se moglo birati već nešto što je diktirano time kakav je fizički svet, a potom, jednu slabiju varijantu Aristotelovog i Lajbnicovog zahteva da se ne prihvati postojanje vremena bez promene.

Lajbnicov princip i problem subdeterminiranosti teorija s obzirom na činjenice

Kvajn je tvrdio da je moguć slučaj gde su dve međusobno protivrečne teorije subdeterminirane s obzirom na činjenice u tom smislu što su obe teorije u saglasnosti s činjenicama iz polja iskustva koje objašnjavaju, te da je, dakle, uprkos međusobnoj protivrečnosti teorija, nemoguće reći ne samo *koja* je istinita nego ni to *da* je jedna ili druga istinita.[114]

Ova Kvajnova teza je na različite načine shvatana, pa je shodno tome i na različite načine kritikovana.

Moramo prvo otkloniti jednu očevidno promašenu kritiku, prema kojoj bi teza bila apsurdna jer, s jedne strane, nijedna od dveju teorija ne može biti lažna, pošto je svaka saglasna s činjenicama, dok se, s druge strane, samim tim što se ne može tvrditi da je jedna ili druga teorija istinita implicira da je moguće da nijedna nije istinita. Kada bi ova kritika bila valjana, ona bi, *mutatis mutandis*, pogađala i intuicionističko poricanje univerzalnog važenja principa isključenja trećeg ($A \vee \neg A$). Naime, ako bi ovo poricanje značilo da se bar u nekom slučaju može tvrditi da je $A \vee \neg A$ neistinito, onda bi to značilo poricanje principa bivalencije, a to je nešto što intuicionisti ne čine. Dakle, intuicionizam bi bio apsurdan.

Kvajn sigurno nije bio tako loš logičar da bi tvrdio nešto što tvrde oni koji ne razumeju smisao intuicionističkog poricanja univerzalnosti važenja principa isključenja trećeg. Nije smisao Kvajnove teze u tome što se tvrdi da nijedna od dve teorije nije istinita, već *samo* u tome da se ne može tvrditi da je jedna ili druga istinita. Ali u čemu je razlika? Poređenje sa intuicionizmom će nam opet biti od pomoći.

Intuicionisti su razvili takozvano konstruktivističko shvatanje dokaza, koje nameće strožije rigore od onih koji su važili u klasičnoj matematici, a odricanje važenja principa isključenja trećeg vezali su za one slučajeve u kojima ni A ni $\neg A$ ne može da se dokaže u skladu sa tim rigorima.[115] Dakle, to što ne možemo da tvrdimo $A \vee \neg A$ ne znači da smemo da tvrdimo $\neg(A \vee \neg A)$, već samo to da ni za A ni za $\neg A$ ne postoji konstruktivni dokaz. Analogon odsustvu intuicionističkog *konstruktivnog dokaza* bilo za A bilo za $\neg A$ u slučaju Kvajnove teze je odsustvo mogućnosti da se bilo o neistinitosti jedne bilo o neistinitosti druge teorije odluči *pozivanjem na činjenice,* što — kao i u slučaju intuicionizma — ne znači da se sme tvrditi da nijedna teorija nije istinita.

Ozbiljna i zanimljiva kritika Kvajnove teze, koju je razvio Damet,[116] vezana je za pitanje tačne specifikacije domena činjenica o kojima se u tezi govori. Da li se pod činjenicama s obzirom na koje teorije treba da su subdeterminirane misli samo na one činjenice koje teorije o kojima je reč i objašnjavaju ili se misli na sve činjenice uopšte? Ako je prvo slučaj, onda je teza nezanimljiva utoliko što, prvo, dozvoljava da se radi o teorijama koje jedna drugoj protivreče kao kontrarne, zbog čega obe mogu biti lažne, a onda, dozvoljava se mogućnost da će se i utvrditi lažnost jedne ili obaju teorija. Naime, ovo bi se, bar u principu, moglo utvrditi uz pomoć neke teorije koja bi uzela u obzir šire polje činjenica. Zato je mnogo zanimljivije ono shvatanje teze po kojem se radi o *svim mogućim činjenicama.*

Mi nemamo razloga da se ovde upuštamo u dalju raspravu o Kvajnovoj tezi na opštem nivou. Ono zbog čega je ona nama potrebna, i to u smislu do kojeg smo upravo stigli, odnosi se na sasvim konkretno pitanje: da li bi nam uzimanje u obzir svih činjenica koje se odnose na fizički svet nalagalo da se opredelimo za tačno jednu određenu topologiju vremena — kako bi trebalo da to bude slučaj po Lajbnicu — ili bi i tada mogle postojati bar dve topologije koje su u Kvajnovom smislu subdeterminirane u odnosu na činjenice?

Moglo bi se odmah odgovoriti da će sam Lajbnicov princip, po kome nema vremena bez promene, otkloniti mogućnost da dve naizgled alternativne topologije budu subdeterminirane u bilo kojem slučaju. Čak i ako bi to bilo tačno, takav odgovor bi predstavljao *petitio principii.* Jer, u pitanju je važenje samog ovog principa, a ne njegova primena. No, da li nas uzimanje u obzir svih činjenica može bar navesti da prihvatimo princip o kojem je reč (čijom bi, onda, primenom automatski bila prevaziđena subdeterminiranost)?

Mi ćemo ovo pitanje razmatrati na primerima dveju topoloških struktura: strukturi koja odgovara topološkoj strukturi isprekidane linije i strukturi vremena s početkom i krajem. To će nas na kraju navesti na formulaciju jedne oslabljene verzije Aristotelovog i Lajbnicovog ontološkog zahteva po kome se o postojanju vremena sme govoriti samo ako se u njemu dešava neka promena (što ćemo od sada skraćeno zvati *Lajbnicov zahtev*, jer se on, iako smo ga sreli već kod Aristotela, od vremena sporenja s Klarkom, odnosno Njutnom, najčešće vezuje za Lajbnicovo ime).

Problem praznog vremena i oslabljeni Lajbnicov zahtev

Sidni Šumejker je konstruisao sledeći zanimljiv misaoni eksperiment, s namerom da pokaže da postoji slučaj koji ubedljivo govori u prilog postojanju vremena bez promene.[117]

Zamislimo da se svet sastoji iz tri oblasti koje se razlikuju po tome u kom se ritmu u njima dešavaju sledeće neobične pojave. Naime, posle izvesnog vremena, u nekoj od oblasti dolazi do potpunog „zamrznuća" svih procesa (kao kad bi temperatura dostigla apsolutnu nulu), i to tako da se tokom sledećih deset godina u toj oblasti apsolutno ništa ne događa. Ipak, zahvaljujući normalnom životu u drugim dvema oblastima, moguće je reći da period zamrznuća traje upravo deset godina (inače, u „normalnim" periodima putovanja kroz sve tri oblasti se normalno odvijaju, i to tako da se granica među njima ne primeti). Posle isteka deset godina, život se u oblasti koja je doživela „belu smrt" nastavlja tačno tamo gde je deset godina ranije naglo bio zaustavljen, otprilike kao kad se u bioskopu film nastavi tačno tamo gde je iz nekog razloga bio prekinut.

Kad bi periodi zamrznuća pogađali uvek samo jednu od tri oblasti, ovaj neobičan svet ne bi predstavljao nikakav topološki problem, čak ni za Lajbnica. Jer Lajbnicovo shvatanje

vremena je ipak preajnštajnovsko, što znači da je jedinstveno za celinu sveta, pa ako se procesi ne dešavaju u jednom delu sveta, to ne znači da vreme ostalog dela sveta ne važi i za taj deo sveta. Problem neće nastati ni ako se zamrznuća ponekad dešavaju i u po dve od tri oblasti ali ne i u sve tri jednovremeno. No, u eksperimentu je ritam u kome u trima oblastima dolazi do bele smrti i ponovnog oživljavanja takav da će posle izvesnog vremena doći do *jednovremenog* zamrznuća u *sve tri* oblasti. Recimo, neka period života u jednoj od oblasti traje trideset, u drugoj četrdeset, u trećoj pedeset godina, pri čemu period zamrzmuća u svim oblastima traje deset godina. Tada je lako izračunati da će po isteku 559 godina od najranijeg trenutka kad nije moglo doći ni do potpunog poklapanja ni do preklapanja perioda zamrznuća u svim trima oblastima upravo *jednovremeno* doći do *bele smrti čitavog univerzuma*. I ako se život potom normalno nastavi u sve tri oblasti jednovremeno, da li će to biti nešto što se *neposredno nadovezuje* na pomenuti period od 559 godina, ili će se to desiti tek po isteku deset godina? Šta biste bili skloni da kažete da je od ovoga dvoga slučaj?

Pretpostavljam da biste rekli (kao što bih i ja rekao) da se život nastavio posle deset godina. Na takav odgovor je Šumejker i hteo da nas navede. Cela se priča, naravno, može učiniti još ubedljivijom, ako se doda da je ritam zamrznuća i odmrznuća nešto što je potvrđeno tokom milenijumske istorije, sve otkad je čovek ove neobične pojave počeo da prati. Ali šta bi trebalo da kaže jedan lajbnicovac, s obzirom da prihvatanje vremena bez iakakve promene ne bi smelo da se dopusti?

Možda bi sam Lajbnic rekao da Šumejkerov misaoni eksperiment predstavlja izvrstan primer za vremensku topologiju koja, uz jedno važno preciziranje, odgovara topologiji isprekidane linije. Jer Lajbnic je bio suviše dobar naučnik da bi mehanički primenio svoj zahtev i rekao da se periodi novog života neposredno nadovezuju na prethodne. On se, naime, verovatno ne bi oglušio o to da je teorija o zamrznućima dobro potkrepljena i da zato nastupanje zamrznuća treba zaista shvatiti kao *kraj* posle koga će na red doći *novi početak*.

Primetimo na ovom mestu da sam Šumejker priznaje da se u njegovom primeru narušava princip kauzaliteta,[118] jer se tokom zamrznuća, po pretpostavci, ne događa apsolutno ništa, pa time ni nešto što bi moglo objasniti novi početak života. Ali taj problem imaju *sve* teorije po kojima postoji početak sveta (bez obzira na topologiju koju prihvate). Prema tome, *ta* stvar ne bi predstavljala *novi* problem za Lajbnica, koji je ionako prihvatao da svet ima vremenski početak (zbog čega i vreme ima početak). Drugim rečima, ako se prihvati *prvi* početak uopšte, može se prihvatiti i *niz* potonjih *novih* početaka. U isto vreme, razlog za to da se govori o *jednom* svetu s nizom krajeva i početaka bilo bi prosto to što se, po pretpostavci, život posle novog početka nastavlja tamo gde je bio prekinut. A na kraju krajeva, kao što ne možemo odgonetnuti zašto je Bog stvorio baš takav svet kakav je svet u kome živimo (iako je sam Bog, prema Lajbnicovoj teodiceji, tačno znao šta radi, pa je izabrao najbolji od svih mogućih svetova), ne bismo mogli reći ni zašto je stvorio svet s nizom krajeva i početaka, da je svet onakav kakav je u Šumejkerovom primeru.

Uz prethodna objašnjenja, ono što bi povodom Šumejkerovog sveta rekao jedan lajbnicovac deluje svakako mnogo plauzibilnije nego kad bi se prosto reklo da „bele smrti" uopšte *ne može* biti — uprkos tome što parcijalnih zamrznuća *može* biti — te da će se posle svakih 559 godina (i samo tada!) dalji život univerzuma *neposredno nadovezivati* na vreme kada *bi trebalo* da dođe do zamrznuća (do koga, zbog *Lajbnicovog zahteva,* ne može doći).

Ipak ostaje nešto čudno i u ovako suptilizovanom odgovoru. Iako su segmenti života od 559 godina *razdvojeni* poput segmenata isprekidane linije, oni nisu razdvojeni *vremenom,* i to je ona ograda za koju sam napomenuo da se mora napraviti kada se kaže da bi topologija vremena u ovom slučaju odgovarala topologiji isprekidane linije. Naše prirodno pitanje je bilo: da li će se posle 559 godina novi život neposredno nadovezivati na prethodni *ili* će oni biti razdvojeni *periodom od deset godina.* No kako je period od deset godina period *vremena,*

a prema Lajbnicovom zahtevu, postojanje vremena bez promene se ne sme dopustiti, to upravo ne bismo smeli da tvrdimo ono što bismo najradije rekli. *Čime* bi periodi od 559 godina bili razdvojeni ako ne vremenom?

Izgleda da nas, sve u svemu, primer sa Šumejkerovim svetom ipak navodi na to da, suprotno svim zalaganjima Viljem Njutn-Smita,[119] prihvatimo mogućnost postojanja *praznog vremena* (to jest vremena u kojem se apsolutno ništa ne dešava), umesto da ovakav jedan svet na silu uguravamo u Prokrustovu postelju Lajbnicovog zahteva. No to ne znači da se ono što je zahtevao Lajbnic mora odbaciti *in toto.*

Vremenska rastojanja između dva perioda od 559 godina *određena* su onim što se u Šumejkerovom svetu događa, baš kao što je i *prostorno rastojanje* između dva segmenta isprekidane linije *određeno* segmentima te linije kao merom. U svakom slučaju, deluje neprihvatljivo — ono što je tvrdio Njutn — da čisto vreme i čisti prostor imaju metriku koja je potpuno nezavisna od fizičkog sveta i koja bi postojala i da taj svet nikada nije postojao. Ako se ovo što se verovatno najjasnije pokazuje u slučaju mere proširi i na ostale karakteristike prostora i vremena, a za šta, kao što ćemo videti, ima dobrih razloga (kako bismo, recimo, razlikovali vreme od prave linije da nije barem usmerenja, ako ne i toka, koje vremenu podaruju zbivanja u svetu?), onda bismo bili navedeni da se između Scile Lajbnicovog zahteva i Haribde Njutnovog radikalnog ontološkog osamostaljivanja prostora i vremena provučemo jednim ontološkim zahtevom koji je slabiji od Lajbnicovog. Takav *ontološki zahtev,* koji se tiče neophodnosti *postojanja fizičkog sveta* kao uslova da bi prostor i vreme *uopšte* postojali, ali koji ipak *ne isključuje* mogućnost postojanja *praznog* prostora i *praznog* vremena, zvaćemo *oslabljeni Lajbnicov zahtev.*

Oslabljeni Lajbnicov zahtev, do koga smo došli baveći se Šumejkerovim svetom, može se primeniti, *mutatis mutandis,* i na svet s vremenskim i/ili prostornim početkom i/ili krajem. Odbacivanje jakog a prihvatanje oslabljenog Lajbnicovog zahteva vodilo bi, u tom slučaju, prihvatanju *standardne* topologije umesto nestandardne koja bi bila implicirana jakim Lajbnicovim zahtevom. Naime, iako realnost prostora i vremena zavise od realnosti sveta, to ne znači da bi vremenski početak sveta morao da se smatra i početkom vremena, a prostorni početak sveta početkom prostora.

Kao što sam ranije nagovestio, sasvim je moguće da je fizički svet i prostorno i vremenski ograničen prostorom i vremenom koje on i zbivanja u njemu ne ispunjava. Ta situacija je, naime, potpuno analogna situaciji u kojoj bi postojali unutarsvetski prostorni ili vremenski vakuumi. Koristeći hrišćansko uverenje o Božjem stvaranju u metaforičnom smislu, možemo reći da su, ako fizički svet ima prostorni i vremenski početak, i prostor i vreme nastali stvaranjem sveta, ali da to ne znači da se oni, kad su već nastali, prostiru samo donde dokle se on prostire. Oni su gde su prazni ono što fizički svet *ograničava*, a nastali su jednovremeno s onim *što ograničavaju*. Kao ono što fizički svet ograničava oni nisu puko ništa (*nihil negativum*) već samo nešto homogeno, jedinstveno i prazno, čiji su delovi samo potencijalni u Aristotelovom smislu, bez obzira na to koliko priroda fizičkog sveta dopuštala ili nedopuštala ovu ili onu aktualizaciju. U slučaju *kosmosa koji se širi*, o kome govore današnji kosmolozi, nesumnjivo bi se radilo o aktualizaciji potencijalnih delova prethodno praznog prostora, što isto važi i za ispunjavanje vremena koje je prethodno, kao buduće, bilo prazno. Setimo se na ovom mestu *praznine* Leukipa i Demokrita, koja takođe nije *nihil negativum* već, u *suprotnosti* prema *punini*, *nihil privativum*.

Sad vidimo i u kom smislu bi mogla da se brani Aristotelova teza da se o strukturi vremena može govoriti *a priori*, a da vreme, isto tako, ontološki zavisi od promene. To bi se, naime, moglo prihvatiti uz oslabljenje ove teze u skladu sa oslabljenim Lajbnicovim zahtevom. Moguće je, naime, govoriti o strukturi vremena koje još nije ili nikada neće ni biti ispunjeno, a da ipak ono samo svoje postojanje duguje tome što je ono što ono sâmo ograničava vreme ispunjeno svetskim zbivanjima.

Izbor topologije vremena u slučaju vremenski ograničenog sveta

U prethodnom odeljku smo jaki Lajbnicov zahtev zamenili oslabljenim. Ali, u isto vreme je cela argumentacija pokazala da je Kvajnova teza vrlo sumnjiva kada se primeni na vremenske topologije. Tačnije, sumnjiva je zbog toga što pretpostavka o upoznatosti sa *svim* činjenicama, bar u primeru kojim smo se bavili, snažno sugeriše *koju* vremensku topologiju treba prihvatiti. U ovom ćemo odeljku razmotriti dodatne argumente u prilog prihvatanja standardne vremenske topologije u slučajevima vremenski ograničenog sveta.

Podsetimo se kako je uopšte došlo do toga da se u slučaju o kojem je reč suočimo s pitanjem izbora između alternativnih topologija. Analizirajući hrišćansku dogmu (u skladu s Avgustinovim razumevanjem), po kojoj je stvaranje sveta ujedno označilo i početak vremena, u prethodnom smo poglavlju videli da topologija ograničenog vremena može početi da *deluje prihvatljivo* ako se govorenje o vremenu pre početka sveta shvati kao eliptični način govora o vremenu u mogućem svetu s dužim trajanjem od stvarnog. Ali, pritom nije tvrđeno ono što bi proizlazilo iz jake verzije Lajbnicovog zahteva, naime, da se u slučaju sveta s vremenskim početkom *mora prihvatiti* topologija u kojoj i sâmo vreme ima početak. Zato smo, ako prihvatimo oslabljenu ali ne i jaku varijantu Lajbnicovog zahteva (a na šta smo pak bili navedeni analizom Šumejkerovog primera) u stvari stavljeni pred izbor između dve moguće topologije u slučaju da fizički svet ima vremenski početak.

Ispitajmo na sledećem, neutralnijem primeru razliku između slučaja u kome se govori o mogućem svetu s različitim vremenom od stvarnog i slučaja u kome se govori o određenom vremenu u koji bi mogao biti smešten neki mogući svet. Pretpostavimo da neko kaže da se između dva konkretna događaja, *a* i *b*, od kojih se drugi neposredno nadovezao na prvi, mogao desiti i izvesni treći događaj *c*. Tako nešto je tačno *samo* ako se shvati tako da znači da je moguć svet (koji sve do pre pojave događaja *c* može biti istovetan sa stvarnim svetom) u kojem se neposredno posle događaja *a* desio prvo događaj *c*, a onda, neposredno posle *c*, i događaj *b*. No, isto tako, postoji i smisao u kome je *nemoguće* da se između događaja *a* i *b* desio događaj *c*, a to je smisao po kome između *a* i *b*, od kojih se, po pretpostavci, jedan od njih na drugi nadovezuje, naprosto *nema vremenskog mesta* da se išta dogodi.

Uporedimo prethodni slučaj sa narednim. Neko kaže da se između dva konkretna događaja, *d* i *e*, od kojih se događaj *e* desio posle događaja *d* ali ne i neposredno posle njega, mogao desiti događaj *f*, čije trajanje nije duže od vremenskog razmaka između *d* i *e*. U ovom slučaju je to *moguće* i u smislu u kojem u prethodnom primeru nije bilo moguće da se *c* dogodilo između *a* i *b*, jer sada *ima mesta* za događaj *f* da se smesti između *d* i *e*.

Čini se očiglednim da su oba smisla — jedan, u kojem je i za događaj *c* i za događaj *f* istinito reći da su se mogli dogoditi između *a* i *b*, odnosno *e* i *d*, i drugi, u kojem je to moguće reći samo za događaj *c* ali ne i za događaj *f* — i sasvim legitimni i potrebni. Međutim, smisao u kojem se *c* nije moglo desiti između *a* i *b* je *restriktivniji*, što znači da bi ga bilo nemoguće izraziti u jeziku koji ne bi dozvoljavao da se govori o *vremenu* u kome se nešto moglo dogoditi, već samo s obzirom na događanje u nekom mogućem svetu koji ima svoje vreme. Ili, drugačije rečeno, stroži smisao zahteva da se mogući svetovi posmatraju kao mogući svetovi *s obzirom na dato vreme*.

Sledeći, manje neutralan primer nas više približava spornom pitanju o postojanju ili nepostojanju vremena pre nastanka sveta, jer se tiče praznog vremena koje će na određeni način biti ispunjeno ili koje čak može biti ispunjeno na različite načine. Naime, kad kažemo da će *sutra* padati sneg, mi ne govorimo o mogućem svetu u kome tada i tada pada sneg, već o realnom svetu u kome živimo i čiji će jedan period vremena koji je još prazan biti ispunjen određenim padanjem snega. Ili, pošto vremenske prognoze nisu sasvim pouzdane, možda sutra i ne bude padao sneg, već samo kiša. Ako govorimo o obe mogućnosti, mi govorimo o različitim mogućim svetovima — jednom, sa snegom, i drugom, s kišom — ali ne tako što oni imaju svoja nezavisna vremena, već tako što su mogući *s obzirom na određeno vreme*, i to *vreme određeno u odnosu na vreme aktualnog sveta* u kojem živimo.

Oba primera koje smo razmotrili govore o jednoj razlici koja će biti vrlo značajna za poglavlje o odnosu vremena i modalnosti, a to je razika između *logičkih* i *realnih* mogućnosti,[120] odnosno razlika između mogućih svetova *u nespecifikovanom smislu* i mogućih svetova koji su *topološki dostupni pošavši od* nekog segmenta *aktualnog* sveta. Skup ovih poslednjih pravi je podskup skupa svih mogućih svetova. Pritom poslednji primer čak pretpostavlja *prazno* vreme koje će biti ili koje može biti ispunjeno nekim događajem, ali i to prazno vreme je određeno *topologijom i metrikom realnog sveta*. „*Sutra*" je vreme koje se *nadovezuje* na period koji obuhvata današnji dan realnog sveta i, po pretpostavci, *traje* koliko bilo koji prethodni dan u realnom svetu.

Ako želimo da ne prenebregnemo ovu razliku između logičkih i realnih mogućnosti topološki određenih datom topologijom realnog sveta, moramo kao okvir unutar kojeg ćemo govoriti o dostupnim mogućim svetovima uzeti samu topološku (mada i metričku) strukturu određenu stvarnim svetom.

Rezultat je, dakle, u krajnjoj liniji, isti kao rezultat ispitivanja Šumejkerovog sveta, koji se ticao mogućnosti postojanja unutarsvetskih vakuuma: neophodna nam je *standardna* topologija umesto nestandardne.

Ako smo već jednom prihvatili standardnu topologiju i u slučajevima u kojima se pojavljuje prazno vreme, možemo stvar generalizovati i prihvatiti standardnu topologiju i u slučaju sveta s vremenskim početkom. Ipak, može se činiti da se u ovom slučaju javlja jedna relevantna razlika, koja dovodi u pitanje predloženu generalizaciju.

Sutrašnji mogući svet u kojem će padati sneg, kao i onaj u kojem će padati samo kiša, *dostupni* su zato što je reč o *budućim* događajima. Slično tome, iako su događaji *d* i *e*, za koje smo rekli da se između njih *mogao* smestiti događaj *f*, prošli događaji, događaj *f* je, bar s obzirom na događaj *d*, nekada *bio budući* događaj. Međutim, sve što se tiče navodnog vremena *pre* nastanka sveta (ako tako nešto prihvatimo) odnosi se *isključivo* na *prošlost*, a *prošlost koja nikada nije bila budućnost* ne omogućava da se u nju smesti nijedan mogući svet. Drugim rečima, tu kao da ne bi moglo da se govori o *realnim* mogućnostima.

Stvar izgleda prilično delikatna, ali mislim da ipak postoje dva međusobno povezana dobra razloga u prilog tome da se i u ovom slučaju prihvati standardna topologija. Prvo, ako je reč o budućim događajima, ali takvim koji su predertirminisani, tada u pogledu toga kako će odgovarajuće vreme biti ispunjeno postoji samo jedna mogućnost (baš kao da se radi o prošlosti), što znači da postoji samo jedan mogući svet koji je u definisanom smislu dostupan. Pa ipak, njegova aktualizacija spada u realne mogućnosti. To znači da se o realnim mogućnostima može govoriti i u slučaju kada je njihov broj ravan jedinici. Drugo, kada bi se, pošavši od nekog segmenta realnog sveta, za sve ono što se dogodilo u prošlosti reklo da *više* ne predstavlja *realnu mogućnost* (iako je nekad, u neka ranija vremena, predstavljalo), onda bi to značilo da neki *aktualizovani događaji realnog sveta* više ne spadaju u domen realnih mogućnosti. Pošto to zvuči sasvim neprirodno (i u svakom je slučaju krajnje nestandardno), to znači da *dostupnost u topološkom smislu* ne treba vezivati samo za budućnost. Možda je u *nekom drugom smislu* prošlost zaista nedostupna (u njoj se više ne može živeti), ali to svakako nije smisao u kome bismo rekli da *prošlost realnog sveta* spada u *puke logičke* a ne *realne mogućnosti*.

Ako, dakle, broj realnih mogućnosti može biti ravan jedinici i ako sama činjenica da se radi o prošlosti ne zabranjuje da se govori o realnim mogućnostima, onda bi za vreme pre nastanka sveta trebalo prosto reći da za svaki njegov (potencijalni) segment važi da je u odnosu na njega broj realnih mogućnosti ravan jedinici i da se ta realna mogućnost sastoji u tome što se ni u jednom mogućem svetu topološki dostupnom iz realnog sveta ništa nije dogodilo (što ne znači da se u tom

vremenu nije ništa dogodilo u nekom *drugom* realnom svetu koji s našim nema nikakve veze — ako takav svet slučajno postoji).

I na kraju još samo ovo. Da li bi, ako sve ovo prihvatimo, trebalo reći da je pre nastanka sveta proteklo beskonačno vreme? Mislim da bi, s obzirom na strukturu vremena, moralo da se kaže da se radi o neograničenom vremenu (s jedne strane), ali ne i o tome da je to vreme proteklo. Jer, kao što ćemo videti, upravo bi tok vremena bilo ono što, ako išta, pretpostavlja realnu promenu u jakom lajbnicovskom smislu, a što u slučaju vremena pre nastanka sveta nije bilo zadovoljeno. To vreme, za razliku od vremena u kojem postoji realni svet, nije *compositum reale*, tako da predstavlja nešto u celini dato, čiji su delovi samo potencijalno odredivi s obzirom na topologiju i metriku realnog sveta. Istina, vreme bez toka više ne liči na vreme, ali, da anticipiramo bar ono čime ćemo se baviti počev od šestog poglavlja, realnost toka vremena jeste nešto što je danas sporno. Za sada možemo reći samo da nas to što dopuštamo da se govori o praznom vremenu, mada uvek s obzirom na vreme koje je ispunjeno, ne obavezuje da priznamo i njegov tok, čak i ako, služeći se metrikom vremena u stvarnom svetu, dopustimo da se govori o dužini praznog vremena.

Metrika vremena

Šta je metrika i da li vreme ima intrinsičnu metričku strukturu?

Pitanja metrike već smo se nekoliko puta doticali (na primer, baveći je Šumejkerovim primerom), podrazumevajući da je, s obzirom na tadašnje svrhe, bilo jasno šta se pod metrikom podrazumeva. Sada ćemo videti da u vezi s pitanjem vremenske metrike ima raznih nejasnoća koje treba otkloniti, ali i teških problema koji su predmet filozofskih sporenja.

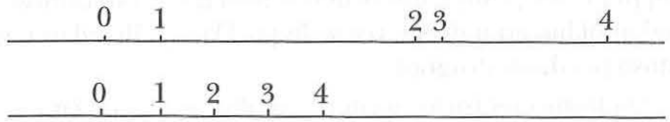
Kad je metrika u pitanju zgodnije je koristiti se sistemom intervala nego sistemom tačaka (što, dok se bavimo čistim vremenom, prosto možemo izabrati, s obzirom na trivijalnu različitost dvaju sistema). Naime, pitanje metrike tiče se upoređivanja *intervala* u pogledu njihove *dužine*: dva intervala su, ako su metrički uopšte uporedivi, ili takvi da su *jednaki u pogledu dužine* (što ne znači i *identični*, jer i različiti intervali mogu biti jednakih dužina), ili je odnos takav da je jedan kraći od drugog.

Moglo bi se pomisliti da je *metrička uporedivost* elemenata intervalske strukture jednodimenzionalnog kontinuuma, pa samim tim i vremena, nešto što je obezbeđeno samom tom strukturom. Intervali su uključeni jedni u druge, a oni uključeni kraći su od onih u koje su uključeni. To je sasvim tačno, ali nije i kraj priče, jer postoje intervali koji nisu u takvom odnosu da je jedan uključen u drugi, već se ili preklapaju ili jedan u potpunosti prethodi drugom.

Da bismo metrički uporedili ovakve intervale čini se da nam je pre svega potrebna *mera* (μετρόν, na grčkom, od koje reči i potiče reč „metrika"), pri čemu bi mera mogao biti i jedan od intervala koje treba upoređivati.

Iz Dedekind–Kantorovog aksioma (s kojim smo se sreli u odeljku o Kantorovoj teoriji kontinuuma) sledi da ne može postojati *jedna zajednička mera* za upoređivanje svih intervala samim tim što postoje nesamerljivi aritmetički intervali. Tako je interval koji se prostire između tačke koja odgovara broju 1 i tačke koja odgovara broju π *nesamerljiv* s intervalom koji se prostire između tačke koja odgovara broju 4 i tačke koja odgovara broju 5, *ako* bi njihovo sameravanje podrazumevalo postojanje *zajedničke mere*. Međutim, to izgleda da ne predstavlja neku veću teškoću. Zar se na osnovu same aritmetizacije ne može reći da je prvi od dva intervala *duži* od drugog? Na kraju krajeva, prvi od dva intervala nesamerljiv je (u smislu nepostojanja zajedničke mere) i sa intervalom između tačke koja odgovara broju 1 i tačke koja odgovara broju 4, a da je ipak *očigledno* da je kraći od ovog drugog, jer je u njega *uključen*. Opet se čini da metrička uporedivost bilo koja dva intervala proizlazi iz same strukture kontinuuma, to jest iz toga što su tačke koje odgovaraju počecima i krajevima svih intervala *uređene* ralacijama ≡ i <.

Međutim, paradoksalno je to što, iako zahvaljujući Dedekind–Kantorovom aksiomu *svi* intervali kontinuuma izgledaju metrički uporedivi, upravo *sam taj* aksiom predstavlja glavni razlog da se tvrdi suprotno! Stvar je u tome što se obostrano jednoznačna veza između realnih brojeva i tačaka jednodimenzionalnog kontinuuma, čija se *uspostavivost* i tvrdi Dedekind–Kantorovim aksiomom, može uspostaviti na beskonačno mnogo načina. Sledeća slika prikazuje dva očevidno različita načina s obzirom na biunivoku korespondenciju bar onih tačaka i brojeva koji su istaknuti.



Ceteris paribus, beskonačan varijetet mogućih obostrano jednoznačnih koordiniranja brojeva i početaka i krajeva inter-

vala predstavlja dovoljan razlog da se tvrdi da sama struktura jednodimenzionalnog kontinuuma, pa samim tim ni čistog vremena, ne obezbeđuje metričku uporedivost intervala koji nisu jedni u druge uključeni, a da i u onom slučaju u kojem jesu, ne omogućava da se odredi *koliko* je uključeni interval kraći od onoga u koji je uključen.

Vidim kako neki protestuju, ukazujući na to da je koordiniranje tačaka i brojeva na gornjoj liniji prethodne slike naprosto *pogrešno*. Ali *zašto* je pogrešno? Možda zato što uz pomoć šestara ili lenjira možemo pokazati (i time dokazati) da je *jednakom* rastojanju između brojeva pridruženo *nejednako* rastojanje između tačaka? Ali, u čistom prostoru i čistom vremenu nema ni šestara ni lenjira. Tu nije reč o tome, kako bi neki voleli da se to shvati, da odsustvo šestara, lenjira i sličnih stvari samo znači *tehničku* nemogućnost da se utvrdi izvesni odnos koji je *i bez utvrđivanja* tačno onakav kakav jeste. Reč je o nečemu mnogo dubljem, o tome, naime, da bez fizičkog sveta *nema nikakve mere*, čije je postojanje pretpostavka metričkog upoređivanja, tako da stvari u slučaju čistog kontinuuma, po sebi i za sebe, moraju stajati onako kako to zaključi *matematičar*.

Sve u svemu, a suprotno onome što je mislio Njutn, moramo prihvatiti da čisto vreme nema nikakvu intrinsičnu metriku, što znači da je, kad ga posmatramo po sebi i za sebe, *metrički amorfno*.[121]

Konvencionalizam versus *realizam u pogledu metrike svetskog vremena*

Ako je vreme *intrinsično* metrički amorfno, to ne znači da će takvo i ostati ako njegovi intervali počnu da se mere nekom u odnosu na samo vreme *spoljašnjom* merom. Očekivali bismo da vremenu takvu spoljašnju meru podari fizički svet.

Danas su takoreći svi koji se metrikom vremena bave napustili Njutnovo uverenje da vreme posmatrano po sebi može imati određenu metriku, te se utoliko slažu i u tome da metrika vremena mora poticati iz fizičkog sveta. Ali, iza ovog načelnog slaganja kriju se ogromne razlike. Dok *konvencionalisti* smatraju da se nametanje metrike vremenu od strane fizičkog sveta ne događa automatski, već uz našu debelu pomoć — zbog čega se onda ni nadalje ne može govoriti o jedinstvenoj i jedino ispravnoj vremenskoj metrici — *realisti* smatraju da je samim fizičkim svetom i onim što se u njemu događa metrika već određena, te da mi tu nemamo ništa drugo da učinimo do da je otkrijemo.[122]

Suprotno očekivanju naivnih, konvencionalizam je danas dominirajuće stanovište, nasleđeno od velikana filozofije nauke poput Dijema,[123] Poenkarea[124] i Rajhenbaha.[125] Suština konvencionalističkog stanovišta može se sažeto iskazati na sledeći način. Pošto svako merenje bilo prostornih bilo vremenskih dužina *pretpostavlja neku fizičku teoriju*, među čijim implikacijama se, zavisno od toga o kojoj je fizičkoj teoriji reč, može nalaziti kako stav o *izotropnosti* tako i stav o *neizotropnosti* bilo prostora bilo vremena, svaku fizičku teoriju koja je saglasna sa činjenicama moguće je tako preformulisati da novodobijena teorija takođe bude saglasna sa činjenicama, ali da se od izvorne razlikuje po implikacijama u pogledu izotropnosti ili vrste neizotropnosti fizičkog prostora i vremena, što će implicirati različite metrike svetskog prostora i vremena. Pogledajmo šta to znači na sledećim primerima, koji se tiču i prostora i vremena.

Kada merimo dužine dva prostorna rastojanja koja se ili samo preklapaju ili su jedno izvan drugog, mi ili predmet koji nam služi kao mera, lenjir recimo, premeštamo s mesta na mesto, ili, ako je lenjir dovoljno veliki, prosto očitavamo koliko manjih jedinica obuhvata prvo a koliko njih drugo rastojanje. Pretpostavimo da se radi o prvom slučaju, kada lenjir moramo da premeštamo, i pretpostavimo da smo kao rezultat upoređivanja dobili da su merena rastojanja jednaka. Taj bi rezultat za nas u običnom životu bila ne samo *činjenička istina*, već i ono što se zove *sirova činjenica*. Međutim, po konvencionalistima to nije tako. Iza navodne *sirove činjenice* stoji *određena teorija*, a to je teorija po kojoj *premeštanje* lenjira ne dovodi do njegovog skraćenja ili produženja, što znači teorija koja implicira *izotropnost*

fizičkog prostora (metričku „neosetljivost" na promenu mesta). Do pojave teorije relativiteta nismo ni bili svesni da je tu reč o *određenoj teoriji* i da je moguća, a za „neobične situacije" kojima ćemo se uskoro baviti čak i poželjna, *drugačija* teorija. No i bez teorije relativiteta je jasno šta konvencionalisti žele da kažu. Dovoljno je samo da pretpostavite da se premeštanjem sve, pa i lenjir, proporcionalno smanjuje, pa da dobijete razultat da su merena rastojanja *nejednaka*.

Kod merenja vremenskih intervala stvar stoji isto, sem što se umesto *mernim motkama* pri merenju služimo *satovima*. Mogli bismo pretpostaviti da se tokom vremena svi procesi, pa i rad časovnika, postepeno usporavaju, što bi značilo da se i dani našeg života produžavaju. Ali tome se ne bi vredelo radovati, jer taj bi rezultat zavisio *samo* od promene pretpostavke o izotropnosti vremena, a inače se ničim ne bi mogao detektovati, pa ni našim doživljajem.

Poentirajmo ovo izlaganje konvencionalističkog stanovišta konstatacijom da se za dve teorije koje se razlikuju *samo* u pogledu metrike prostora ili vremena koju impliciraju ne može reći da je jedna ili druga istinita. To zvuči poznato. S tim smo se sreli kad smo se u vezi s različitim topologijama pitali o primenljivosti Kvajnove teze. Neki bi, verovatno s pravom, rekli da bi tu tezu u stvari trebalo zvati *Dijemova teza*, a neki je pomirljivo zovu *Dijem–Kvajnova teza*.[126]

Na duhovit način se konvencionalistička teza o nepostojanju jedne prave metrike prostora i vremena može i ovakvo iskazati. *Dobar fizičar* treba da je u stanju da svoju teoriju usaglasi sa svakom metrikom koju mu *zada matematičar* (a ovaj poslednji, videli smo, ima mogućnosti da fizičara testira na neograničeno mnogo zadataka!).

Kada se današnji *realisti* suprotstavljaju konvencionalistima, onda oni žele da ove tuku na njihovom terenu. Naime, i oni prihvataju da metrika zavisi od fizičke teorije, ali nastoje da pokažu da će prihvatanje toga kao činjenice voditi rezultatu suprotnom onome do koga su došli konvencionalisti. Tako je Hilari Patnam, koji je u jednoj svojoj fazi bio realista, tvrdio da bi uzimanje u obzir svih priznatih kriterijuma na osnovu kojih se u nauci vrši izbor između alternativnih teorija — a u šta spadaju i jednostavnost i saglasnost s intuicijom — *na kraju* vodilo *jednoj jedinoj* teoriji, pa bi *stvarna metrika svetskog vremena* bila *ona* koja bi bila *implicirana tom teorijom.*[127]

Patnamov realizam je teško bilo braniti bilo osporavati na *načelnom* nivou, ali ono što Patnam kaže se može koristiti kao značajan *metodološko-istraživački program* u *konkretnim* slučajevima. Ja sam i sam nešto slično tome sledio u prošlom poglavlju prilikom razmatranja Šumejkerovog primera, kao i kasnije kada sam hteo da favorizujem standardnu topologiju vremena u slučaju vremenski ograničenog sveta. Sada ću generalni patnamovski program konkretizovati pomoću jedne asimetrije, koja počiva na onome što je Maksvel zvao „opštom maksimom fizičke nauke".[128]

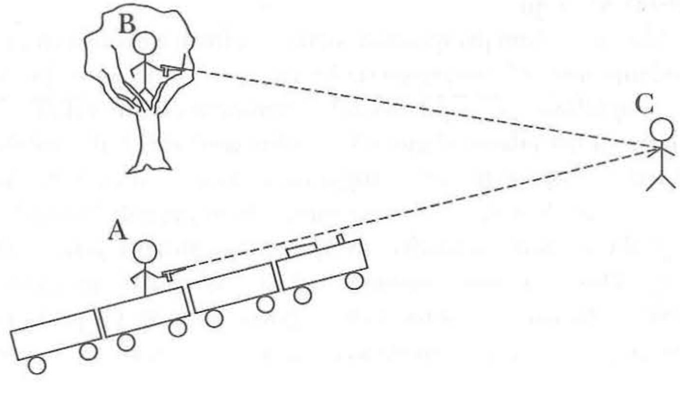
Ako već prihvatamo *ontološku* pretpostavku po kojoj prostoru i vremenu, koji su posmatrani po sebi metrički amorfni, metriku podaruje fizički svet, onda, *s obzirom na neku konkretnu situaciju* oko koje se spore konvencionalisti i realisti, neće biti u ravnopravnom položaju onaj koji tvrdi *izotropnost* i onaj koji tvrdi *neizotropnost* prostora i vremena, utoliko što će onaj koji tvrdi neizotropnost morati da navede *konkretne fizičke razloge* za svoju tvrdnju, dok onaj prvi neće morati da navodi *nikakve* razloge. Ova asimetrija počiva na navedenoj ontološkoj pretpostavci, pošto pretpostavljena *zavisnost* prostorne i vremenske metrike od fizičkog sveta ne dozvoljava da se puka promena u pogledu prostorne i vremenske *lokacije* smatra *ikakvim* razlogom za bilo koju *fizičku* promenu. A onda, sasvim konkretno, promena dužine merne motke i promena načina rada časovnika promene su *fizičkog predmeta* i *fizičkog procesa*, što pak, po pretpostavci, ne sme zavisiti *samo* od promene prostorne i vremenske lokacije. Neposredna posledica ovoga je to da sama *saglasnost neke alternativne teorije s činjenicama* nije *nikakav* razlog za njenu prihvatljivost *ako* se ona od rivalske teorije razlikuje *samo* po tome što, za razliku od ove, implicira neizotropnost prostora i/ili vremena.

Iz prethodnog, naravno, sledi samo to da je *očuvanje izotropnosti* zahtev koji važi *ceteris paribus*, što znači da je izotropnost nešto od čega se ne sme odustati *praeter necessitatem.* Utoliko zahtev o kojem je reč podseća na *Okamov brijač.* U sledećem odeljku ćemo se pozabaviti teorijom u kojoj metrika *nije* standardna, ali u kojoj je metrička relativizacija opravdiva *fizičkim* razlozima, pa utoliko njen *alternativni karakter* ne može da se smatra nečim što ide u prilog konvencionalizmu. Teorija o kojoj je reč sadrži, doduše, i jedan konvencionalistički elemenat, ali on, kao što ću pokušati da pokažem, počiva na čisto operacionalističkim razlozima i zato nije razlog za prihvatanje konvencionalističkog stanovišta.

Relativizacija prostorno-vremenskih intervala u specijalnoj teoriji relativiteta

Već je astronom de Siter[129] uočio neobično ponašanje svetlosti, što su potvrdili mnogi eksperimenti izvršeni u devetnaestom veku, od kojih je Ajnštajn naročito voleo da navodi onaj Fizoov.[130] Ilustrujmo stvar o kojoj je reč na jednom modernom primeru, koji bi mogao da zanima i forenzičare i pravnike.

Zamislimo da i osoba *A* i osoba *B* žele da ubiju osobu *C* i da je, neobičnim sticajem okolnosti, *A* sa krova voza ispalio metak u smeru kretanja voza baš u trenutku kada se on, *A*,



našao pored drveta s kojeg je u istom trenutku i *B* pucao u istom smeru (vidi prethodnu sliku). Pretpostavimo da je *C*, po nalazu lekara, pogođen sa oba metka i to tako da bi svaki sam po sebi izazvao smrt, i da je, osim toga, utvrđeno da su rastojanja od mesta s kojih su ispaljeni meci do mesta na kojima su prodrli u telo osobe *C* potpuno jednaka. Ko je ubica, *A* ili *B*? Svako ko ima bar nešto znanja iz klasične fizike lako će odgovoriti na ovo pitanje. Ubica je osoba *A*, dok *B* može da bude okrivljen samo za pokušaj ubistva. Naime, prema poznatoj teoremi o adiciji brzina, na brzinu kretanja metka u odnosu na voz treba dodati brzinu kretanja samog voza u odnosu na mesto gde se nalazio ubijeni, iz čega sledi da je metak koji je ispalio *A* morao bar malo ranije prodreti u telo ubijenog nego što je to učinio metak koji je ispalio *B*.

Zamislimo sada situaciju koja je u svemu istovetna s prethodnom osim što su *A* i *B*, umesto iz obične puške, pucali iz nekog laserskog oružja. Tu nailazimo na pomenuto neobično ponašanje svetlosti. U takvom slučaju će i *A* i *B* biti okrivljeni za ubistvo! Svetlost, naime, ne mari za zakon inercije i na svetlosni metak se zato ne može primeniti klasična teorema o adiciji brzina. Oba svetlosna metka pogodiće osobu *C* u istom trenutku.

S obzirom na ovakvo „neklasično ponašanje" svetlosti, otvara se mogućnost za *neklasičnu interpretaciju* prvog slučaja (u kojem se radi o običnim mecima), i to je mogućnost koju je iskoristio Ajnštajn.

Ako za *osnovnu* pretpostvku uzmemo invarijantnost brzine prostiranja svetlosti s obzirom na bilo koji referencijalni sistem, onda su *apsolutne dužine* prostornih i vremenskih intervala samo one koje su određene samom brzinom svetlosti. Tako su dva prostorna rastojanja jednako dugačka u apsolutnom smislu ako i samo ako svetlosti treba isto vremena da ih prevali. Posledica toga je da se može govoriti i o apsolutnoj dužini *jednog* rastojanja. Ono je u apsolutnom smislu toliko koliko je *zato* što svetlosti treba isto vremena da s njegovog jednog kraja stigne do drugog koliko joj treba da sa drugog kraja stigne do prvog.

Ali šta znači „isto vreme", ili „vremena jednakih dužina", na šta smo se pozivali da bismo govorili o jednakim prostorim rastojanjima u apsolutnom smislu? Dva vremenska intervala jednaka su u apsolutnom smislu ako i samo ako svetlost u jednom pređe isto rastojanje koliko i u drugom. Zar se sad ne pozivamo na „jednakost prostornih rastojanja" da bismo govorili o „jednakim vremenima", dok smo se malopre pozivali na jednakost vremena da bismo govorili o jednakosti prostornih rastojanja?

Cirkularnost koja se ovde pojavljuje, utoliko što jednakost prostornih rastojanja definišemo preko jednakosti vremenskih intervala a jednakost vremenskih intervala preko jednakosti prostornih rastojanja, proizlazi iz toga što se i apsolutnost prostornih i apsolutnost vremenskih intervala određuju apsolutnošću *brzine* (svetlosti) kao primitivnog pojma, a ne čini se obrnuto, da se brzina *definiše* preko dužine prostornih i vremenskih intervala kao primitivnih pojmova. Primitivnost pojma *brzine* znači pak da se o prostornim i vremenskim intervalima ne može govoriti nezavisno. Vreme, drugim rečima, postaje *četvrta* koordinata *jednog prostorno-vremenskog kontinuuma*.[131]

Kad prethodni model razmišljanja primenimo na *druga* tela, koja se, po pretpostavci, kreću brzinom manjom od brzine svetlosti, dobićemo traženo drugačije objašnjenje ubistva u prvom slučaju. Ako se, naime, dužina prostornih i vremenskih intervala određuje pomoću brzine kao osnovnog pojma, a ne obrnuto, onda *nećemo biti prinuđeni* (mada ćemo i dalje *moći*) da kažemo da je *A* ubica zato što se njegov metak, zbog adicija brzina, kretao brže (konačno, meci ispaljeni iz istovetnih pušaka na isti način kreću se istom brzinom!), već ćemo moći da kažemo da je on ubica zato što je njegov metak imao da prevali *manje rastojanje*! Naime, voz se kreće u odnosu na Zemlju, kao i Zemlja u odnosu na voz. Voz se kreće *prema* osobi koja će biti ubijena i zato je *rastojanje* koje metak ispaljen iz voza treba da savlada *manje* od rastojanja koje ima da savlada metak ispaljen sa drveta. Zbog toga je onda i *vreme* za koje je metak ispaljen iz voza stigao do tela osobe *C kraće*. Naravno, opet je moguće reći i obrnuto — pošto su *kontrakcija* prostora i *dilatacija* (usporenje) vremena uzajamno povezane u pojmu brzine — da je rastojanje bilo kraće *zato* što je vreme bilo kraće.

Prethodna reinterpretacija prvog slučaja deluje šokantno, pošto je ono što u njemu izgleda najneuzdrmivije i najočiglednije jeste pretpostavka da su rastojanja između osobe *A* i osobe *C*, s jedne, i osobe *B* i osobe *C*, s druge strane — *jednaka*. Što je najlepše, ona i po Ajnštajnovoj teoriji *jesu* jednaka u *apsolutnom* smislu, što pokazuje drugi slučaj, gde je na delu svetlost. Međutim, to što su ona jednaka u apsolutnom smislu, ne znači da je to tako i kad se radi o poređenju rastojanja između *A* i *C*, i *A* i *B*, s obzirom na dva *različita referencijalna sistema*, onaj na Zemlji i onaj u vozu. Zbog kretanja voza u odnosu na Zemlju (ili Zemlje u odnosu na voz, svejedno), dolazi do toga da *metrika* prostora i vremena, odnosno *prostor-vremena*, nije *zajednička* za oba sistema.[132]

Kako bi se u svakom od dva sistema koji se jedan u odnosu na drugi kreću izvesnom brzinom odredila prostorna i vremenska metrika onog drugog — odnosno stepen *kontrakcije* i *dilatacije* — matematički je pokazao već Lorenc, tako da se razlika između njega i Ajnštajna svodi samo (ili „samo") na to što je Ajnštajn dao *objašnjenje* Lorencovih metričkih transformacija unutar *nove teorije prostor-vremenskog kontinuuma*.

Neka se sistemi udaljuju jedan od drugog brzinom v i neka se to dešava duž samo jedne prostorne ose koordinatnog sistema, recimo duž x-ose. Tada koordinati x jednog sistema odgovara koordinata x' drugog sistema koja se dobija sledećom transformacijom:

$$x' = (x - vt)/\sqrt{1 - v^2/c^2},$$

dok obrnuto, koordinati x' odgovara koordinata x po transformaciji

$$x = (x' + v't')/\sqrt{1 - v^2/c^2}.$$

Vremenskoj pak koordinati t jednog sistema odgovara koordinata t' drugog sistema po transformaciji

$$t' = (t - vx/c^2)/\sqrt{1 - v^2/c^2},$$

dok obrnuto, koordinati t' odgovara koordinata t po transformaciji

$$t = (t' + v'x'/c^2)/\sqrt{1 - v^2/c^2}.$$

Paradoks blizanaca

Reč „paradoks" u naslovu ovog odeljka mogla bi se staviti i pod navodnike, pošto je u *paradoksu blizanaca* reč o situaciji koja nam samo izgleda paradoksalno, dok se prema standardnom rešenju ne radi ni o kakvom paradoksu same specijalne teorije relativiteta. Međutim, standardno razjašnjenje i samo može da deluje neubedljivo, ili bar nepotpuno, kad se izloži na „standardan način", gde se više koriste Lorencove transformacije i matematički dijagrami nego što se rasvestljava šta se tačno dešava u fizičkom pogledu. A kao što je Bor upozoravao Hajzenberga (kad je ovaj hteo da javno obznani relacije neodređenosti, koje je izveo čisto matematičkim putem), „fizičko objašnjenje mora apsolutno prethoditi matematičkom formalizmu".[133] Sledeći ovo Borovo upozorenje, pokušaću da u onome što sledi nadoknadim nedostatak standardnog objašnjenja.

Sa situacijom o kojoj je reč u *paradoksu blizanaca* već smo se sreli u poglavlju o topologiji, kada smo tražili uslove koji treba da budu zadovoljeni da bismo prihvatili topologiju razgranatog vremena. Tada smo stvar analizirali načelno i mogli smo se isto koliko na teoriju relativiteta pozvati i na pesmu *Monah od Hajsterbaha* (koja je napisana pre pojave teorije relativiteta), u kojoj se monah posle lutanja od trista godina vraća u manastir gde ga niko ne prepoznaje. No već tada smo anticipirali da su razlozi iz kojih je razgranato vreme prihvaćeno u specijalnoj teoriji relativiteta *metričke* prirode i opisali smo situaciju o kojoj je ovde reč. Jedan od blizanaca — neka se zove Nenad — otputuje kosmičkim brodom i posle višegodišnjeg krstarenja po svemiru vraća se na Zemlju, gde zatiče svoga brata

— neka se zove Predrag — znatno starijeg nego što bi očekivao, dok se Predrag opet čudi Nenadovoj mladosti. Prema teoriji relativiteta to je ono što bi se, zbog *razlike u metrici vremena*, u datoj situaciji i dogodilo.[134]

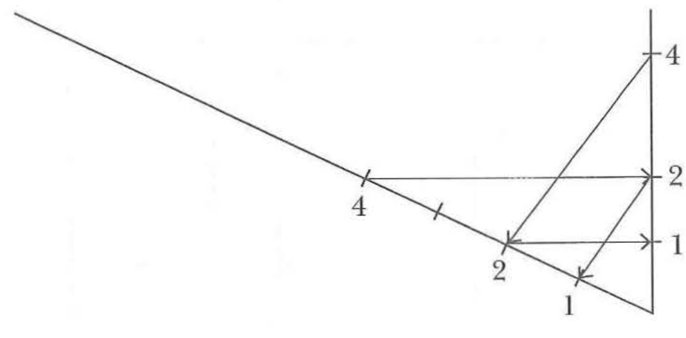
Međutim, zašto je rezulat putovanja to da je Nenad mlađi od Predraga a ne obrnuto? Ako se u jednom od dva sistema koji se međusobno udaljavaju ili približavaju primene Lorencove transformacije, dobiće se tačno *isti* rezultat koji se tiče dilatacije vremena u drugom sistemu koji će se dobiti i kada se one primene u drugom sistemu za izračunavanje dilatacije u prvom sistemu. *To* je ono što izgleda paradoksalno u *paradoksu blizanaca*. Šta izaziva *asimetriju* u naizgled potpuno simetričnoj situaciji, a što dovodi do toga da se jedan a ne drugi blizanac ispostavio mlađim?

Nuđena su razna *nestandardna* objašnjena porekla *asimetrije*, i to od strane velikih imena fizike i filozofije. Dovoljno je samo pomenuti Rajhenbaha, Boma, Tolmana i Fejnmana. Prva dvojica su ukazivala na dejstvo gravitacije, koje nije isto u slučaju Predraga i Nenada. Rajhenbah se pritom pozivao na gravitaciono polje, koje proizvode zvezde u odnosu na koje Nenad mora da promeni smer da bi se vratio na Zemlju, kao na neposredni uzrok retardacije časovnika, odnosno asimetrične dilatacije vremena.[135] Bom je konstatovao da „prema opštoj teoriji relativiteta, časovnici na mestima različitih gravitacionih potencijala pokazuju različita vremena".[136] Tolman je, slično tome, tvrdio da se „prividni paradoks lako rešava u *opštoj teoriji relativiteta*, ako se uzme u obzir postavka eksperimenta koja je nesimetrična".[137] Fejnman je pak ukazivao na efekte usporenja i potonjeg ubrzanja koje će, za razliku od Predraga, doživeti samo Nenad, prilikom okretanja svog kosmičkog broda.[138]

Nevolja s ovakvim nestandardnim objašnjenjima nije u samoj nestandardnosti kao takvoj. (Istini za volju, i ja sam sâm takvim rešenjima nekada bio sklon.)[139] Problem je u tome što se takva rešenja pozivaju na nešto što je u odnosu na samu *specijalnu* teoriju relativiteta *spoljašnje* ili *akcidentalno*. Kada se,

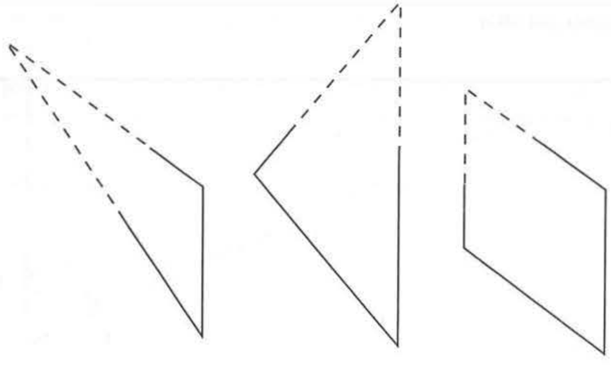
recimo, Bom i Tolman pozivaju na *opštu* teoriju relativiteta, oni imaju u vidu određeno *proširenje* specijalne teorije relativiteta, a kad se Rajhenbah poziva na zvezde koje proizvode gravitaciono polje, on uzima u obzir nešto *akcidentalno*, čega može i da ne bude. Odatle sledi da se razlika u ostarelosti blizanaca ne može objasniti *unutar* specijalne teorije relativiteta, što dovodi u pitanje i to da je razlika u ostarelosti uopšte *posledica* ove teorije. Jer ako bi po specijalnoj teoriji relativiteta situacija bila *simetrična*, što se navodno može prevazići tek pozivanjem na nešto drugo, onda *ne bi* bila posledica ove teorije to da će Nenad na kraju biti mlađi od Predraga, već *u najboljem slučaju* to da će jedan *ili* drugi od dva brata biti mlađi. Drugim rečima, ili bi specijalna teorija relativiteta bila *protivrečna* — ako bi svaki od blizanaca trebalo da ispadne mlađi — ili bi bila *nepotpuna* — ako bi nečim izvan nje trebalo objasniti *koji* će blizanac na kraju biti mlađi. Ilustrujmo ovaj poslednji slučaj uz pomoć poznatih dijagrama Minkovskog.[140]

Radi onih koji u značenje dijagrama Minkovskog nisu upućeni, moramo naglasiti da linije na njima ne predstavljaju puteve koje Predrag i Nenad prelaze, već takozvane *svetske linije* kao delove jedinstvenog prostor-vremenskog kontinuuma duž kojih oni svoje živote vode. To, drugim rečima, znači da je svaka tačka na dijagramu određena ne samo prostornim koordinatama već i odgovarajućom vremenskom koordinatom. Jer, ne zaboravimo, vreme, zbog topologije razgranatog vremena, nije više jedinstveno svetsko vreme, već je lokalno, vezano za određeno mesto.



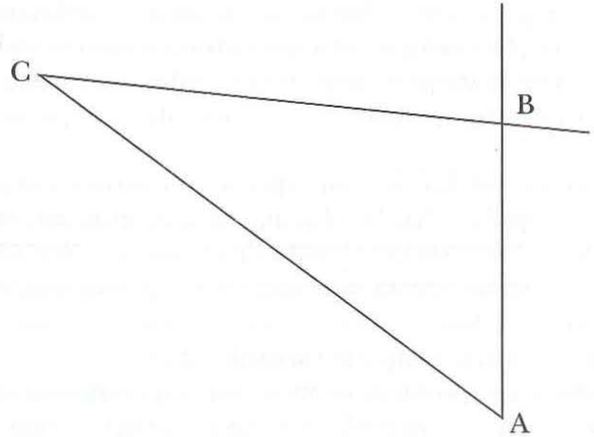
Neka na prethodnom dijagramu linija usmerena nalevo predstavlja Predragovu a ona usmerena nagore Nenadovu svetsku liniju. Zajednička tačka označava tačku rastanka, to jest čvorište prethodno zajedničkog prostor-vremenskog kontinuuma u kojem su braća živela. Pretpostavimo da je brzina međusobnog udaljavanja posle rastanka takva da se po Lorencovim transformacijama dobija da je metrika Nenadovog vremena, kad se posmatra iz Predragovog referencijalnog sistema, dvostruko dilatirana, što znači da dvema Predragovim godinama odgovara jedna Nenadova. To je na dijagramu prikazano tako što je tačka označena sa 2 na Predragovoj povezana s tačkom označenom sa 1 na Nenadovoj svetskoj liniji. No isto tako važi i obrnuto, kad se posmatra iz Nenadovog sistema: dvema Nenadovim odgovara jedna Predragova godina, zbog čega je opet tačka označena sa 2 na Nenadovoj povezana s tačkom označenom sa 1 na Predragovoj svetskoj liniji. Dilatacija je, dakle, uzajamna.

Asimetrija nastupa kada, da bi se blizanci uopšte sreli, jednu od njihovih svetskih linija moramo da *prelomimo*, što inače označava *promenu referencijalnog sistema.* Ako prelomimo Nenadovu, kako je to prikazano na prvom od sledećih dijagrama, dobićemo kao rezultat da je on taj koji će na kraju ispasti mlađi od brata. Ako to učinimo s Predragovom svetskom linijom, kao na drugom dijagramu, onda će Predrag ispasti mlađi. Treći dijagram odgovara slučaju kada će se braća sresti jednako ostarela.



Ako prihvataju da se iz ovakvih dijagrama — koji se mogu varirati na neograničeno mnogo načina — može otčitati *koji* će od blizanaca (ako ijedan) ispasti mlađi (a to je nešto što bar niko od pomenutih autora nije dovodio u pitanje), onda su nestandardna rešenja saglasna u tome da se bez pozivanja na nešto što je u odnosu na specijalnu teoriju relativiteta spoljašnje, ili što je akcidentalno, ne može reći *koji* dijagram treba primeniti u *konkretnom* slučaju, bez obzira na to što iz specijalne teorije relativiteta navodno sledi *da* će *neki* dijagram predstavljati adekvatan prikaz onoga što se dešava.

Međutim, izgleda da se nestandardnim rešenjima sugeriše i nešto *više*, naime to da spoljašnji ili akcidentalni faktori ne ukazuju samo na to koji dijagram Minkovskog treba primeniti u konkretnom slučaju, već da ovi faktori predstavljavu i *objašnjenje* same vremenske dilatacije. Kada, na primer, Rajhenbah kaže da je dejstvo gravitacionog polja pri okretanju broda *uzrok* retardacije rada časovnika, onda on time implicira da do retardacije *ne bi* došlo *da nije bilo* nekog ovakvog dejstva gravitacionog polja. Ovakvo jedno shvatanje je naprosto *u neskladu* sa specijalnom teorijom relativiteta, kao što pokazuje sledeći primer.



Pretpostavimo da Nenada na njegovom putovanju presretne neki neznanac na nekom prostor-vremenskom mestu, koje na prethodnom dijagramu predstavlja tačka *B*. Pretpostavimo da Nenad i kosmički neznanac imaju istovetno napravljene časovnike (što se može ustanoviti kasnije, kada neznanac bude stigao na Zemlju), i da neznanac, u prolazu, usaglasi vreme na svom s vremenom na Nenadovom satu. Neka Nenad nastavi svojim a neznanac svojim putem bez *ikakvih* usporavanja, ubrzavanja ili promene pravaca. Kad neznanac bude sreo Predraga (u tački *C*) ispostaviće se — shodno specijalnoj teoriji relativitata — da je *zbir* vremena koje je proživeo Nenad od trenutka rastanka s Predragom, u tački *A*, do susreta s kosmičkim neznancem, u tački *B*, i vremena koje je preživeo neznanac između *B* i *C* *manji* od vremena koje je proživeo Predrag između *A* i *C*, *iako* na putovanju od *A* preko *B* do *C* nije bilo *nikakvih* dejstava ili efekata izazvanih okretanjem kosmičkog broda, o kojima govore Rajhenbah ili Fejnman. Nestandardna rešenja razliku u vremenu u ovom slučaju naprosto *ne objašnjavaju*.

Fejnmanovo ukazivanje na *efekte* usporavanja i ubrzavanja koje će putnik osetiti prilikom okretanja kosmičkog broda moglo bi da predstavlja, u najboljem slučaju, *indikaciju* toga da je došlo *do promene smera* kretanja broda, dok bi, u stvari, *promena smera*, a *ne* usporavanje i ubrzavanje (kojih u poslednjem primeru i nema), bila *razlog* rezultirajuće razlike u ostarelosti blizanaca. Moguće je da je to imao u vidu Sklar, koji inače daje *standardno* rešenje *paradoksa blizanaca*, ali ipak pominje i *akceleraciju*![141]

Nevolja je sad, kao što sam napomenuo, što ni standardno rešenje ne daje dalje fizičko objašnjenje *zašto* promena smera dovodi do razlike u dužini između Predragovog i Nenadovog vremena, već se, po pravilu, samo poziva na *dijagram Minkovskog* iz koga *sledi* da je tako.[142] Kao da geometrijska prezentacija *kao takva* već predstavlja potpuno razjašnjenje problema!

Mislim da se problem ne može do kraja razjasniti ako se ne uzme u obzir da specijalna teorija relativiteta omogućava da se govori o *apsolutnoj* dužini prostornih i vremenskih intervala prostor-vremenskog kontinuuma, a što, kako je gore bilo

objašnjeno, proizlazi iz pretpostavke o konstantnosti brzine prostiranja svetlosti.

To pak što postoji apsolutna dužina prostornih i vremenskih intervala, mada određena isključivo brzinom prostiranja svetlosti, dopušta da se *barem smisleno kaže* (ono što Ajnštajn kaže![143]) da se neko telo „kreće brzinom koja je bliska brzini svetlosti" ili da se „jedno od dva tela kreće brzinom koja je bliža brzini svetlosti nego što je brzina kojom se kreće neko drugo telo". Drugo je pitanje *kako* ćemo mi to ustanoviti, i videćemo da to u nekim slučajevima može biti nerešiv problem. Ali u konkretnom slučaju o kojem je reč, to se može ustanoviti već na osnovu toga što je jedan od blizanaca, prethodno se udaljujući od drugog, promenio smer kretanja i uspeo ovoga da stigne. On je, naime, svakako prešao veći put u *apsolutnom smislu*, pa je stoga i njegova *prosečna brzina* morala biti bliža brzini svetlosti. A onda je i njegovo vreme u *apsolutnom smislu* bilo kraće.

Dakle, nije *ni* dejstvo gravitacionog polja, *ni* usporavanje i ubrzavanje, pa *čak ni* promena referencijalnog sistema *kao takva* fizički razlog iz kojeg je jedan blizanac manje ostario od drugoga. Ubrzavanje i usporavanje (mada isključeni u primeru s kosmičkim neznancem, što pokazuje njihovu suštinsku zanemarljivost) omogućili su promenu smera, a promena smera je omogućila da se blizanci ponovo sretnu. Pravo fizičko objašnjenje počinje *tek* kad saznamo *koji* je od blizanaca menjao smer kretanja, odnosno referencijalni sistem, ali *ne* zato što je ta promena *sama po sebi* dovela do dilatacije (što se inače „standardno" kaže), *već* zato što ćemo *na osnovu toga moći da zaključimo* o onom što je *suštinsko u fizičkom smislu*, a što nije ništa drugo do odgovor na pitanje *čija je prosečna brzina kretanja bila bliža brzini prostiranja svetlosti*. Jer, ako je samo Nenad menjao smer onda je prosečna brzina *njegovog* putovanja bila *bliža brzini svetlosti* nego li što je Predragova, jer je on, prethodno se udaljujući od ovoga, posle promene smera još na kraju uspeo da ga stigne. *Tek to* što je ukupna (pa makar i prosečna) brzina jednog blizanca bila veća od ukupne brzine drugog u *apsolutnom* *smislu* predstavlja konačno *fizičko objašnjenje* (bar prema specijalnoj teoriji relativiteta) razlike u *metrici vremena*, koja u konkretnom slučaju ide u Nenadovu korist (ako je biti mlađi neka prednost).

Ajnštajnov operacionalizam i spor između konvencionalista i realista

Videli smo da je za jednog od blizanaca iz naizgled paradoksalne situacije bilo moguće reći da je pri ponovnom susretu s bratom mlađi od njega *zato* što se on u vremenu između rastanka i sastanka s bratom kretao *prosečnom brzinom* koja je *bliža* brzini prostiranja svtetlosti nego što je, između rastanka i sastanka, prosečna brzina kretanja njegovog brata bila bliska brzini prostiranja svetlosti. Zbog čega pritom naglašavamo da je reč o *prosečnoj* brzini? Da li to znači da se ne može reći ništa preciznije? Ako je već kretanje brzinom koja je bliža brzini prostiranja svetlosti *uzrok* vremenske dilatacije koja objektivno vodi manjoj ostarelosti, zar se onda ne može reći *koliko* je vremena ušteđeno na *kom* delu puta? Zar se ne može bar odlučiti da li je manje ostareli brat štedeo vreme celim puta ili samo pre ili posle promene smera kretanja, to jest promene referencijalnog sistema?

Problem je u tome što zbog neobičnog ponašanja svetlosti, koja ne mari za zakon inercije, nema *operacionalnog* načina da se utvrdi kojom se brzinom neko telo kreće u odnosu na brzinu kojom se prostire svetlost. Setimo se primera sa ubistvom iz laserskog oružja. Oba „svetlosna metka" stigla su do tela ubijenog u istom trenutku, iako je jedan bio ispaljen sa Zemlje a drugi iz voza.

Moglo bi se pomisliti da nam ovde može pomoći poređenje sa slučajem ubistva iz obične puške. Metak ispaljen iz voza bio je metak od koga je žrtva poginula. Zar to ne znači da se voz kreće brzinom koja je (bar malo) bliža brzini prostiranja svetlosti? Nažalost, ne znači, pošto se voz kreće u

odnosu na Zemlju baš kao što se i Zemlja kreće u odnosu na voz, samo u suprotnom smeru. Apokrifno se Ajnštajnu pripisuje da je, dok je jednom prilikom putovao vozom, pitao da li sledeća železnička stanica staje kod voza (umesto da pita da li voz staje na sledećoj železničkoj stanici). U ovoj apokrifnoj priči nije reč samo o duhovitosti. Jer, zamislite da se voz, kad je iz njega pucano iz obične pučke, kretao u suprotnom smeru od onog u originalnom primeru. Tada bi čovek koji je pucao sa drveta bio ubica. Ako bismo u originalnom primeru rekli da se voz kretao brzinom koja je (bar malo) bliža brzini prostriranja svetlosti, sada bismo morali da kažemo da se Zemlja kretala brzinom koja je (bar malo) bliža brzini prostiranja svetlosti. To, naravno, već narušava čitavu poentu korišćenja primera s običnim puškama, ali, osim toga, vodi i u protivrečnost. Jer ako originalni primer, u kome se puca u smeru kretanja voza, i ovu varijaciju, gde se puca u suprotnom smeru, spojimo u istu priču, u kojoj dvojica gangstera pucaju iz voza u suprotnim smerovima, dobićemo kao rezultat da treba da kažemo da je voz taj koji se kreće brzinom koja je bliža brzini prostiranja svetlosti, baš kao i da je Zemlja ta koja se kreće brzinom koja je bliža brzini prostiranja svetlosti.

Kada ovo primenimo na blizance, jasno je da činjenica što je Nenad odleteo sa Zemlje velikom brzinom u odnosu na Zemlju ne znači da je njegova brzina bliža brzini prostiranja svetlosti nego li što je to brzina Zemlje. Jer i Zemlja se isto tako (i to istom brzinom) kreće u odnosu na kosmički brod kao što se i ovaj kreće u odnosu na Zemlju. Zato se u ovom slučaju i mogu primeniti Lorencove transformacije, koje, kao što smo videli (uporedi dijagram Minkovskog od koga smo počeli), daju simetričan rezultat. Dilatacija vremena u drugom sistemu, iz referencijalnog okvira prvog, ravna je dilataciji vremena u prvom, iz referencijalnog okvira drugog sistema.

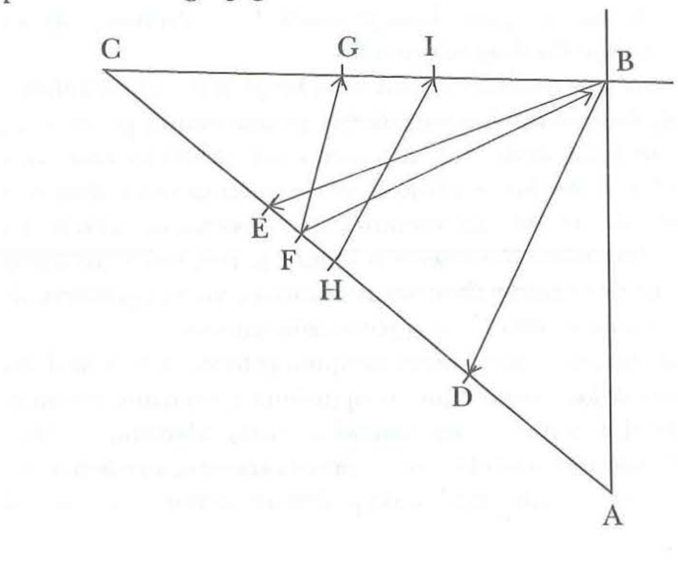
Verovatno je činjenica da ono što važi u slučaju udaljavanja važi i u slučaju približavanja to što navodi one koji prihvataju standardno rešenje paradoksa blizanaca da u objašnjenju *stanu* kod konstatacije da je promena referencijalnog sistema *razlog* različite ostarelosti blizanaca pri njihovom ponovnom susretu. Ali, videli smo da je tu pobrkan *razlog iz kojeg se može tvrditi* da se onaj blizanac koji je promenio referencijalni sistem kretao brzinom koja je bliža brzini prostiranja svetlosti s *fizičkim uzrokom* apsolutne (a ne samo relativne) dilatacije, koji se sastoji upravo u tome što se blizanac koji je promenio referencijalni sistem kretao brzinom koja je *u apsolutnom smislu* bliža brzini prostiranja svetlosti. Apsolutna vremenska dilatacija je stvar *objektivno različitih metrika,* koje se tiču vremenskih *intervala,* a nije nešto što bi se moglo ostvariti trenutno, promenom referencijalnog sistema.

To što se, dakle, *operacionalno* ne može utvrditi da li se telo kreće brzinom bliskom brzini prostiranja svetlosti, ili da li se kreće brzinom koja je ovoj bliža nego što je to brzina nekog drugog tela koje se od njega udaljava ili mu se približuje, ne znači da ne postoji smisao u kojem je to objektivno tako. Ako taj smisao naprosto ne bi bio dopušten, ne bismo uopšte smeli da *govorimo* o brzini bliskoj ili bližoj brzini prostiranja svetlosti, pa, samim tim, ni u slučaju kada imamo razloga, kao u slučaju ponovnog susreta blizanaca, da kažemo, *u retrospektivi,* da se jedan od blizanaca morao kretati brzinom koja je *bliža* brzini prostiranja svetlosti.

Konvencionalisti koriste okolnost što se na bilo kom *delu* puta blizanaca *operacionalno* ne može utvrditi koja je brzina njihovog kretanja u odnosu prema brzini prostiranja svetlosti da tvrde kako specijalna teorija relativiteta govori u prilog njihove opšte konvencionalističke teze o metrici prostora i vremena. To je ono na šta sam mislio kad sam pomenuo da u specijalnoj teoriji relativiteta postoji jedan konvencionalistički element. U nedostatku operacionalne mogućnosti da se utvrdi da je nešto slučaj, može se izvršiti ovaj ili onaj izbor. Na primer, može se reći, da se Nenad prilikom udaljavanja od Predraga kretao veoma sporo u odnosu na brzinu svetlosti, da bi onda pri povratku morao da se kreće brzinom koja je znatno bliža brzini prostiranja svetlosti nego što je to bila Predragova, te da je zato *u ukupnom rezultatu* njegova brzina bila bliža brzini

prostiranja svetlosti nego li što je to bila Predragova. No, svakako, može se načiniti i neograničeno drugačijih izbora.

Moglo bi izgledati da u prilog konvencionalističke teze ide to što mi *uvek,* pošavši iz bilo kojeg od dva sistema, koristimo *isti* način za izračunavanje dilatacije u drugom sistemu, ne obazirući se na navodno objektivnu razliku u pogledu njihove brzine u odnosu na brzinu prostiranja svetlosti. Naime, mi uvek koristimo *Lorencove transformacije,* koje, kao što smo videli, daju međusobno iste rezultate u pogledu dilatacije, bez obzira na to iz kojeg se od dva sistema preračunavanje vrši. Ako je vreme u Nenadovom sistemu dvostruko usporeno, kad se stvar posmatra iz Predragovog sistema, onda je i Predragovo vreme isto toliko usporeno, kad se stvar posmatra iz Nenadovog sistema. Ali, ako se ovaj naš način preračunavanja shvati kao *mogući izbor* zasnovan na činjenici da *nezavisno od nekog izbora* uopšte i nema smisla u kojem se može govoriti o dilataciji, jer tako nešto *po sebi* ne postoji, postavlja se pitanje kako se onda, uprkos *simetričnosti* s obzirom na *relativnu dilataciju* vremena u dvama sistemima, može oblasniti *apsolutna dilatacija* iz situacije koju opisuje paradoks blizanaca? Često se objašnjenje daje uz pomoć sledećeg dijagrama.[144]



Posmatrano iz Nenadovog sistema, tački *B* kao poslednjoj tački sistema koji se od Predraga *udaljava* odgovara izvesna tačka *D* na Predragovoj svetskoj liniji. Međutim, istoj tački *B* kao prvoj tački sistema koji se Predragu *približava* odgovara izvesna tačka *E* na Predragovoj svetskoj liniji. Verovatno je to ono što imaju u vidu oni koji se u razrešenju paradoksa blizanaca zadovoljavaju time da ukažu na promenu referencijalnog sistema. Jer, iz samog dijagrama kao da proizlazi Nenadova manja ostarelost na kraju putovanja. Naime, on je *uštedeo* vreme koje je Predrag živeo između *D* i *E*.

Isti rezultat se može dobiti i kad se stvar posmatra iz Predragovog sistema. Izvesnoj tački *F* na Predragovoj svetskoj liniji odgovara tačka *B* kao tačka sistema koji se *udaljava*. Međutim, istoj tački *F* odgovara ne više tačka *B* nego tačka *G* u sistemu koji se *približava*. Iz Predragovog sistema posmatrano sledi, dakle, da je manja Nenadova ostarelost pri susretu u tački *C* posledica toga što segment svetske linije između *B* i *G* uopšte i ne pripada Nenadovom stvarnom životu, već životu koji *bi* on živeo *da* se ranije uključio u sistem koji se približava. Jer, posmatrano iz Predragovog sistema, svaka (proizvoljno izabrana) tačka *I* između *B* i *G* odgovara nekoj tački *H* na Predragovoj svetskoj liniji koja je *između A* i *F*, a Nenad je stigao do *B tek* kad je Predrag stigao u *F*.

Ostavljam čitaocu da sam za sebe proceni plauzibilnost ovakvog *konvencionalističkog* rešenja posmatranog po sebi. Ja želim samo da uporedim to rešenje sa rešenjem koje sam prethodno ponudio — a koje se može smatrati *realističkim* — a po kojem sama promena referencijalnog sistema ne predstavlja *dovoljno objašnjenje* fenomena o kojem je reč, već nam samo *omogućuje da zaključimo* koji se od blizanaca kretao prosečnom brzinom koja je bliža brzini prostiranja svetlosti.

Zajedničko oboma objašnjenjima je to što iz njih sledi da je Nenad *de facto* živeo manji broj godina (ako uzmemo da je godina jedinica mere u svakom od sistema). Međutim — iako to može delovati neočekivano — prema konvencionalističkom objašnjenju se može reći i to da je *dužina* godine u *oba sistema*

ista, samo što je njihov broj u Nenadovom slučaju, zbog promene referencijalnog sistema, smanjen. Jer, ako se o vremenskim dilatacijama uvek govori isključivo *relativno*, i ako su rezultati uvek *simetrični*, onda nam upravo to omogućava da govorimo o *istovetnosti metrike*. Ako neko u jednom sistemu izračuna da njegove dve godine vrede koliko jedna u drugom sistemu i, isto tako, zna da će do brojčano istog samo obrnutog rezultata doći i onaj koji stvar posmatra iz drugog sistema, onda nema razloga da ne kaže da je trajanje svake godine i ovde i tamo *isto*, a da se razlike tiču samo *perspektive* (kao kad nam čovek u daljini izgleda znatno manji, kao i mi njemu, a da u stvari znamo na osnovu projektivne geometrije da smo približno jednake visine).

Prema *realističkom* objašnjenju, nije pak reč *samo* o manjem broju godina koje je Nenad proživeo, nego je taj broj manji *zato* što same godine na njegovoj svetskoj liniji *nisu iste dužine* kao godine na Predragovoj svetskoj liniji. Reč je, dakle, o razlici u *metrici*, koja pak proizlazi iz različitih brzina kretanja u odnosu na brzinu prostiranja svetlosti.

Nije ovo mesto da se upuštamo u egzegezu teksta, ali mogu reći da mislim da je sam Ajnštajn, po tome kako je 1911. godine opisao situaciju koja je kasnije nazvana *paradoks blizanaca*, u stvari bio *realista*.[145] Nije u specijalnoj teoriji relativiteta reč samo o relativnim dilatacijama, koje su uvek simetrične, već o tome da same *dužine* intervala, čija je mera na *istom mestu* prostor-vremenskog kontinuuma fiksirana, počinju *stvarno* da se razlikuju duž različitih grana kontinuuma iako iznose isti broj jedinica mere, i to *nezavisno* od toga da li ćemo mi *ikada* biti u situaciji da to konstatujemo (kao što u slučaju ponovnog spajanja grana jesmo). Ako se to prihvati, onda se sme koristiti i u *objašnjavanju* fenomena, kao što sam ja i učinio kada sam se, umesto na promenu referencijalnog sistema, pozivao na razliku u *metrici sistema*.

Činjenica je da je Ajnštajn prihvatio Lorencove transformacije i da je u slučaju sistema koji se samo udaljavaju, samo približavaju ili, uopšte, koji su se razdvojili ali se još nisu spojili, govorio samo o relativnim dilatacijama koje su simetrične, ali to je, prema prethodnom tumačenju, činio iz razloga što je *operaconalno* nemoguće utvrditi išta što bi se ticalo apsolutnih dilatacija. Međutim, prihvatanje *operacionalističkih razloga* u *takvim* situacijama ne znači automatski i prihvatanje *konvencionalističkog stanovišta*. Konkretno, prihvatanje operacionalističkih razloga u takvim slučajevima ne obavezuje nas da u situaciji poput one opisane u paradoksu blizanaca, gde *znamo* (ili bar verujemo fizičarima) da je došlo do dilatacije u apsolutnom smislu, primenjujemo samo ona objašnjenja koja se zasnivaju na relativnim dilatacijama. Korak od *operacionalizma* do *konvenconalizma* izgleda veoma mali, ali i mali korak nas može odvesti na tuđu zemlju.

Konvencionalističko razrešenje paradoksa blizanaca objašnjava metričke razlike topološkim razlikama vezanim za različite svetske linije putnika. Zato je u tom objašnjenju, kao što smo mogli da vidimo, korišćenje dijagrama Minkovskog od suštinskog značaja. Zbog toga se ovo rešenje ponekad i naziva *geometrijsko*. U realističkom razrešenju je obrnuto. Topološke razlike se objašnjavaju različitim metrikama koje važe u sistemima putnika.

Pošto su topologija i metrika u specijalnoj teoriji relativiteta, kao što smo takođe imali prilike da vidimo, suštinski povezane, u principu su moguća oba tipa objašnjenja (što ovoga puta ne znači da su trivijalno različita!). Međutim, nije Ajnštajnu bila zadana topologija, da bi onda trebalo ustanoviti kakve metričke razlike odatle slede, već ga je pretpostavljena razlika u metrici navela da prihvati topologiju razgranatog vremena. Zato bi i objašnjenje fenomena apsolutne dilatacije trebalo da bude zasnovano na metričkim a ne topološkim razlozima. A, na kraju krajeva, nije neizotropnost prostorno-vremenskog kontinuuma uzrok metričkih razlika u fizičkom svetu, već su, obrnuto, razlike u brzinama tela u odnosu na ono što je jedino apsolutno, a to je brzina svetlosti, uzrok razlike u metrikama, što onda uzrokuje neizotropnost prostor-vremenskog kontinuuma.

Problem metrike praznog vremena u topologiji razgranatog vremena

Ako prihvatimo realističko stanovište, onda je unutar standardne topologije dosta jednostavno govoriti o metrici praznog vremena, bilo da se radi o vremenu pre početka sveta, bilo o vemenu posle kraja sveta, bilo o unutarsvetskim vakuumima. Tu nema šta da se doda onome što smo zaljučili u prošlom poglavlju kada smo argumentisali u prilog standardne topologije u slučajevima vremenski ograničenog sveta. Međutim, tada u konkurenciji nije bila topologija razgranatog vremena. Da li se ideja o metrici praznog vremena može primeniti i u ovom slučaju?

Vreme u topologiji razgranatog vremena — odnosno prostor-vremena — nije više jedinstveno za sve svetske događaje, pa je očigledno da se metrika praznog vremena može odrediti samo u odnosu na neku vremensku granu, to jest svetsku liniju. Problem se, međutim, sastoji u tome što, prema topologiji razgranatog vremena, bilo početak bilo kraj događanja može biti *čvorište* iz koga su potekle ili u kome su se sustekle različite svetske linije. Naime, ako bi, recimo, početak sveta već bio jedno čvorište od koga počinju različite svetske linije, onda je pitanje kako makar s obzirom na *jednu* svetsku liniju odrediti metriku praznog vremena pre početka sveta. Teškoća je analogna, samo je još neposrednije saglediva, kada treba govoriti o praznom vremenu *posle* neke tačke u kojoj se sustiče više svetskih linija. Naime, pošto svaka svetska linija može da se razgrana, onda bi *svaka* od svetskih linija koje su se sustekle u krajnjoj tački sveta mogla da se razgrana u praznom vremenu koje sledi. Da li, dakle, uopšte ima smisla govoriti o metrici praznog vremena, odnosno prostor-vremena, u ovom slučaju?

Ovde nam može pomoći analogija sa MakLorenovom definicijom trenutne brzine. Prvi izvod funkcije za neku datu vrednost argumenta određuje, kad je reč o krivoj koja je njen grafik, koeficijent pravca tangente u tački čije su koordinate data vrednost argumenta i odgovarajuća vrednost funkcije. Ako je funkcijom predstavljeno kretanje nekog tela, onda prvi izvod određuje njenu „trenutnu brzinu“. Videli smo da se „trenutna brzina“ ne mora shvatiti doslovno, već da se može razumeti kao eliptični izraz za to *kako bi* se, posle trenutka o kojem je reč, telo dalje kretalo *kada bi* se kretalo brzinom koju je s obzirom na način kako se prethodno kretalo dostiglo.

Sada bismo mogli da kažemo, *mutatis mutandis*, da je, s obzirom na neku datu svetsku liniju, metrika u praznom prostor-vremenu određena onim što se dešavalo na kraju date svetske linije, jer je tim događanjima određena metrika koja *bi* dalje vladala duž svetske linije, *da* je ova nastavljena i *da* se metrika, ako se prethodno i menjala, više ne menja.

Naravno, slično bi se moglo postupiti i u slučaju određenja metrike praznog vremena pre početka sveta. Jer kao što ono što se događalo na kraju sveta, ili bar jedne svetske linije, određuje potonju metriku praznog vremena, tako i ono što se događalo na početku određuje metriku prethodnog praznog vremena.

Postavlja se sad vrlo zanimljivo pitanje, kakva bi bila metrika praznog vremena određena u odnosu na neku svetsku liniju na kojoj je apsolutna dilatacija takva da na kraju svetske linije dostiže stepen potpunog zaustavljanja vremena. Iako je pitanje zanimljivo, odgovor kao da se nameće sam od sebe. U odnosu na takvu svetsku liniju ne bi se više moglo govoriti o metrici potonjeg praznog vremena. Ako je sad ovo slučaj ne samo sa jednom ili samo sa nekima već sa *svim* svetskim linijama, onda bi kraj sveta značio i odsustvo metrike potonjeg praznog vremena. Isto, naravno, važi, *mutatis mutandis*, za prazno vreme pre nastanka sveta.

Ako topologija razgranatog vremena zavisi od metrike — a to je slučaj u specijalnoj teoriji relativiteta kako smo je gore protumačili — onda izgleda da u ovakvom slučaju neće više biti smisleno govoriti ni o metrici praznog vremena ni o nekoj njegovoj topologiji. Jer ako smo pošli od topologije razgranatog vremena, koja je u opisanom slučaju suspendovana kad je reč

o praznom vremenu, onda izgleda da nemamo nikakvog osnova da prihvatimo *ikakvu* topologiju praznog vremena.

Čini se, dakle, da smo konačno pronašli slučaj u kome bi trebalo da kažemo da vremena pre početka i posle kraja sveta jednostavno *nema*, a ne da je ono *prazno*. I zaista, ako bismo slučaj opisali *načelno*, bez pozivanja na specijalnu teoriju relativiteta, to bi bilo tako. Tako opisan slučaj ostaje sjajan primer za *topologiju ograničenog vremena*.

Međutim, stvar se menja ako se ne ostane na načelnom nivou, već se upravo specijalna teorija relativiteta želi iskoristiti za konkretizaciju navedene načelne mogućnosti. Jer, nažalost, specijalna teorija relativiteta sadrži i izvesne *specifične* tvrdnje, zahvaljujući kojima je ipak moguće govoriti o metrici praznog vremena pre početka i posle kraja sveta.

Reč je o osnovnom postulatu ove teorije, po kojoj brzina prostiranja svetlosti nije samo invarijantna, već i *konačna* i *maksimalno moguća*.[146] Shodno tome, maksimalni stepen *rastezanja vremenske metrike* bio bi dosegnut kada bi telo u kretanju, *per impossibile*, dostiglo brzinu prostiranja svetlosti.[147] Ali ono što bi tada preostalo *metrika je određena samim prostiranjem svetlosti*, kojom je, kao što smo videli, dužina prostornih i vremenskih intervala određena u apsolutnom smislu. Prema tome, čak i da svet ima početak i kraj, i da pre početka i kraja nema ne samo raznih svetskih linija nego ni same svetlosti, metrika praznog prostora — i vremena pre početka i posle kraja sveta — bila bi određena brzinom prostriranja svetlosti.

Ako na početku beše svetlost, onda pre početka behu prazan prostor i prazno vreme čija je metrika određena potonjim načinom prostiranja svetlosti. A ako će i na kraju biti svetlost, onda će i potonji prazan prostor i prazno vreme imati metriku određenu prethodnim načinom prostiranja svetlosti.

Smer vremena

Poreklo i razjašnjenje smisla pitanja o smeru vremena

Kao što je to često slučaj u filozofiji, tako je i u pogledu pitanja o smeru vremena potrebno uložiti napor da bi se uopšte shvatilo da tu može biti nečeg problematičnog. Zar nije sasvim očigledno da vreme ima smer i da se on sastoji u tome što se prošlost i budućnost razlikuju, a vreme teče od prošlosti ka budućnosti, a ne obrnuto?

Prema današnjem stanju u filozofiji vremena, u prethodnom, naivnom i više retoričkom nego stvarnom, pitanju krije se velika zbrka. Prvo što je pogrešno je to što se pitanje o smeru vremena svodi na pitanje o njegovom toku, odakle bi sledilo da se o smeru vremena ne bi moglo govoriti nezavisno od toga što ono teče. Kao što ćemo videti u sledećem poglavlju, prema takozvanoj novoj teoriji[148] vremena vreme uopšte ne teče, a da uprkos tome, prema bar nekim od značajnih osnivača ove teorije, ipak ima smer.[149] Dakle, hteli ne hteli, moraćemo da pažljivo razlikujemo pitanje smera i pitanje toka vremena.

Međutim, neko bi cinično rekao da tako filozofi i stvaraju sami sebi probleme koji inače ne bi postojali, pošto izgleda da pitanje o smeru vremena postaje baš onda problematično kad ga razdvojimo od pitanja o toku vremena. Jer, suprotno onome što bi mogli pomisliti neki koji su matematičkim obrazovanjem stekli sasvim različitu vrstu naivnosti od one neobrazovanog čoveka, postoje nesavladive teškoće u pokušaju da se o smeru vremena govori na osnovu same *uređenosti* jednodimenzionalnog kontinuuma.

Kao što smo videli, kantorovski jednodimenzionalni kontinuum uređen je relacijama $\equiv$ i $<$. Zar već ove relacije ne određuju *smer* kontinuuma time što se za svaka dva različita elementa — pa samim tim i svaka dva različita trenutka, ako govorimo o vremenu — može reći koji je raniji a koji kasniji s obzirom na relaciju prethođenja? Tačno je da se to može reći, pa je samim tim tačno i to da postoji izvestan tehnički smisao u kojem je relacijom prethođenja određen i smer kontinuuma. Međutim, isti kontinuum je uređen i relacijama ≡ i >. Ništa zato, jedva će dočekati na brzinu obrazovani naivac. Relacija > je relacija inverzna relaciji <, i ona samo određuje *smer suprotan* onome koji je određen relacijom <. Problem, međutim, nastaje kada se uoči da *ista* relaciona struktura koja je model za formalnu teoriju koja je određena sa devet navedenih kantorovskih aksioma predstavlja model i za teoriju u kojoj je na svim mestima u aksiomima < zamenjeno sa >, i to tako da će se za bilo koji par elemenata za koji je prethodno važilo da prvi element prethodi drugom sada važiti da je kasniji od drugog. Nije, dakle, reč o tome da je ista relaciona struktura model i za originalnu i za izmenjenu teoriju zato što se uređenje može ostvariti i relacijom koja je inverzna u odnosu na prvobitnu — tako da ako je a bilo pre b u odnosu na relaciju <, sada je b posle a u odnosu na relaciju > — već je isto a koje je bilo pre b s obzirom na relaciju < sada posle b s obzirom na relaciju >.

Iz prethodnog sledi da se u slučaju beskonačnog jednodimenzionalnog kontinuuma doduše može govoriti o *dva smera*, ali da je potpuno arbitrarno *koji* će od njih biti proglašen „pozitivnim" a koji „negativnim". Kada to direktno primenimo na vreme, onda to znači da se u slučaju kada kažemo da je neki trenutak *posle* nekog drugog za koji smo prethodno govorili da je *pre* onog prvog ne radi o prostoj *zameni reči*, kao kad bismo za nešto što je *manje* počeli da govorimo da je *veće* od nečeg drugog. Jer ako je Petar manji od Pavla on će to i ostati *bez obzira* na našu odluku da u buduće govorimo kako je Pavle manji od Petra, dok u slučaju zamene relacije < relacijom > (*nema ničega* što će „preživeti" ovu zamenu u nekom objektivnom smislu, jer ne postoji takav smisao u kojem će trenutak koji je bio *raniji od* nekog drugog ostati *raniji od* njega. Ako takav objektivni

smisao ne postoji, onda to znači da vreme, kada se posmatra kao beskonačni jednodimenzionalni kontinuum i nije objektivno usmereno s jedne na drugu stranu kontinuuma. Drugim rečima, *uređenje* kontinuuma ne može nam pomoći da definišemo smer vremena, što znači da o smeru vremena ne možemo ni govoriti bez pozivanja na *nešto drugo*.

Ovo što smo zaključili očigledno važi za standardnu topologiju vremena. Stvar se naizgled menja kada je reč o vremenskim topologijama u kojima postoji samo početak i samo kraj vremena, pošto jedna zahteva odgovarajuću zamenu šestog a druga sedmog aksioma. Ako se < zameni sa > u svim aksiomima sistema u kojem je sedmi aksiom, koji govori o nepostojanju prvog elementa, zamenjen aksiomom koji govori o njegovom postojanju, dobiće se teorija koja se može interpretirati u istoj relacionoj strukturi koja je bila model za prethodnu teoriju, ali će prvi element biti *prvi s obzirom na* >, što znači *najkasniji* a ne *najraniji* trenutak, ako je reč o vremenu. No to je *upravo* onaj isti smisao u kojem smo, kad je reč o standardnoj topologiji, videli da neko a koje je bilo ranije od b posle zamene < sa > postaje kasnije od b, samo je sada reč o tome da to a, ako je *najranije*, postaje *najkasnije*.

Očigledno je onda da sve važi i za topologiju po kojoj vreme ima i početak i kraj. Naime, kada se izbace šesti i sedmi aksiom iz spiska kantorovskih devet aksioma i umesto njih dodaju odgovarajući aksiomi koji govore o tome da postoji prvi i poslednji element jednodimenzionalnog kontinuuma, dobiće se formalna teorija čiji će svaki model biti model i za teoriju koja se dobija kad se svuda u aksiomima < zameni sa >, s tim što će prvi element postati poslednji a poslednji prvi.

Isto važi i za topologiju razgranatog vremena. Gde god se razgranati kontinuum može urediti relacijom prethođenja, on će moći da se uredi i inverznom relacijom, tako da raniji trenutak od dva trenutka postane kasniji.

Najzad, sve važi, *mutatis mutandis*, i za topologiju zatvorenog vremena, pošto bi, slikovito rečeno, sat mogao jednako dobro da radi i kad bi se njegove kazaljke kretale u smeru suprotnom od smera u kojem se standardno kreću. U slučaju kruga je nepostojanje smera još i najočiglednije.

Pošto je, kao što smo zaključili u prethodnom poglavlju, vreme po sebi metrički amorfno, ni metrika nam, kao ni topologija, ne može pomoći u pokušaju definisanja njegovog smera. Ostaje nam da u pomoć pozovemo nešto *spoljašnje*, a to je *fizički svet*.

Pokušaj da se smer vremena definiše preko principa fenomenološke termodinamike

Kada je tvrdio da postojanje vremena zavisi od postojanja fizičkog sveta, Lajbnic je, pored hrišćansko-dogmatskih, imao u vidu načelne filozofske razloge koji su se, pre svega, odnosili na topologiju i metriku vremena. Manje od dva veka kasnije, fizičari su, držeći se Lajbnicovog programa, postavili sebi zadatak da i *smer* vremena odrede prema tome šta se i kako događa u fizičkom svetu, što se, s obzirom na zaključak prethodnog odeljka, može smatrati izuzetno važnim i opravdanim zadatkom.

Načelno govoreći, zadatak se sastoji u tome da se pronađe neka suštinska asimetrija u svetskim zbivanjima kojom bi se opravdalo zašto *ranije* mora ostati *ranije* a *kasnije* ostati *kasnije* u smislu u kojem će Petar, ako je manji od Pavla, ostati manji od njega i kad mi odlučimo da govorimo obrnuto. Taj smisao možemo zvati šekspirovskim, imajući u vidu čuveni stih o ruži, koja će uvek ostati ruža, i mirisati kao ruža, kojim god je imenom inače nazivali.[150]

Brzo se ispostavilo da zadatak nije ni malo lak, pošto su fizički procesi koje poznajemo ili očigledno *reverzibilni*, ili bi to barem u načelu mogli biti. I u fizici i u hemiji, sve bi se moglo vratiti u prvobitno stanje, kako god ono inače izgledalo. Što se sastavilo može se rastaviti, a što se rastavilo može se sastaviti, bez obzira na to da li je reč o hemijskim jedinjenjima ili o fuziji i fisiji atomskih jezgara.

Ipak, izgleda da nam je primer pri ruci, jer je vezan za bića poput nas samih. Ko ne veruje u to da mi život ne možemo živeti unazad, već neminovno *od* rođenja *ka* smrti? Možda u to svi verujemo, ali biologija nije fundamentalna nauka, već je to, nažalost, fizika. Čak i ako su prihvatali kao činjenicu to da mi neminovno živimo *ka smrti* (s čim se, inače, kasnije čak i Hajdeger složio), fizičari su se morali pozvati na neki princip svoje nauke, da bi definisali ireverzibilnost vremena. Pritom, verovali ili ne, u prvom traganju za „strelom vremena" nisu mogli da izbegnu upravo *smrt* kao ono što daje *smer* vremenu, samo što se nije radilo o običnoj ljudskoj smrti već o *toplotnoj smrti univerzuma*.

Svi hvala bogu znamo kako zimi da zagrejemo prostoriju u kojoj provodimo vreme. Dobro založena peć nije samo topla, ona zagreva celu sobu. Međutim, proces zagrevanja se završava kad se temperature peći i vazduha izjednače. Iako bi se neko mogao zapitati zašto peć ne bi mogla da i dalje zagreva vazduh tako što bi ona sama nastavila da se hladi, to se, nažalost, ne događa. Prema *drugom principu termodinamike* — koja se ponekad naziva *fenomenološkom*, jer samo opisuje fenomene[151] — promena temperature je nešto što prestaje kad se uspostavi potpuna *entropija*, što znači, kad se mesta koja su se razlikovala u pogledu temperature više po tome ne razlikuju. Zato je i potrebno da ponovo založimo peć, ako hoćemo da još zagrejemo sobu. Pored ostalog, zato se ne možemo najesti jednom zauvek, već moramo ponovo i opet jesti, ako ne želimo da se zauvek ohladimo.

Kada bi se *drugi princip termodinamike* primenio na čitav univerzum, onda bi se kao rezultat dobilo upravo to da je sve što se u univerzumu događa *nepovratno usmereno* ka stanju *totalne entropije*, koja će predstavljati *smrt univerzuma* utoliko što će nestati sve razlike koje pretpostavljaju temperaturne razlike.

Primedba koja je svojevremeno bila upućena ovakvoj generalizaciji pozivala se na razliku između *izolovanih* i *otvorenih* sistema,[152] zbog čega bi prostorna *beskonačnost* univerzuma ovome navodno mogla da spase život. Naime, koji god konačan deo univerzuma bio zahvaćen entropijom, ima uvek novih regija u njemu za koje to ne bi moralo biti slučaj. Međutim, ovaj pokušaj spasavanja života univerzuma ne ide dugoročno u korist regija zahvaćenih većim stepenom entropije, već samo na štetu onih u kojima je stepen entropije manji, i to, uz još jedan s time povezani razlog, čini da bi eventualna činjenica da je svet beskonačan mogla ovome samo da produži život, ali ne i da ga definitivno spase toplotne smrti.

Često nekoga ko sobu zagreva, a da pritom, radi čistog vazduha, drži otvorene prozore, pitamo da li on to greje sobu ili ulicu. U tom slučaju je soba regija s manjom entropijom, jer se zagreva, dok je vazduh napolju manje-više ujednačene temperature. Ono što se pritom događa jasno pokazuje da će se stepen entropije u oblasti s većim stepenom entropije samo za izvesno vreme narušiti, dok će se porast entropije ne samo ubrzati u onoj drugoj oblasti, već će u krajnjem ishodu entropija obuhvatiti *obe* oblasti.

Drugi razlog, koji će zajedno s prvim presuditi stvar, sastoji se u tome što je, po pretpostavci, povećanjem entropije zahvaćena svaka regija svemira posmatrana za sebe, nezavisno od toga da li je ovaj konačan ili beskonačan. Ako je to tako, a „pomoć" koja bi došla iz oblasti s manjim stepenom entropije može samo kratkoročno da zaustavi povećanje entropije u „ugroženim" regijama, onda ceo beskonačni univerzum neminovno teži toplotnoj smrti.

Prethodni argument (koji, istina, u obliku u kojem je izložen, nisam sreo u literaturi) omogućava da se drugi princip termodinamike primeni na čitav univerzum, bio on konačan ili beskonačan, što onda, posledično, omogućava da se *ranije* i *kasnije* definišu kao *objektivno* različiti, to jest, kao različiti u šekspirovskom smislu. *Ranije* je ono vreme od dva različita vremena u kojem je stepen entropije u univerzumu *manji*, dok je *kasnije* ono u kojem je stepen entropije *veći*.

Zanimljivo je da se slična ideja može naći kod Empedokla, mada ne u vezi s pitanjem smera samog vremena već smera događanja unutar jednog kosmičkog ciklusa. Pomenuli smo

da su kod Empedokla vatra, vazduh, zemlja i voda, kao koreni svih stvari, u trenutku potpunog trijumfa Afrodite izmešani tako ravnomerno da nema dela te mešavine u kojoj bi oni bili u drugačijem odnosu do u odnosu 1:1:1:1. Taj trijumf Ljubavi odgovara stanju potpune entropije i u stvari predstavlja *ljubavnu smrt univerzuma*. Na drugom kraju ciklusa koreni su pak potpuno razdvojeni. Kako odrediti da li smo na putu *nadole* ili na putu *nagore* (Heraklit bi rekao da je put nadole i put nagore jedan isti put)? Prema Empedoklu, treba ustanoviti da li se stepen diferencijacije povećava ili se pak smanjuje — što odgovara smanjenju i povećanju entropije. (Ko veruje Empedoklu, mi smo, na sreću, na putu nadole!)

Statistička termodinamika i problem entropije

Statistička termodinamika je omogućila, već u obliku u kojem ju je izložio i protumačio Bolcman,[153] da se izbegne neminovnost toplotne smrti univerzuma implicirane fenomenološkom termodinamikom, ali je, nažalost, time onemogućila ono što je za nas trenutno važnije, a to je definisanje smera vremena.

Statistička termodinamika je možda najlepša redukcionistička fizička teorija ikada sačinjena, i nije čudo što predstavlja klasičan primer na kome se učimo tome šta je redukcija. Pritom se radi kako o redukciji jedne manje fandamentalne teorije na fundamentalniju, tako i o redukciji jednog sekundarnog kvaliteta na primarne kvalitete materije. Ovim poslednjim, milenijumima star Demokritov program[154] ostvaren je u odnosu na kvalitet toplote.

U zakonu fenomenološke termodinamike koji se odnosi na bilo koji gas, a čija se specifičnost karakreriše izvesnom konstantom označenom sa R, pritisak, zapremina i temperatura gasa, označene redom sa P, V i T, stoje u sledećem odnosu:

$$PV = RT,$$

što znači da je temperatura direktno proporcionalna pritisku i zapremini gasa. Međutim, prethodna jednačina ne predstavlja nikakvu definiciju *toplote* kao sekundarnog kvaliteta, već samo povezuje *stepen* toplote, izražen temperaturom, sa *veličinom prostora* koji gas zauzima i *mehaničkim pritiskom* koji on vrši. To samo znači, recimo, da na osnovu navedenog zakona možemo znati da ako već dobro naduvani balon samo zagrevamo, on će, bez daljeg naduvavanja, ubrzo pući, jer će se povećavati kako zapremina tako i pritisak unutrašnjeg vazduha na opnu samog balona. I dok će nam to šta je zapremina reći već geometrija, a šta je pritisak mehanika, toplota će ostati „okultni kvalitet", kako su to kritičari Tome Akvinskog nekad govorili, a što poznajemo samo zahvaljujući osećaju.

Međutim, pritisak i zapremina se pojavljuju i u čisto mehaničkim zakonima, kao što je sledeći, koji ih povezuje sa brzinom kretanja čestica gasa, na šta se na kraju krajeva svodi ono što se naziva njihovom kinetičkom energijom, označenom sa *E*:

$$PV = 2NE/3,$$

gde je N Avogadrov broj, koji označava broj čestica u jednom gram-molekulu gasa.

Upoređujući dva navedena zakona gasa, čovek dolazi na prirodnu ideju da, kada zbog istovetnosti levih strana formula dobije prvo

$$RT = 2NE/3,$$

a potom, odatle,

$$T = 2NE/3R,$$

samu toplotu definiše kao *srednju kinetičku energiju* čestica gasa (jer 2N / 3R je konstanta).

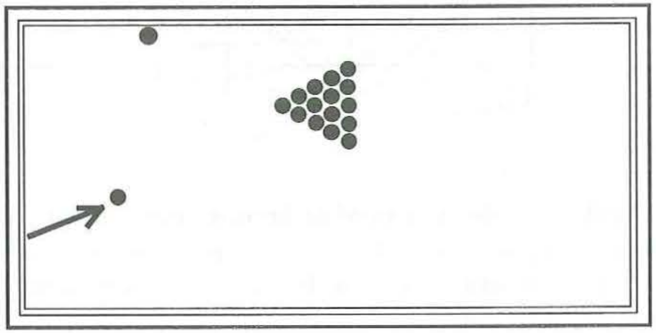
Prethodno ne znači ništa drugo do da bi Bog, znajući njutnovske trajektorije svih čestica vazduha u nekoj sobi, mogao na osnovu toga da nam kaže da li će nam u toj sobi biti hladno ili toplo, i da bi, štaviše, mogao da nam tačno kaže šta će biti rezultat do koga ćemo mi smrtnici doći na osnovu naše indirektne metode merenja temperature.

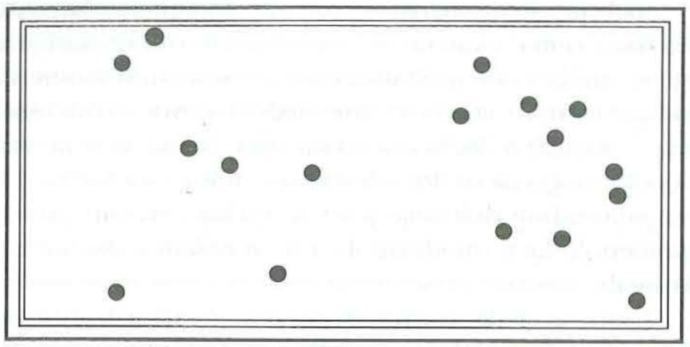
Ipak, prethodnom redukcijom nije objašnjena glavna stvar koja nas zanima. Zašto dolazi do porasta entropije, kad je srednja kinetička energija čestica ista i u slučaju neravnomerno i u slučaju ravnomerno zagrejane sobe? Odgovor na ovo pitanje je iznenađujući pošto bi ono za šta sugerišemo da se ne može dogoditi, *moglo* da se dogodi na osnovu toga šta toplota shodno prethodnoj definicije jeste, a uprkos drugom principu fenomenološke termodinamike i svem našem svakodnevnom iskustvu!

Istorijski gledano, mogućnost o kojoj je reč vezana je za *Maksvelovog demona*, koji, za razliku od Dekartovog, nije zao, već bi štaviše, zbog toga što bi sprečavao porast entropije, pre podsećao na Sokratovog dobrog demona. Mi ćemo ulogu Maksvelovog demona objasniti na jedan savremen način, koji dopušta da fizičari stvar uzmu krajnje ozbiljno,[155] a ne kao duhoviti misaoni eksperiment.

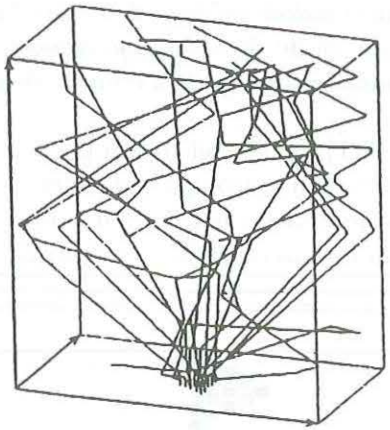
Modernizovani Maksvelov demon je biće koje bi, ne mešajući se u dalje kretanje čestica po njihovim njutnovskim trajektorijama, samo *podesio početne uslove* tako da, umesto do očekivanog porasta, dođe do *smanjenja entropije*. Savremena kompjuterska simulacija omogućava nam da stvar prikažemo na očevidan način.

Na sledećoj slici petnaest bilijarskih kuglica poređano je u obliku jednakostraničnog trougla, a na narednoj njihov raspored nastao u jednom kasnijem trenutku, pošto su prethodno pogođene jednom novom bilijarskom kuglicom.

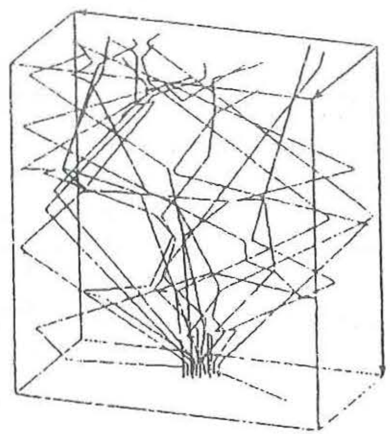




Sledeća slika predstavlja kompjutersku simulaciju procesa kojim je od prvog, uređenog stanja, došlo do potonjeg stanja nereda, pri čemu je kretanje svake kuglice praćeno duž njene svetske linije prostor-vremenskog kuntinuuma (odozdo nagore).

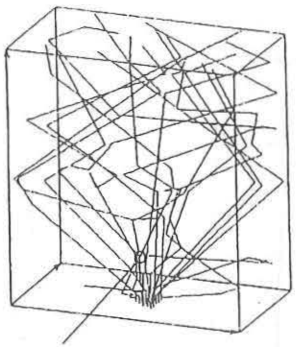


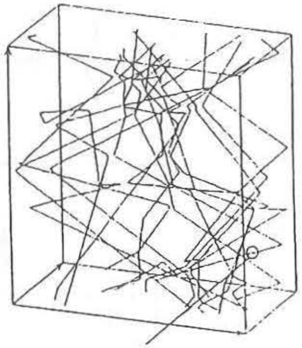
Na sledećoj slici pak predstavljena je kompjuterska simulacija obrnutog procesa, u kojem bi stanje na bilijarskom stolu prikazano na drugoj gornjoj slici bilo početno, a ono prikazano na prvoj slici završno.



Kada je poznato svako prenošenje početnog impulsa s kuglice na kuglicu, što dovodi do toga da njihove svetske linije, prilikom prelaženja iz stanja reda u stanje nereda, izgledaju kako izgledaju, onda se, samim tim, zna kakav bi smer i koju početnu brzinu trebalo dati svakoj pojedinoj čestici u stanju nereda da bi na kraju, posle njihovog kretanja po svetskim linijama u obrnutom smeru od prvobitnog, došlo do toga da se one formiraju u obliku jednakostraničnog trougla. Samo to, kako izabrati početni smer i impuls čestica vazduha, je ono što bi trebalo da zna i Maksvelov demon, da bi nam hladnu sobu, bez pomoći ikakve peći, zagrejao samo tamo gde je radni sto, ili krevet (zbog čega će se ostali delovi sobe strašno rashladiti). Načelno to znaju danas i smrtnici, pa zadatak ne izgleda pretežak za jednog demona.

Razlog zašto se, bez pomoći Maksvelovog demona, u životu ne događa da nam se soba sama od sebe zagreje nije u tome što je bilo koje od stanja nereda verovatnije od nekog uređenog stanja. Radi se samo o tome da je ukupan broj stanja koja su približno jednaka s obzirom na vrlo visok stepen entropije neuporedivo veći od broja stanja bilo kakve primetljive sređenosti. Sledeće komjuterske simulacije učiniće to očiglednim.





Leva slika pokazuje šta će se dogoditi ako se prilikom gore prikazanog prelaženja iz stanja reda u stanje nereda dogodi neznatan poremećaj na jednom jedinom mestu na jednoj jedinoj od svetskih linija bilijarskih kuglica. Rezultirajuće stanje nereda veoma će se razlikovati od nereda u originalnom slučaju. Pa ipak, oba stanja nereda biće slična u pogledu stepena entropije. Na desnoj slici se vidi šta će se dogoditi prilikom prelaženja stanja nereda u stanje reda ako se tu dogodi neznatan poremećaj na jednom jedinom mestu na jednoj jedinoj od svetskih linija kuglica. Rezultirajuće stanje će se ne samo veoma razlikovati od onog u originalnom slučaju, već će se od ovoga isto tako razlikovati i po mnogo, mnogo većem stepenu entropije. I red i nered vode u nered s ogromnim stepenom verovatnoće, dok nered vodi u red s krajnje malim stepenom verovatnoće.

Ako se setimo Empedoklovih kosmičkih ciklusa, prethodni zaključak se može primeniti i na ono što se u njegovoj poemi *O prirodi* dešava pod dejstvom Ljubavi i Mržnje. Afrodita ne bi morala da vodi računa o tome kako se koreni stvari mešaju. Ona može da dopusti potpunu slobodu ljubavi, jer će se, na kraju krajeva, sve završiti u sveopštem promiskuitetu ljubavne

smrti univerzuma. Za razliku od Afrodite, Ares bi morao svoj posao obavljati poput Maksvelovog demona, da bi izveo svet iz totalne entropije i omogućio sve veću i veću diferencijaciju. Ljubav može biti slepa, dok mržnja mora biti krajnje promišljena.

No, bez obzira na velike i male verovatnoće, i bogove i demone, *strela vremena* fenomenološke termodinamike slomljena je na nivou fundamentalnijeg fizičkog objašnjenja. Jer, ne može definicija *ranijeg* i *kasnijeg* počivati na *visokom stepenu verovatnoće*, i to ne verovatnoće stanja univerzuma opisanog na fundamentalnom nivou, već verovatnoće koja se odnosi samo na *klase stanja* koja se međusobno ogromno razlikuju da bi predstavljala *prirodnu vrstu*, deleći, naprotiv, samo jednu *epifenomenalnu* karakteristiku — da su stanja visokog stepena nereda.

Termodinamička strela vremena nije jedina o kojoj se govori u fizici. I sama *entropija* je postala širi pojam koji se ne odnosi samo na toplotnu ravnotežu već na bilo koju vrstu neuređenosti. Često se, na primer, govori o vremenskoj streli impliciranoj različitim savremenim kosmologijama. Danas je u modi diskusija o takozvanom *antropičkom principu*, prema kojem je već na početku sveta moralo mnogo toga biti vrlo precizno kalibrirano, da bi posle dugog razvoja kosmosa na kraju bio omogućen čak i nastanak života i samog čoveka, po kojem je ovaj princip i dobio ime. Uprkos svemu tome, u šta se ovde ne možemo upuštati, danas slavni fizičar Hoking je ostao do kraja konzervativan, tvrdeći da se iz samog sistema, koji u ovom slučaju predstavlja čitav univerzum, ne može uopšte reći da li se on nalazi u stanju povećanja ili smanjenja entropije, jer bi za to bilo potrebno poznavati *početne uslove*.[156] Drugi se danas slavni fizičar Penrouz tome doduše suprotstavljao, nadajući se da bi buduća teorija kvantne gravitacije mogla otkriti svetu intrinsičnu asimetriju na osnovu samih zakona fizike.[157] Ali, dok se Penrouzov san ne ostvari (ili ne prosneva), ostaje činjenica da nam postojeće fizičke teorije ne omogućuju definisanje smera vremena.

Kauzalna teorija vremenskog smera

Ispitaćemo sada pokušaj da se razlika između *ranije* i *kasnije*, shvaćena u objektivnom, šekspirovskom smislu, definiše uz pomoć *relacije kauzaliteta*. Ali u čemu treba da je trik ovog pokušaja, kad nam za određenje smera vremena nisu pomogle naučne teorije, koje treba da nude najbolja uzročno-posledična objašnjenja koja smo uopšte sposobni da damo?

Moramo se prvo zapitati — ma koliko pitanje na prvi pogled delovalo čudno — da li se naučne teorije kao takve uopšte bave objašnjenjima konkretnih svetskih događaja. Da ublažimo šok koji ovakvo pitanje izaziva, setimo se da se u izlaganju Njutnove ili Ajnštajnove teorije nigde ne pominje Sunce kao takvo, Zemlja kao takva, ili konkretan kamen koji na Zemlju pada ili je sa nje uvis bačen. Još je Hegel mogao da se naruga Krugu što je ovaj od njega tražio da u izvođenju svega i svačega što apsolutna ideja u sebi obuhvata dedukuje i postojanje konkretnog pera kojim Krug piše.

Tek kada se ova ili ona teorija *primeni* na određeni način, dobija se objašnjenje stvarnih zbivanja. Ova trivijalna i na prvi pogled nevažna razlika, između *tipova objašnjenja* koje jedna naučna teorija nudi i *konkretnih objašnjenja* koje omogućava, ima jednu važnu, mada neočekivanu i ne lako uočljivu posledicu. *Reverzibilnost* fizičkih procesa, koja nam je u prošlom odeljku nanela tolike muke, znači samo to da je ista fizička teorija u stanju da objasni procese i kada se oni odvijaju u jednom i kada se odvijaju u obrnutom smeru. Odatle *ne sledi* da se neki *konkretan* proces koji se u svetu odvija ne odvija *de facto* u jednom određenom smeru, a *kauzalna relacija*, kao kandidat za određenje objektivnog smera vremena, tiče se — ili se barem može shvatiti kao da se tiče — *konkretnih* procesa. Treba primetiti, uzimajući u obzir sam primer s bilijarskim kuglicama koji smo koristili govoreći o reverzibilnim procesima, da se u jednom smeru posmatrano radi o prenošenju impulsa jedne kuglice na ostale, dok se u obrnutom smeru radi o impulsima koje su dobile sve kuglice na stolu da bi se vratile u prvobitno stanje, što čini *konkretnu* razliku između dva inače reverzibilna procesa.

Na ovom mestu je zgodno setiti se poznate Mekijeve analize pojma uzročne veze.[158] Pojam uzroka se, doduše, može analizirati pomoću pojmova nužnih i dovoljnih uslova, ali ne tako što će se reći samo da je uzrok nešto što je nužan i dovoljan uslov za pojavu onoga što je njegova posledica. Naime, pojava koja se smatra posledicom onoga što se navede kao njen uzrok mogla se javiti i kao rezultat neke sasvim drugačije pojave. Požar koji je *de facto* izazvan nesmotrenim paljenjem šibice *mogao je* biti izazvan i kvarom u električnim instalacijama. Zato se paljenje šibice može shvatiti kao nužan uslov požara *u konkretnom slučaju*, ali ne kao nužan uslov požara kao požara. Slično tome, paljenje šibice je bio i dovoljan uslov za pojavu požara *u konkretnom slučaju*, ali ono nije moralo to biti, kao što i nije u tolikim sličnim slučajevima. Parafrazirajući Mekija, možemo reći da je *uzrok* neke pojave nešto što je *slučajno* bilo *nužno i dovoljno* za pojavu onoga što čini njegovu posledicu.

Možda su u pravu oni koji, kao još Ogist Kont,[159] misle da naučnim teorijama pojam uzroka i posledice uopšte i nije potreban, već da im je dovoljan pojam zakona. Ali, ako je to tačno, onda to nije zato što je pojam uzročne veze mističan i što pripada prevaziđenom periodu ljudske misli, već zato što se taj pojam pojavljuje tek onda kada se naučne teorije primene u objašnjenju konkretnih situacija u kojima se nešto dogodilo.

Ne može se reći da je Hans Rajhenbah,[160] prvi znameniti zastupnik *kauzalne teorije vremenskog smera*, izgradio svoju teoriju na prethodnoj analizi, ali je ovakva analiza u svakom slučaju primenljiva u slučaju jednog od najznačajnijih živih zastupnika ove teorije, Hju Melora.[161]

Ako kauzalnu vezu shvatimo kao nešto što je primenljivo samo u konkretnim slučajevima, i ako *posledicu* shvatimo kao nešto što je *de facto* zavisno od *uzroka*, onda ovu *ontološku zavisnost*, koja je po pretpostavci *asimetrična*, možemo iskoristiti za definiciju *objektivnog smera vremena*. U odnosu na bilo koje konkretno svetsko dešavanje *ranije* je ono vreme koje zauzima *uzrok*, a *kasnije* ono koje zauzima njegova *posledica*.

Međutim, ima onih koji su osporavali čak i to da je sama kauzalna veza među konkretnim događajima asimetrična. Tako su čuveni Viler i Fejnman još polovinom prošlog veka tvrdili da ako iskaz „Kamen je pogodio tlo zato što je ispušten s visine" predstavlja (naučno zasnovano) kauzalno objašnjenje, onda to predstavlja i iskaz „Kamen je ispušten s visine zato što je pogodio tlo".[162]

Čini se, međutim, da je *„zato što"* upotrebljeno u dva navedena iskaza u različitom smislu, od kojih je samo smisao u prvom iskazu takav da se *„zato što"* odnosi na kauzalnu vezu između dve pojave o kojima je reč. Naime, drugi iskaz, koji samo izgleda kauzalno-objašnjavalački, u stvari govori o tome *kako smo mi zaključili* da je kamen ispuštan s visine: „Kamen je morao biti ispuštan s visine *zato što* je to (verovatni ili jedini verovatni) uzrok kauzalnog objašnjenja toga što je pogodio tlo".

U sledeća dva odeljka bavićemo se dvama shvatanjima koja na različite načine dovode u pitanje kauzalnu teoriju po kojoj se vremenski smer na jedinstven način može odrediti pomoću kauzalne relacije. Prvo od ta dva shvatanja ne dovodi u pitanje asimetričnost same kauzalne veze, ali implicira da vreme objektivno ima dva smera ako se definiše preko nje, jer se sama uzročnost navodno može protezati u dva smera. Drugo shvatanje pak implicira da vreme nema smer ako se definiše preko smera kauzalne veze, zato što se, bez promene smisla reči, može izvršiti sistematska zamena tako da uzrok bude posledica onoga što je prethodno bila njegova posledica a njegova posledica bude uzrok onoga što je bio njen uzrok, što je upravo ono što su Viler i Fejnman imali u vidu, bez obzira na to što nesretno izabrani primer koji su naveli, sam po sebi, tome ne ide u prilog, već pre navodi na to, kao što smo videli, da se cela zamisao o zamenljivosti uzroka i posledice shvati kao nešto što počiva na ekvivokaciji.

Retroaktivna uzročnost i dvostrukost vremenskog smera

Sam pojam retroaktivne uzročnosti — bez obzira da li se koristi za definiciju vremenskog smera ili ne — deluje kao *contradictio in adjecto*, jer dozvoljava mogućnost da postoje četiri događaja *a*, *b*, *c* i *d* takvi da su *a* i *d*, s jedne, i *b* i *c*, s druge strane, jednovremeni događaji, a da je pritom događaj *a* uzrok događaja *b*, a događaj *c* uzrok događaja *d*.

Kao i u ranijim slučajevima kada je trebalo opravdati neko nestandardno shvatanje, i ovoga puta ćemo opisati situaciju koja bi trebalo da nas navede na to da prihvatimo prethodno navedenu mogućnost i, time, retroaktivnu uzročnost. Primer, koji ćemo izložiti samo u grubim crtama, potiče od Dameta.[163]

Zamislimo da naiđemo na pleme čiji izvesni specijalno odabrani članovi, koje možemo zvati vračima, u vreme lova odlaze na neko daleko mesto duboko u šumi i tamo, uz ritualno igranje i pevanje, nastoje da lovcima plemena obezbede dobar lov. Međutim, na naše iznenađenje, oni to ne rade blagovremeno da bi uopšte, ako zaista u delotvornost svoga poduhvata veruju, svojim lovcima mogli pomoći. Jer, do trenutka kad vrači budu stigli do mesta gde će igrati i pevati, lovci će već uveliko okončati lov. No, na naše još veće iznenađenje, vrači nam, kad im skrenemo pažnju na neblagovremenost njihove akcije, kažu kako uopšte nije tačno da je to što oni rade neblagovremeno, jer je iskustvo dovoljno potvrdilo delotvornost onoga što oni rade, a oni to uvek rade po istom rasporedu. Pretpostavimo da nam čak ponude, ili da mi uspemo da ih na to nagovorimo, da se napravi eksperiment koji će pokazati da li su oni u pravu. Eksperiment se prosto sastoji u tome što se uporede uspesi u lovu kad oni svoju aktivnost na uobičajeni način obave sa uspesima lovaca u situacijama kad ova aktivnost izostane. I pretpostavimo, na kraju, da se pokaže da su vrači u pravu, koliko god puta da ponavljamo eksperiment. Da li ćemo i dalje nepokolebljivo tvrditi da je njihova akcija neblagovremena?

Da otklonimo moguću dvosmislenost u vezi s prethodnim pitanjem, možemo pretpostaviti da mi sami načelno verujemo u mogućnost da ritualne igre doprinose uspehu u lovu. U pitanju o blagovremenosti ili neblagovremenosti akcije nije, dakle, reč o tome da li same ritualne igre imaju smisla, nego samo o tome da li ima smisla obavljati ih kada je lov već završen.

Jasno je da se eksperiment može i dalje mnogostruko profinjivati, u zavisnosti od toga šta ko smatra da je slaba tačka u celoj priči. Ali Dametov primer je ostvario cilj *ako uopšte dopustimo* smislenost eksperimentalnog proveravanja, jer ako je retroaktivna uzročnost *contradictio in adiecto*, onda znamo *a priori* da je akcija vrača neblagovremena.

Ostavimo pleme i njegove vrače i prenesimo poentu Dametove priče na polje nauke. Setimo se za početak jedne epizode iz istorije kvantne mehanike. Situacija koju su 1935. godine opisali Ajnštajn, Podolski i Rozen[164] trebalo je da ukaže na jednu paradoksalnu posledicu kvantne mehanike, po kojoj rezultat merenja na jednom od dva veoma udaljena mesta utiče na rezultat jednovremenog merenja na drugom mestu. Danas za fizičare to više nije paradoksalna posledica jedne teorije, već se distantne korelacije, posle velikog broja izvršenih eksperimenata, smatraju nespornom naučnom činjenicom, bez obzira kako koja škola tu činjenicu tumači. No da su naučnici od početka smatrali da se radi o nečemu što je nemoguće iz *pojmovnih* razloga, ta činjenica ne bi ni bila ustanovljena, jer ne bi bili izvođeni odgovarajući eksperimenti.

Da li je sličnost ove situacije i onoga što bi se u nauci *moglo* dogoditi i kad je u pitanju retroaktivna uzročnost dovoljna da dopustimo mogućnost *uticaja na vremenski ranije događaje?*

Treba odmah naglasiti da eventualna mogućnost *uticanja* na vemenski ranije događaje *ne znači* mogućnost *izmene onoga što se dogodilo.* Već u Dametovom primeru je jasno da se smisao onoga što rade vrači ne sastoji u tome da se neuspešan lov pretvori u uspešan. Ono što se desilo, desilo se. Međutim, ono se možda ne bi desilo da se nešto drugo kasnije nije dogodilo.

U vezi sa ovim poslednjim, čoveku odmah pada na pamet ideja da bismo mogli da, posle svakog *uspešno* obavljenog lova, *sprečimo* vrače da obave svoju ritualnu igru, i da je sama ta mogućnost dovoljna da kažemo da ritualna igra u ovom slučaju *ne može* biti uzrok uspešnosti u lovu. Ali šta nam garantuje da ćemo i u jednom slučaju kada je lov bio uspešan uspeti da sprečimo vrače da obave svoj ritual? Moglo bi nam se uvek događati ono što se dešava u filmu Rene Klera *Dogodilo se sutra*, gde glavni junak, upravo nastojeći da spreči da se nešto dogodi omogućuje da se to dogodi. U svakom slučaju, „*dogodilo se sutra*" i „*dogodiće se juče*" su analogoni, i izgleda da Dametovo „*dogodiće se juče*" pretpostavlja Klerovo „*dogodilo se sutra*". S time ćemo se sresti u sledećem odeljku.

Ne izgleda da se pojam retroaktivne uzročnosti može svesti na apsurd, i neki su, kao Jan Fej, prihvatajući kauzalnu teoriju određenja vremenskog smera, dobili kao rezultat to da vreme objektivno ima dva smera.[165] Jedan smer određen je relacijom između događaja *a* i *b*, a drugi, njemu suprotan smer, relacijom između događaja *c* i *d*. Pritom rezultat nije — naglasimo to — da vreme *može*, prema našem izboru, imati bilo koji smer, što bi značilo da *objektivno nema smer*, već da vreme *mora imati dva objektivno različita smera*, pošto je kauzalna relacija *asimetrična*, te to što je događaj *a* uzrok događaja *b* znači da događaj *b nije* uzrok događaja *a*, iako je događaj *c*, koji je jednovremen s događajem *b*, *uzrok* događaja *d*, koji je jednovremen s događajem *a*.

Iako je ovakva jedna zamisao o vremenu s *dva objektivno različita* smera konzistentna, to još ne znači da treba da *prihvatimo* da vreme *ima* dva smera. Situacija je potpuno analogna slučajevima koje smo razmatrali u vezi s nestandardnim topologijama. Jedna stvar je pitanje *uslova* pod kojima bi neka nestandardna teorija bila prihvatljiva, a druga stvar je pitanje *ispunjenosti* tih uslova. Na osnovu svega što znamo i što je naukom pretpostavljeno, *nemamo* razloga da prihvatimo postojanje retroaktivne uzročnosti, pa samim tim ni teoriju o dva objektivna smera vremena.

Prekognicija i odsustvo vremenskog smera

Za razliku od teorije o dva objektivna smera vremena, baziranoj na retroaktivnoj uzročnosti, teorija koju je u svojoj nedavno objavljenoj knjizi izgradio Hju Prajs poriče da vreme *objektivno* uopšte ima smer, a kauzalnu relaciju ne smatra asimetričnom već usmerenom isključivo prema tome šta mi *izaberemo* da bude vremenski smer.[166] To bi značilo da nam ni uzimanje u obzir *fizičkog sveta* ne bi bilo od pomoći pri pokušaju da objektivno odredimo vremenski smer (jer tako nečeg nema), i time bismo bili vraćeni u položaj u kojem smo bili kada su nam na raspolaganju bile samo topologija i metrika čistog vremena.

Šta god bili razlozi u prilog ovakvoj jednoj teoriji, čini se da će bar jedna stvar uvek govoriti protiv nje, a to je ono na šta je ukazao još sveti Avgustin. Naime, mi se možemo sećati samo nečega što se dogodilo, dok se naša nadanja i očekivanja mogu smisleno ticati samo nečega što se još nije dogodilo.

Međutim, pretpostavimo da postoje ljudi, poput *prekognicionista* iz Spilbergovog filma *Minority Report* (kod nas prevedenog kao *Suvišni izveštaj*), koji ono što će se dogoditi „vide" isto toliko jasno, ili čak jasnije, nego ono čega se sećaju. Zaplet u filmu se i osniva na tome što je u jednom slučaju „obično" sećanje, to jest sećanje na nešto što se dogodilo, namerno protumačeno kao „sećanje na budućnost".

Ono što u Spilbergovom filmu i inače smeta, a pogotovu s obzirom na svrhu primera koji želim da iskoristim u daljem izlaganju, jeste to što, iako prekognicionisti vide ono za šta bi trebalo reći da se *dogodilo u budućnosti*, policija na osnovu toga u mnogim slučajevima uspeva da spreči da se to dogodi. U tom smislu je dosledniji pomenuti Klerov film *Dogodilo se sutra*. No svejedno, pretpostavimo da se budućnost, kao u Klerovom filmu, ne može izmeniti uprkos svim našim naporima, te da je i u tom smislu izbrisana razlika između *sećanja na prošlost* i *sećanja na budućnost*. Ako bi stvari tako stajale, onda bi i nadanja usmerena na budućnost bila ravna nadanju da se nešto nije dogodilo, to jest, bila bi bazirana isljučivo na našem *neznanju* u pogledu toga šta se stvarno dogodilo, bilo u prošlosti, bilo u budućnosti. Brisanjem ovakvih razlika u jednom svetu u kojem bi prekognicija bila normalna, a ne paranormalna, pojava bio bi otvoren put za opravdano poistovećenje onoga što se dogodilo u prošlosti i onoga što se „dogodilo u budućnosti".

Ako celu priču ne shvatimo u uskom *epistemološkom* smislu, već je reinterpretiramo *ontološki*, onda poenta Prajsove teorije postaje sasvim jasna. Ako događanja posmatramo u odnosu na neki vremenski trenutak, onda se može reći da je čitav budući niz događaja kauzalno određen prethodnim događajima, i da je sve to što će se dogoditi isto toliko deo realnog sveta koliko i ono što se dogodilo. I dalje, s obzirom na odsustvo ontološke razlike između dva niza događaja o kojima je reč, isto se tako može reći i da je ono što se dogodilo kauzalno određeno onim što će se dogoditi. Verovatno je to ono što su još Viler i Fejnman hteli da kažu primerom s kamenom koji je pao na zemlju.

Teorija o odsustvu vremenskog smera deluje prihvatljivije od teorije o postojanju dva objektivna vremenska smera, mada je pitanje koliko je Prajs svestan značaja razlike između ove dve teorije, pošto o retroaktivnoj uzročnosti govori bez ukazivanja na to da u kontekstu teorije o vremenu bez smera to znači nešto drugo od onoga što znači u teoriji o postojanju dva objektivno različita smera.[167] No, u svakom slučaju, uporedne prednosti teorije o vremenu bez smera su, *prvo*, to što izgleda da se *„dogodilo se sutra"* i *„dogodiće se juče"* uzajamno pretpostavljaju, i *drugo*, to što teorija o dva objektivna vremenska smera počiva na retroaktivnoj uzročnosti, koju, uprkos konzistentnosti, nemamo razloga da prihvatimo, dok se teorija o odsustvu vremenskog smera može zasnovati i na veri u sveopšti determinizam, nezavisno od spornog fenomena prekognicije. Zato ovu teoriju zasad treba uzeti ozbiljno, a kojoj su inače danas fizičari veoma skloni (i kad je jasno ne razlikuju od teorije o dva objektivna vremenska smera i poistovećuju je, pogrešno, sa teorijom o odsustvu vremenskog toka). Tek naredna poglavlja trebalo bi, pored ostalog, da odluče i o definitivnoj prihvatljivosti ili neprihvatljivosti ove teorije.

Tok vremena

Tok vremena i razlika među vremenima

Verovatno je *tok* vremena ono na šta prvo pomislimo kada se govori o vremenu, jer se čini da je to što *teče* njegova glavna karakteristika, ili čak njegova *differentia specifica* u odnosu na druge jednodimenzionalne, a onda i sve ostale višedimenzionalne prostorne entitete koji se ne menjaju, ili, ako se menjaju, to čine upravo zahvaljujući tome što vreme teče.

Međutim, nije nimalo lako razjasniti šta se pod tokom vremena u stvari podrazumeva, budući da sam izraz „*tok vremena*" liči na metaforu izgrađenu na drugim, očiglednim primerima *toka*, kao što je, recimo, *tok reke*. Ali reka teče *zato što* se voda *u različitim vremenima* (trenucima ili intervalima) nalazi na *različitim mestima*, ili je bar to što se voda u različitim vremenima nalazi na različitim mestima *posledica* toga što reka teče, dok se ništa slično ne može reći za tok samoga vremena. Ne samo što se ne vidi kako bismo se u slučaju toka vremena mogli pozvati na različita mesta (jer vreme, ako teče, teče i na jednom istom mestu), nego izgleda besmisleno govoriti i o različitim vremenima u kojima se vreme, *per impossibile*, negde nalazilo, jer bi to značilo da je samo vreme smešteno u vremenu.

No neuspeli pokušaj da se analogija s tokom reke direktno primeni na razjašnjenje toga šta je tok vremena možda ipak ukazuje na nešto značajno. Čini se, naime, da su nam za razumevanje toka vremena u svakom slučaju potrebna *različita vremena*, samo što se ta razlika ne može sastojati samo u tome što je jedno vreme ranije a drugo kasnije. Ta razlika među vremenima bi mogla biti razlika između *prošlosti, sadašnjosti* i *budućnosti*, pri čemu se ona sama ne bi mogla svesti na razliku između *ranijeg, jednovremenog* i *kasnijeg*.

Pozivajući se na Lajbnicov zahtev, makar u oslabljenom obliku u kojem smo ga dosad prihvatali, uvedimo u igru događaje, označene sa e_1, e_2, e_3,..., da bismo jasnije videli zašto se vremena koja su nam potrebna za razjašnjenja toka vremena ne mogu svesti na razliku između ranijeg i kasnijeg vremena, što će nam pomoći da odredimo onu razliku među vremenima koja nam je potrebna.

Pretpostavimo da je događaj e_1 raniji od događaja e_2. Da li se odatle može zaključiti da je događaj e_1 prošli a događaj e_2 budući događaj? Očigledno ne može, pošto i e_1 i e_2 mogu biti prošli kao što mogu biti budući događaji, a, isto tako, bilo koji od njih može biti sadašnji događaj. Moglo bi se reći da je time što se kaže da je događaj e_1 raniji od događaja e_2, a pod uslovom da se e_2 ne nadovezuje na e_1, bar nešto rečeno i o prošlosti i budućnosti, na primer, da mora postojati vreme kad je samo e_1 bio prošli događaj, dok, suprotno tome, nije moglo biti vremena kada je samo e_2 bio prošli događaj. To je, pod pretpostavkom da vreme ima smer, nesumnjivo tačno, ali nam i dalje ne pomaže da kažemo *šta* je slučaj: da li su i e_1 i e_2 prošli događaji, da li je samo e_1 prošli ili samo e_2 budući događaj, ili su i e_1 i e_2 budući događaji. Očigledno je potreban neki *dadatni uslov* da bi se to moglo učiniti.

Uslov za kojim tragamo sastoji se u tome što se stanja u svetu u ranije i kasnije vreme ne smeju razlikovati samo po tome što se u njima dešavaju različiti događaji ili po tome što se isti događaji dešavaju u različito vreme, već *i po tome* što je jedno od stanja sveta *sadašnje*, čime ostala bivaju određena kao *prošla* ili *buduća*, u zavisnosti od toga da li su ranija ili kasnija od onog stanja koje je *sadašnje*. Zanemarivanje ovoga uslova omogućuje konstrukciju paradoksa kojim se MakTagart proslavio.[168]

MakTagartov paradoks i atemporalistička teorija vremena

Ovde ću izložiti samo prvi deo MakTagartovog paradoksa, jer je on već sam po sebi dovoljan da se uvidi čemu vodi za-

nemarivanje uslova do koga smo došli u pokušaju da razjasnimo tok vremena. Pritom ću eksplicirati i ono što je u MakTagartovom argumentu prećutno pretpostavljeno — a što je vezano upravo za zanemarivanje pomenutog uslova — da bi bilo sasvim jasno da je paradoksalni zaključak valjano izveden.

Prva je pretpostavka da se između svih događaja istorije sveta i (ne nužno svih) elemenata (uzećemo) aristotelovskog jednodimenzionalnog kontinuuma (ili jednog njegovog segmenta, svejedno) može uspostaviti obostrano jednoznačna veza. Samim tim su ovi događaji uređeni odgovarajućim relacijama kojima je uređen i kontinuum, i to je ono što događaje istorije sveta čini pripadnim onome što MakTagart naziva *B*-serijom događaja (MakTagart ne uzima u obzir relacije preklapanja i uključenosti, ali to je u ovom trenutku nebitno).

Druga (neeksplicirana, ali očigledno implicitno prisutna) pretpostavka je da su sve razlike među različitim stanjima sveta već ovim određene, bez obzira na ono šta će biti rečeno trećom pretpostavkom.

Treća pretpostavka je da za sve događaje istorije sveta važi da su prvo budući, potom sadašnji i najzad prošli. Ovaj niz određenja čini same događaje pripadnim onome što MakTagart naziva *A*-serijom događanja.

Pošto se, po prvoj i drugoj pretpostavci, ništa u *B*-seriji ne može promeniti time što će bilo koji događaj biti prošli, sadašnji ili budući, a pošto svaki događaj ujedno pripada i *A*-seriji, to će na kraju svakom događaju morati da se pripišu *sva* ova tri svojstva — *biti budući, biti sadašnji* i *biti prošli* — što je, s obzirom na inkompatibilnost ovih svojstava, nemoguće.

Kako je MakTagart bio uveren da je ovaj argument ne samo *validan* (što ja mislim da očigledno jeste) već i *zdrav* — što znači da se sve njegove pretpostavke moraju prihvatiti — nije mu preostalo ništa drugo do da ustvrdi da je sam pojam vremena *protivrečan u sebi*, odakle je, naravno, zaključio i da vreme ne može biti nešto realno. Tako je njutnovski shvaćeno vreme, prošavši kroz niz *ontoloških čistilišta*[169] u kojima je gubilo jednu po jednu od svojih karakteristika, na kraju doživelo i to da, čak i uz zadovoljenje Lajbnicovog zahteva, u celini bude izbrisano s inventarne liste realnih entiteta.

Tako smo, dakle, kroz MakTagarta (i njegovog neohegelijanskog kolegu Bredlija[170]) doživeli svojevrstan dvadesetovekovni povratak Parmenidovom večnom i nepromenljivom biću. Međutim, istorija sveta je isuvuše značajna stvar da bi zadugo, čak i među filozofima, mogla da se smatra prividom, a na šta je *de facto* svedena uništenjem vremena. Danas dominirajuća teorija vremena našla je spas u tome što je odbacila poslednju od navedenih pretpostavki, po kojoj događaji realno pripadaju MakTagartovoj *A*-seriji, ostavivši ih pak poređanim u *B*-serijama.[171] Pritom je svejedno da li se vremenu priznaje objektivna usmerenost, kao kod Hju Melora, ili se usmerenost smatra rezultatom našeg izbora, kao kod Hju Prajsa. Dovoljno je to što je, bez obzira na smer, istorija sveta *objektivno uređena* *B*-serijama, što je sve što vreme treba da omogući.

Pošto po ovakvoj teoriji razlika između *prošlosti, sadašnjosti* i *budućnosti* nije *realna razlika,* to znači da nije realan ni *tok vremena,* jer, kao što smo videli, tok vremena pretpostavlja upravo ovakvu vrstu razlike, a ne samo razliku između *ranijeg, jednovremenog* i *kasnijeg,* što je razlika unutar *B*-serija.

S obzirom na to da se razlika između prošlih, sadašnjih i budućih događaja izražava pomoću različitih *glagolskih vremena* (mada, kao što ćemo videti, tu ima značajnih odstupanja i razlika kad su u pitanju različiti jezici), na engleskom je teorija koja poriče realnost razlike između prošlosti, sadašnjosti i budućnosti nazvana *tenseless theory of time,* pošto *„tense"* označava *vreme u gramatičkom smislu.* Naravno, ovde se *„tenseless"* („bezvremen") odnosi na ono *o čemu* se govori korišćenjem različitih glagolskih vremena, a ne na same glagole u gramatičkom smislu.

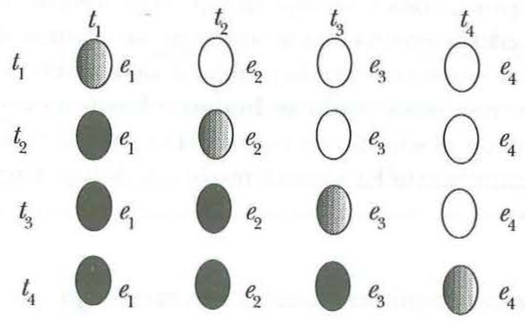
Pošto u našem jeziku nema razlike koja bi odgovarala razlici između *time* i *tense* (u definisanom smislu), mi ćemo iskoristiti latinski neologizam i teoriju o kojoj je reč zvati *atemporalistička teorija vremena,* pri čemu *atemporalnost* mora da se shvati kao *odsustvo vremêna* (u pluralu!) a ne kao *bezvremenost.* I uopšte, o *vremenima* (*tempora*) ćemo odsad govoriti samo u smislu u kojem se to odnosi na *prošlost, sadašnjost* i *budućnost,* a ne na ono što odgovara položaju događaja u *B*-seriji.

Atemporalistička teorija deluje vrlo neobično, pošto razlika između prošlosti i budućnosti izgleda ne samo očigledna nego nam se čini kao nešto što je objektivno i od nas nezavisno. Videćemo, međutim, kada se budemo bavili atemporalističkom reinterpretacijom ove razlike, da u svojoj elaboriranoj formi atemporalistička teorija može da deluje i intuitivno prihvatljivo.

Tok vremena i dvodimenzionalna reprezentacija istorije sveta

Pribegavanje atemporalizmu nije i jedini način da spasemo vreme od dejstva MakTagartovog ontološkog purgatorijuma. Da bih MakTagartov argument učinio validnim, ja sam eksplicirao drugu, podrazumevanu pretpostavku, po kojoj je razlika među stanjima svetske istorije u potpunosti određena već njihovim mestom u *B*-seriji, što znači da se istorija sveta ne menja u zavisnosti od toga da li je ovo ili ono stanje sadašnje. I ova pretpostavka se može dovesti u pitanje — a u cilju spasavanja ne samo vremena već i njegovog toka upravo je *to* potrebno učiniti, jer, kao što smo videli, uslov da bi se moglo govoriti o toku vremena sastoji se u tome što se stanja u svetu ne smeju razlikovati samo po tome što se u njima dešavaju različiti događaji ili po tome što se isti događaji dešavaju u različito vreme, već *i po tome* što je jedno od stanja *sadašnje,* čime ostala bivaju određena kao *prošla* ili *buduća.*

Ako prihvatimo da se svetska istorija, ma koliko događaji koji je čine bili uređeni u *B*-seriji, menja u zavisnosti od toga koje je stanje sadašnje, onda nam je za njen shematski prikaz neophodna *dvodimenzionalna reprezentacija.*[177] Uzmimo, radi jednostavnosti, da se čitava svetska istorija sastoji od samo četiri događaja, e_1, e_2, e_3 i e_4, koji zauimaju redom vremenske intervale t_1, t_2, t_3 i t_4, takve da $t_1 \prec t_2$, $t_2 \prec t_3$, $t_3 \prec t_4$. Tada se cela istorija sveta može prikazati pomoću sledeće dvodimenzionalne matrice, gde svaki od horizontalnih redova prikazuje svetsku istoriju s obzirom na to koji je od četiri događaja sadašnji.



Prazni, poluprazni i puni kružići predstavljaju, redom, buduće, sadašnje i prošle događaje. Prvi red oslikava svetsku istoriju u trenutku t_1, kada je e_1 sadašnji događaj, drugi red nastalu promenu u svetskoj istoriji u trenutku t_2, koja je posledica toga što je tada e_2 sadašnji događaj, treći konsekutivnu promenu, u trenutku t_3, kada je e_3 postao sadašnji događaj, a četvrti poslednju promenu, u trenutku t_4, kada je e_4 sadašnji događaj.

Pri dvodimenzionalnom predstavljanju istorije sveta nema više protivrečnosti u tome što je jedan događaj i budući, i sadašnji, i prošli, jer je on to *u različitim stanjima svetske istorije*, pošto je *jedna* stvar reći da se događaj odigrava u nekom vremenu, a *druga* stvar reći da je on pre toga budući, u tom vremenu sadašnji, a posle toga prošli događaj. Samim tim je jasno zašto se vremenska razlika između dva događaja *ne iscrpljuje* u tome što je jedan raniji od drugog (kad je to slučaj). Tako se *vremenska razlika* između događaja e_2 i e_3 i *sama* može *razlikovati* po tome što su u t_1 oba ova događaja buduća, dok je u t_2 e_2 sadašnji a e_3 budući, a u t_3 e_3 sadašnji a e_2 prošli događaj, dok su u t_4 i e_2 i e_3 prošli događaji.

Sada se vidi i zašto analogija između toka reke i toka vremena nije sasvim promašena. Kao što reka teče tako što je, ili zato što je, *voda* u *različitim* vremenskim trenucima (ili intervalima) *prisutna* na *različitim* mestima rečnog kanala, tako vreme teče tako što je, ili zato što je, *sadašnjost* u *različitim* vremenskim trenucima (ili intervalima) *pisutna* u *različitim* događajima svetske istorije.

Razlika u značenju između „*tako što*" i „*zato što*" u formulaciji prethodne analogije vrlo je suptilna (možda i presuptilna). No svejedno, sve što sam navođenjem tih alternativnih formulacija želeo jeste to da ostavim otvorenim da li je razlika između vremêna (*tempora*) posledica toga što vreme teče ili to što vreme teče počiva na realnosti razlike između vrêmena svetske istorije. U skladu s Lajbnicovim zahtevom, trebalo bi prihvatiti drugu varijantu, jer samom vremenu ne bi smelo da se dopusti da teče nezavisno od svetskih zbivanja, pa samim tim ni da bude *uzrok* razlike u vremenima. No u svakom slučaju, vreme teče ako (a, po Lajbnicu, i samo ako) postoje događaji koji se realno i nesvodivo razlikuju i po tome što su jedni prošli a drugi budući, pri čemu se, uz to, duž *B*-serije događanja, sama ova razlika, od vremena do vremena, odnosi na različite događaje.

Vremena, datumi i dve vrste teorija toka vremena

Kao što smo se već dogovorili, pod *vremenima* (*tempora*) podrazumevaćemo prošlost, sadašnjost i budućnost, a sad samo da dodam, anticipirajući, i razne njihove kombinacije. *Datumi* će pre svega biti određeni vremenski intervali, ali u širem smislu nego što se to uobičajeno uzima. Tako će datum biti 5. oktobar 2000. godine, ali i šesta sekunda 18. marta 2003, kao i sam mart 2003. ili sama 2003. godina, 21. vek, i tome slično *ad libitum*. Osim određenih intervala, nema zasad razloga da datumima ne smatramo i određene trenutke, kao, recimo, ponoćni trenutak između stare i nove godine. Kada je reč o datumima kao vremenskim intervalima, onda je njihova metrika, kao što je to i u svakodnevnoj upotrebi slučaj, zavisna od nekog zbivanja, kakvo je, recimo, kruženje Zemlje oko Sunca. U kontekstima pak u kojima se metrika može zanemariti, datumi ostaju još samo ono što je u formalnim teorijama kontinuuma označavano individualnim konstantama.

U prethodnom dvodimenzionalnom predstavljanju istorije sveta, koje je omogućilo određenje toka vremena, mi smo se koristili i datumima i vremenima. Datumi su bili vremenski intervali t_1, t_2, t_3, i t_4, koji su nam omogućili da odredimo mesto događaja e_1, e_2, e_3 i e_4 u *B*-seriji, što je poredak koji je nepromenjen u svim redovima koji predstavljaju svetsku istoriju u svakom od ovih vremenskih intervala. Sam izgled svetske istorije u t_1, t_2, t_3, i t_4 bio je pak određen prema tome koji je od događaja e_1, e_2, e_3 i e_4 sadašnji u kom od ovih intervala, za šta smo, dakle, morali da se koristimo ne više samo datumima nego i vremenima. Dakle, teorija koja na ovakav način predstavlja istoriju sveta i, shodno tome, prihvata realnost toka vremena, jeste *temporalistička*, iako se koristi i datumima, koji sami po sebi s temporalnošću nemaju veze. Drugim rečima, suprotnost između *atemporalističke* i *temporalističke* teorije nije u tome što jedna od njih ne bi prihvatala realnost *B*-serije, već u tome što temporalizam prihvata i *A*-seriju događanja time što prihvata realnost vremenâ.[173]

Ima, međutim, onih koji su, poput pre svega Prajora,[174] a nedavno i Pitera Ladlova,[175] izgradili teoriju po kojoj je ono što je realno samo *sam tok vremena* i svet koji je u tom toku *sadašnji*. Ta teorija je, zbog priznavanja realnosti samo onome što je u toku vremena sadašnje, nazvana *prezentizam*.[176] Prezentizam je očigledno suprotstavljen i atemporalističkoj i temporalističkoj teoriji, atemporalističkoj već po tome što ova ne priznaje tok vremena, a temporalističkoj, koja tok vremena prihvata, po tome što realnost ne priznaje ne samo *B*-serijama već čak ni prošlosti i budućnosti.

To što je, prema prezentizmu, jedino sadašnje stanje sveta realno ne znači da se ne može govoriti o stanju koje je *bilo realno*. Tome i služe *glagolska vremena*. Međutim, nešto prošlo nije bilo realno zato što se *nekog datuma* dogodilo, nego zato što je s obzirom na tok vremena bilo nešto *sadašnje*. Za to da bi neko stanje bilo realno i *nužan* i *dovoljan* uslov je da je sadašnje,

pa je samim tim nužan i dovoljan uslov za to da je neko stanje bilo realno to da je bilo sadašnje. Buduće stanje niti jeste niti je bilo realno, pošto u toku vremena nikad nije bilo sadašnje. Tako prezentizam, naizgled paradoksalno, može da objasni razliku između prošlosti i budućnosti a da ni prošla ni buduća stanja ne smatra realnim.

Što se pak datuma tiče, jasno je da ako neki prošli događaj nije realan, onda to nije ni vreme u kome se dogodio. Međutim, kao što se može govoriti o prošlosti uopšte, zahvaljujući tome što je nešto bilo sadašnje, tako se može govoriti i o preciznije određenoj prošlosti kao o vremenu kada je nešto bilo sadašnje, na šta se, po prezentizmu, govor o datumima u potpunosti svodi. Drugim rečima, *pre* i *kasnije*, koji su relacije *B*-serije svodivi su na relacije *A*-serije.[177] Za određenje datuma, kao vremena kada je nešto bilo sadašnje, moramo se služiti izrazima koji igraju ulogu takozvanih *temporalnih anafora*.[178] Naime, u nastojanju da odredimo neki prošli datum, mi uvek polazimo od nečeg sadašnjeg, barem implicitno, i zatim pomoću niza eksplicitnih ili implicitnih referiranja na događaje koji su bili sadašnji na kraju stižemo i do događaja koji nam kao *nekada sadašnji* omogućava da odredimo *odgovarajući datum* kao vreme kada je on bio sadašnji događaj: nešto je bilo sadašnje pre onoga što je sadašnje, nešto drugo je pre toga bilo sadašnje, nešto treće pre toga, i tako dalje dok ne stignemo do događaja zahvaljujući kome je određen datum kao vreme kada je on bio sadašnji događaj.

Prezentizam i nije tako neobična teorija kad se ima u vidu ona naša intuicija po kojoj je samo sadašnjost stvarna, a na čemu je zasnovano poznato životno geslo po kojem o prošlosti ne treba misliti, dok o budućnosti treba misliti samo utoliko ukoliko će biti sadašnjost našeg života. Načelna slabost ove teorije mogla bi biti to što je suviše antropocentrička i što se za određenje sadašnjosti kao svog osnovnog pojma služi jednim indeksikalom („sada").[179] Ironično bismo mogli da pitamo, aludirajući na Hajdegerovo „tu-biće", zašto prezentisti ne prošire svoj pristup i na prostor i ne kažu da je realna samo *ovdašnjost*, dok su tolika druga mesta na svetu (za koja bismo naivno rekli da su realna) samo bila ili će biti realna.

Što se raznih specifičnih teškoća prezentizma tiče, želim da ukažem samo na jednu koja se ne pominje, a koja je, osim toga što mi se sama po sebi čini važnom, značajna i zato što je temporalistička teorija, koja se takođe služi *sadašnjošću*, nema, ili bi je se bar lako mogla osloboditi.

Da li prezentisti sadašnjost shvataju kao nešto trenutno ili je vezuju za vremenski interval? Ako je prvo slučaj, onda oni doduše mogu da govore o *apsolutnoj sadašnjosti*, ali se pritom izlažu svim onim neugodnim pitanjima kojima smo se bavili u prvom poglavlju kada smo govorili o prednostima aristotelovske intervalske teorije kontinuuma posle uvođenja u igru svojstava fizičkog sveta. Da li se, naime, uopšte može govoriti o tome kakav je svet u trenutku? Ako je svet do nekog trenutka bio drugačiji nego što će potom biti, da li je on u trenutku onakav kakav je bio ili kakav će biti, ili je pre ni ovakav ni onakav? Ali kakav je onda? Osim toga, u trenutku se ništa ne događa, osim što možda nešto prestaje a nešto drugo počinje da se događa, a Ladlov, govoreći o temporalnim anaforama, eksplicitno govori o događajima. Na kraju, kako ćemo pomoću „sada" referirati na neprotežni trenutak, kada već i sama Božja promisao, a kamoli naša izjava o tome, traje neko vreme?

Ako se prezentisti opredele za drugu alternativu, pa o sadašnjosti govore kao nečemu što je vezano za vremenski interval, onda nastupaju teškoće druge vrste. Da li je sadašnjost nešto što se događa u sekundi, minutu, satu, danu, mesecu, godini, deceniji, veku, ili još i dužem vremenskom intervalu. Odatle se naravno lako dolazi do pitanja *gde* se završava *realnost* koja navodno pripada samo sadašnjosti, a *gde* počinje *nerealnost* prošlosti. Prezentisti, naime, ne bi smeli da svoj *osnovni pojam* ostave toliko neodređenim, a ne vidi se kako bi mogli da ga odrede, osim potpuno arbitrarno. Realnost i nerealnost ne bi pak smele da budu nešto toliko arbitrarno.

Temporalistička teorija nema ovakvu vrstu teškoća, kako god da se opredelimo da govorimo o sadašnjosti, jer je njoj

sadašnjost potrebna samo za to da bi se mogla napraviti razlika između prošlosti i budućnosti.

Ako o sadašnjem stanju sveta govorimo kao o stanju u vremenskom intervalu (kao što je to slučaj u primeru koji nam je poslužio za dvodimenzionalnu reprezentaciju svetske istorije), onda je jasno da nema apsolutne sadašnjosti, jer svaki interval ima podinterval koji je prošli u odnosu na neki njegov drugi podinterval. Ali, pošto temporalistička teorija ne proteže granice realnosti samo do granica sadašnjosti, odsustvo apsolutne sadašnjosti nema nikakve neželjene implikacije. Ono što je bitno i dovoljno je to da *koji god* događaj proglasili sadašnjim, postoji jasna razlika između događaja koji su u odnosu na njega prošli i onih koji su u odnosu na njega budući.

Zagovornici temporalističke teorije mogu, međutim, ako žele, da govore i o apsolutnoj sadašnjosti, kao graničnom trenutku između prošlosti i budućnosti, pošto za njih to ne mora, kao što sadašnjost u prezentizmu mora, da bude stanje sveta. Drugim rečima, umesto da o realnosti apsolutne sadašnjosti govore kao o realnosti sadašnjeg stanja sveta, temporalisti mogu o njoj govoriti kao o realnosti trenutka koji je najniža gornja i najviša donja granica između vremena u kojem su se dogodili svi prošli događaji i vremena u kojem će se dogoditi budući događaji.

Najzad, bez obzira na to u kojem smislu se odluče da govore o sadašnjosti (a moguće je prihvatiti oba jednovremeno, jer se ne isključuju), temporalisti mogu prihvatiti da budućnost nije realna, jer se budući događaji (još) nisu dogodili, a da realnim smatraju sva ostala stanja sveta. Unutar tih stanja bi mogli razlikovati ona koja su *prošla simpliciter* — a to su ona o kojima se u engleskom jeziku govori glagolskim vremenom koji se i zove *simple past tense* — i onih koja su sadašnja iako imaju delove koji su prošli — o kojima se u engleskom govori korišćenjem glagolskog oblika koji se, opet sasvim opravdano, zove *present perfect tense*. U ovom poslednjem slučaju, naime, potrebno je da se stanje prostire sve do granice s budućnošću, to jest do trenutka apsolutne sadašnjosti.

S obzirom na navedene prednosti temporalizma u odnosu na prezentizam, mi ćemo spor između onih koji veruju da je tok vremena nešto realno i onih koji to poriču razmatrati kao sukob između temporalizma i atemporalizma. Dodatan razlog za ovo je i to što temporalisti ne poriču realnost *B*-seriji događanja, pa je zanimljivo videti da li nam je pod tom pretpostavkom, i ako jeste, radi čega tačno, potreban i *tok vremena*.

Temporalna logika događaja

Artur Prajor se proslavio svojim sistemima vremenske logike.[180] Međutim, u tim sistemima se ne koriste datumi već samo vremenski operatori, tako da je teorija koja iza tih sistema stoji u stvari prezentizam. Ja ću u ovom odeljku izgraditi sistem logike događaja koji pretpostavlja i datume i vremena, što znači, dvodimenzionalni način predstavljanja istorije sveta. To ću učiniti iz tri razloga. Prvo, temporalistička teorija deluje, bar na prvi pogled, vrlo prihvatljivo, pa zaslužuje da se jedan njoj odgovarajući formalni sistem uvede u igru. Drugo, sam sistem će pokazati da je temporalistička teorija ne samo konzistentna, već i da je imuna na razna moguća opovrgavanja u stilu MakTagarta, kao što je ono (koje nismo razmatrali) po kojoj izbegavanje paradoksa navodno vodi u beskonačan regres. I najzad, skicirani sistem će nam omogućiti da u sledećem odeljku jasno sagledamo u čemu se sastoji atemporalistička reinterpretacija iskaza u kojima se pojavljuju vremena.

Sistem ćemo nadgraditi na aristotelovski sistem jednodimenzionalnog kontinuuma koji je formulisan u prvom poglavlju. Razlog za korišćenje ovog sistema umesto kantorovskog leži jednostavno u tome što su događaji primarno nešto što se dešava u nekom vremenskom intervalu a ne trenutno. Da bi bilo neposredno jasno da se radi o *vremenskim* intervalima, promenljive ćemo označavati sa t_1, t_2, t_3,..., a pojedine intervale konstantama t_1, t_2, t_3,... Događaje ćemo označavati sa e, e', e'',... i smatraćemo da su osim u vremenskom pogledu dobro

individuirani,[181] tako da potpunu individuaciju doživljavaju uparenjem sa nekim vremenskim intervalom. Tako će e(t_1) značiti da se inače dovoljno individuirani događaj e javlja u vremenskom intervalu t_1 i da zauzima ceo ovaj interval. Slično tome, e(t_1) će značiti da inače dovoljno individuirani događaj e zauzima interval koji promenljiva t_1 uzme za vrednost prelazeći preko skupa svih intervala.

Radi jednostavnosti, pretpostavićemo još da su događaji e, e', e'',... *elementarni* u smislu u kojem smo u poslednjem odeljku prvog poglavlja govorili o holističkim svojstvima, to jest, da se za svaki od ovih događaja koji se javlja u nekom intervalu može reći i da se javlja u svakom podintervalu datog intervala.[182] To ćemo, posle još nešto neophodne formalne pripreme, eksplicitno tvrditi aksiomom, koji će, s obzirom na devet već pretpostavljenih aksioma aristotelovskog sistema, biti deseti.

Došli smo do najvažnije tačke u izgradnji sistema.[183] Kako uvesti vremena? Neka je **A** asertorički operator pomoću kojeg će biti uvedene nove elementarne formule, pored onih koje aristotelovski sistem već sadrži. Tako će **A**e(t_1) biti elementarna formula kojom se tvrdi da se e javlja u t_1, a slično tome će elementarne formule biti i sve one koje se dobiju zamenom događaja e nekim drugim događajem i/ili konstante t_1 nekom drugom konstantom ili promenljivom. Operator **A** može delovati redundantno, pošto bismo mogli uzeti da već e(t_1) znači ono što **A**e(t_1) znači. Međutim, ovaj operator je značajan zbog toga što nam omogućuje da objasnimo zašto se različita vremena ne mogu uvesti uz pomoć operatora, kao u Prajorovim vremenskim sistemima bez datuma. Naime, ako bismo Prajorov vremenski operator N, koji znači „sada", stavili ispred **A**e(t_1), dobili bismo nešto što je trivijalno. Jer ako je **A**e(t_1) istinito, ono je istinito uvek, pa je redundantno reći da je sada istinito, kao i da je bilo ili da će biti istinito. Drugim rečima, u našem slučaju ne možemo primeniti strategiju zamene govora o vremenima događaja govorom o vremenima iskaza o tome. Umesto toga mi N, kao i bilo koje drugo slovo kojim se u igru uvodi neko od vremena, moramo staviti *posle* operatora **A**, čime N prestaje da bude operator i postaje predikatsko slovo koje označava *svojstvo sadašnjosti.* A da su vremena svojstva događaja, to je tačno ono što temporalistička teorija i pretpostavlja.

Pošto smo opravdali uvođenje operatora **A**, možemo formulisati najavljeni deseti aksiom, kojim se implicitno definiše *elementarni događaj*:

10. $(t_n)(\mathrm{Ae}(t_n) \Rightarrow (t_m)(t_m \Subset t_n \Rightarrow \mathrm{Ae}(t_m))$.

Naime, događaj je elementaran ako i samo ako za njega važi deseti aksiom. Preko elementarnih, lako bi bilo definisati i složene događaje, ali oni nam neće biti potrebni.

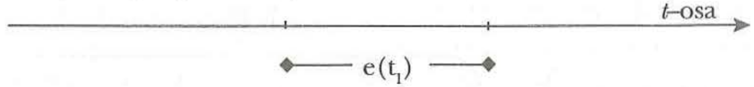
Pošto smo videli kako, ostaje da vidimo i koja ćemo sve vremena uvesti u sistem. Dosad smo pominjali *prošlost, sadašnjost* i *budućnost.* Međutim, sada ćemo stvar obogatiti sa još nekoliko vremena, ali držeći se jednog jasnog principa, koji će nam reći koliko tačno elementarno različitih vremena može da bude.

Skup prošlih događaja nije jednom zauvek fiksiran, što isto važi i za sadašnje i buduće događaje. Koji će događaji biti prošli, koji sadašnji, a koji budući, to zavisi od toga u kojem se vremenskom intervalu o događajima govori, odnosno, na kojem vremenskom intervalu iskaz o prošlosti, sadašnjosti ili budućnosti određenih događaja treba da bude istinit. Na primer, oni događaji su sadašnji koji su jednovremeni sa intervalom u kojima se o njima govori (ili bi se moglo govoriti). No vremenski intervali koje sami događaji zauzimaju i oni u kojima bi iskazi o njima bili istiniti mogu biti u više od tri vrste odnosa, da bi se broj vremena ograničio na tri — ako ovaj odnos uzmemo za princip po kojem ćemo uvoditi različita vremena, a što deluje kao jedini „principijelni" princip. Kad uzmemo u obzir da intervali o kojima je reč mogu biti u odnosima prethođenja, preklapanja, uključenosti i jednovremenosti (razlika između nadovezivanja i prethođenja bez nadovezivanja u ovom slučaju nije „principijelna"), onda različitih vremena može biti tačno osam, što će se jasno videti iz istinosnih uslova koje ćemo navesti za svaku od odgovarajućih elementarnih formula.

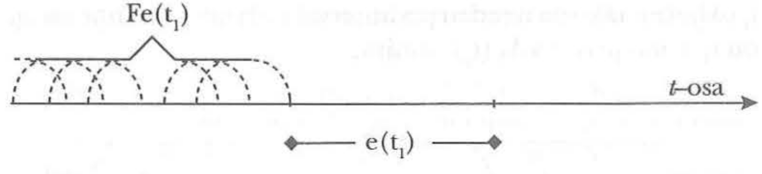
Imajući u vidu da se prošlost, sadašnjost i budućnost standardno obeležavaju sa P, N i F, mi ćemo osam vremena označiti kombinujući ove oznake, tako što će F, F_N, F-N, N, F-N-P, N-P, N_P i P, (kao predikatska slova!) u interpretaciji značiti da je događaj, kojem se svako od ovih svojstava redom pripisuje, *budući, delimično-budući-delimično-sadašnji, sadašnji-i-delimično budući, sadašnji, delimično-budući-sadašnji-i-delimično-prošli, sadašnji-i-delimično-prošli, delimično-sadašnji-delimično-prošli, prošli.*

Važno je primetiti da to što smo neka vremena dobili *kombinacijom* F i N, N i P, ili F, N i P, ne znači da ona nisu elementarna i da bi se mogla razložiti. Tako, na primer, to što je neki događaj delimično-prošli-delimično-sadašnji *ne znači* da je on i prošli i sadašnji (što bi bilo protivrečno). Naime, događaj je delimično-prošli-delimično-sadašnji ako se odigrava u intervalu koji se *preklapa* sa intervalom u kojem se o događaju govori (odnosno, na kome je iskaz da je događaj delimično-prošli-delimično-sadašnji istinit), pa zbog toga (zbog ovakvog preklapanja) nije tačno *ni* da je događaj prošli *ni* da je sadašnji, već upravo *jedino* i *nesvodivo* da je delimično-prošli-delimično-sadašnji.

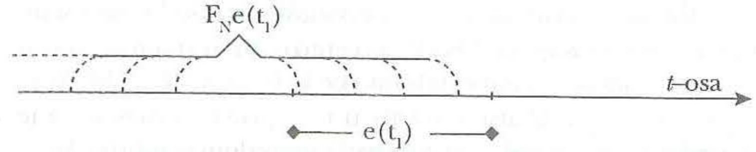
Definišimo sada istinosne uslove za elementarne formule $\mathbf{A}e(t_1)$, $\mathbf{A}Fe(t_1)$, $\mathbf{A}F_Ne(t_1)$, $\mathbf{A}$F-Ne(t_1), $\mathbf{A}Ne(t_1)$, $\mathbf{A}$N-Pe(t_1), $\mathbf{A}$F-N-Pe(t_1), $\mathbf{A}N_Pe(t_1)$ i $\mathbf{A}Pe(t_1)$.



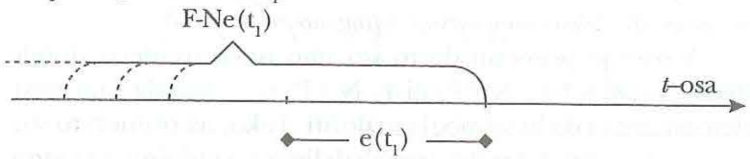
Ae(t_1) je istinito ako i samo ako se događaj označen sa e događa u vremenskom intervalu t_1.



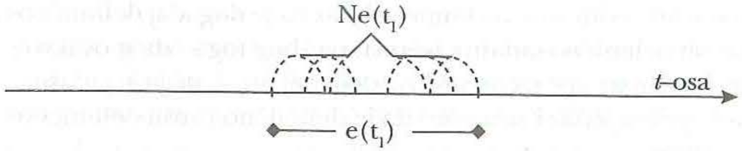
AFe(t_1) je istinito na i samo na intervalima koji prethode t_1, ako je uz to **A**e(t_1) istinito.



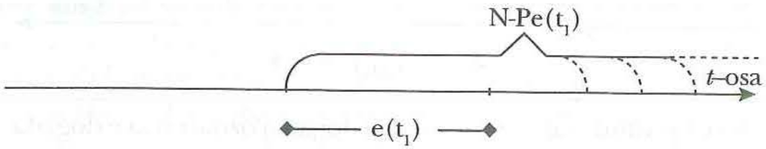
$AF_N e(t_1)$ je istinito na i samo na intervalima koji se preklapaju sa t_1, ako je uz to $Ae(t_1)$ istinito.



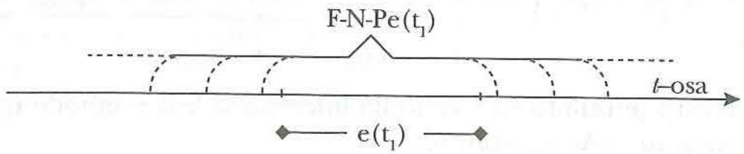
$AF\text{-}Ne(t_1)$ je istinito na i samo na intervalima u koje je interval t_1 uključen tako da nijedan podinterval ovih intervala nije kasniji od t_1, i ako je uz to $Ae(t_1)$ istinito.



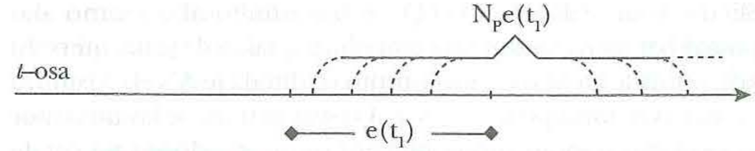
$ANe(t_1)$ je istinito na i samo na samom intervalu t_1, čime je i $ANe(t_n)$ istinito na svakom intervalu t_n koji je u t_1 uključen, ako je uz to $Ae(t_1)$ istinito.



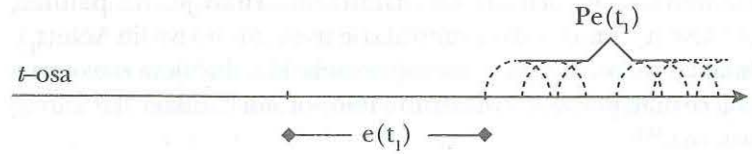
$AN\text{-}Pe(t_1)$ je istinito na i samo na intervalima u koje je interval t_1 uključen tako da nijedan podinterval ovih intervala nije raniji od t_1, i ako je uz to $Ae(t_1)$ istinito.



$AF\text{-}N\text{-}Pe(t_1)$ je istinito na i samo na intervalima u koje je interval t_1 uključen tako da svaki od ovih intervala ima i podinterval koji je raniji i podinterval koji je kasniji od t_1, ako je uz to $Ae(t_1)$ istinito.



$AN_P e(t_1)$ je istinito na i samo na intervalima s kojima se t_1 preklapa, ako je uz to $Ae(t_1)$ istinito.



$APe(t_1)$ je istinito na i samo na intervalima koji su kasniji od t_1, ako je uz to $Ae(t_1)$ istinito.

Nijedna od navedenih elementarnh formula koja sadrži neko vremensko predikatsko slovo, iako ne sadrži promenljive, nije još zatvorena, to jest nije rečenica, sve dok se ne kaže na kojem intervalu se tvrdi ono što se njom tvrdi. Tu neophodnu specifikaciju ćemo uvesti tako što ćemo, pre svega, dozvoliti da bilo koja od navedenih elementarnih formula, pa čak i $Ae(t_1)$, bude prefiksirana nekom individualnom konstantom. Tako će, recimo, $[t_5]Ae(t_1)$ značiti da se $Ae(t_1)$ tvrdi u t_5.

Dok je u slučaju $Ae(t_1)$ prefiksiranje trivijalno, pa ga po dogovoru možemo i izostavljati, to sa ostalim elementarnim formulama, koje sadrže vremenske predikate, nije slučaj. Tako će, na primer, $[t_5]APe(t_1)$ biti istinito ako i samo ako je, pored toga što je $Ae(t_1)$ istinito, istinito i $t_1 \prec t_5$.

Kad je reč o elementarnim formulama koje umesto individualnih konstanti sadrže promenljive, a čije je istinosne uslove lako izvesti iz onih koje smo definisali za elementarne formule sa konstantama, za njihovo zatvorenje će dovoljni biti i kvantifikatori, s tim što kvantifikovana individualna promenljiva ne sme da se javlja u samoj elementarnoj formuli, već mora ostati prividno slepa, i jedina slepa, promenljiva. Tako će, recimo, $(t_2)(t_1)\mathrm{ANe}(t_1)$ biti istinito ako i samo ako je uvek istinito tvrditi da je $\mathrm{ANe}(t_1)$ istinito za svaku vrednost promenljive t_1. Slično tome, $(\exists t_2)(t_1)\mathrm{ANe}(t_1)$ će biti istinito ako i samo ako postoji bar jedna vrednost promenljive t_2 takva da je na intervalu koji predstavlja tu vrednost istinito tvrditi da je $\mathrm{ANe}(t_1)$ istinito za svaku vrednost promenljive t_1. Pri svemu tome se kvantifikator sa prividno slepom promenljivom može, u odnosu na ostale kvantifikatore, javiti na bilo kom mestu. I naravno, kvantifikovana prividno slepa promenljiva se može prefiksirati i elementarnoj formuli s konstantom. Tako je, na primer, $(t_2)\mathrm{ANe}(\mathrm{t}_1)$ istinito ako i samo ako je uvek istinito tvrditi $\mathrm{ANe}(\mathrm{t}_1)$. Imajući sve ovo u vidu pogledajmo nekoliko slučajeva zatvorenja koji će nam pokazati eminentno temporalni karakter skiciranog sistema.[184]

Izostavljujući kvantifikaciju prividno slepe promenljive u slučaju elementarne formule koja ne sadrži vremenske predikate, $(\exists t_n)\mathrm{Ae}(t_n)$ je istinito ako i samo ako postoji bar jedna vrednost promenljive t_n za koju je $\mathrm{Ae}(t_n)$ istinito. Međutim, zahvaljujući desetom aksiomu, ako postoji ijedna, nikad ne postoji samo jedna vrednost za koju je $\mathrm{Ae}(t_n)$ istinito. Iz istog razloga ne postoji ni *apsolutno sadašnji* događaj. No nema razloga da se ne dopusti da se neki događaj ne proteže kroz sve vreme. Drugim rečima, $(t_m)\mathrm{Ae}(t_m)$ može biti *kontingentno istinito.* Ali, zanimljivo je, i za razumevanje temporalnog karaktera sistema krajnje značajno, da ni tada, kada je $(t_m)\mathrm{Ae}(t_m)$ *istinito,* $(\exists t_n)(t_m)\mathrm{ANe}(t_m)$ *nije istinito,* što važi i za svaki drugi slučaj u kome bi na mestu N stajao neki drugi vremenski predikat. Jer, redosled kojim su uvedeni kvantifikatori zahteva da se pri evaluiranju uvek prvo fiksira vrednost promenljive t_n, a tada je uvek moguće naći vrednost za t_m za koju će $\mathrm{ANe}(t_m)$ biti lažno. Na primer, ako je t_k fiksirana vrednost za t_n, onda je u valuaciji u kojoj je t_l vrednost promenljive t_m, a $\mathrm{t}_l \prec \mathrm{t}_k$, $\mathrm{ANe}(\mathrm{t}_l)$ lažno. Ono što važi za $(\exists t_n)(t_m)\mathrm{ANe}(t_m)$, važi, *a fortiori*, i za $(t_n)(t_m)\mathrm{ANe}(t_m)$.

Ako je $(t_m)\mathrm{Ae}(t_m)$ istinito, univerzalno zatvorenje prividno slepom promenljivom ne daje istinu ni u drugom redosledu uvođenja kvantifikatora, to jest, $(t_m)(t_n)\mathrm{ANe}(t_m)$ je takođe lažno (što ostavljam čitaocu da proveri konsultujući navedene istinosne uslove). Međutim, ako je $(t_m)\mathrm{Ae}(t_m)$ istinito, $(t_m)(\exists t_n)\mathrm{ANe}(t_m)$ jeste istinito, kao i u svakom drugom slučaju u kojem umesto N stoji neki drugi vremenski predikat (neka se čitalac sam u to uveri).

Naravno, pošto je i $(\exists t_n)(t_m)\mathrm{ATe}(t_m)$, i $(t_n)(t_m)\mathrm{ATe}(t_m)$, i $(t_m)(t_n)\mathrm{ANe}(t_m)$, pri svakoj zameni shematskog slova T nekim vremenskim predikatom, lažno ako je $(t_m)\mathrm{Ae}(t_m)$ istinito, to će biti slučaj i ako je samo $(\exists t_m)\mathrm{Ae}(t_m)$ istinito a $(t_m)\mathrm{Ae}(t_m)$ lažno, i, *a fortiori,* ako je $(\exists t_m)\mathrm{Ae}(t_m)$ lažno. No i $(t_m)(\exists t_n)\mathrm{ATe}(t_m)$ je istinito samo ako se događaj e proteže kroz *sve* vreme, to jest ako je $(t_m)\mathrm{Ae}(t_m)$ istinito, dok je u svim drugim slučajevima lažno (što se lako može proveriti). U svim drugim slučajevima, jedina istinita zatvorenja su ona koja imaju formu $(\exists t_m)(\exists t_n)\mathrm{ATe}(t_m)$. To znači da su *same istine* o vremenima *temporalne.* Ova *temporalizacija istina o nečemu što je nesvodiva karakteristika sveta* predstavlja glavnu tačku neslaganja *temporalista* i *atemporalista.*

Još jednu stvar treba uočiti kad je reč o elementarnim vremenima, koju smo već nagovestili, a koja se sad može dokazati. Bez obzira da li se događaj e proteže kroz sve vreme ili ne, to jest, bez obzira da li je istinito i $(t_m)\mathrm{Ae}(t_m)$, ili samo $(\exists t_m)\mathrm{Ae}(t_m)$, ne postoji nijedna valuacija za koju bi formule dobijene bilo iz $(t_m)(\exists t_n)\mathrm{ATe}(t_m)$ bilo iz $(\exists t_m)(\exists t_n)\mathrm{ATe}(t_m)$ zamenom shematskog slova dvama *različitim* predikatima bile obe istinite. To znači da za svaki događaj, protezao se on kroz sve vreme ili ne, važi da je ekskluzivno ili *budući,* ili *delimično-budući-delimično-sadašnji,* ili *sadašnji-i-delimično-budući,* ili *sadašnji,* ili *delimično-budući-sadašnji-i-delimično-prošli,* ili *sadašnji-i-delimično-prošli,* ili *delimično-sadašnji-delimično-prošli,* ili *prošli.* To znači da je osmočlana podela vremena, pored toga što je *iscrpna,* i *ekskluzivna.*

Iscrpnost i ekskluzivnost podele vremena dovoljne su za tvrđenje da je temporalistička teorija, uprkos odsustvu apsolutne sadašnjosti, *neprotivrečna*, bar kada su u pitanju *elementarna* vremena. To je jedna od prednosti formalizma. Sad možemo da kažemo da je zaključak o neprotivrečnosti u odnosu na elementarna vremena konkluzivan. Ostaje nam da vidimo da li stvar ostaje nepromenjena i u slučaju *složenih* vremena, koja se formalno grade *iteracijom* vremenskih predikata.[185]

Sâmo značenje elementarnih formula koje se dobijaju iteracijom vremenskih predikata intuitivno je potpuno jasno. Na primer, AFPNe(t_n) tvrdi da će postojati slučaj kada je postojao slučaj kada je događaj e, za koji se tvrdi da se javlja u t_n, bio sadašnji. Formalna pak rekurzivna definicija istinosnih uslova svih elementarnih formula sa iteriranim vremenskim predikatima nalazi se u apendiksu II.

U istom apendiksu nalaze se i četiri leme dokazive matematičkom indukcijom (tri su i dokazane, a dokaz za jednu od njih je prepušten čitaocu). Ovde ću rezimirati smisao tvrđenja ovih lema, odakle će se videti njihov filozofski značaj za temporalističku teoriju.

Prva lema pokazuje da se iteriranjem vremenskih predikata nikad ne dobija formula koja je istinita na svim intervalima, što znači da nijedna istina o vremenima događanja nije ni sama atemporalna. Drugim rečima, ima uvek nečeg nesvodivog što se o svetu može reći, a što predstavlja temporalnu istinu.

Druga lema pokazuje da ukoliko je uopšte istina da se neki događaj dešava u nekom vremenskom intervalu, onda je bilo koje tvrđenje o tome koje sadrži bilo koji niz iteriranih vremenskih predikata bar nekad istinito. To znači da nijedna temporalna tvrdnja nije atemporalno lažna samo na osnovu toga što je temporalna, već to može biti jedino ako je tvrđenje da se događaj dešava u naznačenom intervalu sâmo lažno.

Treća lema pokazuje ekskluzivnost bilo koga vremena u odnosu na ostala vremena istog stepena kompleksnosti. Ako je neko temporalno tvrđenje o nekom događaju istinito, onda nijedno drugo tvrdnje o tom događaju koje sadrži isti broj vremenskih predikata ne može biti istinito.

Četvrta lema pokazuje da nijedna vremenska iteracija nije trivijalna, što znači da dodavanje novog vremenskog predikata transformiše tvrđenje istinito na nekom intervalu u tvrđenje koje je na tom intervalu lažno, izuzev kada je reč o dodavanju vremenskog predikata N. Ovo poslednje ograničenje je potpuno razumljivo, jer ako neko kaže da je neki događaj sadašnji (ili da je prošli, budući, itd.), on ništa netrivijalno neće dodati ako kaže da je ta sadašnjost događaja (odnosno njegova prošlost, budućnost, itd.) sadašnja.

Prethodne leme pokazuju da se složena vremena na benigan način mogu neograničeno nadgrađivati na elementarna. Ne samo što time neće ni u jednom trenutku biti narušena nijedna karakteristika koju je sistem imao na nivou elementarnih vremena, što uključuje njegovu neprotivrečnost, već se u ovoj nadgradnji ne radi ni o kakvom lošem regresu, pošto uvođenje i smisao elementarnih vremena, kao i bilo kojeg složenog vremena, ni na koji način ne zavisi od uvođenja i smisla vremena većeg stepena složenosti.

Dvodimenzionalno predstavljanje istorije sveta, odnosno toka vremena, pokazuje kako se procesom svetske istorije ispunjavaju, i kako daljim tokom prestaju da budu ispunjeni, istinosni uslovi tvrđenja koja sadrže vremenske predikate. AFe(t_1) je istinito u svim redovima koji istoriju sveta prikazuju tako da dvodimenzionalnom reprezentacijom nije obuhvaćen nijedan interval koji je u t_1 uključen. Zato se u svim intervalima obuhvaćenim tim redovima dvodimenzionalnog predstavljanja informacija da Ae(t_1), ako je tačna, može istinito *dopuniti* informacijom po kojoj je događaj e budući događaj. Svaki sledeći red u kojem dvodimenzionalna reprezentacija obuhvata intervale uključene u t_1, ali tako da oni nemaju sa t_1 zajednički kraj, odnosiće se na situaciju u kojoj su zadovoljeni uslovi za istinitost AF$_N$e(t_1), te će u toj, i samo u toj, situaciji tvrđenje da je Ae(t_1) istinito biti moguće *dopuniti* istinitim tvrđenjem da je događaj e delimično-budući-delimično-sadašnji. I tako redom. Važno je primetiti da u dvodimenzionalnoj reprezentaciji *nijedna dva vremena* iz niza F, F$_N$, F-N, N, F-N-P, N-P, N$_P$ i P neće nikada pripadati *istom redu*, a što važi i za svaka dva različita složena vremena.

Ukažimo na kraju na jednu razliku između naše temporalne logike događaja i takozvanih prirodnih jezika, koji se takođe koriste i datumima i vremenima. Naš sistem sadrži osam različitih elementarnih vremena, jer to, s logičke tačke gledišta, predstavlja listu koja je iscrpna i ekskluzivna. U prirodnim jezicima broj gramatički različitih glagolskih oblika u tom pogledu prilično varira od jezika od jezika, ali su prirodni jezici po pravilu siromašniji. Tako, recimo, nemački jezik sadrži pet različitih oblika: pluskvamperfekat, imperfekat, običan perfekat, sadašnje i buduće vreme. Pluskvamperfekat se koristi kada se govori o daljoj prošlosti (što bi odgovaralo složenom vremenu $PPe(t_1)$), dok se imperfekt i obično prošlo vreme koriste manje-više alternativno. Oblik za buduće vreme, međutim, uopšte se ne koristi za govor o budućim digađajima, jer se za to koristi prezent. Tako se, da se izrazi da ću sutra doći, kaže „Ich komme morgen", a ne, kao što govore oni koji gramatičko buduće vreme ne znaju da koriste pravilno, „Ich werde morgen kommen". Naime, ovaj se oblik koristi samo za to da istakne moju odlučnost da sutra dođem. Engleski jezik je u pogledu broja elementarnih vremena bogatiji. Već smo ukazali na razliku između vremena *simple past tense* i *present perfect tense*.

No, bilo kako bilo, i broj i način korišćenja različitih glagolskih vremena izgleda krajnje proizvoljan i neprincipijelan s čisto logičke tačke gledišta, što nije nikakva kritika prirodnih jezika. U prirodnim jezicima može da bude važnija neka nijansa, kao ona u nemačkom između „Ich komme morgen" i „Ich werde morgen kommen", nego iscrpnost i ekskluzivnost glagolskih vremena, čije se odsustvo obično nadoknađuje kontekstom ili nekim drugim pomagalom koje nam običan jezik nudi. Štaviše, nije jasno da li je bogatstvo glagolskih oblika uopšte prednost jednog prirodnog jezika u odnosu na neki drugi prirodni jezik. Sa atemporalističkog stanovišta, prednost bi pre bila siromaštvo, jer se time prirodni jezik bliži idealnom jeziku atemporalista, čija je reinterpretacija

temporalnih jezika i temporalne logike događaja predmet sledećeg odeljka.

Atemporalistička reinterpretacija temporalne logike

Vidimo, posle svega, da se atemporalisti ne mogu pozivati na MakTagartov paradoks u cilju opravdavanja svoga stanovišta, pošto se ovaj paradoks može uspešno otkloniti i na način kojim se realnost *A*-serija očuvava. Međutim, oni mogu pribeći strategiji koja mnogo više obećava. Naime, priznajući konzistentnost temporalizmu, oni mogu pokušati da reinterpretiraju vremena, koja su u temporalističkoj logici *nesvodiva monadička svojstva događaja*, tako da ona postanu definljiva preko *osnovnih relacija* u kojima stoje vremenski intervali u kojima se događaji odigravaju i vremenski intervali u kojima se o događajima govori. Pošto su ove relacije nešto što se u temporalizmu priznaje, atemporalistima ostaje još samo da, poredeći svoju teoriju sa temporalističkom, citiraju *Okamov brijač* (*entia praeter necessitatem non sunt multiplicanda*!), da bi vremena (mada ne i vreme) definitivno izbrisali sa inventarne liste entiteta koji realno postoje.

Ima nekoliko stvari koje već na prvi pogled čine ovakvu jednu strategiju privlačnom. Prvo, činjenica je da se u bilo kojoj verziji temporalizma — pa i onoj koja počiva na intervalskom sistemu kontinuuma na koji je u prošlom odeljku nadgrađen temporalni logički sistem — događaji vezuju za *istu vrstu* elemenata vremenskog kontinuuma za koju se vezuju i tvrđenja kojima se vremenski predikati događajima pripisuju, tako da ima smisla proveriti ideju da to *koji* će se *vremenski predikat* nekom događaju pripisati zavisi isključivo od *odnosa* u kojem stoji *vreme tvrđenja* prema vremenu *samog događanja*. Drugo, a što je naročito indikativno, *istinosni uslovi* za pripisivanje vremenskih predikata *menjaju se* upravo prema tome *kako se menja* odnos između vremena u kojem se događaj odigrava i vremena u kojem se o tome govori. I treće, a s obzirom na cilj atemporalista najvažnije, sami ovi istinosni uslovi su *atemporalni*, to jest, u njima se ne pojavljuju vremena već samo datumi. Razmotrimo detaljnije svaku od ove tri stvari.

Ako ima razloga što smo koristili aristotelovski sistem kontinuuma za smeštanje događaja u vreme, isti razlozi nas navode (i naveli su nas) da i tvrđenja kojima se ovim događajima pripisuju temporalna svojstva takođe smestimo na intervale aristotelovskog kontinuuma. Pritom je važno uočiti da se pod vremenskim intervalom u kojem je neka tvrdnja izrečena ne misli striktno na interval koji nije ni duži ni kraći od dužine trajanja samog izričaja tvrdnje. U običnom jeziku nam najčešće kontekst pomaže da se bar okvirno odredi o kom je intervalu reč kada se govori o vremenu u kojem je nešto tvrđeno. S jedne strane, kad kažem da pada kiša, ja ne govorim ni o nečem prošlom ni o nečem budućem, ali takođe ne želim da se ograničim samo na interval koji moja izjava zauzima. Reči „pada kiša" mogu se izgovoriti za sekundu ili dve, a ja sigurno ne želim da se sadašnjost koju padanju kiše pripisujem protegne samo na sekundu ili dve. S druge strane, neki su pak događaji toliko kratki da ne mogu dovoljno brzo da kažem da se sada dešavaju. Tako sam prinuđen da sa zakašnjenjem uzviknem „Uh, što me nešto probode!", pošto u vreme trajanja događaja u kome bih želeo da o njemu govorim u sadašnjem vremenu prosto nisam bio u stanju da izgovorim odgovarajuću rečenicu o tome šta se dešava. Ako želim da budem precizan, ili eksplicitan, u pogledu onoga što kontekst implicitno određuje, mogu reći, na primer, da kiša *od jutros* pada, upotrebljavajući *sadašnje vreme.* To znači da tvrdnja o sadašnjem padanju kiše i sama važi *od jutros, kao da* sam još jutros počeo da je izgovaram i tek sad završio. U svakom slučaju, vreme za koje se eksplicitno kaže ili implicitno podrazumeva da je vreme u kojem tvrđenje treba da važi *ne sme biti kraće* od vremena trajanja samog događaja za koji se tvrdi da je sadašnji, jer bi inače tvrđenje bilo lažno, pošto događaj ne bi bio sadašnji nego ili delimično-sadašnji-delimično-prošli (N_P), ili sadašnji-i-delimično-prošli (N-P), ili delimično-budući-delimično-sadašnji (F_N), ili sadašnji-i-delimično-budući (F-N), ili delimično-budući-sadašnji-i-delimično-prošli (F-N-P). Ali ne samo to. Pod uslovom da je događaj za koji se kaže da je sadašnji sam vremenski dobro individuiran, vreme za koje se pretpostavlja da je vreme u kojem tvrđenje treba da važi *ne sme da bude ni duže* od vremena samog događaja za koji se kaže da je sadašnji, ovoga puta zato što to više ne bi bilo tvrđenje o tom nego o nekom drugom događaju. Treba naime uočiti da prema desetom aksiomu za elementarne događaje doduše važi da, ako je $t_m \Subset t_n$, onda Ae(t_n) povlači za sobom Ae(t_m), ali Ae(t_n) i Ae(t_m) nisu tvrdnje o istom događaju, ako se ima u vidu i njegova vremenska individuacija, pa samim tim tvrditi ANe(t_n) nije isto što i tvrditi ANe(t_m). Sve u svemu, to što vreme za koje se pretpostavlja da je vreme u kojem tvrđenje o sadašnjosti nekog događaja treba da važi ne sme da bude ni kraće ni duže od vremena u kojem se događaj o kojem je reč dešava, već mora biti *jedno isto vreme,* čini da su istinosni uslovi iskaza o sadašnjosti događaja *token reflexive,*[186] što ne znači ništo drugo do da je vreme događaja za koji se kaže da je sadašnji *jednoznačno određeno* vremenom na koje se sam *konkretan* iskaz proteže. Tako je konkretan iskaz o tome da kiša sada pada istinit ako i samo ako kiša zaista pada u vremenu koje je eksplicitno ili implicitno[187] određeno kao vreme u kojem dotičan iskaz treba da važi.

Pređimo sad na drugu stvar, za koju sam rekao da je indikativna s obzirom na namere atemporalista. Iz same činjenice da vreme za koje se pretpostavlja da je vreme u kojem tvrđenje o sadašnjosti nekog događaja treba da važi ne sme da bude ni kraće ni duže od vremena u kojem se događaj o kojem je reč dešava, već mora biti jedno isto vreme, sledi da će svaka promena u vremenu događanja automatski narušiti istinitost tvrđenja o njegovoj sadašnjosti i ispuniti neke *druge* istinosne uslove, to jest uslove za pripisivanje nekog *drugog vremena.*[188] Ali to znači ujedno da i ovi drugi uslovi zavise isključivo od odnosa između pretpostavljenog vremena u kojem tvrđenje o odgovarajućem novom vremenu događanja treba da važi i vremena u kojem se sam događaj odigrava. I tako dalje, i tako dalje. Novozadovoljeni istinosni uslovi biće zadovoljeni dok se ne naruši dati odnos između vremena pretpostavljenog važenja iskaza i vremena odigravanja događaja, kada će ponovo biti zadovoljeni neki *treći* istinosni uslovi, to jest uslovi za pripisivanje nekog novog vremena. Na primer, događaj koji je prethodnom promenom od sadašnjeg (N) postao delimično-sadašnji-delimično-prošli (N_P) događaj, tako da je $ANe(t_n)$ prestalo da bude a $AN_Pe(t_n)$ postalo istinito, postaće u jednom trenutku prošli (P) događaj, čime će sad $AN_Pe(t_n)$ prestati da bude a $APe(t_n)$ početi da bude istinito. Drugim rečima, konkretne istancijacije temporalnih iskaza doživeće promenu tokom istorije sveta *isključivo* zbog promene odnosa između vremena kad su iskazi izrečeni i vremena u kome se događaj o kome govore dešava. To, pored ostalog, znači da su u stvari istinosni uslovi svih konkretnih istancijacija (*token*) temporalnih izkaza *token reflexive*, pošto je to da li su istiniti zavisno od vremena kada su izgovoreni, jer, kao što smo videli, svaki temporalan iskaz o nekom događaju je bar nekad istinit, ako događaj uopšte pripada istoriji sveta.

Sada dolazimo do najvažnije stvari. Iako se istinosni uslovi temporalnih iskaza menjaju tokom istorije sveta, oni se, dakle, menjaju na *sistematski* način, koji zavisi *isključivo* od odnosa između vremena kada su iskazi izrečeni, odnosno intervala na kojima bi trebalo da važe, i vremena kada se događaj o kojem je reč dogodio. To omogućava da se ovi istinosni uslovi odrede i *atemporalno*, to jest *bez* pozivanja na *vremena* o kojima iskazi govore, što sam i ja sam učinio u prošlom odeljku, skicirajući sistem temporalne logike. A to što su istininosti uslovi temporalnih iskaza sami atemporalni dovoljno je atemporalistima da izvrše logičko-ontološku reinterpretaciju temporalnih iskaza, koja im omogućava da *poreknu realnost vremenâ*.

Ovde treba biti vrlo oprezan i ne požuriti pa tvrditi da je moguće izvršiti *značenjsku redukciju* temporalnih izkaza na atemporalne, što je bilo ono što je u ranoj verziji atemporalizma pokušao da učini Bertrand Rasel.[189] Protiv značenjske redukcije govori već to što se u ekvivalenciji kojom se tvrde istinosni uslovi temporalnih iskaza s leve strane nalazi nešto što *ne može* biti

uvek istinito, a s desne, naprotiv, nešto što je, ako je uopšte istinito, *uvek* istinito. Ali, ako je tako, čoveka bi moglo da zbuni već to što se dopušta ekvivalencija između *nužno samo nekad* i *možda uvek* istinitog.

Rešenje se, naravno, sastoji u tome što se s leve strane ekvivalencije nalazi izkaz *objekt-jezika*, a s njene desne strane izkaz *meta-jezika*. Ako je, naime, ono što stoji na levoj strani *de facto* istinito u *vremenu kada je tvrđeno*, onda je *vanvremena istina* tvrđena desnom strane ekvivalencije to da je iskaz s leve strane izrečen u vremenu kad je istinit. Kada za padanje kiše kažem da je sadašnji događaj, i kiša pritom zaista pada, onda su ispunjeni istinosni uslovi za to tvrđenje, te je vanvremena istina da je iskaz izrečen u vreme kada je istinit.

Ostaje da se razjasni najdelikatnija stvar. Ako savremeni atemporalisti ne vrše značenjsku redukciju temporalnih iskaza,[190] kako to što su istinosni uslovi ovih izkaza atemporalni omogućuje *ontološku redukciju vremenâ*?

Razmotrimo jedan analogan slučaj ontološke redukcije koji danas ne bi bio nerazumljiv ni ne-filozofima. Nekada se verovalo da je svojstvo *biti lep* objektivno svojstvo nečega ili nekoga i svakodnevni jezik još uvek sadrži tu implikaciju. Međutim, danas teško da ko veruje da je to slučaj. Neki pas nije lep sam po sebi, već je lep samo ako mi, ili naš mozak, reagujemo na njegovu pojavu na određeni način. Baš zato i nema protivrečnosti između dva naizgled protivrečna iskaza, od kojih jedan za istog psa tvrdi da je ružan za koga drugi iskaz tvrdi da je lep. I ovde nas samo navođenje istinosnih uslova koje daju psiholozi (ili neurofiziolozi), a koje bi danas i običan čovek razumeo i s njima se složio, navodi na to da kažemo da svojstvo *biti lep*, za razliku od svojstava *biti tog i tog oblika* ili *biti te i te veličine*, nije realno svojstvo samog psa, već da su neka njegova *druga* svojstva *uzrok* izvesne naše *reakcije* na njegovu pojavu, zbog čega kažemo da je lep. I ovde se, dakle, radi o *ontološkoj eliminaciji* jednog svojstva, za koje se prethodno verovalo da je svojstvo stvari u svetu samih po sebi, na osnovu *istinosnih uslova* iskaza kojima se to svojstvo nečemu pripisuje.

Slično ovom, nadam se nespornom, slučaju, nema ničeg nelegitimnog u tome što atemporalisti na osnovu vanvremenih istinosnih uslova iskaza kojima se vremenska svojstva događajima pripisuju, a pozivajući se pritom na *Okamov brijač*, odbacuju tvrdnju da su temporalna svojstva svojstva događaja samih po sebi. To ne znači da oni smatraju da je nelegitimno govoriti o temporalnim svojstvima događaja — baš kao što mi ne prestajemo da govorimo da je neko lep. To samo znači da temporalna svojstva *nisu realna u smislu u kojem to smatraju temporalisti.* Bez ovog *komparativnog smisla* koji se tiče *realnosti nečega* teško da bi ikoja ontološka eliminacija uopšte imala smisla.

Ontološka eliminacija vremena ne znači da nama temporalni jezik i temporalna logika nisu potrebni i važni. Ako nemam sat, ništa mi ne vredi što mi neko kaže da je najavljeno bombardovanje mosta preko koga treba da pređem i navede tačno vreme u koje će se to dogoditi. Za mene je u tom slučaju važno što je bombardovanje mosta *budući* događaj, koji se može desiti baš kada ja most budem prelazio. Ali, *objašnjenje* toga zašto je to meni važno, dok se odlučujem da li da pređem most, počiva u potpunosti na tome što je moje odlučivanje *ranije* ili *kasnije* od najavljenog bombardovanja, a ne na navodnoj realnosti samog temporalnog svojstva *biti budući* ili *biti prošli* koje se bombardovanju pripisuje.

Da bismo atemporalističku eliminaciju vremena učinili intuitivno prihvatljivijom, pogledajmo šta se u analognom slučaju dešava sa prostornim svojstvima. Teško da bi neko rekao da je svojstvo *biti ovdašnji*, što je prostorni analogon svojstva *biti sadašnji*, realno svojstvo neke stvari ili nekog događaja. Nešto je *ovde* samo zato što se *ja* nalazim *gde* i to nešto. Ako su pak *biti ovdašnji* i *biti sadašnji* prostorno-vremenski analogoni, onda nas očigledna neprihvatljivost toga da je *biti ovdašnji* realno svojstvo događaja po sebi navodi da to isto kažemo i za svojstvo *biti sadašnji.*

Moglo bi se pomisliti da nas sam jezik ovde zavodi, jer kad je reč o vremenu mi koristimo različite glagolske oblike kada

govorimo o prošlim, sadašnjim i budućim događajima (ili je to bar tako u većini jezika), dok kad je u pitanju prostor tome analogni jezički oblici ne postoje. No setimo se još jednom jezika Hopi Indijanaca, u kojem to nije tako, već se za govor o prostorno udaljenim događajima koriste *različiti* glagolski oblici. Hopi Indijanci su možda skloni da zbog toga veruju da je *biti ovdašnji* objektivno svojstvo događaja po sebi. Od Frankene potiče izraz „naturalistička greška“,[191] koji se odnosi na slučajeve, poput onoga iz primera sa svojstvom *biti lep*, kada nešto, iz razloga što nas na to navodi jezik, pogrešno smatramo nečim što kao takvo pripada samom svetu. Tako bismo mi, koji govorimo neki standardni indo-evropski jezik, verovatno bez oklevanja rekli da Hopi Indijanac koji zaveden svojim jezikom veruje da je svojstvo *biti ovdašnji* realno svojstvo događaja, zbog čega same događaje objektivno razlikuje i po tome što jesu ili nisu ovdašnji, u stvari pravi naivnu *naturalističku grešku.* Na sličan bi način atemporalisti mogli gledati na temporaliste, čudeći im se što se još nisu oslobodili toga da veruju u realnost *vremenâ*, te bi ih optužili da prosto čine naturalističku grešku.

Posle svega, izgleda, dakle, da se i temporalistička teorija, uprkos njenim prednostima u odnosu na prezentizam, može optužiti za antropocentrizam. No glavna prednost atemporalističke teorije je u tome što njena reinterpretacija temporalnih iskaza, uz primenu *Okamovog brijača*, opravdava *ontološku eliminaciju vremenâ*, bar dok se spor između temporalista i atemporalista kreće u okvirima onoga što smo razmatrali u ovom poglavlju, a što je okvir u kojem se spor i vodi u tekućoj literaturi. Zato možemo i razumeti zašto je atemporalizam danas takoreći zvanično prihvaćena teorija. Međutim, *entia non sunt multiplicanda* samo *praeter necessitatem*, pa zato ne smemo tvrditi da su atemporalisti dobili rat, ako im i priznamo da su dobili ovu određenu bitku. Razmatranje odnosa vremena i modalnosti, čime ćemo se baviti u sledećem odeljku, moglo bi stvar okrenuti u korist temporalizma.

Vreme i modalnost

Semantika mogućih svetova i unutarsvetski modaliteti

Semantiku mogućih svetova izložićemo samo u onoj meri u kojoj će nam to biti potrebno za definiciju pojma unutarsvetskih modaliteta, koji će nam pak biti neophodan za povezivanje vremena i modalnosti unutar sistema vremenske modalne logike događaja.[192]

Mogućim svetom smatra se svaki svet koji se može u potpunosti opisati nekim neprotivrečnim skupom rečenica.

Aktualni svet je bilo koji mogući svet koji se iz bilo kojih razloga smatra aktualnim. Ovo trivijalno formalno određenje je zgodno jer nas ne obavezuje *a priori* da kažemo koji je svet aktualan, pošto to šta će se smatrati aktualnim svetom zavisi od daljih specifikacija koje mogu znatno varirati od teorije do teorije.

Pojam aktualnog sveta ne treba brkati s pojmom *realnog sveta*, pošto je pojam aktualnog sveta obično uži od pojma realnog sveta. Naime, aktualni svet može biti isto što i realni svet, ali realni svet može biti i skup više na određeni način povezanih aktualnih svetova, koji čak ne moraju biti ni međusobno neprotivrečni, jer se ne zahteva da aktualni svetovi budu jednovremeno aktualni. Kao što *skup svih mogućih svetova* sadrži kao elemente i svetove koji su međusobno protivrečni, tako i *realni svet kao skup*, ako ne svih, ono nekih *na određeni način povezanih aktualnih svetova*, može, u načelu, kao svoje elemente sadržavati i svetove koji su međusobno protivrečni. Naravno, kao i u slučaju aktualnog sveta, i to koji će svet biti smatran realnim može varirati od teorije do teorije.

Odnos između pojedinih mogućih svetova određen je takozvanom *relacijom dosezivosti*. Ova relacija se obično ne definiše nego se smatra primitivnim pojmom, to jest nečim što moguće svetove uređuje kao što, na primer, relacija prethođenja uređuje elemente jednodimenzionalnog kontinuuma Međutim, mi ćemo, s obzirom na specifične svrhe zbog kojih nam je semantika mogućih svetova potrebna, relaciju dosezivosti ipak definisati, i to na način koji će nam potom omogućiti da definišemo unutarsvetske modalitete.

Za mogući svet w_n reći ćemo da je doseziv iz sveta w_m ako i samo ako iz pretpostavke da je svet w_m aktualan ne sledi da svet w_n nije aktualizibilan, po teoriji po kojoj bi se reklo da je svet w_m aktualan (uz izvinjenje zbog izraza „aktualizibilan", koji nam je taman toliko potreban koliko je nezgrapan). Ova definicija svakako zahteva razjašnjenje.

Prvo, u načelu bi se za svaki mogući svet moglo reći da je aktualizibilan, to jest, da bi mogao biti aktualan već samim tim što je svaki mogući svet neprotivrečan. U prethodnoj definiciji *nije* reč o takvoj vrsti mogućnosti, već o jednom pojmu mogućnosti koji je mnogo restriktivniji. Prema pojmu aktualizibilnosti koji je upotrebljen u definiciji, za svet w_n bi se reklo da nije aktualizibilan, nezavisno od toga što bi *načelno* mogao biti aktualan, ako bi aktualnost sveta w_m bila nespojiva s aktualnošću sveta w_n.

Drugo, ako svet w_n nije doseziv iz sveta w_m, to ne znači da nije doseziv iz nekog sveta w_k. To onda znači i da bi svet w_n mogao biti aktalizibilan pod pretpostavkom da je svet w_k aktualan a neaktualizibilan pod pretpostavkom da je svet w_m aktualan. Da li to onda dalje znači da bi u tom slučaju bilo nemoguće da i svet w_k i svet w_m budu aktualni, pošto bi aktualnost jednog implicirala aktualizibilnost, a aktualnost drugog neaktualizibilnost sveta w_n? To iz same definicije ne sledi, pošto u njoj nije reč o aktualizibilnosti u nespecifikovanom smislu. Pretpostavimo da se može živeti samo u aktualnom svetu (što baš i nije neka neobična pretpostavka). Sve što bi pod tom pretpostavkom sledilo jeste da, ako su i w_k i w_m aktualni svetovi

a svet w_n aktualizibilan samo s obzirom na w_k, vi nikad *ne biste mogli* da živite u w_n, ako već živite u w_m, dok biste, ako živite u w_k, *mogli* živeti i u w_n.

I najzad, to što definicija *ne zahteva* aktualnost sveta iz kojeg je neki drugi svet doseziv, već samo govori o tome šta bi *iz pretpostavke* aktualnosti prvog *sledilo*, omogućuje da se govori i o dosezivosti između *puko mogućih* svetova.

Sama relacija dosezivosti može biti refleksivna, simetrična, tranzitivna, kao i ništa od toga. Dosezivost je *refleksivna* s obzirom na svet w_n ako i samo ako je sam svet w_n doseziv iz sebe samog. Dosezivost je *simetrična* u odnosu na neka dva sveta, w_m i w_n, ako i samo ako je svet w_n doseziv iz sveta w_m kao i svet w_m iz sveta w_n. Dosezivost je *tranzitivna* u odnosu na svetove w_k, w_m i w_n ako i samo ako iz dosezivosti w_m iz w_k i dosezivosti w_n iz w_m sledi dosezivost w_n iz w_k. Naravno, relacija dosezivosti može biti takva da za neke svetove važi a za neke druge ne važi bilo refleksivnost, bilo simetričnost, bilo tranzitivnost. Ako je relacija dosezivosti refleksivna u odnosu na bilo koji od tri sveta, simetrična u odnosu na bilo koja dva od njih i tranzitivna u odnosu na bilo koji poredak ova tri sveta, onda i samo onda je ona *relacija ekvivalencije* u odnosu na tri sveta o kojima je reč.

Razni sistemi modalne logike razlikuju se upravo po tome koja vrsta relacije dosezivosi važi u njihovim modelima. Najjači sistem je sistem S5 Klarensa Irvinga Luisa, u čijim modelima je relacija dosezivosti relacija ekvivalencije i to u odnosu na sve svetove iz skupa mogućih svetova. Drugim rečima, modeli sistema S5 su takvi da je svaki mogući svet doseziv iz bilo kojeg od njih.

Pogledajmo sada kako se u modalnoj logici uvode modalni operatori i kakvo je njihovo značenje s obzirom na semantiku mogućih svetova. Modalni operatori $\Box$ (koji čitamo: „nužno je da...") i $\Diamond$ („moguće je da...") stoje ispred formula (i baš se zato i ponašaju kao operatori), jer se govor o nužnosti i mogućnosti događaja, ili već bilo čega drugog u svetu, zamenjuje govorom o nužnoj i mogućoj istinitosti iskaza kojima se o tome govori. Ako je reč o nužnosti događaja, onda se, umesto da se kaže da je nužno da se događaj desi, kaže da je tvrđenje o tome nužno istinito. Slično je sa mogućnošću da se nešto dogodi. Umesto toga se kaže da je moguće da je tvrđenje o tome istinito.

Interpretacija iskaza $\Box\mathbf{A}$ i $\Diamond\mathbf{A}$ (gde je **A** bilo koja rečenica kojom se o nekom mogućem svetu nešto tvrdi) vrlo je jednostavna. $\Box\mathbf{A}$ je istinito u nekom mogućem svetu w_n ako i samo ako je **A** istinito u svim svetovima dosezivim iz w_n. $\Diamond\mathbf{A}$ je pak istinito u w_n ako i samo ako postoji bar jedan svet doseziv iz w_n u kojem je **A** istinito. U slučajevima kada istinitost $\Box\mathbf{A}$ i $\Diamond\mathbf{A}$ varira u zavisnosti od toga u kojem su mogućem svetu tvrđeni, potrebnu specifikaciju je moguće napraviti tako što će se uz operatore $\Box$ i $\Diamond$ staviti indeks koji označava svet u kojem se iskazi $\Box\mathbf{A}$ i $\Diamond\mathbf{A}$ tvrde. Na primer, $\Diamond_{w_n}\mathbf{A}$ nedvosmisleno kaže da je **A** istinito u bar jednom mogućem svetu dosezivom iz w_n.

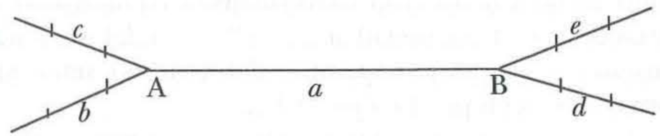
Sada konačno možemo definisati *unutarsvetske modalitete* na jedan uopšten način. Kako unutarsvetska nužnost tako i unutarsvetska mogućnost ticaće se svetova dosezivih iz nekog *segmenta realnog sveta* kao mogućeg sveta. Drugim rečima, iskaz $\Box\mathbf{A}$ odnosiće se na *unutarsvetsku nužnost* ako i samo ako je mogući svet u kojem se ovaj iskaz tvrdi segment realnog sveta. Slično tome, iskaz $\Diamond\mathbf{A}$ će se odnositi na *unutarsvetsku mogućnost* ako i samo ako je mogući svet u kojem se ovaj iskaz tvrdi segment realnog sveta. To automatski znači da će u slučaju unutarsvetskih modaliteta dosezivi svetovi biti samo oni koji su dosezivi iz nekog segmenta realnog sveta. Dalju specifikaciju pojma unutarsvetskih modaliteta daćemo u sledećim odeljcima kada ovaj pojam budemo povezali sa vremenom, što će ujedno zahtevati i dalju specifikaciju pojma realnog sveta.

Deterministički aksiom i odsustvo objektivnog smera vremena

Kad uvedemo u igru vreme, onda, ako se i dalje koristimo intervalskim sistemom kontinuuma, *segmenti realnog sveta* o

kojima se govori u definiciji unutarsvetskih modaliteta postaju *svetovi aktualni u nekom intervalu vremena.*

Realni svet ćemo pak definisati kao skup svih aktualnih svetova uzajamno povezanih relacijom dosezivosti, ali tako da je ova relacija relacija ekvivalencije. Ova definicija ostavlja mogućnost da postoji više (i čak beskonačno mnogo) različitih realnih svetova, ali ujedno tu mogućnost čini irelevantnom za razmatranje unutarsvetskih modaliteta. Jer, pretpostavimo da dva različita realna sveta imaju najduži zajednički segment, kakav je na sledećoj slici segment *a*, koji se prostire između tačaka A i B kao tačaka fuzije i fisije (ili fisije i fuzije) dva sveta.



U stvari, iako se pre fisije može govoriti o samo dva realna sveta, onom kojem pripadaju *b* i *a* i onom kojem pripadaju *c* i *a* (ako je A tačka fuzije a B tačka fisije), posle fisije se mora govoriti o četiri sveta: onom kojem pripadaju *b*, *a* i *d*, onom kojem pripadaju *b*, *a* i *e*, onom kojem pripadaju *c*, *a* i *d*, i onom kojem pripadaju *c*, *a* i *e*. Međutim, ne samo što su ovi svetovi uzajamno dobro diferencirani, jer se shodno definiciji tačno zna koji aktualni svet kao segment realnog sveta kome od njih pripada, već je za govor o unutarsvetskim modalitetima sveta kojem pripadaju, recimo, *b*, *a* i *d* irelevantno to što je mogući svet *e* ne samo doseziv iz *a*, već i aktualan (kao segment jednog drugog realnog sveta). Naime, *e* bi bio doseziv i kad bi bio samo aktualizibilan a ne i aktualan, te kao što tada, kao samo aktualizibilan, ne bi pripadao realnom svetu kome pripadaju *b*, *a* i *d*, tako tom svetu ne pripada ni kao aktualan, jer između *d* i *e* ne važi relacija dosezivosti.

Ako se na ovom mestu setimo teorije relativiteta, onda je je jasno da po prethodnoj definiciji jedan realni svet čini sve ono što se događa na jednoj svetskoj liniji, pošto su samo vremenski uporedivi segmenti uzajamno dosezivi. To znači da će nam za formalizaciju unutarsvetskih modaliteta biti dovoljna standardna topologija vremena ako se ograničimo na jednu svetsku liniju. Zato ćemo ponovo pretpostaviti važenje devet aksioma aristotelovskog sistema jednodimenzionalnog kontinuuma, koji implicitno definišu standardnu topološku vremensku strukturu.

Prihvatajući atemporalističku reinterpretaciju temporalne logike događaja, u modalnim vremenskim sistemima u kojima ćemo definisati unutarsvetsku nužnost, odnosno unutarsvetsku mogućnost, neće biti ni vremenkih operatora ni vremenskih predikata već osim individualnih promenljivih jedino datuma označenih individualnim vremenskim konstantama. Osim toga, događaji e, e', e''... će i dalje označavati elementarne događaje implicitno definisane desetim aksiomom uvedenim u prošlom poglavlju.

Pošto je u *jednom* realnom svetu u kome ćemo definisati unutarsvetske modalitete svaki njegov segment *kao* segment tog realnog sveta dovoljno individuiran već time što zauzima određeni vremenski interval, neće nam biti potrebno da posle modalnih operatora pišemo indekse koji pokazuju u kojem se svetu neki $\Box\, \mathbf{A}e(t_n)$ i $\Diamond \mathbf{A}e(t_n)$ tvrde, već ćemo to moći izraziti odgovarajućim vremenskim prefiksom ili kvantifikatorom, na primer $[t_3]\Box\, \mathbf{A}e(t_n)$ ili $(t_m)\Box\, \mathbf{A}e(t_n)$. U složenim formulama neće čak biti neophodno da kvantifikovana promenljiva koja određuje na kom se segmentu tvrđenje svake potformule izriče bude prividno slepa (što znači da će moći da se javlja i u ostatku formule). Pritom, međutim, treba biti jako oprezan prilikom *čitanja* odgovarajuće formule. Tako se u formuli $(t_n)(\exists t_m)(t_m \prec t_n \Rightarrow \Box\, \mathbf{A}e(t_n))$, na primer, za $\Box\, \mathbf{A}e(t_n)$ tvrdi da važi na svakom segmentu realnog sveta koji prethodi intervalu koji promenljiva t_n uzme za vrednost, dok u formuli $(\exists t_m)((t_n)\Box\, \mathbf{A}e(t_n) \Rightarrow t_m \prec t_n)$, recimo, $\Box\, \mathbf{A}e(t_n)$ treba da važi na svakom intervalu koji t_n uzme za vrednost.

Formulisaćemo sada *deterministički aksiom*, kao jedanaesti aksiom sistema, kojim će implicitno biti definisana *unutarsvetska nužnost*. Pritom ova unutarsvetska nužnost neće nužno značiti

da unutar sveta postoji kauzalni lanac zbog kojeg se svaki događaj koji se u realnom svetu nužno javlja tada kada se javlja. Naime, razlozi iz kojih je neki događaj nužan biće ostavljeni po strani. To doduše može biti i zato što u svetu postoji kauzalni lanac događaja, ali može biti tako i iz bilo kojih drugih razloga, kao, recimo, zbog toga što je jednoznačno uparenje događaja i vremenskih intervala rezultat prestabilirane harmonije ustanovljene od strane Boga. Drugim rečima, *vrsta* determinizma nas neće zanimati, već samo *jezgro* značenja samog termina „determinizam".

Kao što smo videli, reći da je neki događaj nužan formalno će biti izraženo tako što će se reći da je rečenica kojom se to tvrdi nužno istinita na segmentu realnog sveta u kojem se tvrdi. Uzmimo, za primer, događaj e za koji se želi reći da se nužno javlja u intervalu t_1. Ne uzimajući u obzir vrstu relacije dosezivosti, morali bismo pre svega da odredimo sam segment realnog sveta u kojem rečenica treba da je istinita, da bismo potom tvrdili $\Box\, \mathbf{A}e(t_1)$. Međutim, pošto je, po pretpostavci, relacija dosezivosti definisana na skupu svih segmenata realnog sveta kao relacija ekvivalencije, važiće i $(t_n)\Box\, \mathbf{A}e(t_1)$.

Kako to što se e nužno javlja u intervalu t_1 znači da je odsustvo događaja e u t_1 nemoguće, dok, isto tako, nužnost odsustva događaja e u intervalu t_1 znači da je nemoguće da se on u t_1 javlja, to možemo na svakom segmentu realnog sveta tvrditi da važi $\Box\, \mathbf{A}e(t_1) \vee \Box \neg \mathbf{A}e(t_1)$. Ovo tvrđenje nije nikakva trivijalna logička istina već, naprotiv, veoma jako tvrđenje. Tvrđenje nije trivijalno zato što se ne može dobiti necesitacijom principa isključenja trećeg, pošto $\Box\, (\mathbf{A}e(t_1) \vee \neg\, \mathbf{A}e(t_1))$ *ne povlači* za sobom $\Box\, \mathbf{A}e(t_1) \vee \Box \neg\, \mathbf{A}e(t_1)$. A da je tvrđenje veoma jako vidi se iz njegove generalizovane forme, koja predstavlja sam aksiom potpunog unutarsvetskog determinizma. Ako uvedemo E kao shematsko slovo zamenljivo bilo kojim od događaja e, e', e'',..., onda *deterministički aksiom* (koji ćemo označiti sa 11(d)), a kojim se implicitno definiše unutarsvetska nužnost i ujedno tvrdi da je ona potpuna, glasi:

11(d). $(t_m)(t_n)(\Box\, \mathbf{AE}(t_n) \vee \Box \neg(\mathbf{AE}(t_n))$

Iz ovog aksioma neposredno sledi i

$$(t_n)(\Box AE(t_n) \vee \Box\neg AE(t_n)),$$[193]

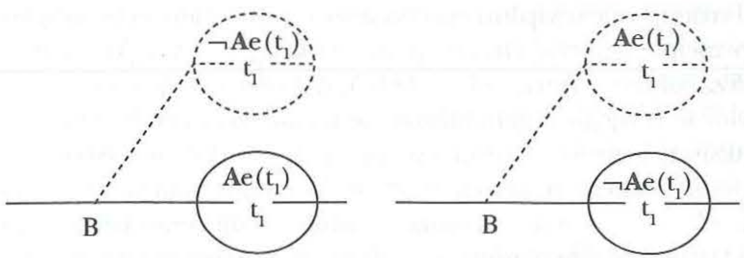
pošto iz toga što je $\Box AE(t_n) \vee \Box\neg AE(t_n)$, *bez obzira na kom* se segmentu tvrdilo, istinito za *svaku* vrednost t_n, sledi da je istinito i kad se tvrdi na samom intervalu u kojem se e javlja.

Potpuni determinizam tvrđen prethodnim aksiomom povlači za sobom potpuni kolaps različitih modaliteta u jedan jedini — realitet realnog sveta — pošto su jedini dosezivi svetovi segmenti samog realnog sveta. To, međutim, ne znači da je sam deterministički aksiom redundantan, pošto je gubitak razlike među modalitetima *posledica* ovog aksioma, kojim se tvrdnja o kolapsu eksplicira u samom sistemu.

Ovakvu vrstu nužnosti, koja se odnosi na sve činjenice, David Luis je nazivao *fatalističkom.*[194] Međutim, na najopštijem nivou, na kojem imamo u vidu samo jezgro značenja samog termina „determinizam", razne vrste determinizma se i ne mogu razlikovati od fatalizma.

Razmotrimo sada jednu izuzetno značajnu posledicu ovakvog potpunog unutarsvetskog determinizma, koja će nas naterati da, bar u ovom slučaju, prihvatimo tvrđenje Vilera, Fejnmana i Prajsa da objektivni smer vremena ne postoji.

Krugovi na dva sledeća dijagrama predstavljaju moguće svetove u tenutku t_1 u kojima je $Ae(t_1)$, odnosno $\neg Ae(t_1)$, istinito.



Prvo što treba naglasiti jeste da ovde tačke B na oba dijagrama *ne označavaju* čvorišta od kojih polaze po dve svetske

linije (kao na dijagramima Minkovskog), te utoliko *ne označavaju* ni tačku grananja *vremena.* Te tačke označavaju prosto granične trenutke između ranijeg i kasnijeg vremena na vremenskoj osi. E sad, u vremenu pre trenutka B i mogući svetovi u kojima je $Ae(t_1)$ istinito, i oni u kojima je $\neg Ae(t_1)$ istinito mogli bi biti *dosezivi* da dosezivost jednih ili drugih nije *isključena* determinističkim aksiomom. Isprekidane linije označavaju vezu sa mogućim ali nedosezivim svetovima, a pune vezu sa jedino dosezivim svetom, što, u zavisnosti od toga da li je istinito $\Box Ae(t_1)$ ili $\Box\neg Ae(t_1)$, mora ili biti svet u kojem je $Ae(t_1)$ istinito ili svet u kojem je $\neg Ae(t_1)$ istinito.

No pretpostavimo sada da je tačka B, osim što je granična tačka između dva vremenska perioda realnog sveta, *de facto* i prostor-vremenska tačka od koje polaze dve svetske linije, tako da se duž jedne događaj e javlja a duž druge ne javlja. Sada izgleda da smo dovedeni u velike teškoće, jer izgleda da i svet u kojem je $Ae(t_1)$ istinito i svet u kojem je $\neg Ae(t_1)$ istinito treba da budu *dosezivi,* dok prema našem sistemu jedan od njih treba da je *nedoseziv.* Da li to znači da postoji nesklad između našeg determinističkog sistema i specijalne teorije relativiteta, koja je takođe deterministička?

Spasonosni izlaz iz ove neprijatne situacije sastoji se u tome što segment pre tačke B nije segment *samo jednog* realnog sveta, već (u ovom slučaju) bar *dva* realna sveta, jednog koji osim tog segmenta obuhvata i onaj u kojem se događaj e javlja, i drugog u kojem se događaj e ne javlja. To znači da za određenje toga šta je segment realnog sveta moramo uzeti u obzir *ceo* realni svet, što će reći i ono što se u odnosu na tačku B *kasnije* događa. To pokazuje ne samo to da vremena nisu realna, već i to da se tačka B mora moći posmatrati i kao tačka *fuzije* a ne samo *fisije* dva realna sveta. Jer ako se posmatra kao tačka *fuzije,* onda je već na prvi pogled jasno da nema protivrečnosti između posledica determinističkog aksioma i teorije relativiteta. Strogo uzev, to što se e javlja na jednoj svetskoj liniji dok se na drugoj ne javlja ne bi ni smelo da se iskaže pomoću $Ae(t_1)$ i $\neg Ae(t_1)$, jer vreme označeno sa t_1 i nije isto vreme na obe svetske linije.

Dakle, ostaje tačno da su svetovi u kojem je $\neg Ae(t_1)$ istinito nedosezivi iz realnog sveta u kojem je $Ae(t_1)$ istinito, a što znači i iz svakog *njegovog* segmenta pre tačke B, dok su svetovi u kojem je $Ae(t_1)$ istinito nedosezivi iz sveta u kojem je $\neg Ae(t_1)$ istinito, a što znači i iz svakog *njegovog* segmenta pre tačke B.

Da su, pod pretpostavkom sveopšteg unutarsvetskog determinizma, Viler, Fejnman i Prajs u pravu formalno sledi već iz toga što se i posle uvođenja determinističkog aksioma zamenom relacija $\prec$ i $\lbrace$ inverznim relacijama $\succ$ i $\rbrace$ u svim aksiomima našeg sistema dobija sistem koji se može interpretirati u svim relacionim strukturama koje su modeli za originalni sistem, pri čemu, ne ostajući u šekspirovskom smislu ono što su bili, *ranije* postaje *kasnije* a *kasnije ranije.*

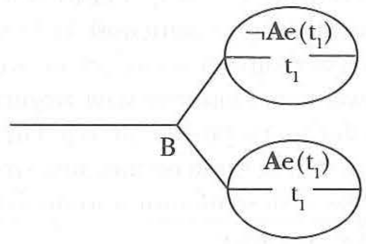
Indeterministički aksiom i realnost toka vremena

U svetu koji ne bi bio potpuno deterministički, to jest za koji deterministički aksiom ne bi važio u svom neograničenom obliku, morao bi da postoji bar jedan događaj e, kao i bar po jedna vrednost za svaku od dve promenljive t_m i t_n, koji su takvi da se jednovremenom zamenom na odgovarajućim mestima u $(t_m)(t_n)(\Box AE(t_n) \vee \Box\neg AE(t_n))$ dobija iskaz koji je lažan. Pretpostavimo da je to tako kad se E zameni sa e, a t_n sa t_1, i ispitajmo za koju bi vrednost promenljive t_m to moglo biti slučaj (jer to možda ne mora biti svejedno), kao i na koji način bi trebalo zapisati odgovarajući iskaz koji bi bio istinit.

To što želimo da kažemo da je moguće da se događaj e dogodi u intervalu t_1 možemo direktno zapisati sa $\Diamond Ae(t_1)$. Slično je i u slučaju kada treba da je moguće da se događaj e ne dogodi u intervalu t_1, a što se direktno može zapisati sa $\Diamond\neg Ae(t_1)$. Međutim, to što nije nužno *ni* da se događaj e dogodi *ni* da se ne dogodi u intervalu t_1 znači da *oba* iskaza, i $\Diamond Ae(t_1)$ i $\Diamond\neg Ae(t_1)$, treba da važe jednovremeno, što znači da na nekom segmentu realnog sveta konjunkcija $\Diamond Ae(t_1) \wedge \Diamond\neg Ae(t_1)$ treba da je istinita.

Sada počinju teškoće. Ako uzmemo da je konjunkcija $\Diamond Ae(t_1) \wedge \Diamond\neg Ae(t_1)$ istinita na nekom segmentu realnog sveta, onda to znači da i svet u kojem je $Ae(t_1)$ istinito i onaj u kojem je $\neg Ae(t_1)$ istinito moraju biti *dosezivi* iz tog segmenta realnog sveta. Ali, ako je $Ae(t_1)$ istinito u realnom svetu, onda, po definiciji realnog sveta, segment realnog sveta u kojem je to slučaj mora biti ne samo aktualizibilan nego i aktualan, što svet u kojem bi $\neg Ae(t_1)$ bilo istinito čini *nedosezivim* iz *bilo kojeg* segmenta realnog sveta. Isto važi, *mutatis mutandis*, i u slučaju da je $\neg Ae(t_1)$ istinito u realnom svetu. Tada bi, naime, aktualnost sveta u kojem je $\neg Ae(t_1)$ istinito činila svet u kojem bi $Ae(t_1)$ bilo isinito *nedosezivim* iz *bilo kojeg* segmenta realnog sveta.

Stvar se očigledno može rešiti jedino promenom neke od dve pretpostavke koje smo dosad prihvatali, a što u slučaju definisanja unutarsvetske nužnosti nije predstavljalo problem. Naime, ili moramo odbaciti pretpostavku o *jednom* realnom svetu, ili moramo redefinisati relaciju dosezivosti tako da ona prestane da bude *relacija ekvivalencije*. Sledeći dijagram odgovara promeni prve od dve pretpostavke.



Pune linije kojima su označeni svetovi u kojim su $Ae(t_1)$ i $\neg Ae(t_1)$ istiniti ukazuje na to da su oba ova sveta *realna*, dok to što su linije kojima je tačka B s njima povezana pune ukazuje da su oba ova sveta *doseziva* iz nekog segmenta realnog sveta koji se završava u tački B.

Važno je uočiti da račvanje u tački B ne mora (mada može) da bude račvanje svetskih linija na dijagramu Minkovskog. Naime, račvanje o kojem je ovde reč, a koje obezbeđuje realnost svetovima u kojima je $Ae(t_1)$, odnosno $\neg Ae(t_1)$, istinito mora da važi i u slučajevima gde još nije došlo do račvanja svetskih linija, jer svaki dosezivi svet treba da bude segment nekog realnog sveta. Dva sveta, jedan u kojem je $\mathbf{A}e(t_1)$ i drugi u kojem je $\neg\mathbf{A}e(t_1)$ istinito, mogu oba biti doseziva do kraja intervala t_1, pošto istinitost iskaza $\mathbf{A}e(t_1)$ može da onemogući i nešto što se dogodi pred sam kraj intervala t_1, to jest u nekom, koliko god kratkom, intervalu koji je u t_1 uključen. Zato, u stvari, i ne postoje samo dva realna sveta u kojima je $\mathbf{A}e(t_1)$, odnosno $\neg\mathbf{A}e(t_1)$, istinito, već klasa beskonačno mnogo takvih svetova.

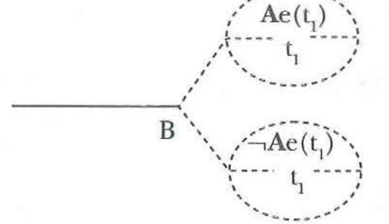
Ovo rešenje, dakle, zahteva jedno vrlo neprirodno shvatanje realnosti, i na njemu se možda ne bih ni zadržavao da ono nije u skladu s *modalnim realizmom* Davida Luisa,[195] koji je opet, sa svoje strane, srodan sa Everetovom interpretacijom kvantne mehanike,[196] koja u poslednje vreme dobija na popularnosti. Modalni realizam je ontološki izuzetno obavezujuće stanovište, jer se sve ono za šta priznamo da se realno moglo dogoditi realno i dogodilo u nekom svetu. Ono što uobičajeno smatramo realnim svetom razlikuje se od beskonačno drugih realnih svetova samo po tome što je taj realni svet *naš*.

Nezavisno od *ontoloških*, postoje i čisto *metodološki* razlozi iz kojih treba razmotriti drugu mogućnost, kojom bi se zadržala pretpostavka o *jednom* realnom svetu, jer ne izgleda da se o *realnim mogućnostima* kao *unutarsvetskim mogućnostima* ne bi moglo govoriti i u slučaju da postoji samo jedan realan svet. A ako to uspemo da učinimo, onda ne moramo tvrditi da postoji samo jedan realan svet, ali se ne moramo ni obavezivati na to da je svaki dosezivi svet realan.

Rešenje o kome će sada biti reč ne zahteva redefinisanje same relacije desezivosti, već samo odustajanje od toga da je ona relacija ekvivalencije definisana na skupu svih segmenata realnog sveta.

Videli smo da je ono što nam je stvorilo teškoće to što je realnost samo jednog od svetova, ili onog u kojem je $\mathbf{A}e(t_1)$ ili onog u kojem je $\neg\mathbf{A}e(t_1)$ istinito, činilo onaj drugi svet nedosezivim. I dok se rešenje u duhu Luisovog modalnog realizma sastoji u tome da se oba ova sveta učine realnim,

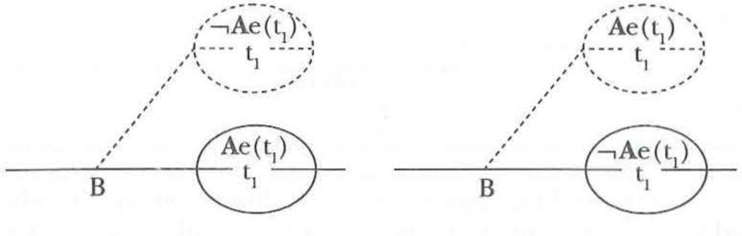
pogledajmo šta se dešava ako se oboma, kao dosezivima, porekne realnost. To, kao što ćemo odmah videti, ne znači da im se realnost poriče *tout court*, već se to čini s obzirom na segmente iz kojih su dosezivi.



Na ovom dijagramu su i krugovi i linije koje njima vode od tačke B nacrtani isprekidano zato da bi se ukazalo na to da se radi o dosezivim, i utoliko aktualizibilnim, ali ne i aktualnim svetovima. Njihov *modalni status* je *ravnopravan*, i utoliko imamo pravo da ih smatramo jednako dosezivim, zbog čega, barem na segmentima realnog sveta pre B, smemo tvrditi $\Diamond\mathbf{A}e(t_1)\wedge\Diamond\neg\mathbf{A}e(t_1)$. Ali šta je sa samima $\mathbf{A}e(t_1)$ i $\neg\mathbf{A}e(t_1)$, ako se tvrde na nekom segmentu realnog sveta pre B?

Ni $\mathbf{A}e(t_1)$ ni $\neg\mathbf{A}e(t_1)$ ne može biti istinito *simpliciter*, bar na bilo kojem segmentu pre tačke B, jer ni svet u kojem je $\mathbf{A}e(t_1)$ istinito ni svet u kojem je $\neg\mathbf{A}e(t_1)$ istinito nisu aktualni već samo aktualizibilni. Dakle, $\mathbf{A}e(t_1)$ i $\neg\mathbf{A}e(t_1)$ mogu biti istiniti samo u kvalifikovanom smislu, ako se naime kaže u odnosu na koji dosezivi svet se o njihovoj istinitosti govori. No baš zbog toga nije neophodno učiniti ono što je 1920. godine, opisujući sličnu situaciju, predložio Lukašijevič u svom čuvenom rektorskom govoru.[197] Naime, Lukašijevič je predložio odbacivanje principa bivalencije, i to je bio datum kada su, ako ne rođene, ono bar začete polivalentne logike. Ali Lukašijevič nije imao na raspolaganju semantiku mogućih svetova.

Ovo što smo dosad rekli o drugom rešenju predstavlja, naravno, samo prvu polovinu priče. Iako se, dok se o njima govori na segmentima pre B, unutarsvetske mogućnosti ne odnose na aktualne svetove, one su kao realne povezane s realnim svetom ne samo po tome što se o njima govori iz realnog sveta, već i po tome što će, posmatrano iz vremena posle t_1, ili $Ae(t_1)$ ili $\neg Ae(t_1)$ biti istinito *simpliciter*, pošto je u tom vremenu jedan od svetova, ili onaj u kojem je $Ae(t_1)$ ili onaj u kojem je $\neg Ae(t_1)$ istinito, aktualan, i kao takav segment je realnog sveta (vidi sledeća dva dijagrama).



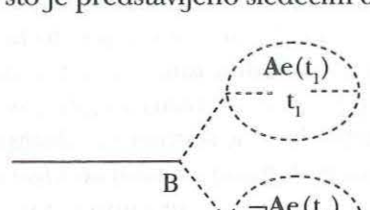
Dakle, ako je, posmatrano iz vremena posle t_1, svet u kojem je $Ae(t_1)$ istinito *aktualan*, onda je svet u kojem bi $\neg Ae(t_1)$ bilo istinito *nedoseziv*, i obrnuto, ako je, posmatrano iz vremena posle t_1, svet u kojem je $\neg Ae(t_1)$ istinito *aktualan*, onda je svet u kojem bi $Ae(t_1)$ bilo istinito *nedoseziv*. To pokazuje zašto relacija dosezivosti više ne može da bude relacija ekvivalencije definisana na skupu svih aktualnih svetova kao segmenata realnog sveta. Broj aktualizibilnih svetova veći je od broja aktalnih. Pri tom treba imati u vidu da to što jedan svet u kasnijem vremenu nije doseziv ne ukida njegovu dosezivost iz ranijeg vremena. Naime, *i posle* t_1 je istinito da je, prema levom dijagramu, i svet u kojem je $\neg Ae(t_1)$ istinito doseziv iz vremena pre B, kao što je istinito, prema desnom dijagramu, da je i svet u kojem je $Ae(t_1)$ istinito doseziv iz vremena pre B.

Da bismo formulisali aksiom kompletnog indeterminizma, moramo još ispitati situaciju u vremenu posle B a pre potpunog isteka t_1.[198] Aktualizibilnost sveta u kojem bi $Ae(t_1)$ bilo istinito može biti isključena već na bilo kojem početnom segmentu intervala t_1, ali, kao što smo napomenuli, može biti isključena i nečim što bi se dogodilo pred sam kraj intervala t_1. Imajući to u vidu, aksiom kompletnog indeterminizma, koji ćemo označiti sa 11 (in), treba da glasi ovako:

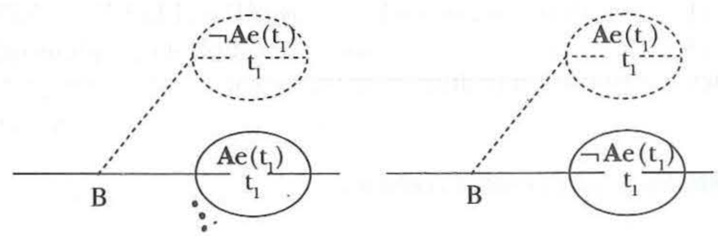
11 (in). $$(t_n)((\Diamond AE(t_m) \wedge \Diamond\neg AE(t_m) \Leftrightarrow$$
$$\Leftrightarrow t_n \prec t_m \vee (\exists t_k)(t_n \{ t_k \wedge t_k \Subset t_m \wedge (AE(t_k) \Rightarrow AE(t_m))))$$

U ovom slučaju nam nije potrebna prividno slepa promenljiva, jer je odnos između intervala t_m, u kojem se događaj dešava ili ne dešava, i intervala t_n, na kojem se $\Diamond AE(t_m) \wedge \Diamond\neg AE(t_m)$ tvrdi, specifikovan na desnoj strani ekvivalencije.

Sada dolazimo do najvažnijeg. U krajnje zanimljivom kontrastu prema situaciji iz prethodnog poglavlja, gde je sistem temporalne logike dozvoljavao njegovu atemporalističku reinterpretaciju, sada sistem koji ne sadrži ni vremenske operatore ni vremenske predikate implicira *realnost razlike među vremenima*, što znači da nam je neophodna pretpostavka da *vreme teče*! Jer jedino realnost toka vremena omogućava da u realnom svetu bude tačno *i ono* što je predstavljeno sledećim dijagramom:



i ono što je predstavljeno jednim od sledeća dva dijagrama:



Srednjovekovni logičari upotrebljavali su izraz *necessitas per accidens* da označe nešto što iako samo po sebi nije nužno može biti nužno iz akcidentalnih razloga. Nama bi više odgovaralo da govorimo o *nedosezivosti per accidens*, jer jedan od svetova koji je bio doseziv, odnosno aktualizibilan, protokom vremena postaje nedoseziv.

Dakle, ako želimo da govorimo o *unutarsvetskim mogućnostima*, kao o *svetu inherentnim*,[199] ili *realnim mogućnostima*,[200] klauzula *praeter necessitatem* iz Okamovog brijača neće više biti zadovoljena, pa smo utoliko ovlašćeni da zahtevamo da se prizna *realnost toka vremena*. Naime, svet atemporalista nije samo lišen realnih vremena, nego i realnih mogućnosti, i ako stanje u savremenoj fizici, kvantnoj mehanici na primer, zahteva da *indeterminizam* shvatimo *ontološki*, onda moramo prihvatiti i realnost toka vremena.

Shvatiti indeterminizam *ontološki* znači prihvatiti da u realnom svetu pre intervala t_1, ili, pod navedenim uslovima, i do isteka ovog intervala, nema ničega što bi bilo iskaz $Ae(t_1)$ bilo iskaz $\neg Ae(t_1)$ učinilo istinitim *simpliciter*. Oni su istiniti samo u odgovarajućim dosezivim mogućim svetovima, od kojih u to vreme nijedan još nije segment realnog sveta.[201]

Atemporalisti gledaju na realni svet *kao da* on već u celini pripada prošlosti. Međutim, ne samo što nema razloga da se ovakav način posmatranja prihvati — ako nam potreba da govorimo o unutarsvetskim mogućnostima nalaže suprotno — već, prema šestom aksiomu, ovaj način posmatranja neće *nikada* biti opravdan, jer ne postoji *poslednji* interval vremena.

Tako smo, baveći se odnosom vremena i modaliteta — pod standardnim pretpostavkama (*pace* David Luis!) — došli do toga da, makar u ime mogućnosti ontološkog indeterminizma, prihvatimo realnost toka vremena.

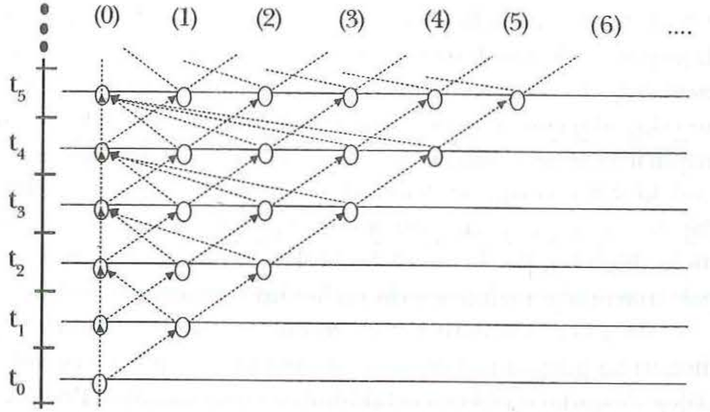
Ontološki rulet i realna vremena

Dok aksiom 11(d) važi u svetu koji je potpuno deterministički, aksiom 11(in) važi u svetu koji je potpuno indeterministički. Naravno, svet može biti, a bar naš verovatno i jeste, delom deterministički, delom indeterministički. U tom slučaju deterministički i indeterministički aksiom ne mogu važiti kao takvi, to jest u svoj svojoj opštosti, ali se u slučaju svakog pojedinog događaja može iskoristiti ili ono što deterministički aksiom implicira kad je u pitanju deterministički ili ono što indeterministički aksiom implicira kad je u pitanju indeterministički događaj. No dovoljno je da postoji samo jedan jedini indeterministički događaj, pa da mora biti toka vremena. Tok vremena pak znači da je razlika među različitim vremenima realna.

Sada ćemo opisati jedan neobičan izum,[202] koji bi Bogu mogao da posluži kao neka vrsta časovnika koji bi mu govorio koji je događaj u nekom od realnih svetova *sadašnji*. Pritom se treba setiti da mi prepostavku o više realnih svetova nismo koristili za definisanje unutarsvetskih modaliteta, ali takvu mogućnost nismo isključili.

Pretpostavimo da se Bog nalazi izvan svetova koje je stvorio — nezavisno od toga da li to treba da znači, kao kod Oklandera,[203] i izvan vremena — i da postoje dva sveta koja se ni po čemu ne razlikuju osim po tome što sadašnji događaj u jednom nije i sadašnji događaj u drugom. Na primer, dok se u jednom svetu već ratuje nevidljivim avionima, u drugom se još uvek koriste strele. Ali, na kraju krajeva, sve što se događa u prvom svetu desiće se i u drugom. Prema principu *identitas indiscernibilium*, ovakva dva sveta se, kao kod Melora,[204] i ne bi razlikovala, *da* zbog toga što *nisu* potpuno deterministička sama *razlika u vremenima* ne znači *realnu razliku*. To što se uprkos (bar delimičnom) indeterminizmu istovetni događaji dešavaju u oba sveta može, na kraju krajeva, biti posledica čiste slučajnosti: uvek se od više aktualizibilnih svetova aktualiziju oni koji su u oba realna sveta istovetni. No ako realna razlika među vremenima počiva na *unutarsvetskim mogućnostima*, onda mora da bi Bog upravo razliku u pogledu ovih mogućnosti, *bez obzira* na *odsustvo svake druge realne razlike*, mogao da iskoristi da odredi koje je stanje u svakom od ova dva sveta sadašnje.

Za opis rada ovakvog jednog Božjeg časovnika, a koji ćemo zvati *ontološki rulet*, poslužiće nam sledeći dijagram.



Neka su t_0, t_1, t_2,... vremenski intervali takvi da se svaki čiji je indeks veći od nule nadovezuje na onaj čiji je indeks za 1 manji od njegovog vlastitog indeksa. Neka ontološki rulet počne sa radom u intervalu t_0, i neka funkcioniše tako što pokazuje 0 u t_0, i onda redom brojeve 0, 1, 2, 3,..., k,... u sledećim intervalima, ali tako da, ako pokaže k u t_n, u t_{n+1} može da pokaže samo 0 ili k+1, pri čemu to šta će od ovoga dvoga pokazati nije ničim predetrminirano. Tada je jasno da u intervalu t_0 broj mogućih ishoda u t_n iznosi n+1, da u intervalu t_1 iznosi n (ako je $n > 1$), da u intervalu t_2 iznosi n-1 (ako je $n > 1$), i tako dalje, sve dok na kraju ne bude ravan jedinici.

Račvanje mogućnosti predstavljeno je, dakle, *isključivo* uz pomoć *B*-serije. No zapitajmo se koji je broj mogućnosti u, recimo, intervalu t_7? Nema odgovora koji bi se na to mogao dati bez pozivanja na interval t_0, ili interval t_1, ili interval t_2, ili..., ili t_7. Broj mogućnosti je, naime, 8 u t_0, 7 u t_1, 6 u t_2,..., 2 u t_6, 1 u t_7 (kao i za svaki indeks koji je veći od 7). To znači da *vreme realno teče* kako se *broj mogućnosti smanjuje* od 8 ka 1. A što važi za t_7 važi, *mutatis mutandis*, i za svaki drugi t_n ($n > 0$). Neograničeno funkcionisanje ontološkog ruleta implicira neograničeni tok vremena počev od t_0.

Funkcionisanje ontološkog ruleta ne zavisi od metrike, pošto t_0 može biti dan, t_1 sekunda, t_2 minut, i tako dalje *ad libitum*. Tako bi Bog, koristeći odgovarajući ontološki rulet, mogao da kaže da je t_n *sadašnji* dan (minut, sekunda, ili šta god već) u datom realnom svetu, *znajući samo* da je k+1 broj mogućih ishoda u t_{n+k}, za $k > 0$, kao što mi, obrnuto, možemo *zaključiti* da je k+1 broj mogućih ishoda u t_{n+k} na osnovu toga što *sada opažamo* neki događaj koji se javlja u t_n (odnosilo se *sada* na dan, minut, sekundu, ili šta god već).

Kada, upoređujući dva sveta koja se inače ni po čemu drugom ne razlikuju, Bog, na osnovu brojeva unutarsvetskih mogućnosti koje mu pokazuju ontološki ruleti, konstatuje da smo mi u 21. veku, a naši dvojnici u 4. veku pre nove ere, onda on otkriva razliku koja se odnosi *isključivo* na *vremena*, pri čemu ona postaju ono što su bila u prethodnom odeljku, kada smo skicirali sistem temporalne logike događaja: *realna monadička svojstva* događaja.

Tako smo, baveći se odnosom vremena i modaliteta, neočekivano povratili izgubljeni *tok vremena*, koji smo prethodno prognali iz realnog sveta koristeći Okamov brijač. Pomenuli smo već da bi se za *neophodnost* toka vremena, odnosno realnost razlike između vremena, mogli pozvati na indeterminizam kvantne mehanike, koji se smatra *ontološki nesvodivim*, to jest, ne nečim što počiva isključivo na *našem neznanju*. Libertarijanci, koji veruju u nesvodivost slobode nekih naših postupaka, možda bi se radije na to pozivali nego na kvantnu mehaniku. Protestantski teolozi bi se pak mogli pozivati na neophodnost da se ostavi mogućnost za Božju intervenciju u istoriji. Mi kao filozofi možemo biti zadovoljni i samo time što smo otkrili da sam pojam *svetu inherentnih mogućnosti* zahteva pretpostavku *toka vremena*.

Za atemporaliste su sve mogućnosti istog tipa, radilo se pritom o prostoru ili vremenu. Zato, suprotno Nikolasu Rešeru,[205] Robin Lepedevin eksplicitno kaže da budućnost ne može biti ontološki već samo *epistemološki* neodređena.[206] Nešto bi moglo biti drugačije boje, ali ono je ipak takvo kakvo je. Nešto drugo se moglo dogoditi, ali se ipak dogodilo ono što se dogodilo. Atemporalisti ne mogu da naprave razliku između

„može biti i ovako i onako" i *„moglo je biti i drukčije iako je tako kako je"*. Zato oni i o indeterminizmu mogu govoriti samo u izvesnom specifičnom smislu, koji je u odnosu na ono što predstavlja *jezgro značenja* termina *devijantan.* Atemporalistička teorija implicara determinizam, dok indeterminizam u punom smislu te reči zahteva pretpostavku o toku vremena.

Vreme i beskonačnost

Da li je moguć beskonačni a ograničeni compositum reale?

Jedan od dva najvažnija zaključka prvog poglavlja ticao se trivijalnosti razlike između aristotelovskog i kantorovskog sistema jednodimenzionalnog kontinuuma. No taj zaključak nije mogao ništa da nam kaže o tome da li je sâmo vreme, posmatrano po sebi, *compositum ideale*, kako je to mislio Aristotel, ili je *compositum reale*, kako je to mislio Kantor. Da bi se ovo pitanje sa smislom postavilo bilo je potrebno proširiti sisteme kontinuuma monadičkim predikatima, jer se tako pružala mogućnost da se ispita ne samo to kojoj se vrsti entiteta svojstva primarno pripisuju — tačkama i trenucima ili intervalima — već i da li je moguće da takva svojstva budu jednovremeno pripisana svim elementima kontinuuma. Naš drugi najvažniji zaključak bio je da, pošto dozvoljavanje takve mogućnosti vodi u velike teškoće, treba prihvatiti Aristotelovo shvatanje, po kojem su elementi kontinuuma samo njegovi potencijalni delovi, koji nikada ne mogu svi biti jednovremeno aktualizovani.

Već tada sam pomenuo da je problem beskonačnosti možda od presudnog značaja za ovo drugo pitanje. Razlog što ćemo se time tek sada pozabaviti sastoji se u tome što je, kao što ćemo videti, ovo pitanje, iako ima prostorni analogon, u svom najtežem obliku vezano za vremenski tok, a tok vremena je nešto do čega smo bili stigli tek u prošlom poglavlju.

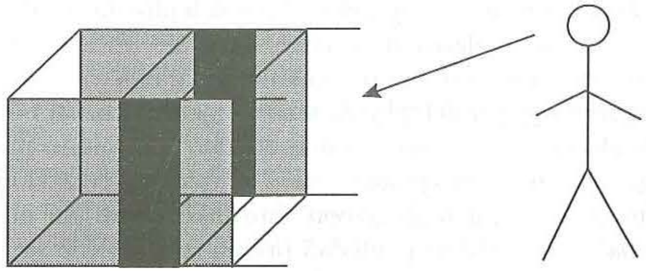
Ni beskonačnost ne predstavlja problem dok se u igru ne uvede *compositum reale*, pošto se kontinuum, ukoliko bi elementi njegove strukture bili samo potencijalni, iz njih ne bi ni sastojao. Dok se bar neki elementi ne smatraju aktualnim delovima, kontinuum se ne sastoji ni iz dva dela, a onda, *a fortiori*, ni iz beskonačno mnogo delova. Problem beskonačnosti se svodi na pitanje da li se neki *ograničeni compositum reale* može *sastojati iz beskonačno mnogo delova.*

Mi ćemo ovaj problem prvo razmotriti u varijanti u kojoj se on odnosi na *prostorni compositum reale,* da bismo jasnije sagledali koje dodatne teškoće nastupaju u slučaju njegovog *vremenskog analogona.*

Finitizam versus *infinitizam u odnosu na ograničeni prostorni* compositum reale

U prostornoj varijanti problema pitanje se svodi na to da li se jedno ograničeno telo, pod pretpostavkom da je prostor koji zauzima arhimedovski, može sastojati iz bekonačno mnogo delova koji se jedni na druge nadovezuju, a od kojih su svaka dva susedna heterogena u fizičkom smislu.[207]

To što je prostor arhimedovski znači, kao što smo videli, da u njemu nema beskonačno malih veličina, kao što ih ni u kantorovskom ni u aristotelovskom sistemu ni nema, a za to da svaka dva susedna dela budu heterogena u fizičkom smislu dovoljno je da su im pripisana različita nerelaciona svojstva. To pak znači da su nam za konstrukciju primera dovoljna dva takva svojstva, pošto se ne isključuje mogućnost da je heterogenost obezbeđena time što se svojstva naizmenično smenjuju. Mi ćemo takva dva svojstva zvati *„zeleno"* i *„crveno"*, pri čemu to ne znači da je reč o bojama, već o nekim nerelacionim svojstvima materije, koja će možda jednom biti i otkrivena, a za koja važi da se mogu pripisati svakom, ma koliko malom, deliću materije, nezavisno od okoline (ova svojstva, dakle, nisu holistička). Nevažno je šta bi o takvim svojstvima rekli sledbenici poznog Vitgenštajna,[208] ili fizičari zaokupljeni svojim teorijama,[209] i to ne samo zbog toga što ni jedni ni drugi načelno ne mogu da isključe mogućnost da ovakva svojstva postoje, već pre svega zato što će infinitisti takva svojstva i onako rado dočekati,[210] a finitizam ovde nećemo braniti pozivanjem na običan jezik ili tekuće naučne teorije.



„crveno" „zeleno" „crveno" itd.

Na prvi pogled, moglo bi se pomisliti da je, uz prihvatanje prethodnih pretpostavki, bitka za finitizam već unapred izgubljena, pošto sledeći ograničeni a beskonačni *compositum reale* izgleda očigledno moguć (vidi sliku).

Neka se neko telo sastoji iz *„crvenih"* i *„zelenih"* paralelepipeda koji se naizmenično jedni na druge nadovezuju, pri čemu je, gledano s leva na desno, svaki naredni dvostruko tanji od prethodnog. Drugim rečima, ako je prvi levi paralelepiped *„crven"* i dugačak pola metra, drugi je *„zelen"* i dugačak četvrt metra, treći *„crven"* i dugačak osminu metra, i tako redom. Unutar samo jednog metra biće smešteno beskonačno mnogo ovakvih paralelepipeda. Naime, kada se pitamo o broju ovako poređanih paralelepipeda unutar jednog metra, *nijedan* konačan broj ne može da slovi kao odgovor, jer iza svakog *n*-tog paralelepipeda se nalazi i sledeći, dvostruko tanji od njega. A ako nijedan konačan broj ne može da slovi kao odgovor, onda to valjda mora da znači da je paralelepipeda *beskonačno mnogo.*

Pretpostavimo, međutim, nešto što s prethodnim pretpostavkama i celom konstrukcijom primera ni u čemu nije inkompatibilno, naime, da je po oči opasno gledati u pravcu *„crvenih"* a bezopasno gledati u pravcu *„zelenih"* stvari, i da je, uz to, svaki *„zeleni"* paralelepiped, ma koliko tanak bio, dobar štit za oči, ako je njime potpuno zaklonjena *„crvena"* stvar. Da li je, onda, opasno ili bezopasno gledati u pravcu ovakvog jednog tela s desne strane (vidi prethodnu sliku)?

Pošto se posle *svakog „zelenog“* paralelepipeda (gledano s leva na desno) nalazi jedan *„crveni“*, trebalo bi da je *opasno* gledati prema datom telu na opisani način. No, isto tako, iza *svakog „crvenog“* paralelepipeda nalazi se jedan *„zeleni“*, odakle bi sledilo da *nije opasno* posmatrati telo na opisani način. Drugim rečima, pošto je *svaki „zeleni“* paralelepiped zaklonjen nekim *„crvenim“*, a *svaki „crveni“* isto tako zaklonjen nekim *„zelenim“*, trebalo bi da je gledati prema telu s desne strane *i opasno, i bezopasno*, ili, *ni opasno, ni bezopasno*!

Da li se ovaj paradoksalni zaključak možda može nekako protumačiti tako da prestane da bude paradoksalan? Teško da bi se to *ikako* moglo učiniti, pošto otpada mogućnost da *„crveno“* i *„zeleno“* proizvedu na desnoj strani tela neko *superponirano svojstvo* (koje bi gledanje ostavilo opasnim, učinilo ga bezopasnim, „poluopasnim“, „manje opasnim“, ili svejedno kakvim). Naime, raspored paralelepipeda je takav da *nikad* ne dolazi do njihovog preklapanja, ili do toga da se neki *„crveni“* i neki *„zeleni“* paralelepiped završe na istom mestu. A pozivanje na nešto između tela i očiju posmatrača bilo bi pozivanje na nešto akcidentalno, što bi se uvek moglo otkloniti.

Jedino što infinitistima ostaje na raspolaganju jeste da *zabrane* samo pitanje.[211] Pošto bi smislenost pitanja otkrila protivrečnost, proglasimo samo pitanje besmislenim! Naravno, ovakvo rešenje predstavlja *ad hoc* primenu definicionalnog *„fiat!“* u najgorem smislu reči.

Zato, umesto da pribegnemo ovakvoj neprihvatljivoj strategiji, treba jednostavno da prihvatimo da prethodni primer, suprotno prvobitnom očekivanju, predstavlja, u stvari, *reductio ad absurdum* infinitističke teze, po kojoj je moguće da neki *compositum reale* bude i ograničen i beskonačan. Lako je, naime, videti da apsurd koji smo otkrili može uvek da se ustanovi, bez obzira na koji način su aranžirani heterogeni delovi nekog ograničenog tela, ako njihov broj treba da je beskonačan.

Ali, sada infinitisti mogu da krenu u kontraofanzivu. Zar mi nismo *prihvatili* da *nijedan konačan broj* ne može da slovi kao

valjan odgovor na pitanje o broju paralelepipeda aranžiranih na opisani način?

Na ovo pitanje, međutim, postoji vrlo plauzibilan odgovor.[212] Ono što smo prihvatili samo je to da *nijedan određeni broj* ne može da se navede kao broj od kojeg broj paralelepipeda ne bi *mogao biti veći*, bez implikacije da paralelepipeda može biti više nego konačno i u jednom pojedinačnom slučaju. Naime, to što paralelepipeda može uvek biti više nego što ih je i u jednom pojedinačnom slučaju *ne znači* da ih može biti beskonačno i u jednom pojedinačnom slučaju.

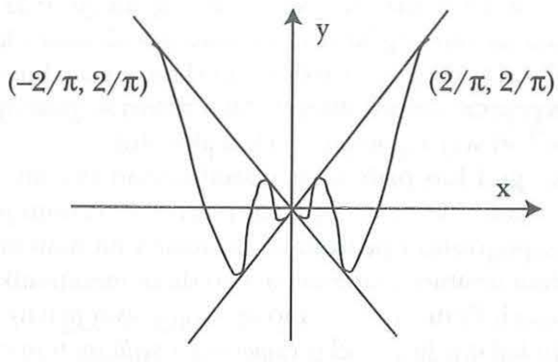
Odbijanje infinitističke teze može se iskazati i tako što će se reći da u ograničenom prostoru jednostavno nema dovoljno mesta za beskonačno mnogo heterogenih delova. A to što matematičari *opravdano* govore o beskonačno mnogo podintervala nekog ograničenog intervala ne počiva samo na tome što u njihovom svetu nema *„crvenog“* i *„zelenog“* nego, u krajnjoj liniji, na tome što oni ne govore o *pojedinim* slučajevima u kojima bi delovi bili ti-i-ti, već govore o delovima koji bi *mogli* biti delovi u *bilo kojem* pojedinačnom slučaju. Ali ti delovi su *potencijalni*, i ne mogu nikad svi jednovremeno biti aktualni.

Koliko god bio prihvaćen i predstavljao dominirajuće shvatanje,[213] infinitizam je naprosto pogrešan. Pritom je, kao što vidimo, pogrešno i pozivanje infinitizma na matematiku. Nije problem u samoj matematici, kao da bi matematika bila pogrešna ako infinitizam ne bi bio ispravan. Stvar je u tome što su pogrešni kako infinitističko *tumačenje smisla* matematičkog infinitizma tako i na tome zasnovana *ekstrapolacija* na slučajeve u kojima se radi o nečemu što je *compositum reale.*

Da bismo rasvetlili istorijski kontekst u kome je ova dvostruka greška napravljena, razmotrimo dva pogleda na istoriju matematike za koja se može reći da su obeležila i filozofiju matematike dvadesetog veka.

Vajerštrasu, osim zbog toliko toga drugog, pripada slava i zbog toga što je prvi definisao funkciju koja je svuda kontinuirana a nigde diferencijabilna.[214] Analitički oblik ove funkcije je $f(x) = \sum_{n=0}^{\infty} b^n cos(a^n x)$ (pri čemu je a neparan ceo broj, a b pozitivna konstanta manja od 1, tako da je $ab< 1+3\pi/2$). To što ova funkcija, iako kontinuirana, nije nigde diferencijabilna trebalo bi da znači da njen grafik predstavlja kriva koja ni u jednoj tački nema tangentu. Od vremena Vajerštrasa definisane su još mnoge druge neobične krive, kao fon Kohova, Peanova ili Sjerpinskova (kojima sam se bavio u prethodnoj knjizi).[215] Za naše sadašnje svrhe biće, međutim, dovoljan i segment funkcije koja, u tom segmentu, nije diferencijabilna samo u jednoj jedinoj tački.

Definišimo funkciju $f(x)$ tako da je $f(x) = x \sin 1/x$ za $-2/\pi \leq x < 0$ i $0 < x \leq 2/\pi$, a $f(x) = 0$ za $x = 0$. Ova funkcija je kontinuirana na celom intervalu između $-2/\pi$ i $2/\pi$, ali nije diferencijabilna u tački (0, 0). To bi značilo da u toj tački kriva koja je njen grafik nema tangentu (vidi dijagram).



Analitička definicija prethodne funkcije nije sporna. Ono što je sporno tiče se samo pitanja da li je *geometrijski entitet* definisan takvom funkcijom nešto što bi moglo postojati u *realnom svetu.*

Karl Menger je tvrdio da, ako neka reč ima značenje u svakodnevnom životu koje je preciznije definisano u nauci — u ovom slučaju matematici — onda nema razloga da se svakodnevno i naučno značenje smatraju kontradiktornim.[216] Slažući se s Mengerom, Fridrih Vajsman je eksplicitno tvrdio

da shvatanje po kojem je linija granica između dve raznobojne površine *ne protivreči* shvatanju po kojem su linije svi entiteti koji su jednodimenzionalni i kontinuirani shodno analitičkoj definiciji odgovarajuće matematičke funkcije.[217] Slično tome, on je tvrdio da i Žordanova, a u stvari još Ksenokratova definicija, po kojoj je linija nešto što bi moglo nastati kretanjem tačke po ravni, takođe ne protivreči shvatanju po kojem su entiteti definisani nediferencijabilnim funkcijama krive.[218]

Prema Mengerovom i Vajsmanovom shvatanju, u istoriji matematike nema *diskontinuiteta* kada je reč o tome šta su krive, pošto su navodno još od doba starogrčke matematike *jednodimenzionalnost* i *kontinuiranost* činili *nužan i dovoljan uslov* za to šta će se smatrati krivom. Jedino je reč o tome da su matematičari nekada bili u „rajskom stanju neznanja", kako se izrazio Feliks Klajn, pa govoreći o kontinuiranosti nisu razlikovali „dobro" i „zlo", to jest diferencijabilne i nediferencijabilne funkcije.[219] Po ovom shvatanju, definisanje nediferencijabilnih funkcija predstavlja *otkriće novih krivih,* pri čemu se *sam pojam* krive *nije promenio.*

Suprotno shvatanju Mengera i Vajsmana, Hans Han, stvarni osnivač Bečkog kruga, smatrao je da je otkriće nediferencijabilnih funkcija dovelo do *redefinisanja* i samog pojma *krive,* pri čemu je moralo doći i do prestanka pozivanja na *intuiciju,* jer nam ona u novim slučajevima više ne može biti od koristi.[220] *Kriva* je jednostavno svaki *jednodimenzionalni entitet implicitno definisan nekom analitičkom definicijom* kontinuirane funkcije.

Mislim da Hanovo shvatanje, a ne Mengerovo i Vajsmanovo, odgovara *istorijskim činjenicama,* iako mi je Hanov filozofski zaključak neprihvatljiv. Da su Mengerovo i Vajsmanovo shvatanje pogrešni pokazaće nam odmah primer segmenta naše sinusne funkcije, koja je nediferencijabilna u tački (0, 0), jer se lako može videti da dve navedene definicije *krive,* po kojima je ona granična linija raznobojnih površina, odnosno nešto što bi moglo nastati kretanjem tačke u ravni, *nisu koekstenzivne* s trećom, koja *krivu* definiše isključivo analitički.

Pretpostavimo da bog — ovoga puta nam je dovoljan Zevs — želi da nacrta grafik koji bi odgovarao segmentu date sinusne funkcije. On bi za to mogao da se koristi izvesnom mašinom koja, u skladu sa prvom od dve definicije koje Vajsman prihvata, ostavlja jednodimenzionalni trag kao granicu između raznobojnih otisaka koje, kretanjem u jednom od pravaca linije dodira, proizvode dva potpuno priljubljena, neograničeno elastična i međusobno raznobojna tela.[221] Pretpostavimo da Zevs grafik crta s leva na desno i da je nekako stigao do tačke (0, 0). Kako on treba da nastavi sa crtanjem? Da mašinu pokrene duž *x*-ose, to bi bilo očigledno pogrešno, jer nijedan segment krive ne treba da se poklapa sa bilo kojim segmentom *x*-ose. Da se zaputi u prvi kvadrant bilo bi takođe pogrešno, jer prema definiciji funkcije ne postoji prvi, ma koliko kratki, segment koji od tačke (0, 0) kreće nagore. Iz sličnog razloga bi bilo pogrešno usmeriti mašinu prema četvrtom kvadrantu. Ali kako se onda uopšte može dalje crtati grafik, koji treba da bude smešten u *prvom* i *četvrtom* kvadrantu, kad se, počev od tačke (0, 0), ne sme krenuti *ni u jednom pravcu* koji vodi u *prvi* i *četvrti* kvadrant?

Odgovor se, naravno, kao i u slučaju tela sastavljenog od „*crvenih*" i „*zelenih*" paralelepipeda, sastoji u tome što grafik date funkcije nije objekat koji bi mogao pripadati realnom svetu, pošto je definisan s obzirom na potencijalne oscilacije, čiji broj ne može biti beskonačan ni u jednom pojedinačnom slučaju. No za opovrgavanje Mengerovog i Vajsmanovog shvatanja dovoljno je samo to što tri definicije nisu koekstenzivne, te je Han u pravu kada tvrdi da je i sam *pojam* krive redefinisan.

Nevolja s Hanovim shvatanjem je u tome što je on, kao tipični predstavnik *logičkog empirizma*, tako suzio pojam *egzistencije* da pitanje o tome da li bi nešto moglo postojati u realnom svetu nije moglo zavisiti od filozofskih argumenata. Naime, pitanje *egzistencije* u potpunosti je prepušteno *matematičarima* i *fizičarima*.

Od doba Hilberta, u *matematici* se o egzistenciji govori na dva načina.[222] Jedan je sasvim trivijalan i tiče se takozvane *unutarnje* egzistencije. Ako se unutar jednog aksiomatskog sistema može dokazati neko tvrđenje koje počinje egzistencijalnim kvantifikatorom, onda postoji ono na šta se odgovarajuće egziszencijalno tvrđenje odnosi. Pitanje *spoljašnje* egzistencije ispostavilo se težim nego što je to Hilbert mogao da sluti, ali se, u svakom slučaju, svodi na pitanje neprotivrečnosti nekog aksiomatskog sistema ili formalne teorije, pošto sistem ima model ako i samo ako je neprotivrečan. To znači da je, *u matematičkom pogledu*, postojanje nediferencijabilnih krivih obezbeđeno već neprotivrečnošću njihovih analitičkih definicija.[223]

Osim ova dva smisla u kojem se govori o egzistenciji, Han je dopuštao još samo pitanje *koji* od objekata čija je egzistencija matematički zagarantovana *de facto* postoji u realnom svetu, što je pak, kao *aposteriorno* pitanje, u potpunosti prepustio *fizičarima*. Tako nije ostalo mesta za pitanje *da li* ovi ili oni objekti čija je egzistencija matematički zagarantovana *uopšte mogu postojati u realnom svetu*.

Mislim da današnja rasprostranjenost infinitizma počiva na tome što su filozofi, držeći se ovakvog shvatanja, počeli da se toliko udvaraju matematičarima da su često postajali veći katolici od pape. U jednom pismu Malbranšu Lajbnic je rekao da su matematičari uvek imali potrebu da budu filozofi, kao što su i filozofi imali potrebu da budu matematičari.[224] Ali on pritom svakako nije mislio da *nema razlike* između matematike i filozofije. Kao značajnu istorijsku reminiscenciju na Lajbnica možemo navesti to što je veliki David Hilbert, koji je *kao matematičar* prihvatio „raj u koji nas je uveo Kantor", *kao filozof* bio finitista, ne verujući u mogućnost da u svetu postoji ograničeni a beskonačni *compositum reale*.[225]

Imajući u vidu ishod spora između finitista i infinitista, mislim da se može reći da filozofi ne samo što ne moraju nego ni *ne smeju* da prihvate podelu rada koju je predložio Han, a koja je, po mnogo čemu, obeležila filozofiju dvadesetog veka, bilo zbog uzdržanosti filozofa, bilo zbog njihovog okretanja glave na drugu stranu (što je, svakako, bilo potpomognuto i drugim razlozima). Generalno uzev, *matematičari* su, kad je u pitanju *ono što bi u realnom svetu moglo da postoji*, suviše *liberalni*, kao što su *fizičari* suviše *dogmatični*. Naravno, filozofi, koji na ovo pitanje treba da odgovore, mogu svoj posao raditi loše, što je najčešće i slučaj, zbog čega su matematičari i fizičari pozvani da im pomognu. Ali kad se takvim jednim pitanjem pozabave, oni moraju postati filozofi. Profesionalni muzičar može bolje kuvati od profesionalnog kuvara, ali kad kuva, on je kuvar.

Problem beskonačnih procesa koji se odvijaju u ograničenom vremenu

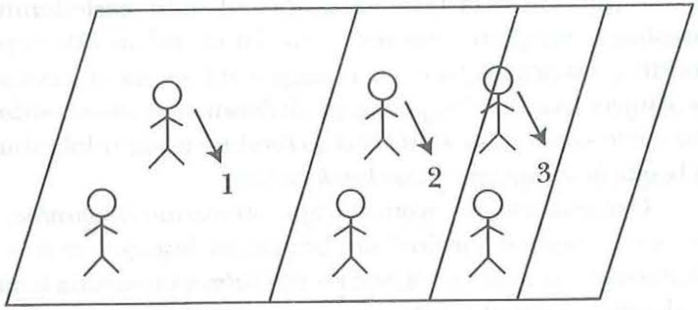
Prihvatanje finitističkog rešenja problema u slučaju ograničenog tela ne znači da se time automatski rešava i problem vezan za pitanje beskonačnosti aktualno izdiferenciranih faza nekog procesa koji se odvija u ograničenom vremenu. U stvari, ova varijanta problema, koja je vezana za *vreme*, predstavlja pravi izazov za finitizam, jer se, ako se prihvati postojanje *toka* vremena — što smo mi na kraju prihvatili — broj aktualnih faza povećava *korak po korak*, tako da se ne vidi, bar na prvi pogled, kako bi se mogla koristiti strategija razlikovanja pojedinačnih slučajeva, u kojima bi broj aktualnih faza bio konačan, i skupa potencijalnih faza, kojih je uvek više nego u bilo kojem pojedinačnom slučaju.[226]

U cilju operacionalizacije problema odvijanja beskonačnih procesa u ograničenom vremenu smišljene su razne „beskonačne mašine", poput Vajlove mašine,[227] Blekovih transportnih mašina,[228] Tomsonove lampe,[229] π-mašine,[230] i drugih. Ovim mašinama sam se detaljno bavio u prethodnoj knjizi,[231] pa ću ovde, umesto njih, iskoristiti jednu staru verziju problema, koja se nalazi kod Aristotela, da bih je, u dopunjenom obliku, iskoristio za definisanje i analizu problema.

Komentarišući Zenonovu drugu kinematičku aporiju, koju je nazvao *Ahil*, Aristotel navodi i varijantu paradoksa koja se sastoji u tome što bi se za trkača, da bi stigao na cilj, moglo reći da je prinuđen da prebroji sve deonice puta čija se dužina

smanjuje geometrijskom progresijom, jer s njima trčeći dolazi u dodir.[232] Sam Aristotel nije u tome video neku veću teškoću, jer su po njemu i faze kontinuiranog kretanja i delovi samog puta, bar od neke tačke, samo potecijalni a ne i aktualni. Drugim rečima, po Aristotelu se kretanje ne može prikazati onako kako je to predviđeno navedenom verzijom paradoksa. Međutim, možda je nepoznati autor ove varijante *Ahila* imao u vidu nešto mnogo dublje, preko čega je Aristotel olako prešao.

Složimo se s Aristotelom da se samo Ahilovo kretanje, kao kontinuirani proces, ne može pravilno predstaviti na predviđeni način.[233] To, međutim, ni najmanje ne sprečava Zevsa da, dok trči paralelno s Ahilom,[234] ne učini upravo ono za šta se u navedenoj varijanti, makar i pogrešno, kaže da mora učiniti Ahil (vidi sliku).



Naime, dok prelazi prvu polovinu puta, Zevs *konstatuje* da je to *prva* deonica, dok prelazi polovinu preostalog dela puta *konstatuje* da je to *druga* deonica, dok prelazi sledeću polovinu preostalog puta *konstatuje* da je to *treća* deonica, i tako redom. Ako tako nastavi da neograničeno postupa, Zevs, kako se čini, neće moći da stigne na cilj a da ne *izbroji beskonačno mnogo* deonica puta, koje su, sa svoje strane, *aktualizovane* time što im je Zevs dodelio jedan redni broj. Tako izgleda da ovako formulisana verzija *Ahila* ujedno dovodi u pitanje i finitističko rešenje prostorne varijante problema.

Ni u ovom slučaju nećemo pribeći rešavaju problema pozivanjem na razloge akcidentalne prirode, koji bi se u ovom slučaju ticali onoga što je Rasel (u sličnom kontekstu) nazvao „medicinskim ograničenjima".[235] Nećemo, naime, dovoditi u pitanje mogućnost postojanja jednog bića s moćima koje u ovom primeru treba da ima Zevs, jer se on od nas smrtnika, po pretpostavci, ne razlikuje ni po čemu drugom osim po tome što mu se neograničeno snižava perceptivni i aperceptivni prag. Dovoditi mogućnost tako nečega u pitanje bilo bi isto što i dovođenje u pitanje *„crvenog"* i *„zelenog"* svojstva u primeru iz prethodnog odeljka, što bi bilo ravno porazu. Za takvo „lako rešenje" nije onda trebalo trošiti papir ni za prethodnih nekoliko strana. Takvim presecanjem Gordijevog čvora se ceo problem vezan za beskonačnost može uvek već na početku otkloniti.

Međutim, to što verzija problema s kojom smo suočeni predstavlja izazov za finitizam ne znači da ona ne suočava i infinitizam s novim teškoćama, pored onih nasleđenih iz prostorne varijante problema. Dodatna, rekao bih nepremostiva, teškoća za infinitizam sastoji se u tome što se Zevsovim brojanjem *konačnost* broja izbrojanih deonica *rekurzivno održava*, i što se te konačnosti Zevs *korak po korak* ne može osloboditi.[236] A brojanje se upravo *odvija korak po korak*.

Ova teškoća je u ovom slučaju infinitizmu *imanentna*, jer se ne radi samo o kardinalnim brojevima, koji govore o moći skupa izbrojanih deonica, već i o *ordinalnim* brojevima kojima su deonice označene.[237] Po *samoj teoriji ordinalnih brojeva* ne može se neograničenim produžavanjem niza konačnih ordinala nikad dostići neki beskonačan ordinal, bio to ordinal ili ma koji od ovoga konačno puta manji beskonačni ordinal.[238] Nije, dakle, problem u tome šta će nam Zevs na kraju puta reći o ukupnom broju deonica, već je problem u tome što se ne vidi kako bi, ako nastavi s brojanjem, uopšte do kraja puta mogao stići.

Finitizam, tok vremena i nedostižna budućnost

To što ne možemo razjasniti kako bi Zevs, ako neograničeno produži da obeležava deonice puta na opisani način, uopšte mogao stići do kraja puta može nas navesti da posum-

njamo da će on ikada i stići na cilj. S jedne strane bi poricanje mogućnosti da Zevs ikada stigne na cilj pod datim uslovima bio najdirektniji i najprirodniji odgovor na teškoće s kojima se suočavaju i finitizam i infinitizam, mada je takvo rešenje nešto što čoveku poslednje padne na pamet, jer, s druge strane posmatrano, izgleda suviše očigledno da će vreme kada bi Ahil trebalo da stigne na cilj pre ili kasnije isteći, a onda i Zevs, koji se, po pretpostavci, kreće paralelno s Ahilom, neće imati da bude gde drugde nego na cilju. Ispitajmo celu situaciju detaljnije.

Problem sada više ne bi bio vezan za beskonačnost koraka koje bi Zevs morao da napravi, jer ako on, izvršavajući dosledno svoj zadatak, nikada ne bi ni stigao na cilj, onda ni koraka, odnosno obeleženih deonica puta, nikada ne bi moralo da bude više nego konačno. Problem je u tome što su Ahil i Zevs svoju sudbinu vezali jedan za drugoga, tako da bi Zevsov neuspeh da stigne na cilj povlačio za sobom i Ahilov, dok bi samo Ahilovo prispeće na cilj pokazalo da je Zevs svoj zadatak mogao da izvrši.

Ali da li ovo poslednje mora da bude tačno? *Ako* je tačno da Zevs ne može da stigne na cilj pod pretpostavkom da neograničeno nastavlja da obeležava deonice puta, *onda* to što je Ahil, pa samim tim i Zevs, stigao na cilj, povlači za sobom da Zevs svoj zadatak *nije* izvršio. Naime, *ako* je vreme potrebno da se stigne na cilj *isteklo*, onda situacija postaje potpuno istovetna s onom u kojoj smo se pitali o broju *„crvenih"* i *„zelenih"* paralelepipeda smeštenih unutar ograničenog prostora. I kao što je tamo broj paralelepipeda u svakom slučaju konačan, iako je *mogao* da bude veći nego što u bilo kom konkretnom slučaju *de facto* jeste, tako je ovde broj obeleženih deonica u svakom slučaju konačan, iako je *mogao* da bude veći nego što je u bilo kojoj konktretnoj trci *de facto* bio.

Tako kao jedini problem ostaje slučaj kad Zevs od izvršenja svog zadatka *nikada* ne odustane, pošto ta situacija, prema rešenju koje proveravamo, povlači za sobom da ni Ahil *nikada* neće stići na cilj. Međutim, možda je *ovaj* problem *psihološke* a ne principijelne prirode. Naime, mi živimo u svetu u kojem ne prisustvujemo, niti bismo iz „medicinskih razloga" ikada i mogli prisustvovati, beskonačnom procesu koji se odvija u ograničenom vremenu, tako da, i kad želimo da stvari posmatramo iz *Zevsove perspektive,* mi ih u stvari posmatramo iz *Ahilove.* No, uložimo napor i pokušajmo da se do kraja uživimo u to kako stvari izgledaju Zevsu dok neograničeno produžava da obeležava deonice puta. Bez obzira na sve kraće trajanje vremenskih intervala u kojima se nove i nove deonice prelaze, Zevs u stvari, za vreme kretanja prema cilju trke, vodi jedan *beskrajan život,* pošto broj vremenskih intervala kojih će on *biti svestan nije ograničen.* Ako već može da broji i obeležava deonice, on isto tako može da tokom tih *njegovih* nebrojenih *„dana"* jede, pije, vodi ljubav i baca gromove (koje smrtnici, doduše, nikada ne bi mogli da percipiraju kao razdvojene događaje). *Beskrajan život* se *može* živeti i u *ograničenom vremenu,* samo to vreme onda *nikad neće isteći.* Da bi to vreme isteklo, bilo bi potrebno da istekne cela beskrajna budućnost, što je, naravno, nemoguće. Tako se problem sam od sebe rešava ako imamo dovoljno „crne žuči" da se uživimo u Zevsovu situaciju.

Treba primetiti da nijedno *treće lice* ne bi moglo, iz logičkih razloga, da bude svedok i Zevsovog neograničenog brojanja deonica puta i Ahilovog prispeća na cilj.[239] Pretpostavimo da Hera, Zevsova ljubomorna žena, počne da špijunira svoga muža, ne bi li ustanovila šta on to radi sa Ahilom (ona bi, kao boginja, mogla da ima istu sposobnost neograničenog sniženja perceptivnog i aperceptivnog praga koju, po pretpostavci, ima Zevs). Ona bi tim svojim špijuniranjem automatski živela u Zevsovom svetu i, ako bi želela da dočeka Zevsa na cilju, mogla bi se samo nadati da će on napustiti Ahila i odustati od neograničenog brojanja deonica njegovog puta.

Iz prethodnog rešenja ne sledi *niti* da je Ahilovo prispeće na cilj nemoguće *niti* da je Zevsovo brojanje deonica puta nešto što se mora prekinuti. Sledi samo da nije moguća *konjunkcija* ove dve mogućnosti.[240] U modalnoj logici iz $\Diamond A \wedge \Diamond B$ ionako ne sledi $\Diamond(A \wedge B)$.

Pretpostavimo sada da je u čast Ahilovog prispeća na cilj pripremljena velika gozba. Označimo taj budući događaj sa $e(t_n)$. Pošto je moguće da Zevs neće odustati od svog brojanja, moguće je i da i $Ae(t_n)$ i $\neg Ae(t_n)$ ostanu *zauvek* istiniti samo u *dosezivim* mogućim svetovima i da nikada ni jedno od njih ne postane istina o *realnom* svetu! Naime, prema indeterminističkom aksiomu, $\Diamond Ae(t_n) \wedge \Diamond\neg Ae(t_n)$ može biti istinito na svim intervalima pre t_n, što će u slučaju da Zevs ne odustane od brojanja deonica puta i biti slučaj. I $Ae(t_n)$ i $\neg Ae(t_n)$ će tada pripadati *nedostižnoj budućnosti.* Moglo bi se pomisliti da će onda ipak $\neg Ae(t_n)$ biti istina o realnom svetu. Međutim, reći to bilo bi pogrešno, pošto se u indeterminističkom svetu ne sme uzimati u obzir samo ono što se događa već i ono što bi se *moglo* dogoditi, a Zevs bi uvek *mogao* prestati da se inati i omogućiti vremenu da istekne, a time i gozbi da se održi.

Setimo se sada da smo, prihvatajući *oslabljeni* Lajbnicov zahtev, dopustili da se govori o *praznom* vremenu, i da smo štaviše dozvolili da se metrika realnog sveta na to vreme ekstrapolira. Sada vidimo da takvu ekstrapolaciju ne smemo dopustiti kada je u pitanju *tok* vremena. Naime, u slučaju da Zevs ne odustane od svog brojanja, vreme u kome gozba treba da se održi ostaće *zauvek prazno,* dok će *de facto* beskrajno teći unutar intervala u kojem se trka odvija. Drugim rečima, u slučaju toka vremena treba prihvatiti Lajbnicov zahtev u njegovoj *jakoj* formi.

Treba takođe primetiti da bi vreme moglo ostati prazno i kada bi, recimo, prispećem Ahila na cilj svet prestao da postoji. Ali u tom bi slučaju $\neg Ae(t_n)$ postalo istinito *simpliciter,* kao uostalom i svako drugo tvrđenje kojim bi se negiralo da se posle Ahilovog prispeća na cilj nešto događa. Ono što je zanimljivo u slučaju neograničenog Zevsovog brojanja jeste to što bi isto ono vreme koje bi bilo prazno u slučaju kraja sveta i sada bilo prazno, samo bi se život, i to beskrajni, odvijao u ranijim intervalima, u kojima bi vreme neograničeno teklo.

Raščistimo na kraju još jednu stvar. Mi smo bitku za finitizam vodili, i nadam se dobili, uz pretpostavke koje čine najveće moguće koncesije koje se infinitistima uopšte mogu ponuditi (što smatram jedinim principijelnim filozofskim pristupom). Mitološka i naučna fantastika u koju smo se pritom upustili posledica je samo toga što same infinitističke pretpostavke to omogućuju. Iz svega prethodnog, međutim, nikako ne sledi da je *verovatno* da u realnom svetu ima procesa koji se neograničeno odvijaju unutar ograničenog vremena. Naprotiv, krajnje je *neverovatno* da takvih procesa ima, pošto nam život stalno iznova svedoči da svako ograničeno vreme na kraju istekne. Ali filozofija je, po svojoj prirodi, vrlo neobična stvar. Nekada je razlika između krajnje neverovatnog i nemogućeg mnogo značajnija nego razlika između krajnje verovatnog i krajnje neverovatnog. Iako se, bar shodno ponuđenom rešenju, neograničeni procesi u ograničenom vremenu u svetu u kojem živimo ne odvijaju, oni su ipak, u principu, *mogući*, samo je zaključak koji se odatle može izvesti radikalno različit od infinitističkog.

Pošto se prema infinitistima (zahvaljujući navodnom *matematičkom* opravdanju) *beskonačni* procesi mogu u *potpunosti okončati* u ograničenom vremenu (iako *pojmovni* razlozi koji se tiču *beskonačnosti* i *okončanosti* govore suprotno[241]), po njima je ne samo moguće nego i verovatno da takvih procesa u svetu *de facto* ima. Od šezdesetih godina prošlog veka, kada je Adolf Grinbaum etablirao infinitizam kao zvanično prihvaćeno stanovište,[242] njegovi su sledbenici samo smišljali ingeniozne primere ovakvih procesa koji bi navodno bili u skladu sa savremenom fizikom, ne pitajući se više za načelnu mogućnost da se *beskonačni* procesi *okončaju*. Tako su Džon Irman i Džon Norton, aludirajući na poznati film Rene Klera (ne onaj na koji sam se ja u poglavlju o smeru vremena pozivao), naslovili jedan od svojih članaka eksklamacijom „*Forever is a day*!".[243] Prema rešenju do koga smo mi došli moglo bi biti samo obrnuto, mada s vrlo malim stepenom verovatnoće, da za neki određeni dan važi: „*The day is forever*!".

Rešenje problema zatvorenog vremena

Iako prihvatanje topologije koja dozvoljava postojanje praznog vremena (a što bi shodno zaključcima Drugog, Trećeg i Sedmog poglavlja trebalo prihvatiti) uz istovremeno vezivanje toka vremena za jaku verziju Lajbnicovog zahteva (što smo upravo učinili u prethodnom odeljku) može na prvi pogled delovati protivrečno, to u stvari samo ukazuje na to da o vremenu možemo govoriti i onda kada ono nema *sve* karakteristike koje u nekim slučajevima *može*, ili čak *mora* imati (ako njegovo postojanje u načelu vežemo za oslabljenu verziju Lajbnicovog zahteva). Naime, i ako prihvatimo da vreme bar nekad mora biti ispunjeno — pri čemu u bar delimično indeterminističkom svetu ono tada i teče — o njemu možemo, pošavši od toga perioda kada je ispunjeno, govoriti i onda kada nije ispunjeno i kada ne teče, a kada bi se u njemu mogli, ili su se mogli, desiti izvesni događaji. To neispunjeno, ili još neispunjeno, vreme je dato *in toto* kao *compositum ideale*, čija su struktura i metrika potencijalnih delova određeni strukturom i metrikom aktualno ispunjenog svetskog vremena. Što je najinteresantnije, prihvatanje unutarsvetskih mogućnosti, koje *impliciraju* postojanje toka vremena, *nameće* pojmovni okvir u kojem se može govoriti i o *praznom* vremenu, *iako* u praznom vremenu *ne možemo* govoriti o toku vremena. No šta da kažemo o slučaju *zatvorenog* vremena, u kojem, po definiciji, nema praznog vremena? Kako u tom slučaju govoriti o različitim unutarsvetskim modalitetima?

Ako se setimo Eudemovog pitanja u vezi s nizom događaja za koje su ispunjeni svi uslovi razmatrani u Drugom poglavlju shodno kojima bismo te događaje *mogli* da smestimo u zatvoreno vreme, umesto da ih smatramo pripadnim ciklusima koji se ponavljaju u otvorenom vremenu, to bi i *trebalo* da učinimo ukoliko za sve te događaje važi da su *deterministički*. Jer, kao što smo videli, deterministički niz događaja ne zahteva tok vremena i ne omogućuje da se odredi njegov smer u objektivnom, šekspirovskom smislu. Odsustvo objektivnog smera i toka vremena savršeno odgovara topologiji *kruga*. Međutim, stvar drugačije stoji ukoliko je reč o (bar delimično) indeterminističkom svetu. Naime, unutarsvetski indeterminizam zahteva *još neispunjeno vreme* i zato bismo — bez obzira na *akcidentalnu* istovetnost cikličnog ponavljanja — trebalo prihvatiti topologiju *otvorenog vremena.*

Tako smo, neočekivano, uzimajući u obzir implikacije determinizma i indeterminizma s obzirom na smer i tok vremena, dobili odgovor na spor između Rasela i Ejera u vezi s Lajbnicovim principom *identitas indiscernibilium.*[244] I tako se i u ovom poslednjem spornom slučaju pokazalo da pitanje izbora vremenske topologije *nije* subdeterminirano u Kvajnovom smislu.

I ako se, na kraju, još jednom setimo Ničea i njegovog večnog vraćanja istog, možemo konstatovati da su njegova (bar implicitna) indeterministička opredeljenja nesaglasna sa zatvorenim vremenom, koje bi, kao što smo sugerisali, odgovaralo onome što zadovoljstvo „želi" u Zaratustrinoj „kružnoj presmi". Umesto Ničeovom Zaratustri, zatvoreno vreme bi više odgovaralo mitskom determinizmu Vagnerovog *Prstena Nibelunga.*

Zaključak

Pobrojmo, na kraju, najvažnije razultate do kojih smo došli u prethodnim poglavljima, a koji su, u odnosu na većinu pitanja, u suprotnosti s onim za šta bi se moglo reći da predstavlja zatečeno ili preovlađujuće mišljenje.

1. Suprotno kako mišljenju koje se posle Kantora etabliralo kao standardno, a po kojem se vreme kao jednodimenzionalni kontinuum sastoji iz neprotežnih trenutaka, tako i mišljenju znatno malobrojnijih zagovornika nekada dominirajućeg aristotelovskog shvatanja, po kojem se vreme sastoji iz (potencijalnih ili aktualnih) intervala, mi smo došli do toga da je razlika između ova dva stanovišta trivijalna kada je reč o vremenu posmatranom po sebi i za sebe. Naime, u generalizovanom smislu, koji smo formalno definisali, navedena shvatanja su, kada se iskažu u obliku aksiomatskih sistema, i sintaksički i semantički samo trivijalno različita, pošto se svaka istina o modelu bilo kojeg od dva sistema može izkazati na jeziku bilo kojeg od njih i, uz pomoć definisanih pravila prevođenja, dokazati kao teorema u oba sistema.

2. Posle proširenja oba sistema predikatima koji označavaju svojstva fizičkog sveta, a čime dva sistema prestaju da budu samo trivijalno različita, sistem intervala, u kojem se svojstva primarno pripisuju intervalima, postaje prihvatljiviji od rivalskog sistema — suprotno implicitnom mišljenju fizičara i ekspliciranom mišljenju većine filozofa dvadesetog veka — dok se istine o trenutnim svojstvima, poput svojstva trenutne brzine, moraju preformulisati da bi bile prihvatljive.

3. Kao posledica trivijalnosti razlike između sistema trenutaka i sistema intervala, svaka od raznih mogućih topoloških

struktura vremena može se predstaviti bilo kojim od dva rivalska sistema, jer predstavlja ono što je u odnosu na njihovu razliku invarijantno. Ova činjenica nije mogla ranije da bude utvrđena, jer je za nju neophodan strogo definisani pojam trivijalne različitosti formalnih teorija u generalizovanom smislu.

4. U skladu sa današnjim mišljenjem, razne topologije vremena su se i pokazale konzistentne i *prima facie* prihvatljive pod uslovima koje smo precizno odredili. Međutim, suprotno Kvajnovoj tezi o subdeterminiranosti teorija u odnosu na činjenice, pokazalo se da bi upoznatost sa širim ili celokupnim poljem relevantnih činjenica favorizavalo jednu određenu topologiju.

5. Što se ontološkog statusa vremena tiče, prihvatili smo Lajbnicovo shvatanje po kome karakteristike vremena zavise od toga kakav je fizički svet i šta se u njemu događa. Međutim, kada je u pitanju sâmo postojanje vremena Lajbnicov princip smo prihvatili samo u njegovom oslabljenom obliku, jer smo zaključili da u nekim slučajevima treba prihvatiti mogućnost postojanja praznog vremena, mada je ono prazno samo u odnosu na vreme koje je ispunjeno nekim događanjem u fizičkom svetu.

6. Suprotno ne samo Lajbnicu nego i većini današnjih filozofa, zaključili smo da prihvatljivost postojanja praznog vremena podržava usvajanje standardne topologije i u nekim slučajevima kada bi *prima facie* trebalo prihvatiti neku nestandardnu. Štaviše, ima razloga da se u nekim slučajevima prihvati i postojanje metrike praznog vremena.

7. U potpunosti smo prihvatili vladajuće mišljenje po kojem je vreme posmatrano po sebi metrički amorfno. Međutim, naveli smo razloge zašto ne treba prihvatili dominirajuće konvencionalističko shvatanje, po kojem metrika vremena nije potpuno određena samim fizičkim svetom i onim što se u njemu događa, već je zavisna od fizičke teorije, koja se uvek može usklađivati za nekom izabranom ili unapred zadanom metrikom.

8. Iako smo se složili sa standardnim rešenjem takozvanog paradoksa blizanaca, po kojem je razlika u ostarelosti blizanaca posledica promene referencijalnog sistema u slučaju onog brata koji se na kraju ispostavio relativno mlađim, nismo se složili i sa standardnim načinom na koji se razjašnjava kako to sledi iz specijalne teorije relativiteta. Razlozi moraju biti metričke a ne čisto topološke prirode, pošto je pri formulisanju teorije relativiteta razlika u metrici bila razlog za prihvatanje topologije razgranatog vremena, a ne obrnuto.

9. Kada je u pitanju smer vremena, složili smo se sa opšteprihvaćenim shvatanjem po kojem vreme po sebi posmatrano nema smer. Složili smo se i sa time da se na osnovu poznatih fizičkih teorija smer vremena takođe ne može odrediti. Što se tiče same relacije kauzaliteta, čija bi asimetričnost trebalo vremenu da dâ usmerenje, složili smo se da u potpuno determinističkom svetu to ipak ne bi bilo tako, ali smo pritom ukazali na značajnu razliku između onih koji se pozivaju na mogućnost retroaktivne uzročnosti, čije bi prihvatanje značilo da vreme ima dva objektivna smera, i onih koji tvrde da vreme uopšte i nema objektivni smer.

10. Kada je reč o toku vremena, pokazali smo kako se MakTagartov paradoks može rešiti pomoću dvodimenzionalne reprezentacije istorije sveta, odakle sledi da se atemporalisti, koji poriču realnost razlike između prošlosti i budućnosti, ne mogu pozivati na pomenuti paradoks. Štaviše, formulisali smo i sistem temporalne logike događaja, za koji smo dokazali da je konzistentan, a u kojem se koriste i datumi i predikati koji označavaju različita vremena kao monadička svojstva događaja. Međutim, pokazali smo, isto tako, kako se ovaj sistem može atemporalistički reinterpretirati, što, uz korišćenje Okamovog brijača, opravdava atemporalističku eliminaciju razlike među vremenima i poricanje postojanja toka vremena.

11. Definisanje unutarsvetskih modaliteta u temporalnoj modalnoj logici događaja pokazalo je, međutim, da je atemporalizam spojiv samo sa determinističkim aksiomom, dok

indeterministički aksiom zahteva pretpostavku o postojanju toka vremena. Time je narušena klauzula *praeter necessitatem* iz Okamovog brijača, što pokazuje da je, uprkos svojoj takoreći sveopštoj prihvaćenosti, atemporalizam neprihvatljiv.

12. Pošto smo prihvatili da prostor i vreme nisu *composita realia*, problem beskonačnosti smo sveli na pitanje da li je moguć beskonačan a ograničen *compositum reale*, bilo da je reč o nekom telu ili o nekom beskonačnom procesu koji se odvija u ograničenom vremenu. Pošto smo pokazali na kojem se pogrešnom tumačenju matematičke beskonačnosti infinitizam zasniva i u čemu su njegove teškoće kada je u pitanju prostorna varijanta problema, posebno smo se pozabavili vremenskom varijantom problema, koja, pod pretpostavkom realnosti toka vremena, stvara dodatne teškoće i infinitizmu i finitizmu. No kako su te teškoće u slučaju infinitizma njemu imanentne a nepremostive, što ne važi za finitističko rešenje koje smo ponudili, na kraju smo morali odbaciti i infinitizam, uprkos njegovoj etabliranosti u današnjoj filozofiji. Finitističko rešenje je, sa svoje strane, zahtevalo da se, za razliku od metrike, koja se može ekstrapolirati i na prazno vreme, tok vremena veže za realni svet u skladu sa jakom varijantom Lajbnicovog principa.

Kao što se iz prethodnoga jasno može videti, često su odgovori na pitanja stizali „sa zakašnjnjem", to jest tek u kontekstu novih pitanja. To je razlog tome što smo i aristotelovskom sistemu intervala i kantorovskom sistemu trenutaka morali prvo priznati ravnopravan status, da bismo kasnije, uvodeći u igru svojstva fizičkog sveta, favorizovali sistem intervala. Slično tome smo morali da priznamo da vreme nema smer, sve dok nismo bili prinuđeni da priznamo da ima tok. A i to da ima tok smo takođe poricali, slažući se sa atemporalističkom reinterpretacijom, sve dok nas na suprotno nije navelo deifnisanje unutarsvetskih modaliteta. A jaku verziju Lajbnicovog principa u odnosu na tok vremena prihvatili smo tek zahvaljujući finitističkom rešenju problema beskonačnih procesa.

Ovakva međuzavisnost odgovora na sva razmatrana pitanja i jeste razlog zašto se ne može direktno reći šta je vreme i koje su mu karakteristike. To je, ako se gleda čisto metodološki, najinteresantniji zaključak ove knjige.

Apendiks I

Pravila prevođenja formula sistema tačaka S_P u formule sistema intervala S_I

Pravila prevođenja C_1– C_5 definisana su u odnosu na preslikavanje promenljivih

$f: \alpha_n \to \langle a_{2n-1}, a_{2n} \rangle \ (n = 1, 2, \ldots)$.

C_1:

$\alpha_n \equiv \alpha_m =^C a_{2n-1} \preccurlyeq a_{2n} \wedge a_{2m-1} \preccurlyeq a_{2m} \wedge a_{2n-1} \preccurlyeq a_{2m}$,

C_2:

$\alpha_n < \alpha_m =^C a_{2n-1} \preccurlyeq a_{2n} \wedge a_{2m-1} \preccurlyeq a_{2m} \wedge a_{2n-1} \prec a_{2m} \wedge \neg a_{2n-1} \preccurlyeq a_{2m}$,

C_3:

$\neg F_P =^C \neg\, C(F_P)$, gde je F_P formula iz S_P prevedena u skladu sa C_1–C_5 u formulu $C(F_P)$ iz S_I,

C_4:

$F'_P \heartsuit F''_P =^C C(F'_P) \heartsuit C(F''_P)$, gde $\heartsuit$ stoji umesto $\Rightarrow$ ili $\wedge$ ili $\vee$ ili $\Leftrightarrow$, a F'_P i F''_P umesto dve formule iz S_P prevedene u skladu sa C_1–C_5 u dve formule iz S_I:

$C(F'_P)$ i $C(F''_P)$,

C_5:

$\mathbb{F}_{\mathbf{P}}(\varphi(Q_1\alpha_n)\chi(Q_2\alpha_m)\psi F_{P_S}(\alpha_n, \alpha_m)\omega) =^C$

$=^C \mathbf{C}(\mathbb{F}_{\mathbf{P}})(C(\varphi)(Q_1 a_{2n-1})(Q_1 a_{2n})\, C(\chi)(Q_2 a_{2m-1})(Q_2 a_{2m})\, C(\psi)$

$C(F_{P_S})(a_{2n-1}, a_{2n}, a_{2m-1}, a_{2m})\, C(\omega))$,

gde je $\mathbb{F}_{\mathbf{P}}$ formula iz S_P a $\mathbf{C}(\mathbb{F}_{\mathbf{P}})$ formula iz S_I u koju je $\mathbb{F}_{\mathbf{P}}$ prevedena u skladu sa C_1–C_5 kada su strukture formula $\mathbb{F}_{\mathbf{P}}$ i

$\mathbf{C}(\mathbf{F}_P)$ (označene u zagradama) takve da su:

Q_1 i Q_2 kvantifikatori,

F_{P_S} formula iz S_P koja sadrži α_n and α_m i koja je prevedena u skladu sa C_1–C_5 u formulu $C(F_{P_S})$ iz S_I koja sadrži a_{2n-1}, a_n, a_{2m-1} i a_{2m},

φ, χ, ψ ili prazna mesta ili kvantifikovane promenljive i/ili formule iz S_P prevedene prema C_1–C_5 redom u $C(\varphi)$, $C(\chi)$ i $C(\psi)$,

ω ili prazno mesto ili formula iz S_P prevedena prema C_1–C_5 u $C(\omega)$.

Pravila prevođenja formula sistema intervala S_I u formule sistema tačaka S_P

Pravila prevođenja C^*_1– C^*_5 definisana su u odnosu na preslikavanje promenljivih

$f^*: a_n \rightarrow \langle \alpha_{2n-1}, \alpha_{2n} \rangle$ $(n = 1, 2, \ldots)$.

C^*_1:

$a_n = a_m =^{C^*} \alpha_{2n-1} < \alpha_{2n} \wedge \alpha_{2m-1} < \alpha_{2m} \wedge \alpha_{2n-1} \equiv \alpha_{2m-1} \wedge \alpha_{2n} \equiv \alpha_{2m}$,

C^*_2:

$a_n \prec a_m =^{C^*} \alpha_{2n-1} < \alpha_{2n} \wedge \alpha_{2m-1} < \alpha_{2m} \wedge \neg \alpha_{2m-1} < \alpha_{2n}$,

C^*_3:

$\neg F_I =^{C^*} \neg C^*(F_I)$, gde je F_I formula iz S_I prevedena u skladu a C^*_1–C^*_5 u formulu $C(F_I)$ iz S_P,

C^*_4:

$F_I' \heartsuit F''_I =^{C^*} C^*(F_I') \heartsuit C^*(F''_I)$, gde $\heartsuit$ stoji umesto $\Rightarrow$ ili $\wedge$ ili $\vee$ ili $\Leftrightarrow$, a F_I' i F''_I umesto dve formule iz S_I prevedene u skladu sa C^*_1–C^*_5 u dve formule iz S_P: $C^*(F_I')$ i $C^*(F''_I)$,

C^*_5:

$\mathbf{F}_I(R(Q_1 a_n) T(Q_2 a_m) U F_{I_S}(a_n, a_m) W) =^{C^*}$

$=^{C^*} \mathbf{C}^*(\mathbf{F}_I)(C^*(R)(Q_1 \alpha_{2n-1})(Q_1 \alpha_{2n}) C^*(T)(Q_2 \alpha_{2m-1})(Q_2 \alpha_{2m}) C^*(U)$

$C^*(F_{I_S})(\alpha_{2n-1}, \alpha_{2n}, \alpha_{2m-1}, \alpha_{2m}) C^*(W))$,

gde je $\mathbf{F}_I$ formula iz S_I a $\mathbf{C}^*(\mathbf{F}_I)$ formula iz S_P u koju je $\mathbf{F}_I$ prevedena u skladu sa C^*_1–C^*_5 kada su strukture formula $\mathbf{F}_I$ i $\mathbf{C}^*(\mathbf{F}_I)$ (označene u zagradama) takve da su:

Q_1 i Q_2 kvantifikatori,

F_{I_S} formula iz S_I koja sadrži a_n i a_m i koja je prevedena u skladu sa C^*_1–C^*_5 u formulu $C^*(F_{I_S})$ iz S_P koja sadrži α_{2n-1}, α_n, α_{2m-1} i α_{2m},

R, T, U ili prazna mesta ili kvantifikovane promenljive i/ili formule iz S_I prevedene u skladu sa C^*_1–C^*_5 redom u $C^*(R)$, $C^*(T)$ i $C^*(U)$,

W ili prazno mesto ili formula iz S_I prevedena u skladu sa C^*_1–C^*_5 u $C^*(W)$.

Apendiks II

Rekurzivna definicija istinosnih uslova elementarnih formula temporalne logike događaja koje sadrže iterirane vremenske predikate

$AT_kT_{k-1}\ldots T_2T_1e(t_n)$, za $k > 1$ — gde su $T_1, T_2,\ldots T_{k-1}, T_k$ vremenski predikati, a $t_1, t_2,\ldots, t_{k-1}, t_k$ promenljive implicitno prisutne pri aplikaciji predikata $T_1, T_2,\ldots,T_{k-1},T_k$ — je

lažno za bilo koju vrednost promenljive t_k (znači, na svim intervalima) *ako je* $AT_{k-1}\ldots T_2T_1e(t_n)$ lažno (znači, $AT_kT_{k-1}\ldots T_2T_1e(t_n)$ je lažno za bilo koju valuaciju za koju je $AT_{k-1}\ldots T_2T_1e(t_n)$ lažno),

istinito, za bilo koju datu valuaciju za koju je $AT_{k-1}\ldots T_2T_1e(t_n)$ istinito,

(*i*) za sve vrednosti t_k takve da t_k prethodi t_{k-1} — *ako* na mestu T_k stoji F;

(*ii*) za sve vrednosti t_k takve da se t_k preklapa sa t_{k-1} — *ako je* F_N na mestu T_k;

(*iii*) za sve vrednosti t_k takve da je t_{k-1} uključeno u t_k ali gde nijedan podinterval t_k nije kasniji od t_{k-1} — *ako je* F-N na mestu T_k;

(*iv*) za sve vrednosti t_k takve da je t_k ili identično sa ili uključeno u t_{k-1} — *ako* na mestu T_k stoji N;

(*v*) za sve vrednosti t_k takve da je t_{k-1} uključeno u t_k ali pri čemu postoje kako podintervali intervala t_k koji su kasniji tako i oni koji su raniji od t_{k-1} — *ako* na mestu T_k stoji F-N-P;

(*vi*) za sve vrednosti t_k takve da je t_{k-1} uključeno u t_k ali pri čemu nijedan podinterval t_k nije raniji od t_{k-1} — *ako* na mestu T_k stoji N–P;

(*vii*) za sve vrednosti t_k takve da se t_{k-1} preklapa sa t_k — *ako je* N_P na mestu T_k;

(*viii*) za sve vrednosti t_k takve da t_{k-1} prethodi t_k — *ako* na mestu T_k stoji P.

Četiri leme dokazive matematičkom indukcijom

Lema 1: Svako zatvorenje otvorene rečenice $AT_kT_{k-1}\ldots T_2T_1e(t_n)$ koje sadrži bar jedan univerzalni kvantifikator koji se odnosi na promenljive $t_1, t_2, \ldots, t_{k-1}, t_k$ daje rečenicu koja je lažna.

Dokaz. Shodno istinosnim uslovima koji se odnose na elementarna vremena, $AT_1e(t_n)$ nije istinito za sve vrednosi t_1. Ali onda, shodno istinosnim uslovima koji se odnose na iterirana vremena, $AT_2T_1e(t_n), \ldots, AT_{k-1}\ldots T_2T_1e(t_n)$, $AT_kT_{k-1}\ldots T_2T_1e(t_n)$ ne može takođe biti istinito za sve vrednosti t_1. To čini induktivnu bazu. Kao induktivni korak, pretpostavimo da je $AT_i\ldots e(t_n)$, gde je $1\leq i<k$, istinito u nekoj valuaciji. Onda je, shodno istinosnim uslovima za iterirana vremena, $AT_{i+1}T_i\ldots e(t_n)$ istinito za neke ali ne i sve vrednosti t_{i+1}, pa je tako, za one vrednosti za koje je $AT_{i+1}T_i\ldots e(t_n)$ lažno, $AT_kT_{k-1}\ldots T_2T_1e(t_n)$ takođe lažno. To znači da svaka pojava univerzalnog kvantifikatora vezana za jednu od promenljivih $t_1, t_2, \ldots, t_{k-1}, t_k$ daje rečenicu koja je lažna.

Lema 2: Ako je $(\exists t_n)Ae(t_n)$ istinito, $(\exists t_k)(\exists t_{k-1}) \ldots (\exists t_2)(\exists t_1)(\exists t_n)AT_kT_{k-1}\ldots T_2T_1e(t_n)$ mora takođe biti istinito pri bilo kojoj zameni predikata $T_1, T_2, \ldots, T_{k-1}, T_k$ i za svako *k*.

(*Dokaz prepušten čitaocu*)

Lema 3: Ako se nizovi vremenskih predikata $T_kT_{k-1}\ldots T_2T_1$ i $T'_kT'_{k-1}\ldots T'_2T'_1$ razlikuju na bar jednom mestu, onda ne postoji valuacija za koju bi bili istiniti i $AT_kT_{k-1}\ldots T_2T_1e(t_n)$ i $AT'_kT'_{k-1}\ldots T'_2T'_1e(t_n)$.

Dokaz. Induktivna baza: Za svaku valuaciju za koju je $Ae(t_n)$ lažno, lažni su i $AT_1e(t_n)$ i $AT'_1e(t_n)$, pa tako i $AT_kT_{k-1}\ldots T_2T_1e(t_n)$ i $AT'_kT'_{k-1}\ldots T'_2T'_1e(t_n)$, dok za bilo koju valuaciju za koju je $Ae(t_n)$ istinito, ali na mestu T_1 i T'_1 ne stoje isti vremenski predikati, $AT_1e(t_n)$ i $AT'_1e(t_n)$ ne mogu oboje biti istiniti, tako da su ili lažni kako $AT_kT_{k-1}\ldots T_2T_1e(t_n)$ tako i $AT'_kT'_{k-1}\ldots T'_2T'_1e(t_n)$, ili je, ako je $AT_kT_{k-1}\ldots T_2T_1e(t_n)$ istinito, $AT'_kT'_{k-1}\ldots T'_2T'_1e(t_n)$ lažno, ili je obrnuto slučaj. Induktivni korak: Za bilo koju valuaciju za koju su i $AT_i\ldots e(t_n)$ i $AT'_i\ldots e(t_n)$ istiniti ($1\leq i<k$), ali na mestu T_{i+1} i T'_{i+1} ne stoje isti vremenski predikati, $AT_{i+1}T_i\ldots e(t_n)$ i $AT'_{i+1}T'_i\ldots e(t_n)$ ne mogu oboje biti istiniti, tako da su ili i $AT_kT_{k-1}\ldots T_2T_1e(t_n)$ i $AT'_kT'_{k-1}\ldots T'_2T'_1e(t_n)$ lažni, ili je, ako je $AT_kT_{k-1}\ldots T_2T_1e(t_n)$ istinito, $AT'_kT'_{k-1}\ldots T'_2T'_1e(t_n)$ lažno, ili je obrnuto slučaj.

Lema 4: Ne postoji zajednička vrednost za t_{k-1} i t_k ($k>1$) koja bi i $AT_kT_{k-1}\ldots T_2T_1e(t_n)$ i $AT_{k-1}\ldots T_2T_1e(t_n)$ učinila istinitim, izuzev ako na mestu T_k stoji N.

Dokaz. Pretpostavimo da je $AT_{k-1}\ldots T_2T_1e(t_n)$ istinito u nekoj valuaciji u kojoj je t_{k-1} zamenjeno za t_{k-1}. Na osnovu istinosnih uslova koji se tiču iteriranih vremenskih predikata neposredno sledi da nas bilo koja dalja iteracija koja ne bi bila izvršena predikatom N pomera levo ili desno duž vremenske ose, pa $AT_kT_{k-1}\ldots T_2T_1e(t_n)$ mora biti lažno u istoj valuaciji kada se t_k zameni sa t_{k-1}.

Reference

1. Videti Kron 1988. i 1999.
2. *Ilijada,* XII, 26.
3. Videti Owen 1974. i Platon, *Tim.* 37 e - 38.
4. DK 28 B 3, 6.1-2.
5. *Ibid.*, 28 B 8.5-6,22.
6. Videti, takođe, *Odiseja,* IX, 74.
7. DK 28 B 8.5-6.
8. *Ibid.* 28 B 8.22.
9. *Ibid.* 29 B 1-3.
10. Cf. Fränkel 1942, Abraham 1972.
11. Cf. Frege 1953, §30.
12. DK 29 B 2.
13. Cf. *Metaph.* 1001 b 7-13.
14. Cf. *Phys.* 231 b 6.
15. Cf. *Metaph.* 1001 b 7.
16. Videti Arsenijević 1986, §38c i Chappell 1962.
17. Videti Solmsen 1971, i Arsenijević 1986, §41.
18. Cf. Freeman 1966, str. 157 i Arsenijević 1986, §41.
19. Cf. Furley 1974, "The atomist's reply to the Eleatics" i Burnet 1975, str. 334ff.
20. Cf. Aristotel, *De gen. et corr.* 315 b 29.
21. Cf. *ibid.* 325 a 27ff.
22. Videti Aristotel, *De coelo* 303 a 20, 306 a 26.
23. Aristotel, *De gen. et corr.* 316 a 11.
24. Videti, takođe, Kant 1787, str. 305.
25. DK 31 B 12, 13, 14.
26. Videti Booth 1957, str. 4, nap. 5.
27. Videti, na primer, *Phys.* 206 a 18ff., 231 b 16.
28. *Phys.* 206 a 20.
29. Videti, na primer, *Topica* 110 b 16, *Metaph.* 1003 a 33, 1004 a 22.
30. Više o primarnim značenjima uopšte vidi u Owen 1960.

31. Cf. *Metaph.* 1034 b 32, *Phys.* 200 b 25ff., 228 a 24ff.
32. Cf. *Metaph.* 1040 b 14.
33. *Phys.* 226 b 23.
34. Cf. *Phys.* 226 b 18ff.
35. Cf. *De gen. et corr.* 316 a 25ff. 5.
36. Kant 1787, str. 304.
37. Videti Cohn 1896, Wieleitner 1914.
38. Videti Wallner 1904, i Arsenijević 1986, §§78-85.
39. Videti Robinson 1970.
40. Videti Ehrlich 2001.
41. Videti Luria 1932, str. 174.
42. Videti Furley 1974, str. 523, nap. 39, Heath 1921, str. 181.
43. Videti Epicurus 1926, *Letter to Herodotus,* fr. 58.
44. *Ibid. loc. cit.*
45. Videti Petronijevics 1906, 1907, 1928.
46. Videti Nicol 1936.
47. Aristotel 1963, *On indivisible lines.*
48. Cf. Tannery 1887, str. 266, Evelin 1893, str. 382ff., Noel 1893, str. 107, Brochard 1926 , str. 4.
49. Videti Arsenijević 1986, str. 92.
50. Cf. Arsenijević 1988, str. 32ff.
51. §§78-89.
52. Cf. Luria 1932 i Mau 1957.
53. Cf. Hasse und Scholz 1928.
54. Heiberg und Zeuthen 1906-1907.
55. Više o tome vidi u Arsenijević 1986, §§78-79.
56. Videti Petronijevics 1934.
57. Cf. Cauchy 1932, ser.2, tom 13: "Exercies d'analyse et de physique mathématique", str.13.
58. Videti Leibniz, GM, IV, 91-95.
59. Videti Ehrlich 2001.
60. Cantor 1962, str. 190, 275.
61. Videti Tannery 1885.
62. Cf. Dedekind 1892.
63. Videti Boyer 1939, str. 285ff.
64. Cantor 1962, str. 194.
65. *Ibid. loc cit.*
66. Cf. Cantor 1962, str. 333 i Gödel 1964.
67. To je prvi put urađeno u Arsenijević 1992a.

68. Kao u Hamblin 1969, i 1971, Needham 1981, Burgess 1982 i Bochman 1990.
69. Videti Arsenijević 2002a (appendix) i 2002b (appendix A).
70. Quine 1961, str. 13; vidi takođe Quine 1943.
71. Videti Cantor 1962, str 450.
72. Videti *ibid.*, odelj. II.
73. Van Benthem 1991, str.84.
74. Videti, takođe, Tannery 1885, Russell 1903, str. 469ff.
75. Hegel 1969, §§84-88.
76. Arsenijević 1992b.
77. Cf. Arsenijević 2002a, str. 127.
78. Videti Owen 1957-8, str. 220.
79. Aristotel, *Phys.* 235 b 14ff.
80. Videti Boyer 1939, str. 233. Videti takođe Euler 1913, §§83, 86, 97.
81. Videti Leibniz, GM, 178-183.
82. Cf. Arsenijević 2003, odelj. III.
83. Videti Šćepanović 1999.
84. Videti Kirk and Raven 1977, str. 41.
85. DK 59 B 13.
86. *Ibid.* 59 B 4.
87. DK 31 B 17, 26, 35.
88. Platon, *Tim.* 37 d-e.
89. DK 58 B 34.
90. Cf. Aristotel, *Phys.* 250 b 11 - 252 b 6.
91. Cf. Augustine 1970, str. 234ff.
92. Cf. Van Fraassen 1970, str. 36ff.
93. Cf. Swinburne 1968, str. 207.
94. Cf Newton-Smith 1980, str.98ff.
95. Videti Wittgenstein 1975, str. 164.
96. Videti Kardashev 1990, Barrow and Dabrowski 1995.
97. Nietzsche 1968a, str. 399-400.
98. Nietzsche 1968b, str. 549.
99. Videti Einstein 1905, 1920; Minkowski 1923.
100. Cf. Bergson 1923.
101. Quinton 1962, str. 146.
102. Videti Whorf 1956, str. 53.
103. Aristotel, *Phys.* 251 b 19.
104. Cf. Quinton 1962, Swinburne 1968, str. 297ff.

105. Videti Leibniz 1956.
106. Cf. Newton 1953, str. 17.
107. Cf. Leibniz 1973, str. 212, 218, 230.
108. Videti *ibid.*, str. 88-89, 133ff.
109. Strawson 1959, str. 123.
110. Cf. Leibniz 1973, str. 205ff.
111. Cf. Platon, *Tim.* 37 d-e.
112. Cf. Bernays 1935.
113. Cf. Barrow 1916, str. 37ff.
114. Videti Quine 1970, str. 179.
115. Cf. Brouwer 1975-76, str. 411, Heyting 1966, str. 47ff.
116. Cf. Dummet 1973, str. 617.
117. Videti Shoemaker 1969.
118. Videti *ibid.*, str. 379.
119. Videti Newton-Smith 1980, str. 44ff.
120. Cf. Deutsch 1990.
121. Cf. Grünbaum 1973, str. 495ff, 547ff.
122. Cf. Newton-Smith 1980, VII, 5, 6.
123. Cf. Duhem 1956, str. 439ff.
124. Cf. Poincaré 1913, str. 223ff.
125. Cf. Reichenbach 1950, 116ff.
126. Cf. Grünbaum 1973, str. 106ff, Quinn 1969.
127. Videti Putnam 1975, str. 165.
128. Maxwell, *Matter and Motion*, §19.
129. Videti Einstein 1977, str. 17.
130. Videti *ibid.*, str. 39ff.
131. Cf. Minkowski 1923, str. 83ff.
132. Cf. Einstein 1977, str. 25ff.
133. Bohr 1967, str. 98.
134. Cf. Einstein 1911.
135. Cf. Reichenbach 1950, str. 192ff.
136. Bohm 1965, str 166.
137. Tolman 1950, §79.
138. Feynman 1964, 16-2.
139. Videti Arsenijević 1986, §122 i Arsenijević 1987.
140. Cf. Minkowski 1923, Sklar 1977, str. 60.
141. Sklar 1977, str. 270-271.
142. Videti *ibid.*, *loc. cit.* i Newton-Smith 1980, str. 194.
143. Videti Einstein 1911, str.12.

144. Sklar 1977, str. 270, Newton-Smith 1980, str. 191.
145. Einstein 1911, str. 12ff.
146. Cf. Einstein 1905.
147. Cf. Einstein 1911, str. 11ff.
148. Videti Oaklander and Smith 1994.
149. Videti Mellor 1998, 11.
150. Cf. Geach 1972, str. 139.
151. Van Fraassen 1970, str. 86.
152. Cf. Boltzmann 1964, str. 446.
153. Cf. *ibid.*, *loc. cit.*
154. DK 68 B 9, 11.
155. Cf. Weyl 1952, str. 46ff.
156. Cf. Hawking and Penrose 1996, str. 8.
157. Cf. Penrose 1979.
158. Mackie 1975.
159. Cf. Comte 1910, str. 23ff.
160. Cf. Reichenbach 1950, str. 136ff. i 1956.
161. Mellor 1998, 10.2.
162. Wheeler and Feynman 1949, str. 425.
163. Dummett 1964.
164. Einstein, Podolsky and Rosen 1935.
165. Faye 1989, IV, VI.
166. Price 1996, str. 159ff, 166ff. Videti, takođe, Grujić 1998, str. 94ff.
167. Price 1996, str. 171ff.
168. Videti MakTaggart 1908.
169. Cf. Arsenijević 2002b, str. 325ff.
170. Cf. Bradley 1966, str. 33ff.
171. Videti Grünbaum 1967, Smart 1980, Mellor 1981, Le Poidevin 1991, Oaklander and Smith 1994.
172. Cf. Schlesinger 1994a, 1994b i Arsenijević 2002b, str. 328.
173. Videti Arsenijević 2002b, str. 329.
174. Videti, na primer, Prior 1967, V.
175. Ludlow 1999.
176. Cf. Smith 1993, II. 5.1.
177. Ludlow 1999, str. 126.
178. *Ibid.*, str. 12, 134.
179. Cf. Adams 1989.
180. Videti Prior 1967, Appendix A and B.

181. Videti Arsenijvić 2002a, 3.
182. Videti *ibid.*, str. 127-8.
183. Videti Arsenijević 2002b, str. 331ff.
184. Cf. *ibid.*, str. 334.
185. Cf. *ibid.*, str. 335ff.
186. Cf. Mellor 1998, 3.2.
187. Cf. Paul 1997, str. 62ff.
188. Cf. Beer 1994, str. 91ff.
189. Cf. Russell 1906.
190. Videti Oaklander and Smith 1994, str. 10ff.
191. Frankena 1939.
192. Videti Arsenijević 2002a, 3.
193. Cf. *ibid.*, str. 130.
194. Lewis 1973, str. 8.
195. Cf. Lewis 1986.
196. Videti Everett 1957, DeWitt and Graham 1973.
197. Lukasiewicz 1920.
198. Cf. Arsenijević 2002a, str. 133.
199. Cf. Stalnaker 1976.
200. Cf. Deutsch 1990.
201. Cf. Arsenijević 2002a, 141ff.
202. Cf. Arsenijević 2002b, str. 346.
203. Oaklander 1994, str. 326.
204. Cf. Mellor 1998, str. 19ff.
205. Cf. Rescher 1968.
206. Le Poidevin 1991, str. 130.
207. Videti Arsenijević 1989.
208. Cf. Black 1954, str. 116ff, Peach 1954, str. 43ff, Schwayder 1955, str. 455ff.
209. Na primer, Ushenko 1946.
210. Videti Maxwell and Feigl 1961, Grünbaum 1968, str. 83, nap. 51.
211. Cf., na primer, Benacerraf 1962. str. 782.
212. Cf. Arsenijević 1989.
213. Videti Russell 1914, VI, VII, Carnap 1928, Taylor 1951, 1952, Grünbaum 1968, II, Salmon 1975, II.
214. Weierstrass 1894-1927, II, str. 71-74.
215. Arsenijević 1986, §127. Videti, takođe, Arsenijević 1994, 2.
216. Menger 1928, str. 75.

217. Waismann 1966, str. 165.
218. *Ibid.*, str.159.
219. *Ibid.*, *loc. cit.*
220. Hahn 1921, str. 146, Hahn 1980, str. 98.
221. Arsenijević 1994, str. 101.
222. Videti Hallett 1995, 1.
223. Cf. Bernays 1935.
224. Leibniz, *Pismo Malbranšu*, marta 1699.
225. Cf. Hilbert 1926.
226. Videti Arsenijević 1986, §59, Arsenijević 1988, IV. 1
227. Weyl 1949, str. 41.
228. Black 1951.
229. Thomson 1954.
230. Grünbaum 1968, str. 79.
231. Arsenijević 1986, §§22, 56, 99.
232. Aristotel, *Phys.* 233 a 22, 263 a 8.
233. Videti, takođe, Hinton and Martin 1954.
234. Cf. Chihara 1965, Ryle 1969.
235. Russell 1935-36, str. 143.
236. Cf. Weyl 1949, str. 42.
237. Cf. Arsenijević 1992b, str. 204.
238. Cantor 1962, str. 445.
239. Cf. Arsenijević 1988, str. 51, Arsenijević 1995, str. 92.
240. Cf. Arsenijević 1995, str. 91.
241. Videti, na primer, TeHennepe 1963, str. 48.
242. Grünbaum 1968, 1969.
243. Earman and Norton 1993.
244 Cf. Russell 1951, str. 102ff, Ayer 1969, str. 32ff.

Literatura

Abraham, W. E. 1972: "The nature of Zeno's Argument Against Plurality in DK 29 B 1", *Phronesis* 17.
Adams, R. M. 1989: "Time and thisness" in: J. Almog, J. Perry, and H. Wettstein (eds.), *Themes from Kaplan* Oxford University Press.
Aristoteles 1831: *Opera* ex recensione Immanuelis Bekkeri; edidit Academia Regia Borussica, editio prima, Walter de Gruyter et socii, Berolini, 1831.
Aristotle 1963: *Minor Works*, Harvard University Press and William Heinemann.
Arsenijević, M. 1986: *Prostor, vreme, Zenon*, Beograd-Zagreb.
Arsenijević, M. 1987: "Einsteinov 'paradoks dvojčkov'", *Dialogi* 23.
Arsenijević, M. 1988: "Solution of the staccato version of the Achilles paradox", in: A. Pavković (ed.), *Contemporary Yugoslav Philosophy: The Analytic Approach*, Kluwer.
Arsenijević, M. 1989: "How many physically distinguished parts can a limited body contain?", *Analysis* 38.
Arsenijević, M. 1992a: "Eine aristotelische Logik der Intervalle, die Cantorsche Logik der Punkte und die physikalischen und kinematischen Pradikate I: Logik der Pukte und Logik der Intervalle", *Philosophia naturalis* 2 (161-180).
Arsenijević, M. 1992a: "Eine aristotelische Logik der Intervalle, die Cantorsche Logik der Punkte und die physikalischen und kinematischen Pradikate II: Die mit physikalischen und kinematischen Prädikaten erweiterte Logik der Intervalle und Logik der Punkte", *Philosophia naturalis* 2 (181-209).
Arsenijević, M. 1994: "Mathematics, infinity and the physical world", *Dialektik* 3.
Arsenijević, M. 1995: "Logic, mathematics and philosophy", in: *Physik, Philosophle und die Einheit der Wissenschaften* (L. Krüger und B. Falkenburg eds.), Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg/Berlin/Oxford.

Arsenijević, M. 2002a: "Determinism, indeterminism and the flow of time", *Erkenntnis* 56/2.

Arsenijević, M. 2002b: "Real tenses", in: Q. Smith and A. Jokić (eds.), *Time, tense, and reference*, MIT Press.

Arsenijević, M. 2003: "Generalized concepts of syntactically and semantically trivial differences and instant-based and period-based time ontologies", *The Journal of Applied Logic* 1.

Augustine 1970: *Confessions*, Harvard University Press.

Ayer, A. 1969: "The Identity of indiscernables", in: *Ohilosophical Essays*, MacMillan, New York.

Barrow, I. 1916: *Geometrical Lectures*, Open Court, Chicago.

Barrow, J. D. and Dabrowski, M. P. 1995: "Oscillating universes", *Monthly Noticies of the Royal Astronomical Society* 275.

Beer, M. 1994: "Temporal indexicals and the passage of time", in: L. N. Oaklander and Q. Smith (eds.), *The New Theory of Time*, Yale University Press.

Benacerraf, P. 1962: "Tasks, Super-Tasks and the Modern Eleatics", *Journal of Philosophy* 24.

Bergson, H. 1965: *Duration and Simultaneity*, Bobbs-Merrill.

Bernays, P. 1935: "Sur le platonisme dans les mathematiques", *L'enseignement mathematique* 34.

Black, M. 1951: "Achilles and the tortoise", *Analysis*.

Black, M. 1954: *Problems of Analysis*, Cornell University Press.

Bochman, A. 1990: "Concerted instant-interval temporal semantics", *Notre Dame Journal of Formal Logic* 31.

Boltzmann, L. 1964: *Lectures on Gas Theory*, (S. G. Brush trans.), University of California Press, Berkeley.

Booth, N. B. 1957: "Were Zeno's arguments a Reply to Attack upon Parmenides?", *Phronesis*.

Bohr, N. 1967: *Niels Bohr: His Life and Work as Seen by His Friends and Colleagues*, S. Rozental ed., North-Holland —John Wiley and Sons.

Bohm, D. 1965, *The Spetial Theory of Relativity*, W. A. Benjamin; New York.

Boyer, C.B. 1939: *The Concepts of the Calculus: A Critical Discussion of the Derivative and the Integral*, Dover Publications.

Bradley, F. H. 1966: *Appearance and Reality — A Metaphysical Essay*, Clarendon Press.

Brochard, V. 1926: «Les arguments de Zénon d' Elée contre le mouvement» in: *Etudes de philosophie ancienne et de philosophie moderne*, Paris, 3-14.

Brouwer, L. E. J. 1975-76: *Collected Works* I and II, North-Holland.

Burgess, J. P. 1982: "Axioms for tense logic II: Time periods", *Notre Dame Journal of Formal Logic* 23.

Burnet, J. 1975: *Early Greek Philosophy*, Adam and Charles Black, London.

Cantor, G. 1962: *Gesammelte Abhandlungen*, Georg Olms, Hildesheim.

Carnap, R. 1928: *Die logische Aufbau der Welt*, Felix Meiner.

Cauchy, A. 1932: *Oeuvres completes*, Gauthier-Villars.

Chappell, V. C.1962: "Time and Zeno's Arrow", *Journal of Philosophy* 59/8.

Chihara, C. S. 1965: "On the possibility of completing an infinite process", *Philosophical Review* 74.

Cohn, L. J. 1896: *Geschichte des Unendlichkeitsproblems im abendlaendischen Denken bis Kant*, Wilhelm Engelmann, Leipzig.

Comte, A. 1910: *Philosophie positive*, Tome premier, Ernest Flammarion, Paris.

Dedekind, R. 1892: *Stetigkeit und irrationale Zahlen*, Brunswick.

Detsch, H. 1990: "Real possibility", *Nous* 24.

DeWitt, B. and Graham, N. (eds.) 1973: *The Many-Worlds Interpretation of Quantum Mechanics*, Princeton University Press.

Diels, H. (DK): *Die Fragmente der Vorsokratiker*, hrsg. W. Kranz, Weidemann, 1989.

Duhem. P. 1956: *Le systèm du Monde*, VII, Hermann, Paris.

Dummett, M. A. E. 1964: "Bringing about the past", *Philosophical Review* 73.

Dummett, M. A. E. 1973: *Frege: Philosophy of Language*, Duckworth.

Earman, J. and Norton, J. D. 1993: "Forever is a day: Supertasks in Pitowsky and Malament-Hogarth spacetimes", *Philosophy of Science* 60.

Ehrlich, P. 2001: "Number systems with simplicity hierarchies: A generalization of Convey's theory of surreal numbers", *The Journal of Symbolic Logic* 66.

Einstein, A. 1905: "On the electrodynamics of moving bodies"

(*Annalen der Physik* 17) in: *The Principles of Relativity*, by H. A. Lorentz, A. Einstein, H. Minkowski and H. Weyl, Methuen and Co., London, 1923.

Einstein, A. 1911: "Die Relativitäts-Theorie", *Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich.*

Einstein, A. 1977: *Relativity — The Special and the General Theory*, Methuen and Co., London.

Einstein, A., Podolsky, B. and Rozen, N. 1935: "Can quantum-mechanical description of physical reality be considered complete?", *Physical Review* 47.

Epicurus 1926: *The Extant Remains*, Clarendon Press.

Euler, L.1913: "Institutiones calculi differentialis" in *Opera omnia*, Leipzig.

Evellin, F. 1893: «Le mouvement et les partisans des indivisibles»; *Revue de Métaphysique et de Morale* 1.

Everett, H. III. 1957: ""Relative state" formulation of quantum mechanics", *Review of Modern Physics* 29.

Faye, J. 1989: *The Reality of the Future*, Odense University Press.

Feynman, R. P., 1964: *Lectures on Physics*, vol 1.1., 2nd Print Reading, Mass.

Fränkel, H. 1942: "Zeno of Elea's attacks on plurality", *American Journal of Philosophy* 63 (pp. 1-25, 193-206).

Frankena, W. K. 1939: "The naturalistic falacy", *Mind* 48.

Freeman, K. 1966: *The Presocratic Philosophers*, Basil Blackwell.

Frege, G. 1953: *Die Grundlagen der Mathematik*, Basil Blackwell.

Furley, D. J. 1974: "Two studies in the greek atomists", in: A. P. D. Mourelatos (ed.), *The Pre-Socratics*, Anchor Press-Doubleday and Garden City, New York.

Geach, P. T. 1972: *Logic Matters*, Basil Blackwell.

Gödel, K. 1964: "What is Cantor's continuum problem?", in: P. Benacerraf, P. and H. Putnam (eds.), *Philosophy of Mathematics* Englewood Cliffs, New Jersey.

Grujić, P 1998: "Da li je vreme prohodno?", *Theoria* XLI/3.

Grünbaum, A. 1968: *Modern Science and Zeno's Paradoxes*, George Allen & Unwin.

Grünbaum, A. 1969: "Can an infinitude of operations be performed in a finite time?", *British Journal for the Philosophy of Science* 20.

Grünbaum, A. 1973: *Philosophical Problems of Space and Time*, Reidel.

Hahn, H. 1921: *Theorie der reellen Funktionen*, Berlin

Hahn, H. 1980: "Does the infinite exist?" and "The crisis of intuition" in: *Empiricism, Logic and Mathematics*, Reidel.

Hallett, M. 1995: "Logic and existence" in: *Physik, Philosophle und die Einheit der Wissenschaften* (L. Krüger und B. Falkenburg eds.), Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg/Berlin/Oxford.

Hamblin, C. L. 1969: "Starting and stopping", *The Monist* 53.

Hamblin, C. L. 1971: "Instants and intervals", *Studiun generale* 24.

Hasse, T. L. und Scholz, H. 1928: *Die Grundlagenkrisis der griechischen Mathematik*, Kurt Metzner.

Hawking, S. W. and Penrose, R. 1996: *The Nature of Space and Time*, Princeton University Press.

Heath, T. L. 1921: *A History of Greek Mathematics* I, Clarendon Press.

Hegel, G. W. F. 1969: *Enzyklopädie der philosophischen Wissenschaften im Grundrisse*, Felix Meiner.

Heiberg, J. L. und Zeuthen, H. G. 1906-1907: "Eine neue Schrift des Archimedes", *Bibliotheca Mathematica — Zeitschrift fur Geschichte der mathematischen Wissenschaften.*

Heyting, A. 1966: *Intuitionism — An Introduction*, North-Holland.

Hilbert, D. und Bernays, P. 1968: *Grundlagen der Mathematik* I, Springer Verlag.

Hilbert, D. 1926: "Über das Unendliche", *Mathematischen Annalen* 95..

Hinton J. M. and Martin C. B. 1954: "Achilles and the Tortoise", *Analysis* 14.

Kant, I. 1787: *Kritik der reinen Vernunft* (in: *Werke* III, Berlin, 1911).

Kardashev, N. S. 1990: "Optimistic cosmological model", *Monthly Noticies of the Royal Astronomical Society* 243.

Kirk, G. S. and Raven, J. E. 1977: *The Presocratic Philosophers*, Cambridge University Press.

Kron, A. 1988: "Temporal modalities and modal tense operators", in: A. Pavković (ed.), *Contemporary Yugoslav Philosophy: The Analytic Approach*, Kluwer.

Kron, A., 1999: „Семантика для первого квартета Т. Элиота", *Алгебра и логика*, Том 38, N 4, 1999, 383-408.

Le Poindevin, R. 1991: *Chance, Cause and Contradiction: A Defense of the Tenseless Theory of Time*, St. Martin's Press, New York.

Leibniz, G. W. *Gesammelte Werke*, G. H. Pertz Hrsg., ser 3, Halle, 1849-63.

Leibniz, G. W. 1956: *Leibniz-Clarke Correspondence*, H. G. Alexander trans. and ed., Manchester Univerisy Press.

Leibniz, G. W. 1973: *Philosophical Writings*, trans. M. Morris and G. H. R. Parkinson (ed.), Everyman's Library, London and Melbourne.

Lewis, D. K. 1973: *Counterfactuals*, Harvard University Press.

Lewis, D. K. 1986: *On the Plurality of Worlds*, Basil Blackwell.

Ludlow, P. 1999: *Semantics, Tense, and Time*, MIT Press.

Lukasiewicz, J. 1920: *O determinizmie, Z zogodanien logiki i filozofii*, Warszawa.

Luria, S. 1932: "Die Infinitesimaltheorie der antiken Atomisten", *Quellen und Studien zur Geschichte der Mathematik, Astronomie und Physik* 2, Heft 2.

Mackie, J. L. 1975: "Causes and conditions", in: E. Sosa ed., *Causation and Conditionals*, Oxford Readings in Philosophy, Oxford University Press.

Mau, J. 1957: *Zum Problem des Infinitesimalen bei der antiken Atomisten*, Berlin.

Maxwell G. and Feigl, H. 1961: "Why ordinary language needs reforming", *Journal of Philosophy* 58.

Maxwell, J. C. (s.a.): *Matter and Motion*, Dover Publications.

McTaggart, J. M. E. 1908: "The unreality of time", *Mind* 17.

Mellor, D.H. 1981: *Real Time*, Cambridge University Press.

Mellor, D.H. 1998: *Real Time II*, Routledge.

Menger, K. 1928: *Dimensionlehre*, Teubner.

Minkowski, H. 1923: "Space and Time", in: *The Principles of Relativity*, by H. A. Lorentz, A. Einstein, H. Minkowski and H. Weyl, Methuen and Co., London.

Needham, P. 1981: "Temporal intervals and temporal order", *Logique et Analyse* 24.

Newton, I. 1953: *Newton's Philosophy of Nature* (H. S. Thayer ed.), Hafner, New York.

Newton-Smith, W. H. 1980: *The Structure of Time*, Routledge.

Nicol, A. T. 1936: "Indivisible lines", *Classical Quarterly* 30.

Nietzsche, F. 1968a: *Also sprach Zarathustra*, in: *Werke*, Walter de Gruyter.

Nietzsche, F. 1968b: *The Will to Power*, Random House, New York.

Noël, G. 1893: "Le mouvement et les arguments de Zénon d' Elée", *Revue de Métaphysique et de Morale* I.

Oaklander, L. N. 1994: "Thank Goodness it's over" in: L. N. Oaklander and Q. Smith (eds.), *The New Theory of Time*, Yale University Press.

Oaklander, L. N. and Smith, Q. (eds.) 1994: *The New Theory of Time*, Yale University Press.

Owen, G. E. L. 1960: "Logic and methaphysics in some earlier works of Aristotle", in: J. Düring and G. E. L. Owen (eds.), *Aristotle and Plato in Mid-Fourth Century*, Elanders Boktryckeri Aktie bolag, Göteborg.

Owen, G.E.L. 1974: "Plato and Parmenides on the timeless present" in: A. P. D. Mourelatos (ed.), *The Pre-Socratics*, Anchor Press-Doubleday and Garden City, New York.

Owen, G. E. L. 1957-8: "Zeno and mathematicians", *Proceedings of the Aristotelian Society*.

Paul, L. 1997: "Truth conditions of sentences types", *Synthese* 111.

Peach, B. 1954: "Logical and practical contradictions", *Analysis* 14.

Penrose, H. 1979: "Singularities and time-asymmetry", in: S. W. Hawking and W. Israel (eds.), *General Relativity: An Einstein Centenary Survey*, Cambridge University Press.

Petronijevics, B. 1906: "Zenons Beweise gegen die Bewegung", *Archiv für Geschichte der Philosophie* 20.

Petronijevics, B. 1907: *Die typischen Geometrien und das Unendliche*, Heidelberg.

Petronijevics, B. 1928: "L'espace discret et la geometrie noneuclidienne", *Archiv für systematische Philosophie und Soziologie* 31, Heft 3-4.

Petronijevics, B. 1934: "Über Leibnizens Methode der direkten Differentiation", *Isis* 22.

Platon, *Timaeus*, Harvard University Press and William Heinemann, 1966.

Poincaré, H. 1913: *The Foudation of Physics*, The Science Press, New York.

Price, H. 1996: *Time's Arrow and Archimedes' point*, Oxford University Press.

Prior, A. 1967: *Past, Present, Future*, Clarendon Press.

Putnam, H. 1975: *Mind, Language and Reality*, Cambridge University Press.

Quine, W. van O. 1943: "Notes on existence and necessity", *Journal of Philosophy* 40.

Quine, W. van O. 1961: *From a Logical Point of View*, Harvard University Press.

Quine, W. van O. 1970: "On the reasons for indeterminacy of translation", *Journal of Philosophy*.

Quinn, Ph. 1969: "The status od D-Thesis", *The Philosophy of Science* 36.

Quinton, A. 1962: "Spaces and times", *Philosophy* 37.

Reichenbach, H. 1950: *The Philosophy of Space and Time*, Dover Publications..

Reichenbach, H. 1956: *The Direction of Time*, University of California Press, Berkeley.

Rescher, N. 1968: "Truth and necessity in temporal perspective", in: R. M. Gale (ed.), *The Philosophy of Time — A Collection of Essays*, Humanities Press.

Robinson, A. 1970: *Non-Standard Analysis*, North-Holland.

Russell, B. 1903: *The Principles of Mathematics*, George Allen & Unwin.

Russell, B. 1906. "Review of MacCall's *Symbolic Logic and its Applications*", *Mind* 15.

Russell, B. 1914: *Our Knowledge of the External World*, George Allen & Unwin.

Russell, B. 1935-36: "The limits of empiricism", *Proceedings of the Aristotelian Society*, NS 36.

Russell, B. 1951: *An Inquiry into Meaning and Truth*, Georg Allen and Unwin, London.

Ryle, G. 1969: "Achilles and the Tortoise" in: *Dilemmas*, Cambridge University Press.

Salmon, W. C. 1975: *Space, Time, and Motion*, Dickenson.

Šćepanović, S. 1999: "Moguća značenja apeirona kod Anaksimandra", *Theoria* 42/3.

Schlesinger, G. 1994a: "Temporal becoming", in: L. N. Oaklander and Q. Smith (eds.), *The New Theory of Time*, Yale University Press.

Schlesinger, G. 1994b: "The stream of time", in: L. N. Oaklander and Q. Smith (eds.), *The New Theory of Time*, Yale University Press.

Schwayder, D. S. 1966: "Achilles unbound", *Journal of Philosophy* 52.

Shoemaker, S. 1969: "Time without change", *Journal of Philosophy* 66.

Sklar, L. 1977: *Space, Time and Spacetime*, University of California Press.

Smart, J. J. C. 1980: "Time and becoming", in: P. Inwagen (ed.), *Time and Cause*, Reidel.

Smith, Q. 1993: *Language of Time*, Oxford University Press.

Solmsen, F. 1971: "The tradition of Zeno of Elea re-examined", *Phronesis* 16.

Stalnaker, R. 1976: "Possible worlds", *Nous* 10.

Strawson, P. F. 1959: *Individuals*, Methuen, London.

Swinburne, R. 1968: *Space and Time*, Macmillan, London.

Tannery, P. 1885: "Le concept scientifique du continu — Zénon d'Elée et Georg Cantor", *Revue philosophique* 20.

Tannery, P. 1887: *Pour l'histoire de la science Hellène*, Paris.

Taylor, R. 1951: "Mr. Black on temporal paradoxes", *Analysis* 12.

Taylor, R. 1952: "Mr. Wisdom on temporal paradoxes", *Analysis* 13.

TeHennepe, E. 1963: "Language reform and philosophical imperialism: Another round with Zeno", *Analysis* 23.

Thomson, J. F. 1954: "Tasks and super-tasks", *Analysis* 15.

Tolman, R. C. 1950: *Relativity, Thermodynamics, and Cosmology*, Clarendon Press.

Ushenko, A. 1946: "Zeno's paradoxes", *Mind* 55.

Van Benthem, J. 1991: *The Logic of Time*, Kluwer.

Van Fraassen, B. C. 1970: *An Introduction to the Philosophy of Time and Space*, Random House.

Waissmann, F. 1966: *Introduction to Mathematical Thinking*, Hafner, London.

Wallner, C. R. 1904: "Entwickelungsgeschichtliche Momente bei Entstehung der Infinitesimalrechnung", *Bibliotheca Mathematica* 3, V, 1904.

Weierstrass, K. 1894-1927: *Mathematische Werke*, Berlin.

Weyl, H. 1949: *Philosophy of Mathematics and Natural Science*, Princeton University Press.
Weyl, H. 1952: *The Open World*, Yale University Press.
Wheeler, J. A. and Feynman, R. P. 1949: *Review of Modern Physics*, 21.
Whorf, B. L. 1956: *Language, Thought, and Reality*, MIT Press.
Wieleitner, H. 1914: "Zur Geschichte der unendlichen Reihen im christichen Mittelalter", *Bibliotheca Mathematica* 3, XIV.
Wittgenstein, L. 1975: *Philosophical Remarks*, Basil Blackwell.

Imenski registar

Beleška o autoru

Miloš Arsenijević, redovni profesor na Odeljenju za filozofiju Filozofskog fakulteta Univerziteta u Beogradu, gde je držao kurseve iz savremene filozofije, logike i antičke filozofije, stalni je član Ficvilijam koledža na Univerzitetu u Kembridžu (Velika Britanija) i Centra za filozofiju nauke Univerziteta u Pitsburgu (SAD). Bio je stipendista nemačkih fondacija „Aleksandar fon Humbolt" i DAAD, kao i Norveškog saveta. U Dubrovniku je više godina bio direktor i organizator septembarskih međunarodnih filozofskih kurseva u Međunarodnom centru za postdiplomske studije. Držao je specijalne kurseve filozofije na univerzitetima u Hajdelbergu i Gracu, predavao matematiku na Univerzitetu Merilend i bio član projekta ***Kvantni objekti*** *Nemačkog istraživačkog društva DFG na Institutu za teorijsku fiziku Univerziteta u Kelnu. Održao je niz gostujućih predavanja na univerzitetima u Hajdelbergu, Karlsrueu, Bilefeldu, Dortmundu, Oksfordu, Londonu, Lidsu, Jorku, Dablinu, Berkliju, Pitsburgu, Los Anđelesu, Santa Barbari, Morgantaunu, Montrealu, Buenos Airesu, Gracu, Oslu, Budimpešti, Mariboru i Zagrebu, kao i na Osmom kongresu za logiku, metodologiju i filozofiju nauke u Moskvi, kon-*

ferencijama pitsburškog Centra za filozofiju nauke u Kastinliončelu (Italija) i Bariločeu (Argentina) i međunarodnim konferencijama o prostoru i vremenu u Dubrovniku, vremenu, vremenima i referenciji u Santa Barbari, kvantnoj mehanici u Hajdelbergu, graničnim pitanjima nauke u Bilefeldu i supervenijenciji u Celju. U Beogradu je održao više predavanja u Institutu za matematiku SANU i Institutu za teorijsku fiziku. Autor je knjige ***Prostor, vreme, Zenon*** *i brojnih tekstova objavljenih u vodećim svetskim časopisima, kao što su* ***Analysis, Erkenntnis, Journal of Applied Logic, Philosophia naturalis i Dialektik****, dok su mu tekstovi uvršteni u zbornike velikih izdavačkih kuća, kao što su „MIT Press", „Kluwer" i „Spektrum Akademischer Verlag". Težište interesovanja Miloša Arsenijevića su metafizika i filozofija logike, matematike i fizike.*

Miloš Arsenijević
VREME I VREMENA

Recenzenti
prof. dr Dragana Božin
prof. dr Vojislav Božičković

Za izdavača
Miroslav Dereta

Glavni urednik
Dijana Dereta

Lektura i korektura
Vladimir Janković

Likovno-grafička oprema
Svetlana Stojanović

Korice
Dijana Dereta
Nenad Ristić

Prvo *DERETINO* izdanje

ISBN 86-7346-324-6

Tiraž
500 primeraka

Beograd 2003.

Izdavač / Štampa / Plasman
Grafički atelje *DERETA*
Vladimira Rolovića 30, 11030 Beograd
tel./faks: 011/ 2512-221; 2512-461
www.dereta.co.yu, office@dereta.co.yu

Knjižare *DERETA*:
Knez Mihailova 46, tel.: 011/ 30-33-503, 627-934
Banovo brdo, Dostojevskog 7, tel.: 011/556-445