

## **Trajanje i simultanost**

*"O Ajnštajnovoj teoriji"*

# Sadržaj

## 1. Uvod

👤 Profesorka istorije Himena Kanales

### 1.1. Ajnštajnova protivrečnost

### 1.2. Bergsonova protivrečnost

#### 1.2.1. Bergson i Apsolutno

### 1.3. Priznanje

## 2. Trajanje i simultanost

## 3. 📖 Predgovor

## 4. Polurelativnost

### 4.1. Mišelson–Morlijev eksperiment

### 4.2. Једнострана релативност

### 4.3. Дилатација времена

### 4.4. Неслагање истовремености

### 4.5. Дужинско скраћење

### 4.6. Конкретно значење појмова који улазе у Лоренцове формуле

## 5. Potpuna relativnost

### 5.1. O recipročnosti kretanja

### 5.2. Relativno i apsolutno kretanje

### 5.3. Od Descartesa do Ajnštajna

### 5.4. Prostiranje i prenošenje

### 5.5. Sistemi referencije

## 6. O природи времена

### 6.1. Сучељење и свест

### 6.2. Порекло идеје о универзалном времену

### 6.3. Stvarno trajanje i merljivo vreme

### 6.4. O neposredno opaženoj simultanosti: simultanost toka i simultanost u trenutku

### 6.5. O симултаности означеној сатовима

### 6.6. Време које се одвија

### 6.7. Odvijeno vreme i četvrta dimenzija

### 6.8. По којем се знаку препознаје да је време стварно

## 7. O множини времена

### 7.1. Вишеструка и успорена времена теорије релативитета

### 7.2. Како су усклађени са јединственим и универзалним временом

### 7.3. Испитивање парадокса у вези са временом

### 7.4. Хипотеза путника затвореног у зрну

### 7.5. Naučna simultanost, koja se može razložiti u sukcesiju

### 7.6. Како је компатibilна са simultanošću "intuitivnom"

### 7.7. Minkovljeva šema

- 7.8. Zabuna koja je izvor svih paradoksa
- 8. Slike svetlosti
- 8.1. "Linije svetlosti" i "krute linije"
- 8.2. "Слика светлости" и слика простора
- 8.3. Троструки ефекат раздвајања
- 8.4. Vraja priroda Ajnštajnovog vremena
- 8.5. Prelazak na teoriju prostor-vremena
- 9. Prostor-vreme sa četiri dimenzije
- 9.1. Kako se uvodi ideja četvrte dimenzije
- 9.2. Opšti prikaz Prostora-i-Vremena od četiri dimenzije
- 9.3. Kako se nepokretnost izražava u terminima kretanja
- 9.4. Како се време тако чини да се спаја са простором
- 9.5. Dvostruka zabluda kojoj se izlažemo
- 9.6. Posebne karakteristike ove predstave u teoriji relativnosti
- 9.7. Posebna zabluda koja može proizaći
- 9.8. Šta amalgam prostor-vreme zapravo predstavlja
- 10. Završna napomena

*Odštampano 22. новембар 2025.*

<https://rs.cosmicphilosophy.org/books/duration-and-simultaneity/>

# Uvod

## "Trajanje i simultanost" Anrija Bergsona

Ovo izdanje prve edicije knjige Anrija Bergsona iz 1922. "Trajanje i simultanost" deo je istraživanja Bergson-Ajnštajn debate iz 1922. koja je prouzrokovala "veliki zastoje u filozofiji" u 20. veku. Istraživanje je objavljeno na našem blogu:

(2025) Debata Ajnštajn-Bergson: Albert Ajnštajn protiv filozofije o prirodi  vremena

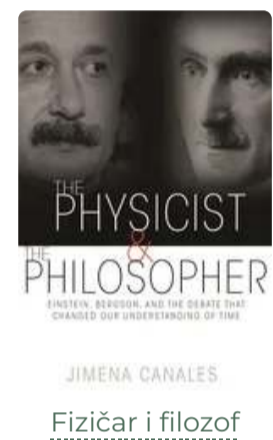
Izvor:  CosmicPhilosophy.org



Himena Kanales, profesorka istorije na Univerzitetu Illinois koja je napisala knjigu o debati, opisala je događaj na sledeći način:

“ *"Dijalog između najvećeg filozofa i najvećeg fizičara 20. veka" je savesno zabeležen. Bio je to scenario prikladan za pozorište. Sastanak i reči koje su izgovorili biće razmatrani do kraja veka.*

*U godinama koje su usledile nakon debate... stavovi naučnika o vremenu su počeli da dominiraju. ... Za mnoge, poraz filozofa je predstavljao pobedu "racionalnosti" nad "intuicijom". ... Tako je počela "priča o zastoju u filozofiji", ... a zatim je počeo period kada je relevantnost filozofije opadala pred rastućim uticajem nauke.*



Bergsonova knjiga "Trajanje i simultanost" bila je direktan odgovor na debatu. Naslovna strana njegove knjige eksplicitno je upućivala na Ajnštajna u opštem smislu i nosila je naslov "O Ajnštajnovoj teoriji".

Ajnštajn bi pobedio u debati javno istaknuvši da Bergson nije tačno razumeo teoriju. Ajnštajnova pobjeda u debati predstavljala je pobjedu nauke.

Bergson je napravio "očigledne greške" u svojoj filozofskoj kritici, a današnji filozofi Bergsonove greške karakterišu kao "veliku sramotu za filozofiju".


Na primer, filozof Viljem Lejn Kreg je 2016. napisao sledeće o knjizi:



“ *Meteorski pad Anrija Bergsona iz filozofskog panteona dvadesetog veka nesumnjivo je delimično bio posledica njegove pogrešne kritike, odnosno nerazumevanja, specijalne teorije relativiteta Alberta Ajnštajna.*

*Bergsonovo razumevanje Ajnštajnovе teorije bilo je jednostavno sramotno pogrešno i težilo je da dovede u pitanje Bergsonove stavove o vremenu.*

(2016) Bergson je bio u pravu u vezi sa relativitetom (pa, delimično)!

Izvor:  Reasonable Faith

Publikacija knjige na  CosmicPhilosophy.org prevedena je na 42 jezika sa originalnog francuskog teksta prve edicije iz 1922. godine, koristeći najnovije AI tehnologije iz 2025. Za mnoge jezike, publikacija je svetski prvenac.

Francuski izvorni tekst dobijen je preko  Archive.org koji je skenirao fizički primerak knjige iz biblioteke Univerziteta u Otavi,  Kanada i objavio tekst izdvojen OCR tehnologijom. Iako kvalitet starije OCR tehnologije nije bio optimalan, moderna AI tehnologija pokušala je da obnovi originalni francuski tekst što je bliže moguće pre prevoda. Matematika je konvertovana u MathML.




Originalni francuski skenovi fizičke knjige koji su korišćeni za ekstrakciju teksta dostupni su u ovom PDF-u.

Novi nepristrasni prevod prve edicije knjige može pomoći u ispitivanju protivrečnih privatnih beleški Alberta Ajnštajna u kojima je tvrdio da je Bergson "razumeo to".

## POGLAVLJE 1.1.

### Ajnštajnova protivrečnost

Dok je Ajnštajn javno napadao Bergsona zbog neuspeha da razume teoriju, privatno je istovremeno napisao da je Bergson 'razumeo to', što je protivrečnost.

Dana 6. aprila 1922. na okupljanju istaknutih filozofa u  Parizu kome je prisustvovao Anri Bergson, Ajnštajn je u suštini proglasio emancipaciju nauke od filozofije:

*Die Zeit der Philosophen ist vorbei.*


Prevod:

"Vreme filozofa je prošlo"

(2025) Debata Ajnštajn-Bergson: Albert Ajnštajn protiv filozofije o prirodi  vremena

Izvor: [CosmicPhilosophy.org](https://www.CosmicPhilosophy.org)

Bergsonova knjiga bila je direktan odgovor na događaj sa predavanjem u Parizu i objašnjava naslov naslovne strane "O Ajnštajnovoj teoriji".

U svom dnevniku dok je putovao u  Japan krajem 1922., meseci nakon događaja sa predavanjem u Parizu i nedugo nakon objavljivanja Bergsonove knjige, Ajnštajn je napisao sledeću privatnu belešku:

*Bergson hat in seinem Buch scharfsinnig und tief die Relativitätstheorie bekämpft. Er hat also richtig verstanden.*

Prevod:

"Bergson je u svojoj knjizi inteligentno i duboko izazvao teoriju relativiteta. Shvatio je to."

Izvor: Kanales, Himena. *Fizičar i filozof*, Princeton University Press, 2015. str. 177.

Naše istraživanje, objavljeno na našem blogu, otkrilo je da Ajnštajnove privatne beleške treba smatrati vodećim za sagledavanje Bergsonovog stvarnog razumevanja teorije, uprkos njegovim "sramotnim greškama". Ova publikacija omogućava ispitivanje Bergsonovih "očiglednih grešaka".

## POGLAVLJE 1.2.

### Bergsonova protivrečnost

Bergson je u ovoj knjizi suštinski potkopao sopstvenu filozofiju predlaganjem konteksta Apsolutnog vremena, univerzalnog vremena koje dele sva svesti u kosmosu. Bergson tvrdi da sva ljudska svest dele zajedničku, univerzalnu trajnost — "*nepersonalno vreme u kome sve stvari prolaze*". On čak tvrdi da se Ajnštajnova relativnost, suprotno ukidanju univerzalnog vremena, zapravo oslanja na takvo zajedničko vreme.

Bergsonova filozofija je stekla svetsku slavu upravo zato što je potkopala pojam večnog Apsolutnog (bilo u metafizici, nauci ili teologiji).

Ovo podrazumeva protivrečnost:

- ▶ S jedne strane, Bergson u ovoj knjizi postulira univerzalno vreme koje dele sve svesti, objedinjujuću, sveobuhvatnu stvarnost ili 'Apsolutno'.
- ▶ S druge strane, čitav njegov filozofski projekat je kritika Apsolutnog — bilo kakvih fiksnih, nepromenljivih ili čisto konceptualnih celina. Njegovo suprotstavljanje konceptu Apsolutnog bio je direktan uzrok njegove slave u engleskom govornom području.

### POGLAVLJE 1.2.1.

## Bergson i Apsolutno

Filozof Viljem Džejms bio je angažovan u onome što je nazvao "*Bitka za Apsolutno*" protiv idealista poput F.H. Bredlija i Džozaje Rojsa, koji su se zalagali za večno Apsolutno kao konačnu stvarnost.

Džejms je video Bergsona kao filozofa koji je konačno sprečio ideju o Apsolutnom. Bergsonova kritika apstrakcije i njegov naglasak na toku, mnoštvu i življenom iskustvu pružili su Džejmsu alate da porazi pretvaranje Apsolutnog u stvar. Kako je Džejms napisao:



☞ *Suštinski doprinos Bergsona filozofiji je njegova kritika intelektualizma (Apsolutnog). Po mom mišljenju, on je intelektualizam definitivno ubio i bez nade za oporavak.*

Bergsonovo "*univerzalno vreme*" u ovoj knjizi je protivrečno Apsolutno, nespojivo i sa njegovim sopstvenim principima i Ajnštajnovom relativnošću. Njegove fizičke "*sramotne*" greške u "*Trajanju i simultanosti*" bile su očigledne i kritikovane, ali kada se greške isprave — kada se potpuno prihvati relativnostino poricanje apsolutne simultanosti — njegov pojam univerzalnog vremena se ruši, otkrivajući apsurdnost objektivizacije vremena.

Paradoks: uvodeći pojam Apsolutnog i razotkrivajući njegovu neodrživost povlačeći filozofiju sa sobom u ono što su istoričari kasnije opisali kao "*veliki zastoj za filozofiju u istoriji*", Bergson indirektno jača svoju ključnu poruku o kojoj je Džejms napisao da predstavlja "*Bergsonov esencijalni doprinos filozofiji*".

### POGLAVLJE 1.3.

## Priznanje

Čitajući ovu knjigu, imajte na umu 'priznanje' Nobelovog komiteta na dan kada su odbili da dodeli Nobelovu nagradu za Ajnštajnovu teoriju relativnosti.

“Neće biti tajna da je čuveni filozof Bergson u Parizu osporio ovu teoriju.”



Ono na šta se predsedavajući Svante Arenijus poziva kao osnov za odbijanje Nobelove nagrade, jeste ova knjiga "O Ajnštajnovoj teoriji".

Profesorka istorije Himena Kanales opisala je situaciju na sledeći način:

Objašnjenje Nobelovog komiteta tog dana sigurno je podsetilo Ajnštajna na [njegovo odbacivanje filozofije] u Parizu, što će izazvati sukob sa Bergsonom.

---

(2025) Debata Ajnštajn–Bergson: Albert Ajnštajn protiv filozofije o prirodi 🕒 vremena

Izvor: [CosmicPhilosophy.org](https://cosmicphilosophy.org)

## POGLAVLJE 2.

# Trajanje i simultanost

## O Ajnštajnovoj teoriji

prvo izdanje, 1922

Anri Bergson  
član Francuske akademije  
i Akademije moralnih i političkih nauka.

Pariz  
Izdavačka kuća Feliks Alkan  
108, Bulevar Sen Žermen  
1922

## POGLAVLJE 3.

# Predgovor

Nekoliko reči o poreklu ovog rada će razjasniti njegovu nameru. Preduzeli smo ga isključivo za sebe. Želeli smo da saznamo u kojoj meri naše shvatanje trajanja može da se usaglasa sa Ajnštajnovim pogledima na vreme. Naše divljenje prema ovom fizičaru, uverenje da nam on ne donosi samo novu fiziku već i nove načine razmišljanja, ideja da su nauka i filozofija različite discipline ali stvorene da se dopunjuju, sve nas je to nadahnjivalo željom i čak nam nametalo dužnost da izvršimo konfrontaciju. Ali naše istraživanje nam se ubrzo učinilo od opštijeg interesa. Naše shvatanje trajanja predstavlja, u stvari, neposredno i direktno iskustvo. Bez nužnog povlačenja hipoteze o univerzalnom Vremenu, ono se veoma prirodno slagalo sa ovim verovanjem. Dakle, donekle ideje svih nas trebalo je suprotstaviti Ajnštajnovoj teoriji. A aspekt po koji ova teorija izgleda da vređa opšte mišljenje tada je došao u prvi plan: morali bismo da se zadržimo na "paradoksima" teorije relativnosti, na višestrukim vremenima koja teku brže ili sporije, na simultanostima koje postaju sukcesije i sukcesijama koje postaju simultanosti pri promeni tačke gledišta. Ove teze imaju dobro definisan fizički smisao: one govore ono što je Ajnštajn pročitao, genijalnom intuicijom, u Lorencovim jednačinama. Ali kakvo je njihovo filozofsko značenje? Da bismo to saznali, uzeli smo Lorencove formule član po član, i tražili smo kojoj konkretnoj stvarnosti, kojoj opaženoj ili opažljivoj stvari, svaki član odgovara. Ovo ispitivanje nam je dalo prilično neočekivan rezultat. Ne samo da se činilo da Ajnštajnovе teze više ne protivreče, već su potvrdile, popratile početnim dokazom prirodno verovanje ljudi u jedinstveno i univerzalno Vreme. Svoj paradoksalan izgled su jednostavno dugovali nesporazumu. Činilo se da se dogodila konfuzija, ne kod samog Ajnštajna, naravno, niti kod fizičara koji su fizički koristili njegov metod, već kod nekih koji su ovu fiziku, takvu kakva je, uzdigli u filozofiju. Dve različite koncepcije relativnosti, jedna apstraktna a druga slikovita, jedna nepotpuna a druga dovršena, koegzistirale su u njihovom umu i međusobno se prepliću. Razrešavanjem konfuzije, paradoks je nestao. Činilo nam se korisnim to reći. Tako bismo doprineli razjašnjavanju, u očima filozofa, teorije relativnosti. To su dva razloga koji nas navode da objavimo ovu studiju. Ona se odnosi, kao što se vidi, na jasno ograničen predmet. Iz teorije relativnosti smo izdvojili ono što se tiče vremena; ostale probleme



prati liniju  $OM$ , produžetak  $BO$ ; drugi se reflektuje od ploče duž iste linije  $OM$ . Tako se međusobno preklapaju i proizvode sistem interferentnih pruga koji se može posmatrati, iz tačke  $M$ , u teleskopu usmerenom duž  $MO$ .

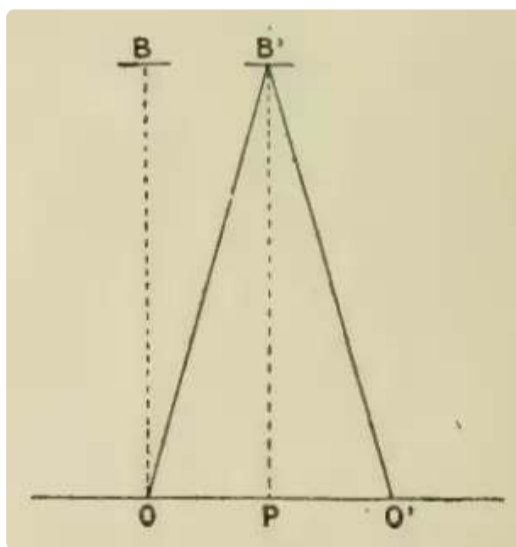
Pretpostavimo na trenutak da uređaj nije u translaciji kroz eter. Očigledno je prvo da, ako su rastojanja  $OA$  i  $OB$  jednaka, vreme koje je potrebno prvom zraku da ide od  $O$  do  $A$  i da se vrati jednako je vremenu koje je potrebno drugom zraku da ide od  $O$  do  $B$  i vrati se, pošto je uređaj nepokretan u sredini u kojoj se svetlost širi istom brzinom u svim pravcima. Izgled interferentnih pruga će, dakle, ostati isti za bilo koju rotaciju uređaja. Biće isti, posebno, za rotaciju od 90 stepeni koja će zameniti krake  $OA$  i  $OB$  jedan s drugim.

Али, у стварности, апарат је укључен у кретање Земље око своје орбите<sup>(1)</sup>. Лако је видети да, под овим условима, двоструко путовање првог зрака не би требало да има исто трајање као двоструко путовање другог<sup>(2)</sup>.

<sup>(1)</sup> Кретање Земље може се сматрати праволинијским и равномерним поком израња експеримента.

<sup>(2)</sup> Не треба заборавити, у свему што следи, да су зрачења емисиона из извора  $S$  одмах положена у некокрећни етар и стога независна, у погледу своје пројекције, од кретања извора.

Изрчунајмо, дакле, према уобичајеној кинематици, трајање сваког од двоструких путовања. Ради поједностављења излагања, претпоставићемо да је правац  $SA$  светлосног зрака изабран тако да буде управо онај кретања Земље кроз етар. Назваћемо  $v$  брзину Земље,  $c$  брзину светлости,  $l$  заједничку дужину двеју линија  $OA$  и  $OB$ . Релативна брзина светлости у односу на апарат, на путу од  $O$  до  $A$ , биће  $c - v$ . На повратку биће  $c + v$ . Време потребно светлости да оде од  $O$  до  $A$  и да се врати стога је једнако  $\frac{l}{c-v} + \frac{l}{c+v}$ , односно  $\frac{2lc}{c^2 - v^2}$ , а пут који је прешао овај зрак у етру је  $\frac{2lc^2}{c^2 - v^2}$  или  $\frac{2l}{1 - \frac{v^2}{c^2}}$ . Размотримо сада пут зрака који иде од стаклене плоче  $O$  до огледала  $B$  и враћа се. Светлост се креће од  $O$  ка  $B$  брзином  $c$ , али се, са друге стране, апарат помера брзином  $v$  у правцу  $OA$  управном на  $OB$ , па је релативна брзина светлости овде  $\sqrt{c^2 - v^2}$ , а самим тим трајање целокупног пута је  $\frac{2l}{\sqrt{c^2 - v^2}}$ .



Слика 2

Ево, дакле, објашњења које је предложио Лоренц, објашњења које је такође имао и други физичар, Фицџералд. Линија  $O'$  скратила би се услед свог кретања, тако да би поново успоставила једнакост између два двострука пута. Ако дужина  $O'$ , која је у мировању била  $B'$ , постане  $OB'$  када се ова линија креће брзином  $OO'$ , пут који зрак пређе у етру неће више бити измерен са  $B'P$ , већ са  $\frac{OB'O'}{c} = \frac{OO'}{v}$ , и два пута ће се показати стварно једнаки. Стога ћемо морати да прихватимо да било које тело које се креће било каквом брзином  $OO'$  доживљава, у смеру свог кретања, контракцију такву да је његова нова димензија према старој у односу  $\frac{OB'}{c} = \frac{OP}{v}$  према јединици. Ова контракција, природно, погађа и лењир

којим меримо објекат као и сам објекат. Тако измиче посматрачу на Земљи. Али приметио би је онај ко би усвојио непокретну опсерваторију, етар<sup>(2)</sup>.

## ПОГЛАВЉЕ 4.2.

### Једнострана релативност

Ево, дакле, објашњења које је предложио Лоренц, објашњења које је такође имао и други физичар, Фицџералд. Линија  $OA$  скратила би се услед свог кретања, тако да би поново успоставила једнакост између два двострука пута. Ако дужина  $OA$ , која је у мировању била  $l$ , постане  $l\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$  када се ова линија креће брзином  $v$ , пут који зрак пређе у етру неће више бити измерен са  $\frac{2l}{c}$ , већ са  $\frac{2l}{c\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ , и два пута ће се показати стварно једнаки. Стога ћемо морати да прихватимо да било које тело које се креће било каквом брзином  $v$  доживљава, у смеру свог кретања, контракцију такву да је његова нова димензија према старој у односу  $\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$  према јединици. Ова контракција, природно, погађа и лењир којим меримо објекат као и сам објекат. Тако измиче посматрачу на Земљи. Али приметио би је онај ко би усвојио непокретну опсерваторију, етар<sup>(2)</sup>.

<sup>(1)</sup> Она, уосијалом, њодразумева њакве услове ѡрецизносии да разлика између два свејлосна ѡуија, да је ѡосијојала, не би мојла да не исјлива.

<sup>(2)</sup> У ѡрви мах изјледа да умесјо уздужне конјракције мојло би се ѡодједнако ѡрејѡосјавији ѡојречно ширење, или чак и једно и друјо исјовремено, у одјоварајућој ѡројорцији. Овде, као и на мнојим друјим месјима, ѡриморани смо да изосјавимо објашњења дајја ѡеоријом релативносии. Ојреничавамо се на оно шјо је од инјереса за наше ѡренујно исјраживање.

Општије, назовимо  $S$  систем непокретан у етру, а  $S'$  други примерак тог система, дупликат, који је првобитно био једно с њим, а затим се одваја праволинијски брзином  $v$ . Одмах по поласку,  $S'$  се скраћује у смеру свог кретања. Све што није управно на правац кретања учествује у контракцији. Ако је  $S$  била сфера,  $S'$  ће бити елипсоид. Овом контракцијом се објашњава да Михелсон-Морлијев експеримент даје исте резултате као да је светлост имала константну брзину једнаку  $c$  у свим правцима.

Али такође би требало знати зашто ми, заузврат, меримоћи брзину светлости земљаним експериментима као што су они Физауа или Фукоа, увек добијамо исти број  $c$ , без обзира на брзину Земље у односу на етар<sup>(1)</sup>. Непокретни посматрач у етру то ће објаснити овако. У експериментима ове врсте, светлосни зрак увек прелази двоструки пут одласка и повратка између тачке  $O$  и друге тачке,  $A$  или  $B$ , на Земљи, као у експерименту Михелсон-Морли. У очима посматрача који учествује у кретању Земље, дужина овог двоструког пута је дакле  $2l$ . А ми кажемо да он увек пронађе светлости исту брзину  $c$ . Дакле, то значи да сат консултован од стране експериментатора у тачки  $O$  увек показује да је исти интервал  $t$ , једнак  $\frac{2l}{c}$ , протекао између поласка и повратка зрака. Али посматрач стационаран у етру, који прати очима пут који је зрак прешао у том медију, добро зна да је пређена удаљеност у стварности  $\frac{2l}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ . Он види да би покретни сат, да је мерио време као непокретни сат који држи поред себе, показао интервал  $\frac{2l}{c\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ . Пошто ипак показује само  $\frac{2l}{c}$ , то значи да његово време тече спорије. Ако, у истом интервалу између два догађаја, сат изброји мањи број секунди, свака од њих траје дуже. Дакле, секунда сата прикаченог за Земљу у покрету дужа је него секунда сата стационарног у непокретном етру. Њено трајање је  $\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ . Али становник Земље то не зна.

<sup>(1)</sup> Заисја је важно ѡримејшији (чесјо се ѡо занемарује) да Лоренцова конјракција није довољна да усјосјави, са ѡачке ѡледшија ејра, ѡошјуну ѡеорију Михелсон-Морлијевој експерименјиа изведеној на Земљи. Треба јој ѡридружији ѡродужење

## POGLAVLJE 4.3.

### Дилатација времена

Општије, назовимо поново  $S$  систем непокретан у етру, и  $S'$  дупликат овог система, који је првобитно поклапао с њим, а затим се одваја праволинијски брзином  $v$ . Док се  $S'$  скраћује у смеру свог кретања, његово Време се шири. Особа прикачена за систем  $S$ , узледавши  $S'$  и усмеривши пажњу на секунду сата  $S'$  у тачном тренутку раздвајања, видела би да се секунда  $S$  издужује на  $S'$  као еластична нит коју се вуче, као црта коју гледамо кроз луну. Разумимо се: ниједна промена се није догодила у механизму сата, нити у његовом функционисању. Феномен нема никакве сличности са продужењем клатна. Није зато што сатови иду спорије што се Време продужило; већ зато што се Време продужило сатови, остајући такви какви јесу, проналазе се да раде спорије. Дејством кретања, дуже време, истегнуто, проширено, долази да испуни интервал између два положаја казаљке. Исти успорен, уосталом, за сва кретања и све промене система, пошто би свако од њих могао подједнако постати представник Времена и подићи се у сат.

Претпоставили смо, истина, да је земљани посматрач пратио кретање светлосног зрака од  $O$  до  $A$  и назад од  $A$  до  $O$ , и мерио брзину светлости без потребе да користи другу часовник осим оног у тачки  $O$ . Шта би се десило да смо мерили ову брзину само у једном смеру, користећи два часовника<sup>(1)</sup> смештена у тачкама  $O$  и  $A$ ? Истина је да се у свим земљаним мерењима брзине светлости мери двоструки пут зрака. Овај експеримент о којем говоримо, дакле, никада није изведен. Али ништа не доказује да је неизводљив. Показаћемо да би и даље дао исти број за брзину светлости. Али подсетимо се, за то, у чему се састоји усклађивање наших часовника.

<sup>(1)</sup> Подразумева се да под часовником, у овом пасусу, подразумевамо сваки уређај који омогућава да се измери временски интервал или иако одреди однос два тренутка. У експериментима везаним за брзину светлости, Физеов зачешљени њочак, Фукоово ромирајуће огледало су часовници. Још више ће бити значење ове речи у целини ове ситуације. Она ће се примењивати и на природне процесе. Часовник ће бити Земља која се окреће.

С друге стране, када говоримо о нулој шапки часовника, и о операцији којом ћемо одредити положај нуле на другом часовнику да би постојали усклађености, то је чистио да бисмо лакше схватили сивар што уводимо циферблаије и казаљке. С обзиром на било која два уређаја, природна или вештачка, која служе за мерење времена, дакле с обзиром на два крећања, нулом можемо назвати било коју шапку, произвољно изабрану као њочајак, њућање првог шела. Посиављање нуле у другом уређају састојаће се једносавно у означавању, на њућању другог шела, шапке која ће се смајрати да одговара истом тренутку. Украјко, "посиављање нуле" треба у насавку схватити као сиварну или идеалну операцију, извршену или једносавно замишљену, којом су на два уређаја означене две шапке које означавају прву истовременост.

## POGLAVLJE 4.4.

### Неслагање истовремености

Како се усклађују два часовника на различитим местима? Комуникацијом успостављеном између две особе задужене за подешавање. Али нема тренутне комуникације; и, пошто сваки пренос захтева време, морали смо да изаберемо онај који се одвија у непроменљивим условима. Само сигнали послати кроз етер задовољавају овај захтев: сваки пренос кроз материју зависи од стања те материје и хиљаду околности које га мењају у сваком тренутку. Дакле, два оператера су морала комуницирати оптичким сигнаlima, или уопштено електромагнетним. Особа у  $O$  послала је особи у  $A$  светлосни зрак намењен да јој се одмах врати. А ствар се одиграла као у експерименту Микелсон-Морли, с том разликом што су огледала замењена људима. Било је договорено између два оператера у  $O$  и  $A$  да ће

други означити нулу у тачки где се казаљка његовог часовника налази у тачном тренутку када зрак стигне до ње. Од тада, први је само требао да на свом часовнику забележи почетак и крај интервала који је заузео двоструки пут зрака: средином интервала је поставио нулу свог часовника, јер је желео да обе нуле означавају "истовремене" тренутке и да часовници од тада буду усклађени.

То би, уосталом, било савршено да је пут сигнала исти у оба смера, или, другим речима, да је систем коме су часовници  $O$  и  $A$  причвршћени мировао у етеру. Чак и у систему у покрету, то би било савршено за подешавање два часовника  $O$  и  $B$  смештена на линији управној на правац кретања: знамо да, ако кретање система доведе  $O$  у  $O'$ , светлосни зрак прелази исти пут од  $O$  до  $B'$  као и од  $B'$  до  $O'$ , јер је троугао  $OB'O'$  једнакокраки. Али другачије је за пренос сигнала од  $O$  до  $A$  и обрнуто. Посматрач који је у апсолутном мировању у етеру види да су путеви неравни, јер у првом путу зрак испуљен из тачке  $O$  мора јурити тачку  $A$  која бежи, док у повратном путу зрак враћен из тачке  $A$  наилази на тачку  $O$  која му прилази. Или, ако више волите, он схвата да се растојање  $OA$ , за које се претпоставља да је исто у оба случаја, прелази светлошћу релативном брзином  $c - v$  у првом,  $c + v$  у другом, тако да су времена прелаза у односу  $c + v$  према  $c - v$ . Означавајући нулу на средини интервала који је казаљка часовника прешла између поласка и повратка зрака, она се, у очима нашег непокретног посматрача, поставља преблизу почетној тачки. Израчунајмо износ грешке. Рекли смо да је интервал који је казаљка прешла на циферблату током двоструког пута зрака  $\frac{2l}{c}$ . Ако је, дакле, у тренутку емисије сигнала, означена привремена нула у тачки где се казаљка налазила, то ће бити у тачки  $\frac{l}{c}$  циферблата где смо поставили коначну нулу  $M$  која одговара, како се мисли, коначној нули часовника у  $A$ . Али непокретни посматрач зна да би коначна нула часовника у  $O$ , да би заиста одговарала нули часовника у  $A$ , да би била истовремена са њом, морала би бити постављена у тачку која дели интервал  $\frac{2l}{c}$  не на једнаке делове, већ на делове пропорционалне  $c + v$  и  $c - v$ . Назовимо  $x$  први од ова два дела. Имаћемо

$$\frac{x}{\frac{2l}{c} - x} = \frac{c + v}{c - v}$$

и према томе

$$x = \frac{l}{c} + \frac{lv}{c^2}.$$

Што значи да је, за непокретног посматрача, тачка  $M$  где смо означили коначну нулу за  $\frac{lv}{c^2}$  преблизу привременој нули, и да, ако желимо да је оставимо где јесте, требали бисмо, да бисмо имали стварну истовременост између коначних нула два часовника, помакнути за  $\frac{lv}{c^2}$  коначну нулу часовника у  $A$ . Укратко, часовник у  $A$  увек касни за интервалом циферблата  $\frac{lv}{c^2}$  у односу на време које би требало да показује. Кад је казаљка у тачки коју ћемо назвати  $t'$  (чувамо ознаку  $t$  за време часовника у мировању у етеру), непокретни посматрач каже себи да, да би заиста била усклађена са часовником у  $O$ , она би показала  $t' + \frac{lv}{c^2}$ .

Шта ће се онда десити кад оператери смештени у  $O$  и  $A$  желе да измере брзину светлости бележећи, на усклађеним часовницима у тим тачкама, тренутак поласка, тренутак доласка, дакле време које светлости треба да пређе растојање?

Видели смо да су нуле два часовника постављене тако да светлост увек изгледа да треба исто време да пређе од  $O$  до  $A$  и назад, за оне који сматрају да часовници показују исто време. Наши два физичара ће стога природно закључити да је време путовања од  $O$  до  $A$ , измерено помоћу два часовника смештена у  $O$  и  $A$ , једнако половини укупног времена, измереног само на часовнику у  $O$ , за пуно путовање одласка и повратка. Знамо да је трајање овог двоструког путовања, измерено на часовнику у  $O$ , увек исто, без обзира на

брзину система. Тако ће бити и за трајање појединачног путовања, измереног овим новим методом са два часовника: стога ће се поново утврдити константност брзине светлости. Посматрач мирујући у етеру ће, уосталом, пратити тачку по тачку шта се догађа. Приметиће да је растојање које је светлост прешла од  $O$  до  $A$  према растојању које је прешла од  $A$  до  $O$  у односу  $c + v$  према  $c - v$ , уместо да су једнака. Уочиће да, пошто нула другог часовника не поклапа се са нулом првог, времена одласка и повратка, која изгледају једнака када се упоређују показана два часовника, су у ствари у односу  $c + v$  према  $c - v$ . Било је, рећи ће себи, грешке у дужини пута и грешке у трајању путовања, али се ове две грешке компензују, јер је иста двострука грешка владала приликом ранијег подешавања два часовника.

Тако, било да се време мери на једном часовнику, на одређеном месту, или да се користе два часовника удаљена један од другог; у оба случаја ће се добити исти број за брзину светлости унутар покретног система  $S'$ . Посматрачи прикључени покретном систему сматраће да други експеримент потврђује први. Али мирујући посматрач, седећи у етеру, закључиће једноставно да има две корекције да уради, уместо једне, за све што се тиче времена указаног часовницима система  $S'$ . Већ је утврдио да ови часовници иду преспоро. Сада ће рећи себи да часовници распоређени дуж правца кретања додатно касне један у односу на други. Претпоставимо још једном да се покретни систем  $S'$  одвојио, као дупликат, од мирујућег система  $S$ , и да се дисоцијација догодила у тренутку када је часовник  $H'_0$  покретног система  $S'$ , поклапајући се са часовником  $H_0$  система  $S$ , показивао нулу као и он. Размотримо онда у систему  $S'$  часовник  $H'_1$ , постављен тако да права  $\overrightarrow{H'_0 H'_1}$  показује правац кретања система, и назовимо  $l$  дужину ове праве. Када часовник  $H'_1$  покаже време  $t'$ , мирујући посматрач сада са разлогом каже себи да, пошто часовник  $H'_1$  касни за интервалом циферблата  $\frac{lv}{c}$  у односу на часовник  $H'_0$  овог система, у ствари је протекло  $t' + \frac{lv}{c}$  секунди система  $S'$ . Али је већ знао да, због успоравања времена услед кретања, свака од ових привидних секунди вреди, у реалним секундама,  $\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ . Израчунаће дакле да ако часовник  $H'_1$  даје показанье  $t'$ , стварно протекло време је  $\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}(t' + \frac{lv}{c})$ . Консултујући уосталом у овом тренутку један од часовника свог мирујућег система, наћи ће да је време  $t'$  које показује управо тај број.

Али, чак и пре него што се уверио у корекцију коју треба направити да би се прешло са времена  $t'$  на време  $t$ , уочио би грешку која се чини, унутар покретног система, у процени истовремености. Ухватио би је у самом чину присуствујући подешавању часовника. Размотримо дакле, на правој  $\overrightarrow{H'_0 H'_1}$  неограничено продуженој овог система, велики број часовника  $H'_0, H'_1, H'_2 \dots$  итд., раздвојених једни од других једнаким интервалима  $l$ . Када се  $S'$  поклапао са  $S$  и био дакле мирујући у етеру, оптички сигнали који су ишли и долазили између два узастопна часовника прелазили су једнаке путеве у оба смера. Ако су сви часовници тако подешени међусобно показивали исто време, то је било у исти тренутак. Сада када се  $S'$  одвојио од  $S$  услед дисоцијације, особа унутар  $S'$ , која не зна да је у покрету, оставља своје часовнике  $H'_0, H'_1, H'_2 \dots$  итд. таквим какви су били; верује у стварну истовременост кад казаљке показују исти број на циферблату. Уосталом, ако посумња, поново подешава: једноставно налази потврду онога што је раније приметио у мировању. Али мирујући посматрач, који види како оптички сигнал сада прелази дужи пут да би ишао од  $H'_0$  до  $H'_1$ , од  $H'_1$  до  $H'_2$ , итд., него да би се вратио од  $H'_1$  до  $H'_0$ , од  $H'_2$  до  $H'_1$ , итд., примећује да, да би постојала стварна истовременост кад часовници показују исто време,

требало би да нула часовника  $H'_1$  буде померена за  $\frac{lv}{c}$ , да нула часовника  $H'_2$  буде померена за  $\frac{2lv}{c}$ , итд. Од стварне, истовременост је постала номинална. Савила се у низ.

#### POGLAVLJE 4.5.

### Дужинско скраћење

Укратко, тражили смо како светлост може имати исту брзину за мирујућег и за покретног посматрача: дубље истраживање ове тачке открило нам је да систем  $S'$ , настао одвајањем од система  $S$  и крећући се праволинијски брзином  $v$ , претрпео је необичне промене. Формулисали бисмо их овако:

1. Све дужине у  $S'$  су се скратиле у правцу свог кретања. Нова дужина према старој је у односу  $\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$  према јединици.
2. Време система се проширило. Нова секунда према старој је у односу јединице према  $\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$ .
3. Оно што је било истовременост у систему  $S$  углавном је постало низ у систему  $S'$ . Једино остају савремени у  $S'$  догађаји, савремени у  $S$ , који су смештени у истој равни нормалној на правац кретања. Два друга произвољна догађаја, савремена у  $S$ , раздвојени су у  $S'$  за  $\frac{lv}{c}$  секунди система  $S'$ , ако означимо са  $l$  њихово растојање измерено у правцу кретања њиховог система, то јест растојање између две равни, нормалне на овај правац, које пролазе редом кроз сваки од њих.

Укратко, систем  $S'$ , посматран у Простору и Времену, је дупликат система  $S$  који се скратио, што се тиче простора, у правцу свог кретања; који је проширио, што се тиче времена, сваку своју секунду; и који је коначно, у времену, раздвојио у низ сваку истовременост између два догађаја чије се растојање смањило у простору. Али ове промене измичу посматрачу који је део покретног система. Само их мирујући посматрач примећује.

#### POGLAVLJE 4.6.

### Конкретно значење појмова који улазе у Лоренцове формуле

Претпоставим да ова два посматрача, Пјер и Пол, могу да комуницирају. Пјер, који зна где му је крај, рекао би Полу: "У ипренуику када си се одвојио од мене, ивој сисџем се сџљошиио, ивоје време је набубрило, ивоји сџвоји су се расинули. Ево формула за корекцију које ће ии омојуиши да се враиши у исиину. На шеби је да видиш иша ћеш с њима". Очигледно је да би Пол одговорио: "Нећу нишиа учиниши, јер би ипракиично и научно све иосџало недоследно унуиар моџ сисџема. Дужине су се скраишиле, кажеш? Али онда је исио иако и меиар који носим на њима; и иошио се мерање иих дужина, унуиар моџ сисџема, своди на њихов однос ирема иако иомереном меиру, иа мера мора осџаиши онаква каква је била". Време, додајеш, набубрило је, и ти рачунаш више од једне секунде тамо где моји сатови показују тачно једну? Али ако претпоставимо да су  $S$  и  $S'$  два примерка планете Земље, секунда у  $S'$ , као и у  $S$ , по дефиницији је одређени део времена ротације планете; и мада немају исто трајање, једна и друга чине само једну секунду. Истовремености су постале сукцесије? Сатови смештени на тачкама  $H'_1$ ,  $H'_2$ ,  $H'_1$  показују сва три исто време иако постоје три различита

тренутка? Али, у различитим тренуцима када показују исто време у мом систему, догађаји се дешавају на тачкама  $H_1', H_2', H_1'$  мог система који су, у систему  $S$ , с правом означени као савремени: онда ћу се сложити да их и даље називам савременим, како не бих морао да разматрам на нов начин односе ових догађаја међу собом прво, а затим и са свим осталим. Тиме ћу сачувати све твоје последице, све твоје односе, сва твоја објашњења. Називајући сукцесијом оно што сам називао истовременошћу, имао бих недоследан свет, или изграђен на потпуно другачијем плану од твог. Тако ће све ствари и сви односи међу стварима задржати своју величину, остати у истим оквирима, уклапати се у исте законе. Могу, дакле, понашати се као да ниједна моја дужина није скраћена, као да моје време није набубрило, као да су моји сатови усклађени. То барем важи за материју која има тежину, ону коју вучем са собом у кретању мог система: дубоке промене су се одиграле у временским и просторним односима које њени делови одржавају међу собом, али ја то не примећујем и немам разлога да примећујем.

Сада, морам додати да сматрам ове промене корисним. Наиме, напустимо материју која има тежину. Каква би била моја ситуација у односу на светлост, и генерално на електромагнетне појаве, да су моје просторне и временске димензије остале оне које су биле! Ови догађаји нису, они, укључени у кретање мог система. Ма колико таласи светлости, електромагнетни поремећаји настали у покретном систему: искуство доказује да они не прихватају његово кретање. Мој покретни систем их оставља у пролазу, тако рећи, у непокретном етеру, који их од тада преузима. Чак и да етер није постојао, измислили би га да симболизује овај експериментално утврђени чињеницу, независност брзине светлости у односу на кретање извора који је емитовао. Сада, у овом етеру, пред овим оптичким чињеницама, усред ових електромагнетних догађаја, ти седиш, ти, непокретан. Али ја их прелазим, и оно што ти видиш са свог непокретног осматрачког места могло би ми се појавити сасвим другачије. Наука о електромагнетизму, коју си са толико труда изградио, била би за мене поново да се изгради; морао бих да мењам своје једначине, једном када су успостављене, за сваку нову брзину мог система. Шта бих тада радио у тако изграђеном универзуму? По коју цену бившег утемељења свих наука била би стечена чврстина временских и просторних односа! Али захваљујући контракцији мојих дужина, набубрењу мог времена, раскиду мојих истовремености, мој систем постаје, у односу на електромагнетне појаве, тачна копија непокретног система. Ма колико јурио колико год му се свидело поред светлосног таласа: она ће увек имати исту брзину за њега, он ће бити као непокретан у односу на њу. Све је, дакле, најбоље, и добар геније је тако распоредио ствари.

Ипак, постоји један случај у коме ћу морати да узмем у обзир твоје назнаке и изменим своја мерења. То је када је реч о изградњи интегралне математичке репрезентације универзума, мислим на све што се дешава у свим световима који се крећу у односу на тебе свим могућим брзинама. Да би се успоставила ова репрезентација која би нам дала, једном када је потпуна и савршена, однос свега према свему, потребно је дефинисати сваку тачку универзума њеним растојањима  $x, y, z$  до три одређене међусобно нормалне равни, које ће се прогласити непокретним, и које ће се секући формирати осе  $OX, OY, OZ$ . С друге стране, осе  $OX, OY, OZ$  које ће се изабрати уместо свих осталих, једине осе заиста, а не конвенционално непокретне, су оне које ће се поставити у твојем непокретном систему.

Сада, у систему у кретању у ком се ја налазим, ја своја запажања односим на осе  $O'X', O'Y', O'Z'$  које овај систем вуче са собом, и растојања  $x', y', z'$  до три равни које се секу дуж ових линија дефинишу у мојим очима сваку тачку мог система. Пошто се са твоје тачке гледишта, непокретног, мора изградити глобална репрезентација целокупног, морам наћи начин да своја запажања доведем у везу са твојим осама  $OX, OY, OZ$ , или, другим речима,

да једном заувек успоставим формуле помоћу којих ћу моћи, познавајући  $x'$ ,  $y'$  и  $z'$ , израчунати  $x$ ,  $y$  и  $z$ . Али то ће ми бити лако, захваљујући назнакама које си ми управо дао. Најпре, да поједноставимо ствари, претпоставићу да су моје осе  $O'X'$ ,  $O'Y'$ ,  $O'Z'$  поклапале се са твојим пре раздвајања два света  $S$  и  $S'$  (што ће, ради јасноће ове демонстрације, овај пут бити сасвим различити један од другог), и претпоставићу такође да  $OX$ , а самим тим и  $O'X'$ , означавају правац кретања система  $S'$ . У овим условима, јасно је да равни  $Z'O'X'$ ,  $X'O'Y'$ , само клизе респективно по равнима  $ZOX$ ,  $XOY$ , да се непрестано поклапају са њима, и да су стога  $y$  и  $y'$  једнаки,  $z$  и  $z'$  такође. Преостаје онда израчунати  $x$ . Ако сам, од тренутка када је  $O'$  напустио  $O$ , избројао на сату који се налази на тачки  $x'$ ,  $y'$ ,  $z'$  време  $t'$ , природно замишљам растојање тачке  $x'$ ,  $y'$ ,  $z'$  до равни  $ZOY$  као једнако  $x' + vt'$ . Али, с обзиром на контракцију коју ми наводиш, ова дужина  $x' + vt'$  не би се поклопила са твојим  $x$ ; поклопила би се са  $x\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$ . И према томе оно што ти називаш  $x$  је  $\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}(x' + vt')$ . Проблем је решен. Нећу заборавити да време  $t'$ , које је прошло за мене и које ми показује мој сат смештен на тачки  $x'$ ,  $y'$ ,  $z'$ , различито је од твог. Када је овај сат дао назнаку  $t'$ , време  $t$  избројано твојим сатовима је, као што си рекао,  $\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}(t' + \frac{vx'}{c^2})$ . То је време  $t$  које ћу ти назначити. За време као и за простор, прешао бих са твог становишта на твоје.

Tako bi govorio Paul. I time bi istovremeno uspostavio čuvene "transformacione jednačine" Lorentza, koje, inače, ako se zauzme Ajnštajnov opštiji stav, ne podrazumevaju da je sistem  $S$  konačno fiksiran. Pokazaćemo zaista uskoro kako, prema Ajnštajnu, možemo učiniti da  $S$  bude bilo koji sistem, privremeno fiksiran mislima, i kako ćemo tada pripisati  $S'$ , posmatranom sa stanovišta  $S$ , iste vremenske i prostorne deformacije koje je Pjer pripisivao Paulovom sistemu. U hipotezi, uvek prihvaćanoj do sada, o Jedinstvenom vremenu i Prostoru nezavisnom od vremena, očigledno je da ako se  $S'$  kreće u odnosu na  $S$  konstantnom brzinom  $v$ , ako su  $x'$ ,  $y'$ ,  $z'$  udaljenosti tačke  $M'$  sistema  $S'$  od tri ravni određene sa tri pravougule ose, uzete po dve,  $O'X'$ ,  $O'Y'$ ,  $O'Z'$ , i ako su konačno  $x$ ,  $y$ ,  $z$  udaljenosti iste tačke od tri fiksne pravougule ravni sa kojima su se tri pokretne ravni prvobitno podudarale, imamo:

$$\begin{aligned}x &= x' + vt' \\y &= y' \\z &= z'\end{aligned}$$

Kako se, osim toga, isto vreme nepromenljivo odvija za sve sisteme, imamo:

$$t = t'.$$

Ali ako kretanje izaziva kontrakcije dužine, usporavanje vremena, i čini da, u sistemu sa dilatiranim vremenom, satovi pokazuju samo lokalno vreme, iz razmene objašnjenja između Pjera i Paula proizilazi da ćemo imati:

$$\begin{aligned}x &= \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}(x' + vt') \\y &= y' \\z &= z'\end{aligned}$$

$$t = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \left( t' + \frac{vx'}{c^2} \right)$$

Otuda nova formula za kompoziciju brzina. Pretpostavimo zaista da se tačka  $M'$  kreće ravnomernim kretanjem, unutar  $S'$ , paralelno sa  $O'X'$ , brzinom  $v'$ , prirodno merenom sa  $\frac{x'}{t'}$ . Koja će biti njena brzina za posmatrača sedenog u  $S$  i koji pripisuje uzastopne pozicije pokretnog tela svojim osama  $OX, OY, OZ$ ? Da bismo dobili ovu brzinu  $v''$ , merenu sa  $\frac{x''}{t''}$ , moramo podeliti član po član prvu i četvrtu jednačinu gore navedenu, i imaćemo:

$$v'' = \frac{v + v'}{1 + \frac{vv'}{c^2}}$$

dok je do sada mehanika postavljala:

$$v'' = v + v'$$

Dakle, ako je  $S$  obala reke i  $S'$  brod koji se kreće brzinom  $v$  u odnosu na obalu, putnik koji se kreće po palubi broda u pravcu kretanja brzinom  $v'$  nema, u očima posmatrača nepokretnog na obali, brzinu  $v + v'$ , kako se govorilo do sada, već brzinu manju od zbira dve komponente. Bar se tako stvari na prvi pogled čine. U stvarnosti, rezultatna brzina je zaista zbir dveju komponentnih brzina, ako se brzina putnika na brodu meri sa obale, kao i brzina samog broda. Merena sa broda, brzina  $v'$  putnika je  $\frac{x'}{t'}$ , ako nazovemo, na primer,  $x'$  dužinu koju putnik nalazi na brodu (dužina za njega nepromenljiva, pošto je brod uvek za njega u mirovanju) i  $t'$  vreme koje mu je potrebno da je pređe, to jest razlika između vremena koje pokazuju na njegovom polasku i dolasku dva sata postavljena na krmi i pramcu (pretpostavljamo brod beskrajno dugi čiji satovi nisu mogli biti usaglašeni međusobno osim signalima prenetim na daljinu). Ali, za posmatrača nepokretnog na obali, brod se skratio kad je prešao iz mirovanja u kretanje, Vreme se na njemu dilatiralo, satovi više nisu usaglašeni. Prostor koji je u njegovim očima prešao putnik na brodu nije više  $x'$  (ako je  $x'$  bila dužina keja sa kojom se nepokretni brod podudarao), već  $x' \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$ ; a vreme potrebno za prelaženje tog prostora nije  $t'$ , već  $\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \left( t' + \frac{vx'}{c^2} \right)$ . On će zaključiti da brzina koju treba dodati  $v$  da bi se dobilo  $v''$  nije  $v'$ , već

$$\frac{x' \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}{\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \left( t' + \frac{vx'}{c^2} \right)}$$

to jest

$$\frac{v' \left( 1 - \frac{v^2}{c^2} \right)}{1 + \frac{vv'}{c^2}}$$

. Tada će imati:

$$v'' = v + \frac{v' \left( 1 - \frac{v^2}{c^2} \right)}{1 + \frac{vv'}{c^2}} = \frac{v + v'}{1 + \frac{vv'}{c^2}}$$

Otuda se vidi da nijedna brzina ne može premašiti brzinu svetlosti, jer svaka kompozicija bilo koje brzine  $v'$  sa brzinom  $v$  pretpostavljenom jednakom  $c$  uvek daje kao rezultat istu tu brzinu  $c$ .

Takve su dakle, da se vratimo na našu prvu hipotezu, formule koje će Paul imati na umu ako želi da pređe sa svog stanovišta na Pjerovo i tako dobije — svi posmatrači priključeni na sve pokretne sisteme  $S''$ ,  $S'''$ , itd. učinivši isto — integralnu matematičku reprezentaciju univerzuma. Da je mogao uspostaviti svoje jednačine direktno, bez Pjerovog učešća, on bi ih isto tako dao Pjeru kako

bi mu omogućio, poznavajući  $x, y, z, t, v''$ , da izračuna  $x', y', z', t', v'$ . Rešimo zaista jednačine ① u odnosu na  $x', y', z', t', v'$ ; odmah ćemo izvući:

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

$$y' = y$$

$$z' = z$$

$$t' = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \left( t - \frac{vx}{c^2} \right)$$

$$v' = \frac{v'' - v}{1 - \frac{vv''}{c^2}}$$

jednačine koje se običnije daju za Lorentzovu transformaciju<sup>(1)</sup>. Ali za sada to nije važno. Želeli smo samo, pronalazeći ove formule član po član, definišući percepcije posmatrača smeštenih u jednom ili drugom sistemu, pripremiti analizu i demonstraciju koje su predmet ovog rada.

<sup>(1)</sup> Važno je napomenuti da, ako smo rekonstruisali Lorentzove formule komentarišući Mihelson-Morlijev eksperiment, to je u cilju pokazivanja konkretnog značenja svakog člana koji ih sastavlja. Istina je da Lorencova transformaciona grupa obezbeđuje, uopšteno govoreći, invarijantnost jednačina elektromagnetizma.

## POGLAVLJE 5.

# Potpuna relativnost

Na trenutak smo skliznuli sa stanovišta koje ćemo nazvati stanovištem "jednostrane relativnosti" na stanovište recipročnosti, koje je svojstveno Ajnštajnu. Požurimo da povratimo svoju poziciju. Ali već sada kažimo da će kontrakcija tela u pokretu, dilatacija njihovog Vremena, dislokacija simultanosti u sukcesiju biti sačuvane takve kakve jesu u Ajnštajnovoj teoriji: neće biti ništa da se promeni u jednačinama koje smo upravo uspostavili, niti uopšte u onome što smo rekli o sistemu  $S'$  u njegovim vremenskim i prostornim odnosima sa sistemom  $S$ . Samo što će ove kontrakcije prostora, ove dilatacije Vremena, ove ruptore simultanosti postati eksplicitno recipročne (već su implicitno, prema samom obliku jednačina), i posmatrač u  $S'$  ponoviće o  $S$  sve ono što je posmatrač u  $S$  tvrdio o  $S'$ . Time će nestati, kao što ćemo takođe pokazati, ono što je u početku bilo paradoksalno u teoriji Relativnosti: mi tvrdimo da jedinstveno Vreme i Prostor nezavisan od trajanja opstaju u Ajnštajnovoj hipotezi u čistom obliku: oni ostaju ono što su oduvek bili za zdrav razum. Ali gotovo je nemoguće doći do hipoteze dvostruke relativnosti bez prolaska kroz hipotezu jednostrane relativnosti, gde se još uvek postavlja apsolutna referentna tačka, nepokretni etar. Čak i kada *konceptuelno* shvatimo relativnost u drugom smislu, još uvek je *vidimo* donekle u prvom; jer uzalud kažemo da postoji samo recipročno kretanje  $S$  i  $S'$  jedan u odnosu na drugog, ne proučavamo ovu recipročnost bez usvajanja jednog od dva člana,  $S$  ili  $S'$ , kao "referentni sistem": a čim je sistem tako fiksiran, on privremeno postaje apsolutna referentna tačka, zamena za etar. Ukratko, apsolutni mirov, prognan od strane uma, ponovo je uspostavljen maštom. Sa matematičkog stanovišta, to nema nikakve nedostatke. Bilo da sistem  $S$ , usvojen kao referentni sistem, miruje apsolutno u etru, ili samo u odnosu na sve sisteme sa kojima će se upoređivati, u oba slučaja posmatrač smešten u  $S$  tretiraće na isti način merenja vremena koja mu stižu sa svih sistema kao što je  $S'$ ; u oba slučaja primeniće na njih Lorentzove transformacione formule. Dve hipoteze su ekvivalentne za matematičara. Ali nije isto za filozofa. Jer ako  $S$  miruje apsolutno, i svi drugi sistemi su u apsolutnom kretanju, teorija Relativnosti bi efektivno podrazumevala postojanje višestrukih Vremena, svih na istoj ravni i svih stvarnih. Ako se, naprotiv, postavimo u

Ajnštajnovu hipotezu, višestruka Vremena će opstati, ali će samo jedno od njih biti stvarno, kao što nameravamo da dokažemo: druga će biti matematičke fikcije. Zbog toga, po našem mišljenju, sve filozofske poteškoće u vezi sa vremenom nestaju ako se strogo držimo Ajnštajnovе hipoteze, ali sve čudnovatosti koje su zbunile toliko umova takođe. Stoga nam nije potrebno da se zadržavamo na smislu koji treba dati "deformaciji tela", "usporavanju vremena" i "rušenju simultanosti" kada se veruje u nepokretni etar i privilegovan sistem. Dovoljno nam je tražiti kako ih treba razumeti u Ajnštajnovoj hipotezi. Bacivši pogled unazad na prvo stanovište, prepoznaćemo da je bilo neophodno prvo da se na njemu postavimo, smatraćemo prirodnom iskušenje da mu se vratimo čak i kada smo usvojili drugo; ali videćemo i kako lažni problemi nastaju samo zbog toga što se slike pozajmljuju iz jednog da bi poduprle apstrakcije koje odgovaraju drugom.

## POGLAVLJE 5.1.

### O recipročnosti kretanja

Zamislili smo sistem  $S$  u mirovanju u nepokretnom etru i sistem  $S'$  u kretanju u odnosu na  $S$ . Međutim, eter nikada nije opažen; uveden je u fiziku da služi kao osnova za proračune. Naprotiv, kretanje sistema  $S'$  u odnosu na sistem  $S$  je za nas činjenica opažanja. Takođe treba smatrati činjenicom, dok se ne dokaže suprotno, konstantnost brzine svetlosti za sistem koji menja brzinu kako god želimo, i čija brzina može stoga pasti na nulu. Ponovo uzmimo tri tvrdnje sa kojih smo krenuli: 1°  $S'$  se pomera u odnosu na  $S$ ; 2° svetlost ima istu brzinu za oba; 3°  $S$  stoji u nepokretnom etru. Jasno je da dve od njih izražavaju činjenice, a treća hipotezu. Odbacimo hipotezu: ostaju nam samo dve činjenice. Ali tada se prva neće više formulirati na isti način. Najavljujemo da se  $S'$  pomera u odnosu na  $S$ : zašto ne bismo isto tako rekli da je to  $S$  koji se pomera u odnosu na  $S'$ ? Jednostavno zato što se  $S$  smatralo učesnikom u apsolutnoj mirovini etra. Ali više nema etra<sup>(1)</sup>, nigde više nema apsolutne nepokretnosti. Moći ćemo dakle reći, po volji, da se  $S'$  kreće u odnosu na  $S$ , ili da se  $S$  kreće u odnosu na  $S'$ , ili bolje da se  $S$  i  $S'$  kreću jedan u odnosu na drugog. Ukratko, ono što je stvarno dato je recipročnost pomeranja. Kako bi moglo biti drugačije, budući da kretanje uočeno u prostoru nije ništa drugo do kontinuirana promena udaljenosti? Ako razmatramo dve tačke  $A$  i  $B$  i pomeranje "jedne od njih", sve što oko opaža, sve što nauka može zabeležiti, je promena dužine intervala<sup>(2)</sup>. Jezik će izraziti činjenicu govoreći da se  $A$  kreće, ili da je to  $B$ . Ima izbora; ali bio bi bliži iskustvu govoreći da se  $A$  i  $B$  kreću jedan u odnosu na drugog, ili jednostavnije da jaz između  $A$  i  $B$  opada ili raste. "Recipročnost" kretanja je dakle činjenica opažanja. Moglo bi se prepoznati *a priori* kao uslov nauke, jer nauka operiše samo merenjima, merenje se uopšteno odnosi na dužine, i kada se dužina povećava ili smanjuje, nema razloga da se privileguje jedan od krajeva: sve što se može tvrditi je da jaz raste ili se smanjuje između njih dvoje<sup>(3)</sup>.

<sup>(1)</sup> Govorimo, naravno, samo o fiksnom etru, koji čini privilegovan, jedinstven, apsolutni referentni sistem. Ali hipoteza etra, adekvatno izmenjena, može vrlo dobro biti preuzeta od strane teorije Relativnosti. Ajnštajn je ovog mišljenja (Vidi njegovo predavanje iz 1920. o "Eteru i teoriji Relativnosti"). Već su pokušavali da koriste određene ideje Larmora da sačuvaju eter. (Up. Cunningham, *The Principle of Relativity*, Cambridge, 1911, chap. xvi).

<sup>(2)</sup> O ovoj tački, i o "recipročnosti" kretanja, skrenuli smo pažnju u Materiji i sećanju, Pariz, 1896, gl. IV, i u Uvodu u metafiziku (*Revue de Métaphysique et de Morale*, januar 1903).

<sup>(3)</sup> Vidi o ovoj tački, u Materiji i sećanju, stranice 214 i dalje.

## POGLAVLJE 5.2.

### Relativno i apsolutno kretanje

Naravno, nije svako kretanje svedeno na ono što se uočava u prostoru. Pored kretanja koja samo posmatramo spolja, postoje ona koja i sami osećamo da proizvodimo. Kad je Descartes govorio o recipročnosti kretanja <sup>(1)</sup>, nije bez razloga što mu je Morus odgovorio: "Ako ja mirno sedim, a drugi, udaljavajući se hiljadu koraka, postane crven od umora, onda se on kretao, a ja mirujem <sup>(2)</sup>." Sve što nauka može da nam kaže o relativnosti kretanja koje opažamo očima, merimo našim lenjirama i satovima, ostavlja netaknutim duboki osećaj koji imamo da izvodimo kretanja i ulagujemo napore čiji smo mi upravitelji. Kad bi lik Morusa, "mirno sedeći", odlučio da i sam potrči, ustao i potrčao: uzalud bismo tvrdili da je njegovo trčanje recipročno pomeranje njegovog tla i tla, da se on kreće ako naša misao učini Zemlju nepokretnom, ali da se Zemlja kreće ako proglasimo trkača nepokretnim, on nikada neće prihvatiti tu odluku, uvek će tvrditi da neposredno opaža svoj čin, da je taj čin činjenica, i da je činjenica jednostrana. Tu svest o odlučnim i izvršenim pokretima imaju svi ljudi i većina životinja. I pošto živa bića izvode takva kretanja koja su njihova, koja se odnose samo na njih, koja se opažaju iznutra, ali koja, posmatrana spolja, više ne izgledaju oku kao recipročnost pomeranja, može se pretpostaviti da je tako sa relativnim kretanjima uopšte, i da je recipročnost pomeranja manifestacija u našim očima unutrašnje promene, apsolutne, koja se dešava negde u prostoru. Na ovu tačku smo naglasili u radu koji smo naslovili Uvod u metafiziku. Takva nam se činila funkcija metafizičara: on mora prodreti u unutrašnjost stvari; i istinska suština, duboka stvarnost kretanja nikada mu ne može biti bolje otkrivena nego kada sam izvrši kretanje, kada ga nesumnjivo još uvek opaža spolja kao sva druga kretanja, ali ga dodatno shvata iznutra kao napor, čiji je trag jedino bio vidljiv. Međutim, metafizičar dobija tu neposrednu, unutrašnju i sigurnu percepciju samo za kretanja koja sam izvodi. Samo za njih može garantovati da su stvarni činovi, apsolutna kretanja. Već za kretanja drugih živih bića, to nije na osnovu neposredne percepcije, već iz simpatije, iz razloga analogije što ih uzdiže u nezavisne stvarnosti. A o kretanjima materije uopšte ne može ništa reći, osim da verovatno postoje unutrašnje promene, slične ili ne naporima, koje se dešavaju nepoznato gde i koje se pred našim očima, kao i naši sopstveni postupci, ispoljavaju kao recipročna pomeranja tela u prostoru. Stoga ne moramo da vodimo računa o apsolutnom kretanju u izgradnji nauke: znamo samo izuzetno gde se dešava, pa čak i tada, nauka ne bi imala šta s tim, jer se ne može meriti, a nauka ima funkciju merenja. Nauka može i mora da zadrži od stvarnosti samo ono što je rašireno u prostoru, homogeno, merljivo, vizuelno. Kretanje koje proučava je stoga uvek relativno i može se sastojati samo u recipročnosti pomeranja. Dok je Morus govorio kao metafizičar, Descartes je sa definitivnom preciznošću označio stanovište nauke. On je čak išao daleko izvan nauke svog vremena, izvan njutnove mehanike, izvan naše, formulirajući princip čiju je demonstraciju bilo rezervisano da pruži Einstein.

---

<sup>(1)</sup> Descartes, *Principi*, II, 29.

<sup>(2)</sup> H. Morus, *Scripta philosophica*, 1679, t. II, p. 218.

### POGLAVLJE 5.3.

## Od Descartesa do Ajnštajna

Jer je izvanredna činjenica da radikalna relativnost kretanja, koju je postulirao Descartes, nije mogla biti kategorički potvrđena od strane moderne nauke. Nauka, kako se shvata od Galileja, nesumnjivo je želela da kretanje bude relativno. Rado ga je tako i proglašavala. Ali postupala je mlitavo i nepotpuno u skladu s tim. Za to su postojala dva razloga. Prvo, nauka se sukobljava sa zdravim razumom samo u meri strogo neophodne. Dakle, ako je svako pravolinijsko i neubrzano kretanje očigledno relativno, ako je stoga, u očima nauke, pruga isto tako u kretanju u odnosu na voz kao što je voz u kretanju u odnosu na prugu, naučnik ipak neće reći da je pruga nepokretna; govoriće kao i svi drugi kada nema interes da se izražava drugačije. Ali tu nije suština. Razlog zbog

koga nauka nikada nije insistirala na radikalnoj relativnosti uniformnog kretanja je što se osećala nesposobnom da proširi tu relativnost na ubrzano kretanje: bar je morala privremeno od toga da odustane. Više puta, tokom svoje istorije, podvrgavala se takvoj nužnosti. Od imanentnog principa svoje metode žrtvuje nešto hipotezi koja se odmah može proveriti i koja odmah daje korisne rezultate: ako se prednost održi, to će biti zato što je hipoteza bila istinita sa jedne strane, i od tada će se možda jednog dana utvrditi da je ta hipoteza definitivno doprinela uspostavljanju principa koji je privremeno odstranila. Tako je njutnovski dinamizam izgledao kao da prekida razvoj kartezijanskog mehanizma. Descartes je postavljao da sve što pripada fizici prostire se u kretanju u prostoru: time je dao idealnu formulu univerzalnog mehanizma. Ali držati se te formule značilo bi posmatrati globalno odnos svega prema svega; nije se moglo dobiti rešenje, čak i privremeno, za posebne probleme osim isecanjem i izdvajanjem više-manje veštački delova iz celine: dakle, čim se zanemari odnos, uvodi se sila. To uvođenje nije bilo ništa drugo do ta eliminacija; izražavalo je nužnost u kojoj se ljudska inteligencija nalazi da proučava stvarnost deo po deo, nesposobna da odjednom formira koncepciju koja je istovremeno sintetička i analitička celokupnosti. Njutnovski dinamizam je dakle mogao biti — i pokazalo se da jeste u stvari — put ka potpunoj demonstraciji kartezijanskog mehanizma, koju je možda ostvario Ajnštajn. Međutim, ovaj dinamizam je podrazumevao postojanje apsolutnog kretanja. Još uvek se mogla prihvatiti relativnost kretanja u slučaju pravolinijskog translacionog kretanja bez ubrzanja; ali pojava centrifugalnih sila u rotacionom kretanju izgledala je da potvrđuje da se ovde radi o istinskom apsolutu; i moralo se isto tako smatrati apsolutnim svako drugo ubrzano kretanje. To je teorija koja je ostala klasična sve do Ajnštajna. Međutim, tu je mogla biti samo privremena koncepcija. Istoričar mehanike, Mah, ukazao je na njenu nedovoljnost<sup>(1)</sup>, i njegova kritika je svakako doprinela podsticanju novih ideja. Nijedan filozof nije mogao biti sasvim zadovoljan teorijom koja je držala pokretljivost za prostu relaciju uzajamnosti u slučaju uniformnog kretanja, a za imanentnu stvarnost u pokretnom telu u slučaju ubrzanog kretanja. Ako smo mi smatrali neophodnim, što se nas tiče, prihvatiti apsolutnu promenu svuda gde se opaža prostorno kretanje, ako smo procenjivali da svest o naporu otkriva apsolutnu prirodu istovremenog kretanja, dodali smo da razmatranje tog apsolutnog kretanja zanima isključivo naše znanje unutrašnjosti stvari, to jest psihologiju koja se proteže u metafiziku<sup>(2)</sup>. Dodali smo da za fiziku, čija je uloga da proučava odnose između vizuelnih podataka u homogenom prostoru, svo kretanje *treba* da bude relativno. Pa ipak, određena kretanja *nisu mogla* biti takva. Sada mogu. Makar samo iz tog razloga, teorija opšte relativnosti označava važan datum u istoriji ideja. Ne znamo kakvu konačnu sudbinu fizika joj priprema. Ali, šta god da se dogodi, koncepcija prostornog kretanja koju nalazimo kod Dekarta, i koja se tako dobro slaže sa duhom moderne nauke, biće učinjena naučno prihvatljivom od strane Ajnštajna i u slučaju ubrzanog kretanja kao i u slučaju uniformnog kretanja.

---

<sup>(1)</sup> Mah, *Die Mechanik in ihrer Entwicklung*, II. vi

<sup>(2)</sup> Materija i pamćenje, *loc. cit.* Upređi Uvod u metafiziku (*Rev. de Métaphysique et de Morale*, januar 1903)

Istina je da je ovaj deo Ajnštajnovog dela poslednji. To je teorija relativnosti "opšte". Razmatranja o vremenu i simultanosti pripadala su teoriji relativnosti "specijalne", a ova se odnosila samo na uniformno kretanje. Ali u specijalnoj teoriji postojala je kao zahtev opšte teorije. Jer, koliko god bila *specijalna*, to jest ograničena na uniformno kretanje, ona je ipak bila *radikalna*, pošto je pokretljivost činila uzajamnošću. Dakle, zašto se još uvek nije išlo eksplicitno dotle? Zašto se, čak i na uniformno kretanje, koje se proglašava relativnim, primenjivala samo mlitavo ideja relativnosti? Zato što se znalo da ideja više neće odgovarati ubrzanom kretanju. Ali, čim je fizičar držao za radikalnu relativnost uniformnog kretanja, morao je nastojati da posmatra kao relativno ubrzano kretanje. Makar samo iz tog razloga, specijalna teorija relativnosti pozivala je za sobom opštu teoriju relativnosti, i nije mogla biti ubedljiva u očima filozofa čak ni ako se podvrgavala toj generalizaciji.

Dakle, ako je svo kretanje relativno i ako ne postoji apsolutna referentna tačka, nema privilegovanog sistema, posmatrač unutar sistema očigledno nema načina da zna da li je njegov sistem u kretanju ili u mirovanju. Recimo bolje: grešio bi kad bi se to pitao, jer pitanje više nema smisla; ne postavlja se u tim terminima. Slobodan je da odluči šta mu se sviđa: njegov sistem će biti nepokretan, po samoj definiciji, ako ga učini svojim "*referentnim sistemom*" i ako u njemu postavi svoju opservatoriju. To nije moglo biti tako, čak ni u slučaju uniformnog kretanja, kada se verovalo u nepokretni etar. To nije moglo biti tako, ni na koji način, kada se verovalo u apsolutnu prirodu ubrzanog kretanja. Ali čim se odstrane dve hipoteze, bilo koji sistem je u mirovanju ili u kretanju, po želji. Prirodno, moraće se držati izabranog sistema kao nepokretnog, i tretirati druge u skladu s tim.

#### POGLAVLJE 5.4.

### Prostiranje i prenošenje

Ne želimo neumereno da produžujemo ovaj uvod. Međutim, moramo da podsetimo na ono što smo ranije govorili o ideji tela, kao i o apsolutnom pokretu: ovaj dvostruki niz razmatranja omogućio je zaključak o radikalnoj relativnosti pokreta kao prostornog pomeranja. Ono što nam je neposredno dato u percepciji, objašnjavali smo, jeste proširena kontinuitetnost na kojoj su raspoređeni kvaliteti: to je naročito kontinuitet vizuelne prostornosti, a time i boje. Ovde nema ništa veštačko, konvencionalno, isključivo ljudsko. Boje bi nam se bez sumnje prikazivale drugačije da su naše oko i svest drugačije oblikovani: ipak bi uvek postojalo nešto nepokolebljivo stvarno što bi fizika nastavila da razlaže na elementarne vibracije. Ukratko, sve dok govorimo samo o kvalifikovanoj i kvalitativno modifikovanoj kontinuitetnosti, kao što je obojena prostornost koja menja boju, izražavamo neposredno, bez posredovanja ljudske konvencije, ono što opažamo: nemamo nikakvog razloga da pretpostavimo da nismo ovde suočeni sa samom stvarnošću. Svaki privid mora se smatrati stvarnošću sve dok nije dokazano da je iluzoran, a ova demonstracija nikada nije izvedena za sadašnji slučaj: verovalo se da je učinjena, ali to je bila iluzija; mi smatramo da smo to dokazali<sup>(1)</sup>. Materija nam je dakle neposredno predstavljena kao stvarnost. Ali da li je isto tako sa ovim ili onim telom, podignutim u više ili manje nezavisni entitet? Vizuelna percepcija tela proizilazi iz fragmentacije koju vršimo nad obojenom prostornošću; ona je izdvojena od nas u kontinuitetu prostornosti. Vrlo je verovatno da ovu fragmentaciju različito izvode različite životinjske vrste. Mnoge su nesposobne za to; a one koje su sposobne za to regulišu se u ovoj operaciji oblikom svoje aktivnosti i prirodom svojih potreba. "Tela, pisali smo, isklesana su u tkanju prirode *percepcijom* čije makaze prate isprekidanu liniju puteva kojima bi *akcija* prošla"<sup>(2)</sup>. To kaže psihološka analiza. I fizika to potvrđuje. Ona razlaže telo na gotovo neodređen broj elementarnih čestica; a istovremeno nam pokazuje ovo telo povezano sa drugim telima hiljadama uzajamnih akcija i reakcija. Tako uvodi u njega toliko diskontinuiteta, a s druge strane uspostavlja između njega i ostatka stvari toliko kontinuiteta, da se naslućuje koliko mora da postoji veštačkog i konvencionalnog u našoj raspodeli materije na tela. Ali ako je svako telo, uzeto izolovano i zaustavljeno tamo gde ga naše percepcijske navike završavaju, u velikoj meri biće konvencije, kako onda ne bi bilo isto sa pokretom posmatranim kao da zahvata ovo izolovano telo? Postoji samo jedan pokret, govorili smo, koji se opaža iznutra i za koji znamo da sam po sebi predstavlja događaj: to je pokret koji prevodi u naše oči naš napor. Drugde, kada vidimo da se pokret dešava, sve čega smo sigurni jeste da se negde u univerzumu dešava neka modifikacija; priroda, pa čak i precizno mesto ove modifikacije, izmiče nam; možemo samo zabeležiti određene promene položaja koje su njeni vidni i površinski aspekt, a ove promene su nužno uzajamne. Svaki pokret – čak i naš vlastiti ukoliko je opažen spolja i vizualizovan – dakle je relativan. Podrazumeva se, inače, da se radi isključivo o pokretu ponderabilne materije. Analiza koju smo upravo izveli to dovoljno pokazuje. Ako je boja stvarnost, isto mora biti sa oscilacijama koje se na neki način ostvaruju

unutar nje: treba li ih, pošto imaju apsolutni karakter, još uvek nazivati pokretima? S druge strane, kako staviti na isti rang čin kojim se ove stvarne oscilacije, elementi kvaliteta i učesnici u onome što je apsolutno u kvalitetu, šire kroz prostor, i sasvim relativno pomeranje, nužno uzajamno, dva sistema S i S' više-manje veštački izdvojena u materiji? Govori se, ovde i tamo, o pokretu; ali da li reč ima isto značenje u oba slučaja? Recimo radije *proširivanje* u prvom, i *prenos* u drugom: iz naših ranijih analiza proisteklo bi da se proširivanje mora duboko razlikovati od prenosa. Ali onda, budući da je teorija emisije odbačena, a širenje svetlosti nije prenos čestica, ne treba očekivati da će se brzina svetlosti u odnosu na sistem menjati u zavisnosti od toga da li je sistem "u mirovanju" ili "u pokretu". Zašto bi ona vodila računa o određenom ljudskom načinu opažanja i koncipiranja stvari?

---

<sup>(1)</sup> *Materija i pamćenje*, str. 225 i dalje. Up. ceo prvi deo

<sup>(2)</sup> *Evolucija stvaralačka*, 1907, str. 12-13. Up. *Materija i pamćenje*, 1896, ceo deo I; i deo IV, str. 218 i dalje

## POGLAVLJE 5.5.

### Sistemi referencije

Stavimo se, dakle, otvoreno u hipotezu recipročnosti. Moramo sada opštije definisati određene termine čije nam je značenje do sada izgledalo dovoljno naznačeno samom upotrebom koju smo od njih pravili. Nazvaćemo dakle "sistemom referencije" triedar pod pravim uglom u odnosu na koji ćemo se dogovoriti da lokalizujemo, navodeći njihove međusobne udaljenosti od tri strane, sve tačke univerzuma. Fizičar koji gradi nauku biće vezan za ovaj triedar. Vrh triedra će mu obično služiti kao opservatorij. Nužno, tačke sistema referencije biće u mirovanju jedna u odnosu na drugu. Ali treba dodati da će, u hipotezi relativnosti, sam sistem referencije biti nepokretan tokom celog vremena dok se koristi za referiranje. Šta zapravo može biti fiksnost triedra u prostoru ako ne svojstvo koje mu se dodeljuje, privilegovan položaj koji mu se obezbeđuje, usvajanjem ga kao sistema referencije? Sve dok se zadržava stacionarni etar i apsolutni položaji, nepokretnost pripada zaista stvarima; ne zavisi od naše odluke. Jednom kada se etar rasprši zajedno sa privilegovanim sistemom i fiksnim tačkama, više postoje samo relativni pokreti objekata jedan u odnosu na drugi; ali pošto se ne može kretati u odnosu na samog sebe, nepokretnost će, po definiciji, biti stanje opservatorija u koji se smeštamo mišlju: tu je upravo triedar referencije. Svakako, ništa ne sprečava da se pretpostavi, u datom trenutku, da je sam sistem referencije u pokretu. Fizika često ima interesovanje za to, i teorija relativnosti se rado smešta u ovu hipotezu. Ali kada fizičar pokrene svoj sistem referencije, to je zato što privremeno bira drugi, koji tada postaje nepokretan. Istina je da se ovaj drugi sistem može mišlju pokrenuti zauzvrat, bez da misao nužno bira prebivalište u trećem. Ali tada oscilira između njih, smenjujući ih u nepokretnosti toliko brzo da može sebi da stvori iluziju da ih oba ostavlja u pokretu. U ovom preciznom smislu govorićemo o "sistemu referencije".

С друге стране, назваћемо "нейроменљивим сисџемом", или једноставно "сисџемом", сваки скуп тачака које задржавају исте релативне положаје и које су стога мировале једна у односу на другу. Земља је систем. Без сумње, мноштво померања и промена се јавља на њеној површини и крије у њеној унутрашњости; али ови покрети се одвијају у фиксном оквиру: мислим да се на Земљи може наћи онолико фиксних тачака колико желимо, једна у односу на другу, и причврстити се само за њих, док догађаји који се одвијају у међунпросторима прелазе у стање једноставних представа: они више не би били ништа друго до слике које се узастопно сликају у свести посматрача који мирују у овим фиксним тачкама.

Сада, "сисџем" се генерално може подићи у "референџни сисџем". Под тим треба разумети да се договоримо да лоцирамо у овом систему референтни систем који смо изабрали. Понекад ће бити потребно назначити посебну тачку система где постављамо врх тространог угла. Најчешће ће то бити непотребно. Тако систем Земља, када не узимамо у обзир ништа друго до њеног стања мировања или кретања у односу на други систем, може се посматрати као једноставна материјална тачка; ова тачка ће тада постати врх нашег тространог угла. Или пак, остављајући Земљи њену димензију, подразумеваћемо да је тространи угао постављен било где на њој.

Прелаз са "сисџема" на "референџни сисџем" је, осим тога, непрекидан ако се поставимо у теорију релативитета. Јер је за ову теорију суштински важно да распрши на свом "референџном сисџему" неодређен број сатова подешених један на други, и самим тим посматрача. Референтни систем више не може бити једноставан тространи угао опремљен једним посматрачем. Признајем да "саџови" и "џосмаџрачи" немају ништа материјално: под "саџом" се овде једноставно подразумева идеални запис времена према одређеним законима или правилима, а под "џосмаџрачем" идеални читалац идеално забележеног времена. Ипак, није мање истина да се сада замишља могућност материјалних сатова и живих посматрача у свим тачкама система. Тенденција да се неразлучиво говори о "сисџему" или "референџном сисџему" била је, осим тога, имманентна теорији релативитета од самог почетка, јер је управо учвршћивањем Земље, узимањем овог глобалног система за референтни систем, објашњена непроменљивост резултата Микелсон-Морлијевог експеримента. У већини случајева, поистовећивање референтног система са глобалним системом ове врсте не представља никакву сметњу. И може имати велике предности за филозофа, који ће, на пример, тражити у којој мери Ајнштајново време представља стварно време, и који ће због тога морати да постави посматраче у телу и крви, свесна бића, у свим тачкама референтног система где постоје "саџови".

Таква су прелиминарна разматрања која смо желели да представимо. Дали смо им много простора. Али то је зато што нисмо дефинисали са строгошћу употребљене термине, зато што се нисмо довољно навикли да видимо у релативности реципроцитет, зато што нисмо имали стално пред очима однос радикалне релативности према ублаженој релативности и нисмо се осигурали против њихове међусобне конфузије, коначно зато што нисмо довољно пришли проласку са физичког на математичко, што је довело до толико озбиљне забуне о филозофском смислу временских разматрања у теорији релативитета. Додајмо да се није много више водило рачуна о природи самог времена. А управо одатле је требало почети. Зауоставимо се на овом питању. Са анализама и дистинкцијама које смо управо извели, са разматрањима која ћемо представити о времену и његовом мерењу, постаће лако приступити тумачењу Ајнштајнове теорије.

## POGLAVLJE 6.

# О природи времена

## Сучељење и свест

Непостоји сумња да се време прво за нас не поистовећује са континуитетом наше унутрашњег живота. Шта је овај континуитет? Онај ток или пролазак, али тока и проласка који су сами себи довољни, ток не подразумева ствар која тече, а пролазак не претпоставља стања кроз која се пролази: *сџвар* и *сџање* су само вештачки снимци узети на транзицији; а ова транзиција, једина природно искуствена, јесте само трајање. Она је сећање, али не лично сећање, спољно у односу на оно што задржава, различито од прошлости чијег би

очувања осигуравала; то је сећање унутрашње самом промени, сећање које продужава претходно у накнадно и спречава их да буду чисти тренуци који се појављују и нестају у садашњости која би се непрекидно рађала. Мелодија коју слушамо затворених очију, мислећи само на њу, врло је близу да се поклопи са овим временом које је сама текућност нашег унутрашњег живота; али она још увек има превише квалитета, превише одређености, и требало би најпре избрисати разлику између звукова, затим укинути карактеристичне особине самог звука, задржати само наставак онога што претходи у оном што следи и непрекидни прелаз, мноштво без дељивости и сучељење без раздвајања, да бисмо коначно пронашли основно време. Такво је непосредно опажено време, без кога не бисмо имали никакву представу о времену.

## POGLAVLJE 6.2.

### Порекло идеје о универзалном времену

Kako prelazimo s ovog unutrašnjeg vremena na vreme stvari? Opazamo materijalni svet, i ova percepcija nam se čini, s pravom ili ne, istovremeno u nama i izvan nas: s jedne strane, to je stanje svesti; s druge, to je površinski sloj materije gde bi se opažać i opaženo poklapali. Svakom trenutku naše unutrašnje života odgovara tako jedan trenutak našeg tela i sve okolne materije, koji bi mu bio "*istovremen*": ova materija tada kao da učestvuje u našem svesnom trajanju<sup>(1)</sup>. Postupno proširujemo ovo trajanje na celokupni materijalni svet, jer ne vidimo nikakav razlog da ga ograničimo na neposredno okruženje našeg tela: univerzum nam se čini kao jedna celina; i ako deo koji je oko nas traje na naš način, mora biti isto, smatramo, i sa delom koji ga okružuje, i tako u beskraj. Tako se rađa ideja o Trajanju univerzuma, to jest o bezličnoj svesti koja bi bila veza između svih pojedinačnih svesti, kao i između tih svesti i ostatka prirode<sup>(2)</sup>. Takva svest bi u jednom jedinstvenom, trenutnom opažanju obuhvatila višestruke događaje smeštene na različitim tačkama prostora; simultanost bi upravo bila mogućnost da dva ili više događaja uđu u jedinstveno i trenutno opažanje. Šta je istinito, a šta iluzorno u ovom načinu predstavljanja stvari? Ono što je trenutno važno nije razgraničavanje istine i zablude, već jasno uočavanje gde prestaje iskustvo, a gde počinje pretpostavka. Nesporno je da naša svest oseća da traje, da naša percepcija pripada našoj svesti, i da u našu percepciju ulazi nešto od našeg tela i materije koja nas okružuje<sup>(3)</sup>: tako, naše trajanje i određeno osetno, proživljeno učešće našeg okruženja u ovom unutrašnjem trajanju su činjenice iskustva. Ali prvo, kao što smo ranije pokazivali, priroda ovog učešća je nepoznata: mogla bi zavisiti od svojstva koje bi spoljašnje stvari imale, bez da same traju, da se manifestuju u našem trajanju ukoliko deluju na nas i tako odmeravaju ili obeležavaju tok našeg svesnog života<sup>(4)</sup>. Zatim, pod pretpostavkom da ovo okruženje "*traje*", ništa ne dokazuje striktno da nalazimo isto trajanje kada promenimo okruženje: mogu postojati različita trajanja, želim reći različito ritmizovana, koja bi koegzistirala. Ranije smo izneli pretpostavku ove vrste u pogledu živih vrsta. Pravili smo razliku između trajanja višeg ili nižeg napona, karakterističnih za različite stepene svesti, koja bi se nizala duž životinjskog carstva. Međutim, tada nismo uočavali, niti danas vidimo, ikakav razlog da proširimo ovu pretpostavku na materijalni univerzum. Ostavili smo otvorenim pitanje da li je univerzum deljiv ili ne na međusobno nezavisne svetove; naš svet, sa svojim specifičnim životnim porivom, bio nam je dovoljan. Ali ako bismo morali da rešimo pitanje, opredelili bismo se, u sadašnjem stanju našeg znanja, za pretpostavku o jednom jedinstvenom i univerzalnom Materijalnom Vremenu. To je samo pretpostavka, ali zasnovana je na zaključivanju po analogiji koje moramo smatrati ubedljivim sve dok nam se ne ponudi nešto zadovoljavajućije. Ovo jedva svesno zaključivanje formulisalo bi se, verujemo, na sledeći način. Sve ljudske svesti su iste prirode, opažaju na isti način, idu na neki način istim korakom i žive isto trajanje. Međutim, ništa nas ne sprečava da zamislimo koliko god ljudskih svesti, raštrkanih tu i tamo kroz celokupnost univerzuma, ali dovoljno bliskih jedna drugoj da bilo koje dve uzastopne, nasumično

uzete, imaju zajednički krajnji deo polja njihovog spoljašnjeg iskustva. Svako od ova dva spoljašnja iskustva učestvuje u trajanju svake od dve svesti. A pošto dve svesti imaju isti ritam trajanja, isto mora važiti i za dva iskustva. Ali dva iskustva imaju zajednički deo. Ovim sponom, dakle, ona se spajaju u jedinstveno iskustvo, odvijajući se u jednom trajanju koje će, po želji, biti trajanje jedne ili druge od dve svesti. Isti zaključak može se ponoviti korak po korak, pa će jedno isto trajanje prikupiti duž svog puta događaje celokupnog materijalnog sveta; i mi ćemo tada moći da eliminišemo ljudske svesti koje smo prvobitno postavili tu i tamo kao prenosnike za kretanje naše misli: neće više biti ničega osim bezličnog vremena u kome sve teče. Formulirajući na ovaj način verovanje čovečanstva, možda smo stavili više preciznosti nego što je prikladno. Svako od nas se uglavnom zadovoljava da neodređeno, nejasnim naporom mašte, proširi svoje neposredno materijalno okruženje, koje, budući da ga opaža, učestvuje u trajanju njegove svesti. Ali čim se ovaj napor precizira, čim nastojimo da ga opravdamo, mi se iznenadimo udvostručavajući i umnožavajući našu svest, prenoseći je na krajnje granice našeg spoljašnjeg iskustva, zatim na kraj polja novog iskustva koje nam je tako pruženo, i tako u beskraj: to su zaista višestruke svesti koje potiču od naše, slične našoj, koje zadužujemo da naprave lanac kroz beskrajnost univerzuma i da svedoče, identitetom svojih unutrašnjih trajanja i dodirnošću svojih spoljašnjih iskustava, o jedinstvu bezličnog Vremena. Takva je pretpostavka zdravog razuma. Tvrdimo da bi to mogla biti i Ajnštajnova pretpostavka, i da je teorija relativnosti zapravo stvorena da potvrdi ideju o vremenu zajedničkom svim stvarima. Ova ideja, hipotetična u svakom slučaju, čini nam se da čak dobija posebnu čvrstinu i postojanost u teoriji relativnosti, shvaćenoj kako treba. Takav je zaključak koji će se izdvojiti iz našeg analitičkog rada. Ali to trenutno nije glavna stvar. Ostavimo po strani pitanje jedinstvenog Vremena. Ono što želimo da utvrdimo je da se ne može govoriti o stvarnosti koja traje a da se u nju ne unese svest. Metafizičar će direktno uvesti univerzalnu svest. Zdrav razum će o tome nejasno razmišljati. Matematičar, istina, neće morati da se bavi njom, pošto se zanima za merenje stvari, a ne za njihovu prirodu. Ali ako bi se upitao šta meri, ako usmeri svoju pažnju na samo vreme, nužno će se predstaviti sled, a time i prethodno i naredno, a time i most između njih (inače bi postojalo samo jedno od ta dva, čisto trenutno): dakle, još jednom, nemoguće je zamisliti ili shvatiti vezu između prethodnog i narednog bez elementa pamćenja, a time i svesti.

---

<sup>(1)</sup> *Za razvoj ovde iznetih pogleda, videti Essai sur les données immédiates de la Conscience, Pariz, 1889, uglavnom glave II i III; Matière et Mémoire, Pariz, 1896, glave I i IV; L'Évolution créatrice, passim. Up. Introduction à la métaphysique, 1903; i La perception du changement, Oksford, 1911*

<sup>(2)</sup> *Up. moje radove koje smo upravo citirali*

<sup>(3)</sup> *Videti Matière et Mémoire, glava I*

<sup>(4)</sup> *Vidi "Ogled o neposrednim podacima svesti", posebno str. 82 i dalje*

Možda će se neko protiviti upotrebi reči ako joj pripisuje antropomorfno značenje. Ali nije potrebno, da bismo zamislili nešto što traje, uzeti svoju sopstvenu memoriju i preneti je, čak i oslabljenu, u unutrašnjost te stvari. Koliko god smanjivali njen intenzitet, rizikujemo da u njoj ostavimo donekle raznovrsnost i bogatstvo unutrašnjeg života; time ćemo joj sačuvati lični karakter, u svakom slučaju ljudski. Potrebno je slediti suprotan put. Treba razmotriti trenutak u toku univerzuma, to jest trenutnu sliku koja bi postojala nezavisno od bilo koje svesti, zatim pokušati da istovremeno prizovemo drugi trenutak što je moguće bliži tom prvom, i tako uvesti u svet minimum vremena bez da pustimo i najmanju iskru sećanja. Videćemo da je to nemoguće. Bez elementarnog sećanja koje povezuje dva trenutka, ostao bi samo jedan ili drugi, dakle jedinstveni trenutak, bez prethodnog i narednog, bez sukcesije, bez vremena. Možemo pripisati tom sećanju samo onoliko koliko je potrebno za povezivanje; ono će biti, ako hoćete, samo ta veza, prosto produženje prethodnog u neposredno naredno sa stalno obnavljanim zaboravljanjem onoga što nije neposredno prethodni trenutak. Ipak, time smo uveli sećanje. Istinu govoreći, nemoguće je razlikovati trajanje, koliko god kratko bilo, koje razdvaja dva trenutka i sećanje koje bi ih povezivalo, jer je trajanje u suštini nastavljanje onoga što više nije u onome što jeste. Eto stvarnog

vremena, mislim na percipirano i proživljeno. Takođe i bilo koje vreme shvaćeno, jer se ne može zamisliti vreme a da se ne predstavi percipirano i proživljeno. Trajanje dakle podrazumeva svest; i mi stavljamo svest u osnovu stvari upravo time što im pripisujemo vreme koje traje.

### POGLAVLJE 6.3.

## Stvarno trajanje i merljivo vreme

Bez obzira da li ga ostavljamo u nama ili ga stavljamo izvan nas, vreme koje traje nije merljivo. Merenje koje nije čisto konvencionalno podrazumeva deljenje i superpoziciju. Međutim, ne možemo superponirati sukcesivna trajanja da bismo proverili da li su jednaka ili nejednaka; po pretpostavci, jedno više ne postoji kada se drugo pojavi; ideja proverljive jednakosti ovde gubi svako značenje. Sa druge strane, ako stvarno trajanje postane deljivo, kao što ćemo videti, kroz solidarnost koja se uspostavlja između njega i linije koja ga simbolizuje, ono se sastoji od nedeljivog i globalnog napretka. Slušajte melodiju zatvorivši oči, misleći samo na nju, ne postavljajući više na imaginarnom papiru ili klaviru note koje ste čuvali jednu za drugom, koje su tada pristale da postanu simultane i odrekle se svoje kontinuitetne fluidnosti u vremenu da bi se zaledile u prostoru: ponovo ćete pronaći nedeljivu, nedeljivu melodiju ili deo melodije koji ste vratili u čisto trajanje. Naša unutrašnja trajanja, sagledana od prvog do poslednjeg trenutka naše svesne egzistencije, nešto su poput te melodije. Naša pažnja može se odvratiti od nje i samim tim od njene nedeljivosti; ali, kada pokušamo da je presečemo, to je kao da provodimo oštricu kroz plamen: presečemo samo prostor koji ona zauzima. Kada prisustvujemo veoma brzom kretanju, poput pada zvezde, jasno razlikujemo liniju vatre, deljivu po volji, od nedeljive pokretljivosti koju ona podržava: ta pokretljivost je čisto trajanje. Bezlično i univerzalno vreme, ako postoji, može se beskonačno protezati od prošlosti ka budućnosti: ono je jednodelno; delovi koje u njemu razlikujemo su jednostavno delovi prostora koji ocrtavaju njegov trag i koji postaju njegov ekvivalent u našim očima; delimo razvijeno, ali ne i razvijanje. Kako onda prelazimo od razvijanja ka razvijenom, od čistog trajanja ka merljivom vremenu? Lako je rekonstruisati mehanizam ove operacije.

Ako vodim prstom po listu papira ne gledajući ga, pokret koji izvodim, percipiran iznutra, jeste kontinuitet svesti, nešto što pripada mom sopstvenom toku, naposletku trajanju. Ako sada otvorim oči, vidim da moj prst iscrtava na listu papira liniju koja se održava, gde je sve prostorni raspored a ne sukcesija; tu imam razvijeno, što je zapis o efektu pokreta, i što će takođe biti njegov simbol. Ova linija je deljiva, ona je merljiva. Deljenjem i merenjem nje, moći ću dakle reći, ako mi je zgodno, da delim i merim trajanje pokreta koji je iscrtava.

Istina je dakle da se vreme meri posredstvom pokreta. Ali treba dodati da, ako je ovo merenje vremena pokretom moguće, to je naročito zato što smo sposobni da izvodimo pokrete sami i da ti pokreti tada imaju dvostruki aspekt: kao mišićni osećaj, oni su deo toka našeg svesnog života, oni traju; kao vizuelna percepcija, oni opisuju putanju, daju sebi prostor. Kažem "naročito", jer bi se u krajnjem slučaju moglo zamisliti biće svesno svedeno na vizuelnu percepciju koje bi ipak uspeo da izgradi ideju merljivog vremena. Tada bi njegov život morao da se odvija u posmatranju spoljnog pokreta koji se beskonačno produžava. Takođe bi moralo biti da može izdvojiti iz pokreta percipiranog u prostoru, koji učestvuje u deljivosti svoje putanje, čistu pokretljivost, mislim na neprekidnu povezanost prethodnog i narednog koja je datoj svesti data kao nedeljiva činjenica: napravili smo ovu razliku malopre kada smo govorili o liniji vatre koju iscrtava zvezda padalica. Takva svest bi imala kontinuitet života sastavljen od neprekidnog osećaja spoljne pokretljivosti koja bi se beskonačno razvijala. I neprekidnost razvijanja ostaje još uvek različita od deljivog traga ostavljenog u prostoru, koji je još uvek razvijeno. Ovaj se deli i meri jer je prostor. Ono drugo je

trajanje. Bez kontinuiteta razvijanja, ne bi bilo ničega osim prostora, i prostora koji, ne podržavajući više trajanje, ne bi više predstavljao vreme.

Sada, ništa ne sprečava da pretpostavimo da svako od nas iscrtava u prostoru neprekidni pokret od početka do kraja svog svesnog života. Mogao bi hodati noću i danju. Tako bi izvršio putovanje koekstenzivno svom svesnom životu. Sva njegova istorija bi se tada odvijala u merljivom vremenu.

Da li na takvo putovanje mislimo kada govorimo o Impersonalnom vremenu? Ne sasvim, jer živimo društvenim, pa čak i kosmičkim životom, koliko i više nego individualnim. Prirodno zamenjujemo putovanje koje bismo mi preduzeli putovanjem bilo koje druge osobe, zatim bilo kojim neprekidnim kretanjem koje bi bilo savremeno s njim. Nazivam "*savremenim*" dva toka koja su za moju svest *jedno* ili *dva* podjednako, moja svest ih opaža zajedno kao jedinstven tok ako joj se sviđa da pruži nedeljivi čin pažnje, ili ih razlikuje u celosti ako radije deli pažnju između njih, čak čini oboje istovremeno ako odluči da podeli pažnju a ipak je ne preseče na dva dela. Nazivam "*simultanim*" dva trenutna opažanja zahvaćena u jednom istom činu duha, pri čemu pažnja opet može od njih napraviti jedno ili dvoje, po volji. Ovo postavljeno, lako je videti da imamo sav interes da uzmemo za "*odmotavanje vremena*" kretanje nezavisno od kretanja našeg sopstvenog tela. Istini za volju, već ga nalazimo usvojenim. Društvo ga je usvojilo za nas. To je kretanje rotacije Zemlje. Ali ako ga prihvatimo, ako razumemo da je to vreme a ne samo prostor, to je zato što je putovanje našeg sopstvenog tela uvek tu, virtualno, i jer je *moglo* biti za nas odmotavanje vremena.

#### POGLAVLJE 6.4.

### **O neposredno opaženoj simultanosti: simultanost toka i simultanost u trenutku**

Uostalom, nije bitno da li usvajamo jedno ili drugo kretanje kao brojač vremena, čim eksternalizujemo sopstveno trajanje u kretanju u prostoru, ostalo sledi. Od sada će nam se vreme činiti kao odmotavanje niti, to jest kao putanja pokretnog tela zaduženog da ga broji. Izmerili smo, reći ćemo, vreme tog odmotavanja i samim tim i vreme univerzalnog odmotavanja.

Ali sve stvari ne bi nam se činile da se odmotavaju zajedno s niti, svaki aktuelni trenutak univerzuma ne bi bio za nas kraj niti, da nemamo na raspolaganju pojam simultanosti. Videćemo uskoro ulogu ovog pojma u Ajnštajnovoj teoriji. Za sada, želimo da jasno istaknemo njegovo psihološko poreklo, o kome smo već rekli nešto. Teoretičari relativnosti govore samo o simultanosti dva trenutka. Pre nje, međutim, postoji druga, čija je ideja prirodnija: simultanost tokova. Rekli bismo da je u samoj suštini naše pažnje da može da se deli bez podele. Kada sedimo na obali reke, tok vode, klizanje čamca ili let ptice, neprekidno žuborenje našeg dubokog života za nas su tri različite stvari ili jedna, po volji. Možemo internalizovati celinu, imati posla s jedinstvenom percepcijom koja uvlači, pomešane, tri toka u svoj tok; ili možemo ostaviti spolja prva dva i tada podeliti pažnju između unutrašnjosti i spolja; ili, još bolje, možemo činiti oboje istovremeno, naša pažnja povezujući i ipak odvajajući tri toka, zahvaljujući jedinstvenoj privilegiji koju poseduje da bude jedna i višestruka. Takva je naša prva ideja simultanosti. Tada nazivamo simultanim dva spoljašnja toka koji zauzimaju isto trajanje jer oba drže u trajanju istog trećeg, našeg: ovo trajanje je samo naše kada naša svest gleda samo nas, ali postaje takođe njihovo kada naša pažnja obuhvata tri toka u jednom nedeljivom činu.

Sada, od simultanosti dva toka nikada ne bismo prešli na simultanost dva trenutka ako bismo ostali u čistom trajanju, jer svako trajanje je gustina: stvarno vreme nema trenutke. Ali prirodno formiramo ideju trenutka, i takođe ideju simultanih trenutaka, čim steknemo naviku pretvaranja vremena u prostor. Jer ako trajanje nema trenutke, linija se završava tačkama<sup>(1)</sup>. I, od trenutka kada trajanju pridružujemo liniju, delovima linije moraju odgovarati "*delovi trajanja*", a kraju linije "*kraj*

*trajanja*": to će biti trenutak — nešto što ne postoji aktuelno, već virtualno. Trenutak je ono što bi završilo trajanje ako bi se zaustavilo. Ali ono se ne zaustavlja. Stvarno vreme ne može, dakle, pružiti trenutak; ovaj potiče od matematičke tačke, to jest iz prostora. Pa ipak, bez stvarnog vremena, tačka bi bila samo tačka, ne bi bilo trenutka. Trenutnost podrazumeva dakle dve stvari: kontinuitet stvarnog vremena, mislim na trajanje, i prostorizovano vreme, mislim na liniju koja je, opisana kretanjem, postala time simbolična za vreme: ovo prostorizovano vreme, koje podrazumeva tačke, odbija se od stvarnog vremena i izaziva u njemu trenutak. To ne bi bilo moguće, bez tendencije — plodne iluzijama — koja nas navodi da primenimo kretanje *protiv* pređenog prostora, da poklopimo putanju sa putem, i da tada razložimo kretanje koje prelazi liniju kao što razlažemo samu liniju: ako smo se odlučili da razlikujemo tačke na liniji, te tačke će tada postati "*pozicije*" pokretnog tela (kao da ono, krećući se, ikada može *da se poklopi* s nečim što je mirovanje! kao da ne bi odmah odustalo od kretanja!). Tada, pošto smo označili na putu kretanja pozicije, to jest krajeve podela linije, pridružujemo ih "*trenucima*" kontinuiteta kretanja: prosti virtualni zaustavljanja, čiste duhovne predstave. Ranije smo opisali mehanizam ove operacije; takođe smo pokazali kako se poteškoće koje su filozofi postavljali oko pitanja kretanja raspršuju čim se uoči odnos trenutka prema prostorizovanom vremenu, odnos prostorizovanog vremena prema čistom trajanju. Ograničimo se ovde na to da ukažemo da operacija, ma koliko se činila učena, prirodna je ljudskom duhu; instinktivno je praktikujemo. Recept za nju je deponovan u jeziku.

---

<sup>(1)</sup> *Da je koncept matematičke tačke prirodan, dobro znaju oni koji su podučavali decu nešto geometrije. Najotporniji umovi na prve elemente odmah zamišljaju, bez poteškoća, linije bez debljine i tačke bez dimenzija.*

Симултаност у тренутку и симултаност тока су дакле различите ствари, али се међусобно допуњују. Без симултаности тока, не бисмо сматрали да су ова три термина међусобно заменљива: континуитет нашег унутрашњег живота, континуитет вољног покрета који наша мисао бескрајно продужава, континуитет било ког покрета кроз простор. Стварно трајање и просторно време не би дакле били еквивалентни, и стога за нас не би постојало време уопште; постојало би само трајање сваког од нас. Али, с друге стране, ово време се може избројати само захваљујући симултаности у тренутку. Ова симултаност у тренутку је неопходна за 1<sup>о</sup> означавање симултаности феномена и тренутка на сату, 2<sup>о</sup> означавање, дуж нашег сопственог трајања, симултаности ових тренутака са тренуцима нашег трајања који су створени самим чином означавања. Од ова два чина, први је суштински за мерење времена. Али, без другог, имали бисмо неко мерење, добили бисмо број који представља било шта, не бисмо мислили на време. Дакле, симултаност између два тренутка два спољна покрета омогућава нам да меримо време; али симултаност ових тренутака са тренуцима које они означавају дуж нашег унутрашњег трајања чини да то мерење буде мерење времена.

## POGLAVLJE 6.5.

### О симултаности означеној сатовима

Мораћемо да се задржимо на ове две тачке. Али прво отворимо заграду. Управо смо разликовали две "*симултаности у тренутку*": ниједна од њих није симултаност о којој се највише говори у теорији релативитета, мислим на симултаност између показа два сата удаљена један од другог. О њој смо говорили у првом делу нашег рада; њоме ћемо се посебно позабавити убрзо. Али јасно је да сама теорија релативитета неће моћи да избегне признавање две симултаности које смо управо описали: ограничиће се на додавање треће, оне која зависи од подешавања сатова. А, без сумње ћемо показати да показа два сата  $H$  и  $H'$  удаљена један од другог, подешена један на други и показујући исто време, јесу или

нису симултани зависно од тачке гледишта. Теорија релативитета има право то да каже — видећемо под којим условом. Али тиме признаје да је догађај  $E$ , који се одиграва поред сата  $H$ , дат у симултаности са показанем сата  $H$  у сасвим другом смислу — у смислу који психолог приписује речи симултаност. И исто тако за симултаност догађаја  $E'$  са показанем "оближње" сата  $H'$ . Јер да се не полази од признавања једне такве симултаности, апсолутне и која нема никакве везе са подешавањем сатова, сатови не би ни за што служили. То би биле машине са којима би се играли поређења; не би се користиле за класификовање догађаја; укратко, постојале би за себе, а не да нам служе. Изгубиле би сврху постојања за теоретичара релативитета као и за све остале, јер и он их уводи само да би означио време догађаја. Сада, веома је тачно да се симултаност схваћена на овај начин може уочити између тренутака два тока само ако токови пролазе "на истај месцу". Такође је веома тачно да су здрав разум, сама наука до сада, проширили *a priori* ову концепцију симултаности на догађаје раздвојене било каквом даљином. Вероватно су замишљали, као што смо рекли раније, свесност коекстензивну са универзумом, способну да обухвати два догађаја у једној јединственој и тренутној перцепцији. Али они су пре свега примењивали принцип урођен свакој математичкој репрезентацији ствари, а који се такође намеће теорији релативитета. У њој би се нашала идеја да разлика између "мало" и "велико", "мало удаљено" и "веома удаљено", нема научну вредност, и да ако се може говорити о симултаности ван сваког подешавања сатова, независно од било које тачке гледишта, када се ради о догађају и сату мало удаљеним један од другог, исто тако имамо право и када је растојање велико између сата и догађаја, или између два сата. Не постоји физика, астрономија, никаква наука ако се научнику ускрати право да шематски прикаже на листу папира целокупност универзума. Дакле, имплицитно се прихвата могућност смањења без деформисања. Сматра се да димензија није апсолутна, да постоје само односи између димензија, и да би се све исто дешавало у универзуму смањеном по вољи ако би односи између делова били очувани. Али како онда спречити да наша машта, па чак и наш разум, третирају симултаност показа два сата веома удаљена један од другог као симултаност два сата мало удаљена, то јест смештена "на истај месцу"? Интелигентна микроба нашао би између два "оближња" сата огроман размак; и не би признао постојање апсолутне симултаности, интуитивно уочене, између њихових показа. Више ајнштајновски него Ајнштајн, он не би говорио о симултаности овде осим ако би могао да забележи идентичне показатеље на два микробна сата, подешена један на други оптичким сигнаlima, које би заменио за наша два "оближња" сата. Симултаност која је апсолутна у нашим очима била би релативна за њега, јер би пренео апсолутну симултаност на показатеље два микробна сата која би онда уочио (што би, уосталом, такође било погрешно) "на истај месцу". Али то је сада небитно: не критикујемо Ајнштајнову концепцију; једноставно желимо да покажемо на чему се заснива природно проширење идеје симултаности које се увек примењивало, након што је заиста изведено из утврђивања два "оближња" догађаја. Ова анализа, која до сада није баш покушавана, открива нам чињеницу која би, уосталом, могла да буде искоришћена у теорији релативитета. Видимо да, ако наш ум пролази овде са толико лакоће од мале до велике удаљености, од симултаности између оближњих догађаја до симултаности између удаљених догађаја, ако продужава на други случај апсолутни карактер првог, то је зато што је навикнут да верује да се димензије свих ствари могу произвољно мењати, под условом да се очувају односи. Али време је да затворимо заграду. Вратимо се симултаности интуитивно уоченој о којој смо прво говорили и на две тврдње које смо изнели: 1° симултаност између два тренутка два спољна покрета омогућава нам да меримо временски интервал; 2° симултаност ових тренутака са тренуцима које они означавају дуж нашег унутрашњег трајања чини да то мерење буде мерење времена.

## Vreme koje se odviđa

Prva tačka je očigledna. Gore smo videli kako se unutrašnje trajanje eksteriorizuje u prostornično vreme i kako ovo, više prostor nego vreme, može da se meri. Od sada ćemo pomoću njega meriti svaki vremenski interval. Pošto smo ga podelili na delove koji odgovaraju jednakim prostorima i koji su po definiciji jednaki, u svakoj tački podele imaćemo kraj intervala, trenutak, i za jedinicu vremena uzećemo sam interval. Možemo onda razmatrati bilo koje kretanje koje se odviđa pored ovog modelnog kretanja, bilo koju promenu: duž čitavog njegovog odvijanja zabeležićemo "simultanosti u trenutku". Koliko god simultanosti uočili, toliko ćemo jedinica vremena izbrojati za trajanje fenomena. Merenje vremena se dakle sastoji u brojanju simultanosti. Svako drugo merenje podrazumeva mogućnost direktnog ili indirektnog preklapanja jedinice mere sa merenim predmetom. Svako drugo merenje se dakle odnosi na intervale između krajeva, čak i kada se, u stvari, ograničimo na brojanje tih krajeva. Ali, kada je reč o vremenu, možemo samo brojati krajeve: *dogovorićemo* se jednostavno da kažemo da smo time izmerili interval. Ako sada primetimo da nauka operira isključivo merenjima, uočićemo da, što se tiče vremena, nauka broji trenutke, beleži simultanosti, ali ostaje bez uticaja na ono što se dešava u intervalima. Može beskonačno povećavati broj krajeva, beskonačno smanjivati intervale; ali interval joj uvek izmiče, pokazuje joj samo svoje krajeve. Ako bi sva kretanja u univerzumu odjednom ubrzala u istom odnosu, uključujući i ono koje služi za merenje vremena, nešto bi se promenilo za svest koja ne bi bila povezana sa unutrašnjim moždanim molekularnim kretanjima; između izlaska i zalaska sunca ne bi primila isto obogaćenje; stoga bi uočila promenu; štaviše, pretpostavka istovremenog ubrzanja svih kretanja univerzuma ima smisla samo ako zamislimo svest posmatrača čije kvalitativno trajanje podrazumeva više ili manje bez da je stoga dostupno merenju<sup>(1)</sup>. Ali promena bi postojala samo za ovu svest sposobnu da uporedi tok stvari sa tokom unutrašnjeg života. Sa stanovišta nauke ne bi bilo nikakve promene. Idemo dalje. Brzina odvijanja ovog spoljnog i matematičkog vremena mogla bi postati beskonačna, sva prošla, sadašnja i buduća stanja univerzuma mogla bi se naći data odjednom, umesto odvijanja moglo bi biti samo odvijeno: predstavničko kretanje Vremena postalo bi linija; svakoj podeli ove linije odgovarala bi isti deo odvijenog univerzuma koji joj je odgovarao malopre u univerzumu koji se odviđa; ništa se ne bi promenilo u očima nauke. Njene formule i proračuni ostale bi kakve jesu.

<sup>(1)</sup> Očigledno je da bi pretpostavka izgubila na značaju ako bismo svest zamislili kao "epifenomen", koji se nadovezuje na moždane fenomene od kojih bi bila samo rezultat ili izraz. Ne možemo ovde detaljnije razmatrati ovu teoriju svesti-fenomena, koju se sve više smatra proizvoljnom. Raspravljali smo o njoj detaljno u nekoliko naših radova, posebno u prva tri poglavlja Materije i sećanja i u raznim esejima Duhovne energije. Ograničimo se na podsećanje: 1° da ova teorija nikako ne proizilazi iz činjenica; 2° da se njeno metafizičko poreklo lako uočava; 3° da bi, uzeta bukvalno, bila u suprotnosti sama sa sobom (o ovoj poslednjoj tački, i o kolebanju koje teorija podrazumeva između dve suprotne tvrdnje, videti stranice 203-223 Duhovne energije). U ovom radu, uzimamo svest onakvom kakvom nam je iskustvo daje, bez pretpostavki o njenoj prirodi i poreklu.

## Odvijeno vreme i četvrta dimenzija

Istina je da bi se u trenutku kada bismo prešli sa odvijanja na odvijeno, morala prostoru dodati dodatna dimenzija. Napomenuli smo, pre više od trideset godina<sup>(1)</sup>, da je prostornično vreme zapravo četvrta dimenzija prostora. Samo će nam ova četvrta dimenzija omogućiti da suprotstavimo ono što je dato u sukcesiji: bez nje, ne bismo imali mesta. Neka univerzum ima tri dimenzije, ili dve, ili samo jednu, čak i da nema nijednu i svodi se na tačku, uvek ćemo moći da pretvorimo beskonačnu sukcesiju svih njegovih događaja u istovremenu ili večnu suprotnost prostim činjenicom da mu dodamo dodatnu dimenziju. Ako nema nijednu, svodeći se na tačku koja se beskonačno menja u kvalitetu, možemo pretpostaviti da brzina sukcesije kvaliteta postane

beskonačna i da se ovi *kvalitetni poeni* daju odjednom, pod uslovom da se ovom bezdimenzionalnom svetu donese linija gde se tačke suprotstavljaju. Ako je već imao jednu dimenziju, ako je linearan, biće mu potrebne dve dimenzije da suprotstavi *kvalitetne linije* — svaka beskonačna — koje su bile sukcesivni momenti njegove istorije. Isto važi i ako je imao dve, ako je bio površinski univerzum, beskonačno platno na kojem bi se beskonačno crtale ravne slike koje zauzimaju celu njegovu površinu: brzina sukcesije ovih slika može još uvek postati beskonačna, i od univerzuma koji se odvija preći ćemo još uvek na odvijeni univerzum, pod uslovom da nam se odobri dodatna dimenzija. Imaćemo tada, nagomilane jedna na drugu, sva beskonačna platna koja nam daju sve sukcesivne slike koje čine celu istoriju univerzuma; posedovaćemo ih zajedno; ali od ravnog univerzuma moraćemo preći na zapreminski univerzum. Stoga se lako razume kako bi samo činjenica dodeljivanja vremenu beskonačne brzine, zamenom odvijenog sa odvijanjem, nateralo da našem čvrstom univerzumu dodelimo četvrtu dimenziju. A, samo po tome što nauka ne može da odredi "*brzinu odvijanja*" vremena, što broji simultanosti ali nužno izostavlja intervale, ona se bavi vremenom za koje možemo isto tako pretpostaviti da ima beskonačnu brzinu odvijanja, i time virtualno dodeljuje prostoru dodatnu dimenziju.

---

<sup>(1)</sup> *Esej o neposrednim podacima svesti, str. 83.*

Immanentno našem merenju vremena je dakle težnja da se njegov sadržaj isprazni u prostor od četiri dimenzije gde bi prošlost, sadašnjost i budućnost bile suprotstavljene ili naslagane iz večnosti. Ova težnja jednostavno izražava našu nemogućnost da matematički izrazimo samo vreme, nužnost da ga zamenimo, da bismo ga izmerili, simultanostima koje brojimo: ove simultanosti su trenutnosti; one ne učestvuju u prirodi stvarnog vremena; ne traju. To su jednostavne misaone slike, koje označavaju virtualnim zastojsima svesno trajanje i stvarno kretanje, koristeći u tu svrhu matematičku tačku koja je prenesena iz prostora u vreme.

Ali ako naša nauka tako doseže samo prostor, lako je videti zašto se prostorna dimenzija koja je zamenila vreme i dalje naziva vremenom. To je zato što je naša svest tu. Ona ponovo udahnuje živo trajanje u vreme osušeno u prostor. Naša misao, tumačeći matematičko vreme, ponovo prolazi u suprotnom smeru put koji je prešla da bi ga dobila. Od unutrašnjeg trajanja prešla je na određeno nedeljivo kretanje koje je još uvek bilo usko povezano s njim i koje je postalo uzorno kretanje, generator ili brojač Vremena; od čiste pokretljivosti u tom kretanju, koja je veza između kretanja i trajanja, prešla je na putanju kretanja, koja je čisti prostor: deleći putanju na jednake delove, prešla je sa tačaka podele te putanje na odgovarajuće ili "*simultane*" tačke podele putanje bilo kog drugog kretanja: trajanje tog poslednjeg kretanja se tako meri; dobijamo određen broj simultanosti; to će biti mera vremena; to će odsad biti samo vreme. Ali to je vreme samo zato što možemo da se osvrnemo na ono što smo učinili. Od simultanosti koje obeležavaju kontinuitet kretanja uvek smo spremni da se vratimo na sama kretanja, a preko njih na unutrašnje trajanje koje je njima savremeno, zamenjujući tako niz simultanosti u trenutku, koje brojimo ali koje više nisu vreme, simultanošću toka koja nas vraća unutrašnjem trajanju, stvarnom trajanju.

Neki će se pitati da li je korisno vraćati se tome, i da li nauka nije upravo ispravila nesavršenost našeg duha, uklonila ograničenje naše prirode, raširivši "*čisto trajanje*" u prostoru. Reći će: "*Vreme koje je čisto trajanje uvek je u toku; mi od njega shvatamo samo prošlost i sadašnjost, koja je već prošlost; budućnost se čini zatvorenom za naše znanje, upravo zato što je smatramo otvorenom za našu akciju — obećanje ili iščekivanje nepredvidive novine. Ali operacija kojom pretvaramo vreme u prostor da bismo ga izmerili, nas implicitno obaveštava o njegovom sadržaju. Merenje nečega ponekad otkriva njegovu prirodu, a matematički izraz ovde baš ima magičnu vrlina: stvorena od nas ili nastala na naš poziv, čini više nego što smo tražili; jer ne možemo pretvoriti u prostor već proteklo vreme a da ne postupimo isto sa celim Vremenom: čin kojim uvodimo prošlost i sadašnjost u prostor prikazuje, bez našeg konsultovanja, budućnost. Ta budućnost nam ostaje, bez sumnje, skrivena iza paravana; ali sada je imamo tu, gotovu, datu zajedno sa ostalim. Čak, ono što smo nazivali protok vremena bio je samo neprekidan klizanje*

paravana i postupno dobijena vizija onoga što je čekalo, globalno, u večnosti. Uzmimo dakle ovo trajanje onakvim kakvo jeste, kao negaciju, kao neprestano odlaganu prepreku da se sve vidi: naši postupci nam se više neće činiti kao doprinos nepredvidivoj novini. Oni su deo univerzalne tkanine stvari, date odjednom. Mi ih ne uvodimo u svet; svet ih uvodi gotove u nas, u našu svest, kako ih dosežemo. Da, mi prolazimo kada kažemo da vreme prolazi; kretanje napred naše vizije aktuelizuje, trenutak po trenutak, istoriju virtualno datu u celini" — Takva je metafizika imanentna prostornoj reprezentaciji vremena. Ona je neizbežna. Izrazita ili zbunjena, uvek je bila prirodna metafizika duha koji spekuliše o postojanju. Nemamo ovde da je raspravljamo, još manje da je zamenimo drugom. Rekli smo drugde zašto vidimo u trajanju samu tkaninu našeg bića i svih stvari, i kako je univerzum u našim očima kontinuitet stvaranja. Ostali smo tako što je moguće bliže neposrednom; nismo tvrdili ništa što nauka ne može prihvatiti i koristiti; nedavno još, u jednoj divnoj knjizi, matematičar filozof potvrdio je nužnost priznavanja "napredovanja Prirode" i povezao tu koncepciju sa našom<sup>(1)</sup>. Za sada, ograničavamo se na iscrtavanje linije demarkacije između onoga što je hipoteza, metafizička konstrukcija, i onoga što je čisto i jednostavno dato iskustvom, jer želimo da se držimo iskustva. Stvarno trajanje se doživljava; konstatujemo da se vreme odvija, a s druge strane ne možemo ga meriti a da ga ne pretvorimo u prostor i ne pretpostavimo odmotano sve što o njemu znamo. Međutim, nemoguće je prostorno zamisliti samo deo; čin, jednom započet, kojim odmotavamo prošlost i tako ukidamo stvarnu sukcesiju, vuče nas ka potpunom odmotavanju vremena; neminovno smo tada navedeni da pripišemo ljudskoj nesavršenosti naše neznanje o budućnosti koja bi bila sadašnjost i da smatramo trajanje čistom negacijom, "odsustvom večnosti". Neminovno se vraćamo Platonovoj teoriji. Ali pošto ova koncepcija mora proizaći iz toga što nemamo načina da ograničimo na prošlost našu prostornu reprezentaciju proteklog vremena, moguće je da je koncepcija pogrešna, a u svakom slučaju izvesno je da je čista konstrukcija duha. Držimo se dakle iskustva.

---

<sup>(1)</sup> Vajthed, *Koncept prirode*, Kembriđ, 1920. Ovo delo (koje uzima u obzir teoriju relativnosti) svakako je jedno od najdubljih ikad napisanih o filozofiji prirode.

Ако време има позитивну стварност, ако закашњење трајања у односу на тренутност представља извесну оклевање или неодређеност урођену одређеном делу ствари који све остало држи у неизвесности, и ако постоји креативна еволуција, онда сасвим добро разумем зашто се већ одмотани део времена јавља као супротстављање у простору, а не као чисто сукцесија; такође схватам да се цео део универзума математички везан за садашњост и прошлост — то јест будући развој неорганског света — може представити истим шемама (показали смо некада да је у астрономији и физици *предвиђање* у ствари *виђење*). Наслућује се да ће филозофија која трајање сматра стварним и чак делотворним лако прихватити Минковскијев простор-време и Ајнштајнов (у коме, узгред, четврта димензија названа временом више није, као у нашим претходним примерима, димензија потпуно упоредива са осталим). Насупрот томе, никада нећете из Минковскијеве шеме извући идеју о временском току. Зар није боље се засад задржати на оном гледишту које не жртвује ништа од искуства, а самим тим — да не пресуђујемо — ништа од појава? Како, уосталом, потпуно одбацити унутрашње искуство ако сте физичар, ако делујете на перцепције и тиме на податке свести? Истина је да поједини учења прихватају сведочанство чула, то јест свести, да би добили термине између којих би успоставили везе, а затим задржавају само везе и сматрају термине непостојећим. Али то је метафизика накалемљена на науку, а не сама наука. И, искрено, ми разликујемо термине апстракцијом, као и везе: флуидан континуум из кога извлачимо истовремено термине и везе, а који је, поред свега тога, флуидност — то је једина непосредна датост искуства.

Али морамо да затворимо ову превише дугу заграду. Верујемо да смо постигли свој циљ, који је био да утврдимо карактеристике времена у коме постоји стварна сукцесија.

Уклоните те карактеристике; нестаје сукцесије, остаје само супротстављање. Можете рећи да и даље имате посла са временом — слободно је дати речима значење по жељи, под условом да га претходно дефинишете — али ми ћемо знати да се више не ради о искуственом времену; налазимо се пред симболичним и конвенционалним временом, помоћном величином уведеном ради прорачуна стварних величина. Вероватно због тога што нисмо прво анализирали нашу представу временског тока, наш осећај стварног трајања, имали смо толико потешкоћа да утврдимо филозофско значење Ајнштајнових теорија, мислим њихов однос према стварности. Они које је сметала парадоксалност теорије рекли су да су Ајнштајнова мноштва времена чисте математичке ентитете. Али они који би желели да растворе ствари у односима, који сматрају сваку стварност, па и нашу, математичком конфузно сагледаном, радо би тврдили да је Минковскијев простор-време сама стварност, да су сва Ајнштајнова времена подједнако стварна, бар колико и време које тече са нама, ако не и више. Са обе стране, пребрзо се завршава посао. Управо смо рекли, а показаћемо ускорице детаљније, зашто теорија релативитета не може да изрази целу стварност. Али немогуће је да не изрази нешто стварно. Јер време које учествује у Микелсон-Морлијевом експерименту је стварно време; — стварно је и време у које се враћамо применом Лоренцових формула. Ако полазимо од стварног времена да бисмо дошли до стварног времена, можда смо користили математичке вештине у међувремену, али те вештине морају имати неку везу са стварима. Дакле, реч је о уделу стварног и уделу конвенционалног. Наше анализе су једноставно имале за циљ да припреме овај рад.

## POGLAVLJE 6.8.

### По којем се знаку препознаје да је време стварно

Али смо управо изговорили реч "*сiвврносиi*"; и непрестано ћемо у наставку говорити о томе шта је стварно, а шта није. Шта ћемо под тим подразумевати? Да смо морали дефинисати стварност уопште, рећи по којој се ознаци препознаје, не бисмо то могли учинити ако се не сместимо у неку школу: филозофи се не слажу, а проблем је добио онолико решења колико реализам и идеализам имају нијанси. Такође бисмо морали разликовати филозофски и научни став: први пре свега сматра стварним конкретно, пуним квалитета; други издваја или апстрахује одређени аспект ствари, задржавајући само оно што је величина или однос међу величинама. Срећом, у наставку имамо посла само са једном стварношћу, временом. У том случају, лако ћемо следити правило које смо себи поставили у овом есеју: не тврдити ништа што не може прихватити било који филозоф, било који научник — ништа што није имплицирано у свакој филозофији и свакој науци.

Сви ће нам, наиме, признати да се не може замислити време без *пре* и *после*: време је сукцесија. А управо смо показали да тамо где нема никаквог сећања, никакве свести, заиста присутне или идеално унете, констатоване или замишљене, не може постојати *и пре* и *после*: постоји *или* једно *или* друго, не постоје оба; а оба су неопходна да би време постојало. Дакле, у наставку, кад год пожелимо да утврдимо да ли имамо посла са стварним или измишљеним временом, једноставно ћемо се запитати да ли би предмет који нам је представљен могао бити перципиран, постати свестан. Случај је привилегован; чак је јединствен. Ако се ради, на пример, о боји, свест свакако учествује на почетку проучавања да би физичару пружила перцепцију ствари; али физичар има право и дужност да замени податак свести нечим мерљивим и бројљивим, са чиме ће од сада радити, остављајући му једноставно, ради погодности, назив изворне перцепције. То може учинити јер, кад се та изворна перцепција елиминише, нешто остаје или се барем претпоставља да остаје. Али

шта ће остати од времена ако му уклоните сукцесију? И шта остаје од сукцесије ако искључите чак и могућност перцепције пре и после? Признајем вам право да замените време линијом, на пример, пошто га свакако треба мерити. Али линија ће се моћи назвати временом само тамо где нам понуђена јукстапозиција може бити претворена у сукцесију; у супротном, то ће бити произвољно, конвенционално, што ћете оставити тој линији назив времена: мораћете нас обавестити, да не бисмо били изложени озбиљној забуни. Шта ће бити ако у своја размишљања и прорачуне унесете претпоставку да предмет који називате "временом" не може, под претњом контрадикције, бити перципиран свешћу, стварном или замишљеном? Неће ли онда, по дефиницији, радити о измишљеном, нестварном времену? А управо је то случај са временима са којима ћемо се често сусретати у теорији релативитета. Најћи ћемо на перципирана или перципибилна; она се могу сматрати стварним. Али постоје и она на која теорија, на неки начин, забрањује да буду перципирана или перципибилна: ако то постану, промениће величину — тако да би мерење, тачно ако се односи на оно што не опажамо, било погрешно чим бисмо то опазили. Како ове не прогласити нестварним, барем као "временске"? Признајем да је физичару угодно да их и даље назива временима; разлог ћемо видети убрзо. Али ако се ова Времена изједначе са оним другим, упада се у парадоксе који су свакако наштетили теорији релативитета, иако су допринели њеној популарности. Неће изненадити, дакле, што захтевамо својство перцепције или перципибилности у овој студији за све што нам се нуди као стварно. Нећемо се бавити питањем да ли свака стварност поседује ово својство. Овде ће се радити само о стварности времена.

## POGLAVLJE 7.

# О множини времена

## Вишеструка и успорена времена теорије релативитета

СТИЖЕМО, дакле, коначно до Ајнштајновог времена и поново узимамо све што смо раније рекли, полазећи од претпоставке непокретног етера. Ево Земље у покрету на својој орбити. Уређај Мајкелсон–Морли је ту. Експеримент се обавља; понавља се у различитим периодима године и самим тим за различите брзине наше планете. Увек се зрачна светлост понаша као да је Земља непокретна. То је чињеница. Где је објашњење?

Али прво, зашто се уопште говори о брзинама наше планете? Да ли је Земља, апсолутно говорећи, у покрету кроз свемир? Очигледно не; налазимо се у хипотези релативитета и више нема апсолутног кретања. Када говорите о орбити коју Земља описује, постављате се на произвољно изабрано гледиште, оно становника Сунца (Сунца које постаје настањиво). Драго вам је да усвојите тај референтни систем. Али зашто би зрачна светлост лансирана на огледала уређаја Мајкелсон–Морли водила рачуна о вашој машти? Ако је све што се стварно дешава међусобно померање Земље и Сунца, можемо узети за референтни систем Сунце или Земљу или било коју другу опсерваторију. Изаберимо Земљу. Проблем за њу нестаје. Више се не треба питати зашто интерференцијске пруге задржавају исти изглед, зашто се исти резултат опажа у било ком тренутку године. Једноставно, Земља је непокретна.

Истина, проблем се поново појављује пред нашим очима за, на пример, становнике Сунца. Кажем "у пред нашим очима", јер за соларног физичара питање више неће бити везано за Сунце: сада се Земља креће. Укратко, сваки од два физичара ће и даље постављати проблем за систем који није његов.

Сваки од њих ће се тако наћи у односу према другом у ситуацији у којој је Пјер био малочас према Полу. Пјер је стајао у непокретном етеру; он је живео у привилегованом систему  $S$ . Видео је Пола, укљученог у кретање покретног система  $S'$ , како обавља исти експеримент као и он и налази исту брзину светлости, иако је та брзина требало да буде смањена за брзину покретног система. Чињеница се објашњавала успоравањем времена, контракцијама дужине и прекидима симултаности које је покрет изазвао у  $S'$ . Сада, више нема апсолутног кретања, а самим тим ни апсолутног мировања: од два система, који су у стању међусобног померања, сваки ће бити имобилизован наизменично декретом који га успоставља као референтни систем. Али, током целог времена док се одржава ова конвенција, може се понављати за имобилизовани систем оно што се малочас говорило о реално стационарном систему, а за мобилизовани систем оно што се примењивало на систем који реално пролази кроз етер. Да бисмо фиксирали идеје, назовимо још  $S$  и  $S'$  два система који се међусобно померају. И, да поједноставимо ствари, претпоставимо да је цео универзум сведен на ова два система. Ако је  $S$  референтни систем, физичар смештен у  $S$ , сматрајући да његов колега у  $S'$  налази исту брзину светлости као и он, тумачиће резултат као што смо то чинили раније. Рећи ће: "Систем се креће брзином  $v$  у односу на мене, који сам немокретан. Међутим, Микелсон-Морлијев експеримент даје иста резултат као овде. Дакле, услед кретања, долази до контракције у смеру кретања система; дужина  $l$  постаје  $l\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$ . Уз ову контракцију дужина, ипак је повезана дилатација времена: иако иде са  $S'$  броји број секунди  $t'$ , реално је прошло  $\frac{t'}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ . Коначно, када сајмови у  $S'$ , распоређени дуж правца његовог кретања и раздвојени међусобним растојањима  $l$ , показују исто време, видим да сајмови који иду и враћају се између два узастопна сајма не прелазе исти пут при одласку и повратку, као што би мислио физичар унутар система  $S'$ , незнајући за његово кретање: иако иде ови сајмови за њега означавају симултаност, они у ствари означавају узастопне тренутке раздвојене за  $\frac{lv}{c^2}$  секунди његових сајмова, а самим тим и за  $\frac{lv}{c^2\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$  секунди мојих". Такав би био расуђивање физичара у  $S$ . И, конструишући математички интегрални приказ универзума, он би користио мере простора и времена које је његов колега из система  $S'$  извршио тек након што их подвргне Лоренцовој трансформацији.

Али физичар из система  $S'$  поступао би потпуно исто. Проглашавајући се непокретним, понављао би за  $S$  све што би његов колега смештен у  $S$  рекао о  $S'$ . У математичком приказу универзума који би конструисао, сматрао би тачним и дефинитивним мерењима која је сам извршио унутар свог система, али би исправљао према Лоренцовим формулама све оне које је извршио физичар прикључен систему  $S$ .

Тако би се добила два математичка приказа универзума, потпуно различита ако се разматрају бројеви који се у њима налазе, идентична ако се узме у обзир односе које они њима указују између појава — односе које називамо законима природе. Ова разлика је, у ствари, услов самог тог идентитета. Када се направе различите фотографије објекта окрећући се око њега, променљивост детаља само изражава непроменљивост односа које детаљи имају међусобно, односно постојаност објекта.

Тако смо враћени на вишеструка времена, на симултаности које би биле сукцесије и на сукцесије које би биле симултаности, на дужине које би требало бројати различито зависно од тога да ли се сматрају у мировању или у покрету. Али овога пута смо пред дефинитивним обликом теорије релативности. Морамо да се запитамо у ком смислу се речи узимају.

Размотримо најпре плуралност времена и поново узмемо наша два система  $S$  и  $S'$ .

Физичар смештен у  $S$  усваја свој систем као референтни систем. Тако је  $S$  у мировању, а  $S'$  у покрету. Унутар свог система, за који се претпоставља да је непокретан, наш физичар спроводи експеримент Микелсон-Морли. За ограничен циљ који тренутно прогонимо, биће корисно поделити експеримент на два дела и задржати, ако се тако може изразити, само једну половину. Претпоставићемо дакле да се физичар бави само путањом светлости у правцу  $OB$  управном на правац међусобног кретања два система. На сату постављеном у тачки  $O$  он читава време  $t$  које је светлости требало да оде од  $O$  до  $B$  и да се врати од  $B$  до  $O$ . О каквом времену је реч?

Очигледно о реалном времену, у смислу који смо раније дали овом изразу. Између поласка и повратка зрака свест физичара је проживела одређено трајање: кретање казаљки сата је ток савремен овом унутрашњем току и служи да га измери. Без сумње, без тешкоће. Време које је проживела и избројала свест је по дефиницији реално.

Погледајмо онда другог физичара смештеног у  $S'$ . Он сматра себе непокретним, јер је навикао да свој сопствени систем узима за референтни систем. Ево га како спроводи експеримент Микелсон-Морли или боље речено, и он, половину експеримента. На сату постављеном у  $O'$  он бележи време које је светлости требало да оде од  $O'$  до  $B'$  и да се врати. О каквом времену он рачуна? Очигледно о времену које он проживљава. Кретање његовог сата је савремено току његове свести. То је такође реално време по дефиницији.

## POGLAVLJE 7.2.

### Како су усклађени са јединственим и универзалним временом

Тако, време које је проживео и избројао први физичар у свом систему и време које је проживео и избројао други у свом, су оба реална времена.

Да ли су оба једно исто Време? Да ли су то различита Времена? Демонстрираћемо да је у оба случаја реч о истом Времену.

Заиста, у било ком смислу у ком се схватају успоравања или убрзања времена и самим тим множество времена о којима се говори у теорији Релативитета, једна ствар је сигурна: та успоравања и убрзања зависе искључиво од кретања система који се разматрају и зависе само од брзине којом се претпоставља да је сваки систем покретан. Нећемо дакле ништа променити у било ком времену, реалном или фиктивном, система  $S'$  ако претпоставимо да је тај систем дупликат система  $S$ , јер садржај система, природа догађаја који се у њему одигравају, не улазе у рачун: једино што је важно је брзина трансације система. Али ако је  $S'$  дупликат  $S$ , очигледно је да је проживљено време и забележено од стране другог физичара током његовог експеримента у систему  $S'$ , који он смара мирујућим, идентично проживљеном и забележеном времену првог физичара у систему  $S$  који се такође сматра мирујућим, јер  $S$  и  $S'$ , једном имобилизовани, су заменљиви. Дакле, време проживљено и избројано у систему, време унутрашње и имманентно систему, реално време коначно, је исто за  $S$  и за  $S'$ .

Али онда, шта су множество времена, са неједнаким брзинама тока, које теорија Релативитета налази у различитим системима према брзини којом су ти системи покретни?

Вратимо се наша два система  $S$  и  $S'$ . Ако размотримо време које физичар Пјер, смештен у  $S$ , приписује систему  $S'$ , видимо да је то време заиста спорије од времена које Пјер броји у свом сопственом систему. То време дакле није проживљено од стране Пјера. Али знамо да га није проживео ни Пол. Дакле, није га проживео ни Пјер ни Пол. Још мање га је проживео неко други. Али то није довољно рећи. Ако време које Пјер приписује Половом систему није проживљено ни од стране Пјера ни од стране Пола ни од икога другог, да ли је бар замишљено од стране Пјера као проживљено или могуће проживети од стране Пола, или генерално од стране некога, или још генералније од стране нечега? Ако се боље погледа, видеће се да није тако. Без сумње Пјер лепи на ово време етикету са Половим именом; али ако би замислио Пола свесног, који живи своје сопствено трајање и мери га, *шим самим би видео Пола како узима свој сојсџвени сисџем као референџни сисџем, и смешџа се џада у џо јединсџвено време, унуџрашње сваком сисџему, о коме смо уџраво џоворили: џим самим, уосџалом, Пјер би џривремено наџусџио свој референџни сисџем, и самим џим своју свесџ; Пјер се више не би видео себе као ниџџа друџо до Полову визију*. Али када Пјер приписује систему Пола успорено време, он више не посматра у Полу физичара, чак ни свесно биће, чак ни биће: он испразни визуелну слику Пола од његовог свесног и живог унутрашњости, задржавајући само његову спољашњу облогу (само она, заиста, занима физику): тада, бројеве којима би Пол забележио временске интервале свог система да је био свестан, Пјер множи са  $\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$  да би их уклопио у математички приказ универзума са његове тачке гледишта, а не више са Полове. Дакле, укратко, док је време које Пјер приписује свом сопственом систему време које он проживљава, време које Пјер приписује Половом систему није ни време које је Пјер проживео, ни време које је Пол проживео, ни време које Пјер замишља као проживљено или могуће проживети од стране живог и свесног Пола. Шта је онда, ако не једноставна математичка експресија намењена да означи да је Пјеров систем, а не Полов систем, узет као референтни систем?

Ја сам сликар, и имам да прикажем две особе, Жан и Жак, од којих је једна поред мене, док је друга на двеста или триста метара од мене. Првог ћу нацртати у природној величини, а другог ћу смањити на величину патуљка. Неки мој колега, који ће бити близу Жака и који ће такође желећи да слика обоје, учиниће супротно од онога што ја чиним; приказаће Жана веома малог и Жака у природној величини. И ми ћемо, уосталом, бити у праву обоје. Али, пошто смо обоје у праву, има ли се право закључити да Жан и Жак немају ни нормалну величину ни величину патуљка, или да имају и једну и другу истовремено, или како год се коме свидело? Очигледно не. Висина и величина су појмови који имају прецизно значење када је реч о моделу који позира: то је оно што опажамо у висини и ширини особе када смо поред ње, када је можемо додирнути и приложити дуж њеног тела лењир намењен мерењу. Будући поред Жана, мерећи га ако желим и предлажући да га насликам у природној величини, дајем му његову стварну величину; и, приказујући Жака као патуљка, изражавам једноставно немогућност да га додирнем — чак, ако је дозвољено тако рећи, степен те немогућности: *сџеџен немоџућносџи* је управо оно што се зове удаљеност, и то је удаљеност коју перспектива узима у обзир. Слично, унутар система где се налазим, и који имобилизујем мишљу узимајући га као референтни систем, директно мерим време које је моје и времена мог система; то је та мера коју уписујем у мој приказ универзума за све што се тиче мог система. Али, имобилизујући мој систем, покренуо сам друге, и покренуо сам их на различите начине. Они су стекли различите брзине. Што је њихова брзина већа, то је више удаљена од моје мировања. То је та већа или мања *удаљеносџи* њихове брзине до моје нулте брзине коју изражавам у мојој математичкој репрезентацији других система када им приписујем времена више или мање успорена, уосталом сва спорија од мог, баш као што је већа или мања удаљеност између Жака и мене коју изражавам смањујући више или мање

његову величину. Множество времена које тако добијам не спречава јединство реалног времена; претпоставља га пре, баш као што смањивање величине са удаљеношћу, на низу платна на којима бих приказивао Жака више или мање удаљеног, указује да Жак задржава исту величину.

### POGLAVLJE 7.3.

## Испитивање парадокса у вези са временом

Тако се избрише парадоксални облик који је дат теорији множества времена.

*"Прейіосіавиіе, речено је, іуініка зайвореноі у іројекішлу који би био лансиран са Земље брзином мањом оііриликe за двадесіихиљадиіи део од брзине свеііосіи, који би срео звезду и био враћен на Земљу исіом брзином. Посіаревши две іодине, на іримеr, када изађе из своі іројекішлу, наіи ће да је наша іланеіа осіарела двесіа іодина."* — Да ли смо сигурни у то? Погледајмо боље. Ускоро ћемо видети како нестаје ефекат миража, јер није ништа друго.

### POGLAVLJE 7.4.

## Хипотеза путника затвореног у зрну

Projektil je ispaljen iz topa pričvršćenog za nepokretnu Zemlju. Nazovimo Pjer likom koji ostaje pored topa, pri čemu je Zemlja naš sistem  $S$ . Putnik zatvoren u projektilu  $S'$  tako postaje naš lik Pol. Postavili smo se, kako smo rekli, u pretpostavku da će se Pol vratiti nakon dve stotine godina koje je Pjer doživeo. Dakle, smatrali smo Pjera živim i svesnim: to su zaista dve stotine godina njegovog unutrašnjeg toka koje su protekle za Pjera između polaska i povratka.

Obratimo se sada Polu. Želimo da znamo koliko je vremena proživeo. Dakle, moramo se obratiti živom i svesnom Polu, a ne slici Pola predstavljenoj u svesti Pjera. Ali živi i svesni Pol očito uzima svoj projektil kao referentni sistem: time ga uspostavlja nepokretnim. Čim se obratimo Polu, mi smo s njim, usvajamo njegovu tačku gledišta. Ali tada, projektil je zaustavljen: top, sa Zemljom pričvršćenom za njega, beži kroz prostor. Sve što smo govorili o Pjeru, sada moramo ponoviti za Pola: kretanje je uzajamno, dvojica likova su zamenljiva. Ako smo malopre, gledajući unutrašnjost Pjerove svesti, prisustvovali određenom toku, to je potpuno isti tok koji ćemo uočiti u Polovoj svesti. Ako smo rekli da je prvi tok trajao dve stotine godina, toliko će trajati i drugi tok. Pjer i Pol, Zemlja i projektil, proživeće isto trajanje i podjednako ostariti.

Gde su onda dve godine usporenog vremena koje su trebale lenjo teći za projektil dok na Zemlji proteku dve stotine godina? Da li ih je naša analiza isparila? Nikako! Pronaćićemo ih. Ali nećemo moći ništa u njih smestiti, ni bića ni stvari; i moraćemo potražiti drugi način da ne starimo.

Naša dva lika pojavila su se nam kao da žive u istom vremenu, dve stotine godina, jer smo se postavili i sa tačke gledišta jednog i sa tačke gledišta drugog. To je bilo neophodno za filozofsko tumačenje Ajnštajnovе теze, која је теza о радикалној релативности и, последично, о савршеној узajамности правoliniјског и uniformног кретања<sup>(1)</sup>. Ali ovaj način postupanja je svojstven filozofu koji prihvata Ajnštajnovu tezu u celini i koji se drži stvarnosti – mislim na stvar opaženu ili opažljivu – koju ova teza očito izražava. Ona podrazumeva da se uvek ima na umu ideja uzajamnosti i da se stoga neprestano ide od Pjera ka Polu i od Pola ka Pjeru, smatrajući ih zamenljivim, uspostavljajući ih nepokretnim naizmenično, ne zadržavajući ih, uostalom, nepokretnim više od trenutka, zahvaljujući brzom kolebanju pažnje koja ne želi ništa da žrtvuje od teze о релативности. Ali fizičar је принуден да поступи другачије, čak i ako безрезервно приhvata Ajnštajnovu теорију. Поћеће, без сумње, тако што ће се ускладити с њом. Потврдиће узajамност.

Postaviće da imamo izbor između Pjerove i Polove tačke gledišta. Ali, to rečeno, izabraće jedno od ta dva, jer ne može istovremeno da odnosi događaje univerzuma prema dva različita sistema osa. Ako se misaono stavi na Pjerovo mesto, računace Pjeru vreme koje Pjer računa sebi, to jest vreme koje Pjer stvarno proživljava, a Polu vreme koje mu Pjer dodeljuje. Ako je s Polom, računace Polu vreme koje Pol računa sebi, to jest vreme koje Pol stvarno proživljava, a Pjeru vreme koje mu Pol pripisuje. Ali, još jednom, morace nužno izabrati Pjera ili Pola. Pretpostavimo da izabere Pjera. Tada ce Polu morati da pripiše samo dve godine.

---

<sup>(1)</sup> Kretanje projektila može se smatrati pravolinijskim i uniformnim u svakom od dva putovanja – odlaska i povratka – uzetim odvojeno. To je sve što je potrebno za valjanost zaključka koji smo izveli.

Pjer i Pol, naime, imaju posla sa istom fizikom. Posmatraju iste odnose između fenomena, nalaze iste zakone prirode. Ali Pjerov sistem je nepokretan, a Polov u pokretu. Sve dok se radi o fenomenima na neki način vezanim za sistem, to jest definisanim od strane fizike tako da se pretpostavlja da ih sistem nosi sa sobom kada se pretpostavlja da se kreće, zakoni tih fenomena moraju očito biti isti za Pjera i Pola: fenomeni u pokretu, budući da ih Pol opaža sa istim kretanjem kao i oni, za njega su nepokretni i pojavljuju mu se potpuno isto kao što se Pjeru pojavljuju analogni fenomeni njegovog sopstvenog sistema. Ali elektromagnetni fenomeni se pojavljuju na takav način da se više ne mogu, kada se sistem u kome se dešavaju smatra pokretnim, smatrati učesnicima u kretanju sistema. Pa ipak, odnosi tih fenomena međusobno, njihovi odnosi sa fenomenima uvučenim u kretanje sistema, i dalje su za Pola ono što su za Pjera. Ako je brzina projektila zaista ona koju smo pretpostavili, Pjer može izraziti ovu postojanost odnosa samo pripisujući Polu vreme sto puta sporije od svog, kao što se vidi iz jednačina Lorenca. Da je računao drugačije, ne bi uneo u svoju matematičku predstavu sveta da Pol u pokretu nalazi iste odnose među svim fenomenima – uključujući elektromagnetne fenomene – kao Pjer u mirovanju. On time, doduše, implicitno postavlja da bi Pol, kao referirani, mogao postati Pol kao referirajući, jer zašto bi se odnosi održali za Pola, zašto bi ih Pjer morao označiti za Pola onakvim kakvi se pojavljuju Pjeru, osim zato što bi se Pol proglasio nepokretnim istim pravom kao Pjer? Ali to je samo posledica ove uzajamnosti koju on tako beleži, a ne sama uzajamnost. Još jednom, on sam se učinio referirajućim, a Pol je samo referirani. U ovim uslovima, Polovo vreme je sto puta sporije od Pjerovog. Ali to je pripisano vreme, nije proživljeno vreme. Proživljeno vreme za Pola bilo bi vreme Pola kao referirajućeg, a ne više referiranog: bilo bi upravo ono vreme koje je Pjer upravo našao.

Tako se uvek vraćamo na istu tačku: postoji samo jedno stvarno vreme, a ostala su fiktivna. Šta je, uostalom, stvarno vreme, ako ne vreme koje se proživljava ili može proživeti? Šta je nestvarno, pomoćno, fiktivno vreme, ako ne ono koje ne može biti stvarno proživljeno ni od koga?

Ali vidimo poreklo zabune. Formulisali bismo ga ovako: hipoteza reciprociteta može se matematički izraziti samo kroz nereciprocitet, jer matematički izraziti slobodu izbora između dva sistema osa znači efektivno izabrati jedan od njih <sup>(1)</sup>. Sposobnost izbora ne može se pročitati u samom izboru učinjenom zahvaljujući njoj. Sistem osa, samim tim što je usvojen, postaje privilegovan sistem. U matematičkoj upotrebi, neprepoznatljiv je od apsolutno nepokretnog sistema. Zato se jednostrana i dvostrana relativnost matematički podudaraju, bar u slučaju koji razmatramo. Razlika ovde postoji samo za filozofa; otkriva se samo ako se zapitamo kakvu stvarnost, odnosno koju percipiranu ili perceptibilnu stvar, obe hipoteze podrazumevaju. Starija, ona o privilegovanom sistemu u stanju apsolutnog mirovanja, dovela bi do postuliranja višestrukih i stvarnih vremena. Pjer, stvarno nepokretan, živeo bi određenu trajnost; Pol, stvarno u pokretu, živeo bi sporiju trajnost. Ali druga, ona o reciprocitetu, podrazumeva da sporiju trajnost Pjer pripisuje Polu ili Pol Pjeru, zavisno od toga da li Pjer ili Pol referira, da li Pol ili Pjer jeste referisani. Njihove situacije su identične; žive jedno isto Vreme, ali jedno drugom pripisuju drugačije Vreme od njega i time izražavaju, po pravilima perspektive, da fizika zamišljenog posmatrača u pokretu mora biti ista kao i fizika stvarnog posmatrača u mirovanju. Dakle, u hipotezi reciprociteta, imamo

bar isto toliko razloga kao i zdrav razum da verujemo u jedinstveno Vreme: paradoksalna ideja višestrukih vremena nameće se samo u hipotezi privilegovanog sistema. Ali, još jednom, matematički se možemo izraziti samo u hipotezi privilegovanog sistema, čak i kada smo počeli od postuliranja reciprociteta; i fizičar, osećajući se oslobođenim od hipoteze reciprociteta nakon što joj je odavao počast izborom svog sistema referencije kako je želeo, prepušta je filozofu i od sada će se izražavati jezikom privilegovanog sistema. Uz poverenje u ovu fiziku, Pol će ući u topovsku kuglu. U toku puta uočiće da je filozofija bila u pravu <sup>(2)</sup>.

---

<sup>(1)</sup> Radi se uvek, naravno, samo o teoriji specijalne relativnosti.

<sup>(2)</sup> Hipoteza putnika zatvorenog u topovskoj kugli, koji živi samo dve godine dok se na Zemlji protežu dve stotine godina, izložena je od strane g. Lanževana u njegovom izlaganju na kongresu u Bolonji 1911. godine. Opšte je poznata i svuda citirana. Naći će se, posebno, u važnom delu g. Žana Bekrelea, Princip relativnosti i teorija gravitacije, strana 52.

Čak i sa čisto fizičkog stanovišta, ona izaziva određene poteškoće, jer mi zapravo više nismo u domenu specijalne relativnosti. Pošto brzina menja smer, postoji ubrzanje i imamo posla sa problemom opšte relativnosti.

Ali, u svakom slučaju, rešenje datore gore uklanja paradoks i čini problem nepostojećim.

Koristimo ovu priliku da kažemo da je upravo Lanževanov izlaganje na kongresu u Bolonji nekada privuklo našu pažnju na Ajnštajnovu ideju. Poznato je šta svi zainteresovani za teoriju relativnosti duguju g. Lanževanu, njegovim radovima i njegovom podučavanju.

Ono što je doprinelo održavanju iluzije jeste da teorija specijalne relativnosti izričito tvrdi da traži za stvari reprezentaciju nezavisnu od sistema referencije <sup>(1)</sup>. Čini se da time zabranjuje fizičaru da zauzme određeno stanovište. Ali ovde je potrebno napraviti važnu razliku. Nesumnjivo teoretičar relativnosti želi da zakonima prirode da izraz koji zadržava svoj oblik, bez obzira na sistem referencije kojem se događaji pripisuju. Ali to jednostavno znači da, zauzimajući određeno stanovište kao i svaki fizičar, usvajajući nužno određeni sistem referencije i tako beležeći određene veličine, on će između tih veličina uspostaviti relacije koje moraju ostati nepromenjene, invarijantne, između novih veličina koje će se naći ako se usvoji novi sistem referencije. Upravo zato što ga njegova metodologija istraživanja i postupci zapisivanja osiguravaju u ekvivalentnosti svih reprezentacija univerzuma uzete sa svih stanovišta, on ima apsolutno pravo (dobro osigurano staroj fizici) da ostane pri svom ličnom stanovištu i da sve odnosi na svoj jedinstveni sistem referencije. Ali tom sistemu referencije on je ipak primoran da se uglavnom pripije <sup>(2)</sup>. Na tom sistemu moraće se takođe osloniti i filozof kada želi da razlikuje stvarno od fiktivnog. Stvarno je ono što meri stvarni fizičar, fiktivno je ono što je predstavljeno u mislima stvarnog fizičara kao mereno od strane fiktivnih fizičara. Ali na ovu tačku ćemo se vratiti tokom našeg rada. Za sada, naznačimo još jedan izvor iluzije, manje očigledan od prvog.

---

<sup>(1)</sup> Ovde se držimo specijalne relativnosti, jer se bavimo samo Vremenom. U opštoj relativnosti, nesumnjivo je da teži ka neusvajanju bilo kog sistema referencije, ka postupanju kao za izgradnju unutrašnje geometrije, bez koordinatnih osa, ka korišćenju samo invarijantnih elemenata. Međutim, čak i ovde, invarijansa koja se zapravo razmatra je uglavnom još uvek ona relacije između elemenata koji su, sami po sebi, podređeni izboru sistema referencije.

<sup>(2)</sup> U svom šarmantnom malom delu o teoriji relativnosti (*The General Principle of Relativity*, London, 1920), g. Vajldon Kar tvrdi da ova teorija podrazumeva idealističku koncepciju univerzuma. Ne bismo išli tako daleko; ali je u pravcu idealizma, verujemo, da bi trebalo usmeriti ovu fiziku ako se želi podići na filozofiju.

Fizičar Pjer prirodno prihvata (to je samo verovanje, jer se ne može dokazati) da postoje druge svesti pored njegove, raširene po površini Zemlje, zamislive čak u bilo kojoj tački univerzuma. Pol, Žan i Žak mogu biti u pokretu u odnosu na njega koliko god hoće: on će u njima videti duhove koji misle i osećaju na njegov način. To je zato što je on čovek pre nego fizičar. Ali kada drži Pola, Žana i Žaka za bića slična njemu, obdarena svešću kao što je njegova, on zapravo zaboravlja svoju fiziku ili koristi dozvolu koju mu ona daje da u svakodnevnom životu govori kao obični smrtnici. Kao fizičar, on je unutar sistema u kome meri i na koji sve odnosi. Fizičari kao on, i samim tim svesni kao on, biće u krajnjem slučaju ljudi priključeni na isti sistem: oni grade, naime, istim brojevima istu predstavu sveta sa iste tačke gledišta; oni su, takođe, referenti. Ali ostali ljudi više neće biti ništa do referisani; oni sada za fizičara mogu biti samo prazne marionete. Ako bi im Pjer pripisao dušu, odmah bi izgubio svoju; iz referisanih postali bi referenti; oni bi bili fizičari, a Pjer bi morao da postane marioneta zauzvrat. Ovaj povratak svesti ne počinje, uostalom, očigledno tek kada se

bavimo fizikom, jer tada moramo izabrati referentni sistem. Van toga, ljudi ostaju onakvi kakvi jesu, svesni jedni kao drugi. Nema razloga da ne žive više isti trajanje i da ne evoluiraju u istom Vremenu. Mnoštvo vremena se ocrtava u trenutku kada više nema samo jedan čovek ili jedna grupa koja živi vreme. To vreme tada postaje jedino stvarno: to je stvarno vreme od malopre, ali prisvojeno od strane čoveka ili grupe koja se postavila za fizičara. Svi ostali ljudi, postavši marionete od tog trenutka, evoluiraju odsad u Vremenima koja fizičar predstavlja i koja više ne mogu biti stvarno vreme, pošto se ne doživljavaju i ne mogu se doživeti. Zamišljena, prirodno će ih zamisliti koliko god poželi.

Ono što ćemo sada dodati izgledaće paradoksalno, a ipak je to jednostavna istina. Ideja o stvarnom vremenu zajedničkom za oba sistema, identičnom za  $S$  i za  $S'$ , nameće se u hipotezi o mnoštvu matematičkih vremena sa većom snagom nego u obično prihvaćenoj hipotezi o jednom matematičkom vremenu. Jer, u svakoj drugoj hipotezi osim one o Relativnosti,  $S$  i  $S'$  nisu strogo zamenljivi: oni zauzimaju različite položaje u odnosu na neki privilegovan sistem; i čak i ako smo započeli tako što smo jedan učinili duplikatom drugog, odmah ih vidimo kako se međusobno razlikuju samo zbog činjenice da ne održavaju isti odnos sa centralnim sistemom. Uzalud im tada pripisujemo isto matematičko vreme, kao što se to uvek radilo do Lorentza i Ajnštajna, nemoguće je strogo dokazati da posmatrači smešteni u tim sistemima žive isto unutrašnje trajanje i da stoga oba sistema imaju isto stvarno vreme; čak je i tada veoma teško precizno definisati taj identitet trajanja; sve što se može reći je da se ne vidi nikakav razlog zašto posmatrač koji bi se prebacio iz jednog u drugi sistem ne bi reagovao psihološki na isti način, ne bi živeo isto unutrašnje trajanje, za pretpostavljene jednake delove istog matematičkog univerzalnog vremena. Argumentacija razumna, kojoj se nije suprotstavilo ništa odlučno, ali kojoj nedostaje strogost i preciznost.

Naprotiv, hipoteza Relativnosti u suštini sastoji u odbacivanju privilegovanog sistema:  $S$  i  $S'$  moraju se stoga smatrati, dok ih posmatramo, strogo zamenljivim ako smo započeli tako što smo jedan učinili duplikatom drugog. Ali tada dva lika u  $S$  i  $S'$  mogu biti dovedeni našom mišlju do međusobnog poklapanja, kao dve jednake figure koje bi se superponirale: oni bi morali da se poklope, ne samo u pogledu različitih načina *količine*, već i, ako smem tako da se izrazim, u pogledu *kvaliteta*, jer su njihovi unutrašnji životi postali nerazlučivi, baš kao i ono što se u njima daje merenju: dva sistema ostaju stalno onakvi kakvi su bili u trenutku kada su postavljeni, duplikati jedan drugog, dok izvan hipoteze Relativnosti oni više nisu bili sasvim takvi trenutak kasnije, kada su prepušteni svojoj sudbini. Ali nećemo insistirati na ovom pitanju. Recimo jednostavno da dva posmatrača u  $S$  i u  $S'$  žive potpuno isto trajanje, i da dva sistema stoga imaju isto stvarno vreme.

Da li je tako još uvek sa svim sistemima univerzuma? Pripisali smo  $S'$  proizvoljnu brzinu: za svaki sistem  $S''$  možemo stoga ponoviti ono što smo rekli o  $S'$ ; posmatrač koji bi bio priključen na njega živeće isto trajanje kao u  $S$ . Najviše nam može biti prigovoreno da uzajamno pomeranje  $S''$  i  $S$  nije isto kao pomeranje  $S$  i  $S'$ , i da stoga, kada fiksiramo  $S$  kao referentni sistem u prvom slučaju, ne činimo apsolutno isto što i u drugom. Trajanje posmatrača u  $S$  u mirovanju, kada je  $S'$  sistem koji se odnosi na  $S$ , ne bi stoga nužno bilo isto kao trajanje tog istog posmatrača, kada je sistem referisan na  $S S''$ ; postojao bi, na neki način, različit intenzitet mirovanja, u zavisnosti od toga da li je brzina uzajamnog pomeranja dva sistema bila veća ili manja pre nego što je jedan od njih, podignut iznenada u referentni sistem, fiksiran duhom. Mi ne mislimo da bi iko želeo da ide tako daleko. Ali, čak i tada, jednostavno bi se stavilo u hipotezu koja se obično usvaja kada se pomišljeni posmatrač vodi kroz svet i smatra se u pravu da mu se svuda pripisuje isto trajanje. Pod tim se podrazumeva da se ne vidi nikakav razlog za verovanje u suprotno: kada su pojave na jednoj strani, na onome ko ih proglašava iluzornim je da dokaže svoju tvrdnju. A ideja o postavljanju mnoštva matematičkih vremena nikada nije pala na pamet pre teorije Relativnosti; stoga se jedino

na nju pozivamo kada dovodimo u pitanje jedinstvo vremena. A upravo smo videli da u slučaju, jedino sasvim preciznom i jasnom, dva sistema  $S$  i  $S'$  koja se kreću jedno u odnosu na drugo, teorija Relativnosti dovodi do potvrđivanja strožije nego što se to obično čini jedinstva stvarnog vremena. Ona omogućava definisanje i skoro dokazivanje identiteta, umesto da se zadržava na neodređenoj i jednostavno verovatnoj tvrdnji kojom se obično zadovoljavamo. Zaključimo u svakom slučaju, što se tiče univerzalnosti stvarnog vremena, da teorija Relativnosti ne potresa prihvaćenu ideju i težila bi da je učvrsti.

## POGLAVLJE 7.5.

### Naučna simultanost, koja se može razložiti u sukcesiju

Pređimo sada na drugu tačku, dislokaciju simultanosti. Ali podsetimo najpre ukratko na ono što smo govorili o intuitivnoj simultanosti, onoj koju bismo mogli nazvati stvarnom i proživljenom. Ajnštajn je nužno priznaje, jer je pomoću nje beleži vreme događaja. Možemo simultanosti dati najučeniije definicije, reći da je to identitet između pokazivanja časovnika podešenih jedan na drugi razmenom optičkih signala, zaključiti odatle da je simultanost relativna u odnosu na postupak podešavanja. Ipak ostaje istina da, ako se porede časovnici, to je da bi se odredilo vreme događaja: dakle, simultanost događaja sa pokazivanjem časovnika koji daje njegovo vreme ne zavisi ni od kakvog podešavanja događaja na časovnike; ona je apsolutna<sup>(1)</sup>. Da ona ne postoji, da simultanost znači samo podudarnost između pokazivanja časovnika, da ona nije takođe, i pre svega, podudarnost između pokazivanja časovnika i događaja, ne bi se gradili časovnici, ili ih niko ne bi kupio. Jer ih kupuju samo da bi znali koliko je sati. Ali "znati koliko je sati" znači zabeležiti simultanost jednog događaja, jednog trenutka našeg života ili spoljašnjeg sveta, sa pokazivanjem časovnika; to nije, uopšteno govoreći, konstatovanje simultanosti između pokazivanja časovnika. Dakle, nemoguće je teoretičaru relativnosti da ne prizna intuitivnu simultanost<sup>(2)</sup>. U samom podešavanju dva časovnika jedan na drugi optičkim signalima on koristi ovu simultanost, i koristi je tri puta, jer mora da zabeleži 1° trenutak slanja optičkog signala, 2° trenutak dolaska, 3° trenutak povratka. Sada je lako videti da se druga simultanost, ona koja zavisi od podešavanja časovnika izvršenog razmenom signala, još uvek naziva simultanošću samo zato što se veruje da se može pretvoriti u intuitivnu simultanost<sup>(3)</sup>. Osoba koja podešava časovnike jedan na drugi nužno ih uzima unutar svog sistema: pošto je taj sistem njen sistem referencije, ona ga smatra nepokretnim. Za nju, dakle, signali razmenjeni između dva časovnika udaljena jedan od drugog čine isti put u oba smera. Ako bi se smestila na bilo koju tačku jednako udaljenu od dva časovnika, i da ima dovoljno dobar vid, obuhvatila bi jednim trenutnim intuitivnim čulom pokazivanja dva časovnika optički podešena jedan na drugi, i video bi da u tom trenutku pokazuju isto vreme. Savremena simultanost njemu se, dakle, uvek čini da se može pretvoriti za njega u intuitivnu simultanost, i to je razlog zašto je naziva simultanošću.

---

<sup>(1)</sup> Ona je nesavršena, bez sumnje. Ali kada se laboratorijskim eksperimentima utvrdi ova tačka, kada se izmeri "kašnjenje" u psihološkom konstatovanju simultanosti, još uvek se mora pribegnuti njoj da bi se kritikovala: bez nje ne bi bilo moguće nikakvo očitavanje instrumenta. U krajnjoj analizi, sve počiva na intuicijama simultanosti i intuicijama sukcesije.

<sup>(2)</sup> Očigledno će nam se prigovoriti da u principu ne postoji simultanost na daljinu, ma koliko mala bila ta daljina, bez sinhronizacije časovnika. Rezonovaće se ovako: "Razmotrimo vašu 'intuitivnu' simultanost između dva vrlo bliska događaja  $A$  i  $B$ . Ili je to simultanost samo približna, što je inače dovoljno s obzirom na daleko veću udaljenost koja deli događaje između kojih ćete uspostaviti 'savremenu' simultanost; ili je to savršena simultanost, ali tada samo nesvesno konstatujete identitet pokazivanja između dva mikrobna časovnika sinhronizovana o kojima ste malopre govorili, časovnika koji virtuelno postoje u  $A$  i  $B$ . Ako biste izneli da vaši mikrobi postavljeni u  $A$  i  $B$  koriste 'intuitivnu' simultanost za očitavanje svojih instrumenata, ponovili bismo naše rezonovanje zamišljajući ovaj put pod-mikrobe i pod-mikrobne časovnike. Ukratko, nesavršenost se stalno smanjuje, na kraju bismo našli sistem savremenih simultanosti nezavisnih od intuitivnih simultanosti: ove su samo zbunjene, približne, privremene vizije onih." — Ali ovo rezonovanje išlo bi protiv samog principa teorije relativnosti, koji je da se nikad ne pretpostavlja ništa izvan onog što je trenutno konstatovano i efektivno izmereno. To bi značilo postulirati da pre naše ljudske nauke, koja je u stalnom nastajanju, postoji integralna nauka, data u celini, u večnosti, i koja se poklapa sa samom stvarnošću: mi bismo se samo ograničili da je stičemo deo po deo. Takva je bila dominantna ideja grčke metafizike, ideja preuzeta od moderne filozofije i inače prirodna našem umu. Ako se pridružite tome, ja to prihvatam; ali ne treba zaboraviti da je to metafizika, i metafizika zasnovana na principima koji nemaju ništa zajedničko sa onima relativnosti.

<sup>(3)</sup> Pokazali smo ranije (str. 72) i upravo smo ponovili da se ne može uspostaviti radikalna razlika između simultanosti na licu mesta i simultanosti na daljinu. Uvek postoji udaljenost, koja, koliko god bila mala za nas, izgledala bi ogromna mikrobu koji konstruiše mikroskopske časovnike.

## POGLAVLJE 7.6.

### Kako je kompatibilna sa simultanošću "intuitivnom"

Ovo postavljeno, razmotrimo dva sistema  $S$  i  $S'$  u pokretu jedan u odnosu na drugi. Uzmimo najpre  $S$  kao sistem referencije. Time ga imobilizujemo. Časovnici su tu podešeni, kao u svakom sistemu, razmenom optičkih signala. Kao i za svako podešavanje časovnika, pretpostavljeno je tada da su razmenjeni signali išli istim putem u oba smera. Ali oni to efektivno čine, budući da je sistem nepokretan. Ako nazovemo  $H_m$  i  $H_n$  tačke gde se nalaze dva časovnika, posmatrač unutar sistema, birajući bilo koju tačku jednako udaljenu od  $H_m$  i  $H_n$ , moći će, ako ima dovoljno dobar vid, da obuhvati jednim jedinstvenim trenutnim čulnim činom dva događaja koja se dešavaju respektivno u tačkama  $H_m$  i  $H_n$  kada ova dva časovnika pokazuju isto vreme. Posebno, obuhvatiće u ovoj trenutnoj percepciji dva podudarna pokazivanja dva časovnika — pokazivanja koja su, i sama, događaji. Svaka simultanost naznačena časovnicima može se, dakle, unutar sistema pretvoriti u intuitivnu simultanost.

Razmotrimo sada sistem  $S'$ . Za posmatrača unutar sistema, jasno je da će se isto dogoditi. Ovaj posmatrač uzima  $S'$  kao sistem referencije. On ga, dakle, čini nepokretnim. Optički signali pomoću kojih podešava svoje časovnike jedan na drugi čine tada isti put u oba smera. Dakle, kada dva njegova časovnika pokazuju isto vreme, simultanost koju označavaju mogla bi biti proživljena i postati intuitivna.

Dakle, ništa veštačko ni konvencionalno u simultanosti, ma kako je uzeli u jednom ili drugom od dva sistema.

Али сада погледајмо како један од два посматрача, онај који је у  $S$ , суди о ономе што се дешава у  $S'$ . За њега,  $S'$  се креће и због тога оптички сигнали размењени између два сата у том систему не чине исти пут при одласку и повратку као што би веровао посматрач прикључен систему (осим наравно у посебном случају када оба сата заузимају исту равну нормалну на правац кретања). Дакле, у његовим очима, подешавање два сата извршено је на такав начин да дају исти показатељ тамо где нема симултаности, већ сукцесије. Ипак, приметимо да он тако усваја потпуно конвенционалну дефиницију сукцесије, а самим тим и симултаности. Прикладно је назвати сукцесивним поклапајуће показатеље сатова који су били подешени један на други под условима под којима он види систем  $S'$  — мислим подешени на такав начин да спољни посматрач не приписује исти пут оптичком сигналу при одласку и повратку. Зашто не дефинише симултаност као поклапање показатеља сатова подешених тако да је пут одласка и повратка исти за унутрашње посматраче система? Одговор је да је свака од две дефиниције валидна за сваког од два посматрача, и да је то управо разлог зашто исти догађаји система  $S'$  могу бити названи симултаним или сукцесивним, зависно од тога да ли се посматрају са тачке гледишта  $S'$  или са тачке гледишта  $S$ . Али лако је видети да је једна од две дефиниције чисто конвенционална, док друга није.

Да бисмо то схватили, вратићемо се хипотези коју смо већ направили. Претпоставићемо да је  $S'$  дупликат система  $S$ , да су два система идентична, да одвијају исту историју унутар себе. Они су у стању међусобног кретања, савршено заменљиви; али један од њих је усвојен као референтни систем и од тог тренутка сматра се непокретним: то ће бити  $S$ . Хипотеза да је  $S'$  дупликат  $S$  не наноси никакву штету општости нашег доказа, јер наводно

раскидање симултаности у сукцесију, и то сукцесију мање или више спору зависно од брзине кретања система, зависи само од брзине система, а никако од његовог садржаја. Под овим условима, јасно је да ако су догађаји  $A, B, C, D$  система  $S$  симултани за посматрача у  $S$ , идентични догађаји  $A', B', C', D'$  система  $S'$  такође ће бити симултани за посматрача у  $S'$ . Сада, да ли ће две групе  $A, B, C, D$  и  $A', B', C', D'$ , од којих се свака састоји од догађаја симултаних међусобно за унутрашњег посматрача система, такође бити симултане међусобно, мислим посматране као симултане од стране највише свести способне да се инстантно саосећа или телепатски комуницира са две свести у  $S$  и  $S'$ ? Очигледно је да ништа не спречава то. Можемо замислити, као и раније, да се дупликат  $S'$  одвојио у одређеном тренутку од  $S$  и да га затим мора поново пронаћи. Доказали смо да ће посматрачи унутар два система проживети укупно исто трајање. Можемо дакле, у оба система, поделити ово трајање на исти број делова тако да је сваки од њих једнак одговарајућем делу другог система. Ако се тренутак  $M$  када се дешавају симултани догађаји  $A, B, C, D$  нађе на крају једног од делова (а увек се може уредити да буде тако), тренутак  $M'$  када се симултани догађаји  $A', B', C', D'$  дешавају у систему  $S'$  биће крај одговарајућег дела. Смештен на исти начин као  $M$  унутар интервала трајања чији крајеви се поклапају са онима интервала у којем се налази  $M$ , он ће нужно бити симултана са  $M$ . И самим тим две групе симултаних догађаја  $A, B, C, D$  и  $A', B', C', D'$  заиста ће бити симултане међусобно. Можемо дакле наставити да замишљамо, као у прошлости, инстантне пресеке једног јединог Времена и апсолутне симултаности догађаја.

Ипак, са тачке гледишта физике, расуђивање које смо управо извели неће се рачунати. Физички проблем се заправо поставља овако:  $S$  будући у мировању и  $S'$  у кретању, како ће експерименти о брзини светлости, изведени у  $S$ , дати исти резултат у  $S'$ ? И подразумева се да физичар система  $S$  постоји само као физичар: онај система  $S'$  је једноставно замишљен. Замишљен од кога? Нужно од физичара система  $S$ . Од тренутка када је усвојен  $S$  као референтни систем, одатле, и само одатле, је могућ научни поглед на свет. Одржати свесне посматраче у  $S$  и  $S'$  истовремено значило би омогућити оба система да се уздигну у референтни систем, да се прогласе заједно непокретним: али они су претпостављени у стању међусобног кретања; дакле бар један од њих мора да се креће. У оном који се креће оставићемо без сумње људе; али они ће се одрећи тренутно своје свести или барем својих посматрачких способности; задржаће, у очима јединог физичара, само материјални аспект своје личности током целог времена када је реч о физици. Одмах се наше расуђивање руши, јер је подразумевало постојање људи подједнако стварних, сличних свесних, који уживају иста права у систему  $S'$  и у систему  $S$ . Сада се може говорити само о једном човеку или једној групи стварних људи, свесних, физичара: они референтног система. Остали би били само празне марионете; или ће бити само виртуелни физичари, једноставно представљени у уму физичара у  $S$ . Како ће их он замишљати? Замишљаће их, као и раније, како експериментишу о брзини светлости, али не више са једним сатом, не са огледалом које рефлектује светлосни зрак на себе и удвостручује пут: сада постоји једноставан пут, и два сата постављена на полазној тачки и тачки доласка. Тада ће морати да објасни како би ови замишљени физичари пронашли исту брзину светлости као и он, стварни физичар, ако би тај чисто теоријски експеримент постао практично остварив. Али, у његовим очима, светлост се креће мањом брзином за систем  $S'$  (услови експеримента су они које смо навели раније); али такође, сатови у  $S'$  били су подешени тако да означавају симултаности тамо где он опажа сукцесије, ствари ће се уредити на такав начин да ће стварни експеримент у  $S$  и једноставно замишљени експеримент у  $S'$  дати исти број за брзину светлости. Зато се наш посматрач у  $S$  држи дефиниције симултаности која је чини

zavisnom od podешавања сатова. То не спречава два система,  $S'$  као и  $S$ , да имају проживљене, стварне симултаности, које се не заснивају на подешавањима сатова.

Stoga treba razlikovati dve vrste simultaneosti, dve vrste sukcesije. Prva je unutrašnja za događaje, deo je njihove materijalnosti, proističe iz njih. Druga je jednostavno nametnuta njima od strane spoljnog posmatrača sistema. Prva izražava nešto o samom sistemu; ona je apsolutna. Druga je promenljiva, relativna, fiktivna; zavisi od udaljenosti, promenljive na skali brzina, između nepokretnosti koju sistem ima za sebe i pokretnosti koju pokazuje u odnosu na drugi: tu je prividno savijanje simultaneosti u sukcesiju. Prva simultaneost, prva sukcesija, pripada skupu stvari, druga pripada slici koju posmatrač stvara u ogledalima koja su utoliko izobličavajuća ukoliko je veća brzina pripisana sistemu. Savijanje simultaneosti u sukcesiju je upravo onoliko koliko je potrebno da fizički zakoni, posebno oni elektromagnetizma, budu isti za unutrašnjeg posmatrača sistema, smeštenog na neki način u apsolut, i za spoljnog posmatrača, čiji odnos prema sistemu može neograničeno varirati.

Ja sam u sistemu  $S'$  pretpostavljenom nepokretnom. Tu beležim intuitivno simultaneosti između dva događaja  $O'$  i  $A'$  udaljena jedno od drugog u prostoru, postavivši se na jednakoj udaljenosti od oba. Sada, budući da je sistem nepokretan, svetlosni zrak koji ide i vraća se između tačaka  $O'$  i  $A'$  prelazi isti put pri odlasku i povratku: ako stoga izvršim podešavanje dva časovnika postavljena u  $O'$  i  $A'$  pod pretpostavkom da su dve putanje odlaska i povratka  $P$  i  $Q$  jednake, ja sam u pravu. Tako imam dva načina da prepoznam simultaneost ovde: jedan intuitivan, obuhvatanjem u jednom činu trenutne vizije onoga što se dešava u  $O'$  i  $A'$ , drugi izveden, konsultovanjem časovnika; i oba rezultata su saglasna. Pretpostavljam sada da, bez ikakve promene u onome što se dešava u sistemu,  $P$  više ne izgleda jednako  $Q$ . To se dešava kada spoljni posmatrač sistema  $S'$  vidi ovaj sistem u pokretu. Hoće li sve stare simultaneosti<sup>(1)</sup> postati sukcesije za ovog posmatrača? Da, po konvenciji, ako se dogovorimo da prevedemo sve vremenske odnose između svih događaja sistema u jezik takav da se njegov izraz mora menjati u zavisnosti od toga da li se  $P$  pojavljuje kao jednako ili nejednako  $Q$ . To se čini u teoriji relativnosti. Ja, fizičar relativista, nakon što sam bio unutar sistema i video  $P$  kao jednako  $Q$ , izlazim iz njega: postavljajući se u neograničen mnoštvo sistema pretpostavljenih naizmenično nepokretnih i u odnosu na koje se  $S'$  tada kreće sve većim brzinama, vidim kako nejednakost između  $P$  i  $Q$  raste. Tada kažem da događaji koji su maločas bili simultani postaju sukcesivni, i da je njihov interval u vremenu sve značajniji. Ali tu je samo konvencija, konvencija koja je inače neophodna ako želim da sačuvam integritet fizičkih zakona. *Jer se upravo pokazuje da ovi zakoni, uključujući one elektromagnetizma, bili su formulisani pod pretpostavkom da se simultaneost i sukcesija fizički definišu očiglednom jednakosti ili nejednakošću putanja  $P$  i  $Q$ .* Govoreći da sukcesija i simultaneost zavise od tačke gledišta, prevodi se ova pretpostavka, podseća se na ovu definiciju, ne čini se ništa više. Da li se radi o sukcesiji i simultaneosti stvarnim? To je stvarnost, ako se dogovorimo da nazovemo reprezentativnom za stvarno svaku konvenciju jednom usvojenom za matematički izraz fizičkih činjenica. Neka bude; ali tada ne govorimo više o vremenu; kažemo da se radi o sukcesiji i simultaneosti koje nemaju nikakve veze sa trajanjem; jer, na osnovu prethodne i univerzalno prihvaćene konvencije, nema vremena bez *pre* i *posle* uočenih ili uočljivih od strane svesti koja upoređuje jedno s drugim, ta svest ne bila ona samo beskonačno mala svest koekstenzivna intervalu između dva beskonačno bliska trenutka. Ako definišete stvarnost matematičkom konvencijom, imate konvencionalnu stvarnost. Ali stvarna stvarnost je ona koja se opaža ili može biti opažena. Ipak, još jednom, izvan ove dvostruke putanje  $PQ$  koja menja izgled u zavisnosti od toga da li je posmatrač unutar ili izvan sistema, sve opaženo i sve opažljivo u  $S'$  ostaje ono što jeste. To znači da  $S'$  može biti smatran u mirovanju ili u pokretu, nije važno: stvarna simultaneost tu će ostati simultaneost; i sukcesija, sukcesija.

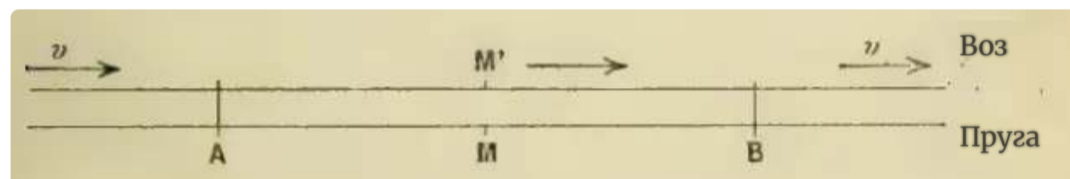
<sup>(1)</sup> Izuzimajući, naravno, one koje se tiču događaja smeštenih u istoj ravni upravnoj na pravac kretanja.

Када сте оставили  $S'$  непокретним и самим тим се поставили унутар система, научна симултаност, она која се закључује из слагања часовника подешених оптички један са другим, поклапала се са интуитивном или природном симултаносћу; и искључиво зато што вам је служила да препознајте ову природну симултаност, зато што је била њен знак, зато што је била препознатљива у интуитивну симултаност, ви сте је назвали симултаносћу. Сада, када се  $S'$  сматра покретним, две врсте симултаности се више не поклапају; све што је било природна симултаност остаје природна симултаност; али, што брзина система више расте, то више расте и неједнакост између путева  $P$  и  $Q$ , док се научна симултаност дефинисала управо њиховом једнакосћу. Шта би требало да урадите ако бисте се сажалили над једним филозофом, осуђеним на дијалог са стварношћу и познавањем само ње? Дали би научној симултаности друго име, барем када филозофирате. Створили би за њу реч, било коју, али је не бисте звали симултаносћу, јер је то име добила искључиво због чињенице да је, у  $S'$  сматраном непокретним, означавала присуство природне, интуитивне, стварне симултаности, и сада би се могло помислити да и даље означава то присуство. И сами, уосталом, настављате да признајете легитимност овог изворног значења речи, истовремено са његовим приматством, јер када вам  $S'$  изгледа у покрету, када, говорећи о слагању часовника система, изгледа да мислите само на научну симултаност, непрестано уводите другу, праву, једноставном констатацијом 'симултаности' између показана часовника и догађаја 'блиској њој' (блиског за вас, блиског за човека као што сте ви, али неизмерно удаљеног за микроба који опажа и зна). Ипак задржавате реч. Чак, дуж ове речи заједничке за оба случаја и која делује магично (зар наука не делује на нас као древна магија?), практикујете са једне симултаности на другу, од природне до научне симултаности, трансфузију стварности. Пролазећи са непокретности на покретност, који је удвостручио значење речи, у друго значење узурате све оно што је било материјалности и чврстоће у првом. Рекао бих да уместо да филозофа упозорите на заблуду желите да га у њу увучете, да нисам знао предност коју имате, као физичар, да користите реч симултаност у оба значења: тако подсећате да је научна симултаност првобитно била природна симултаност, и увек може поново да постане таква ако мисао поново имобилизује систем.

Са тачке гледишта коју смо називали једностраном релативношћу, постоји апсолутно време и апсолутни час, време и час посматрача смештеног у привилегованом систему  $S$ . Претпоставимо још једном да се  $S'$ , који је првобитно поклапао са  $S$ , затим одвојио путем удвостручавања. Може се рећи да часовници у  $S'$ , који настављају да буду подешени међусобно истим поступцима, оптичким сигнаlima, показују исто време када би требало да показују различита времена; они означавају симултаност у случајевима где заправо постоји сукцесија. Ако се, дакле, поставимо у хипотезу једностране релативности, мораћемо да признамо да се симултаности из  $S$  распадају у његовом дупликату  $S'$  једино дејством кретања које избацује  $S'$  из  $S$ . Посматрачу у  $S'$  оне изгледају као да се одржавају, али су постале сукцесије. Насупрот томе, у Ајнштајновој теорији, не постоји привилеговани систем; релативност је двострана; све је реципрочно; посматрач у  $S$  је такође у праву када види у  $S'$  сукцесију као што је посматрач у  $S'$  у праву када у њој види симултаност. Али такође, ради се о сукцесијама и симултаностима које су искључиво дефинисане аспектом који имају путеви  $P$  и  $Q$ : посматрач у  $S$  не греша, јер је  $P$  за њега једнак са  $Q$ ; посматрач у  $S'$  такође не греша, јер су  $P$  и  $Q$  система  $S'$  за њега неједнаки. Међутим, несвесно, након што је прихватио хипотезу двоструке релативности, враћа се једноставној релативности, прво зато што су математички еквивалентне, а зато што је веома тешко не замислити

према другој када се мисли према првој. Тада ће се понашати као да, када се путеви  $P$  и  $Q$  појављују неједнаки када је посматрач изван  $S'$ , посматрач у  $S'$  грешно називајући ове линије једнакима, као да су се догађаји материјалног система  $S'$  стварно распали у дисоцијацији два система, док је то једноставно посматрач изван  $S'$  који их декретира распадом, ослањајући се на дефиницију симултаности коју је поставио. Заборавиће се да су симултаност и сукцесија тада постале конвенционалне, да задржавају искључиво од првобитне симултаности и сукцесије особину да одговарају једнакости или неједнакости путева  $P$  и  $Q$ . Штавише, тада се радило о једнакости и неједнакости које је констатовао посматрач унутар система, и самим тим коначним, непроменљивим.

Да је конфузија између два гледишта природна и чак неизбежна, лако ће се убедити читајући одређене странице самог Ајнштајна. Не да је Ајнштајн морао да је учини; али разлика коју смо управо направили је такве природе да језик физичара једва може да је изрази. Она, уосталом, нема важности за физичара, јер се обе концепције изражавају на исти начин математичким терминима. Али она је пресудна за филозофа, који ће замишљати време сасвим различито у зависности од тога у коју хипотезу се постави. Странице које је Ајнштајн посветио релативности симултаности у својој књизи "Специјална и општа теорија релативности" су поучне у том погледу. Наведемо суштину његове демонстрације:



Слика 3

Претпоставимо да се изузетно дуг воз креће дуж пруге брзином  $v$  приказаном на слици 3. Путници овог воза преферирају да сматрају овај воз референтним системом; они све догађаје приписују возу. Сваки догађај који се дешава у некој тачки пруге дешава се и у одређеној тачки воза. Дефиниција симултаности је иста у односу на воз као и у односу на пругу. Али онда се поставља следеће питање: да ли су два догађаја (на пример, две муње  $A$  и  $B$ ) симултани у односу на пругу такође симултани у односу на воз? Одмах ћемо показати да је одговор негативан.

Кажемо да су муње  $A$  и  $B$  истовремене у односу на пругу, мислимо на следеће: светлосни зраци који полазе из тачака  $A$  и  $B$  се састају у средини  $M$  растојања  $AB$  измереног дуж пруге. Али догађајима  $A$  и  $B$  одговарају и тачке  $A$  и  $B$  на возу. Претпоставимо да је  $M'$  средина вектора  $AB$  на возу у покрету. Ова тачка  $M'$  се поклапа са тачком  $M$  у тренутку муња (тренутак измерен у односу на пругу), али се затим помера удесно на цртежу брзином  $v$  воза.

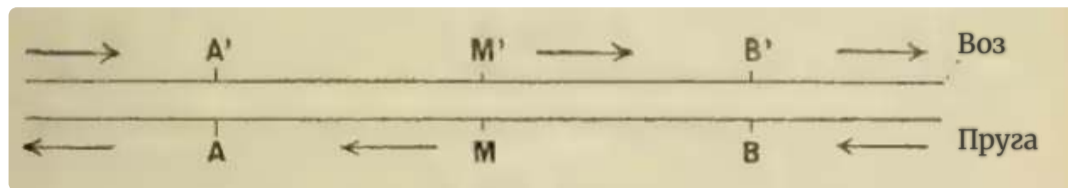
Да посматрач у возу на  $M'$  није ношен том брзином, остао би стално у  $M$ , а светлосни зраци из тачака  $A$  и  $B$  би га достигли истовремено, што значи да би се зраци укрстили управо на њему. Али у стварности он се помера (у односу на пругу) и креће у сусрет светлости која му долази из  $B$ , док бежи од светлости која му долази из  $A$ . Посматрач ће стога видети прву раније од друге. Посматрачи који узму железницу као референтни систем долазе до закључка да је муња  $B$  претходила муњи  $A$ .

Долазимо стога до следећег кључног чињеничног стања. Догађаји истовремени у односу на пругу нису више истовремени у односу на воз, и обрнуто (релативност истовремености). Сваки референтни систем има своје сопствено време; назнака

времена има смисла само ако се назначи референтни систем коришћен за мерење времена<sup>(1)</sup>.

<sup>(1)</sup> Ајнштајн, Теорија специјалне и опште релативности (превод Рувјер), стране 21 и 22.

Овај пасус нас сусреће са двосмисленошћу која је узрок многих неспоразума. Ако желимо да је расветлимо, почећемо цртањем потпуније слике (слика 4). Приметићемо да је Ајнштајн означио стрелицама правац воза. Ми ћемо другим стрелицама означити супротан правац — пруге. Јер не смемо заборавити да су воз и пруга у стању узајамног кретања.



Слика 4

Наравно, Ајнштајн то такође не заборавља када се уздржи од цртања стрелица дуж пруге; тиме указује да бира пругу као референтни систем. Али филозоф, који жели да разуме природу времена, који се пита да ли пруга и воз имају или немају исти стварни Време — то јест исто проживљено или могуће проживљено време — филозоф ће морати стално да има на уму да не мора бирати између два система: поставиће свесног посматрача у оба и тражити шта је за сваког од њих проживљено време. Нацртајмо додатне стрелице. Сада додајмо два слова,  $A'$  и  $B'$ , да означимо крајеве воза: ако им не дамо сопствена имена, ако им оставимо ознаке  $A$  и  $B$  тачака на Земљи са којима се поклапају, ризиковали бисмо поново да заборавимо да пруга и воз уживају режим савршене реципрочности и имају једнаку независност. Коначно, општије ћемо назвати  $M'$  сваку тачку на линији  $A'B'$  која је у односу на  $B'$  и  $A'$  као што је  $M$  у односу на  $A$  и  $B$ . То је за слику.

Сада лансирајмо наше две муње. Тачке са којих полазе не припадају више земљи него возу; таласи се крећу независно од кретања извора.

Одмах се тада показује да су два система међусобно заменљива, и да ће се у  $M'$  догодити потпуно исто што и у одговарајућој тачки  $M$ . Ако је  $M$  средина  $AB$ , и ако се у  $M$  опажа истовременост на прузи, онда се у  $M'$ , средини  $B'A'$ , опажа та иста истовременост у возу.

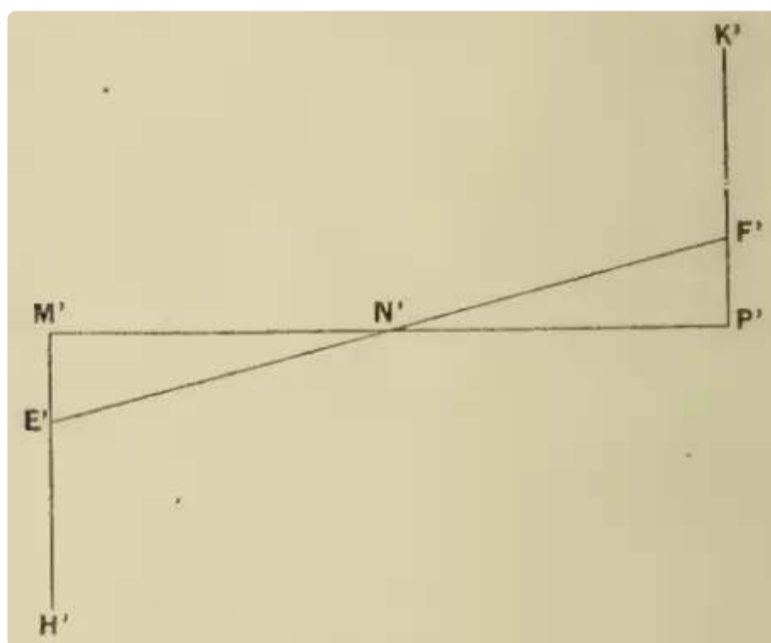
Дакле, ако се заиста привржимо опаженом, проживљеном, ако испитамо стварног посматрача у возу и стварног посматрача на прузи, наћи ћемо да имамо посла са једним истим Временом: оно што је истовременост у односу на пругу је истовременост у односу на воз.

Али, обележавајући двоструку групу стрелица, одустали смо од усвајања референтног система; сместили смо се мишљу, истовремено, на пругу и у воз; одбили смо да постанемо физичар. Наиме, нисмо тражили математички приказ универзума: он мора природно бити заснован на одређеној тачки гледишта и подређен законима математичке перспективе. Питали смо се шта је стварно, то јест опажено и ефективно констатовано.

Насупрот томе, за физичара постоји оно што он сам констатује — ово, он то бележи такво какво је — а затим постоји оно што констатује о евентуалној констатацији других: то ће он транспоновати, вратиће га на своју тачку гледишта, јер свака физичка репрезентација универзума мора бити референцирана на референтни систем. Али нотација коју ће он тада направити неће више одговарати ничему што се опажа или може опазити; то стога више неће бити стварно, биће симболично. Физичар смештен у возу ће себи дати математички приказ универзума у коме ће све бити претворено из опажене стварности у научно употребљиву репрезентацију, са изузетком онога што се тиче воза и предмета везаних за

воз. Физичар на прузи даће себи математички приказ универзума у коме ће све бити транспоновано на исти начин, са изузетком онога што се тиче пруге и предмета чврсто везаних за пругу. Вредности које ће се појавити у овим дверима перцепције обично ће бити различите, али у обе одређене релације између вредности, које називамо законима природе, биће исте, и овај идентитет управо ће изразити чињеницу да су две репрезентације репрезентације једне те исте ствари, универзума независног од наше репрезентације.

Šta će onda fizičar sa pozicije  $M$  na šini videti? Uočiće simultanost dva munja. Naš fizičar ne može biti istovremeno na mestu  $M'$ . Sve što može je da kaže da zamišlja u  $M'$  uočavanje nesimultanosti između dva munja. Predstava sveta koju će konstruisati počiva u celosti na činjenici da je izabrani referentni sistem vezan za Zemlju: dakle voz se kreće; stoga se u  $M'$  ne može postaviti uočavanje simultanosti dva munja. Istinu govoreći, ništa nije uočeno u  $M'$ , jer bi za to u  $M'$  bio potreban fizičar, a jedini fizičar u svetu je po pretpostavci u  $M$ . U  $M'$  ostaje samo određena notacija koju je izvršio posmatrač u  $M$ , notacija koja zapravo predstavlja nesimultanost. Ili, ako vam je draže, u  $M'$  postoji fizičar koji je prosto zamišljen, postojeći samo u mislima fizičara u  $M$ . Ovaj će onda napisati kao Ajnštajn: "Ono što je simultano u odnosu na šinu nije simultano u odnosu na voz." I imaće pravo na to, pod uslovom da doda: "s obzirom da se fizika gradi sa stanovišta šine". Trebalo bi dodati i: "Ono što je simultano u odnosu na voz nije simultano u odnosu na šinu, s obzirom da se fizika gradi sa stanovišta voza." I konačno treba reći: "Filozofija koja se postavi i na stanovište šine i na stanovište voza, koja tada beleži kao simultanost u vozu ono što beleži kao simultanost na šini, više nije napola u opaženoj stvarnosti a napoli u naučnoj konstrukciji; ona je u celosti u stvarnosti, i štaviše, jednostavno potpuno prisvaja Ajnštajnovu ideju, koja je ideja recipročnosti kretanja. Ali ova ideja, kao potpuna, je filozofska a više ne fizička. Da bi se prevela u jezik fizičara, potrebno je staviti se u ono što smo nazvali hipotezom jednostrane relativnosti. I kako se ovaj jezik nameće, ne primećuje se da se na trenutak usvojila ova hipoteza. Tada će se govoriti o mnoštvu vremena koja bi sva bila na istom nivou, sva stvarna prema tome ako je jedno od njih stvarno. Ali istina je da se ovo radikalno razlikuje od ostalih. Ono je stvarno, jer ga fizičar stvarno doživljava. Ostala, prosto zamišljena, su pomoćna, matematička, simbolična vremena."



Slika 5

Ali dvosmislenost je toliko teška za razrešiti da je ne može napadati na previše tačaka.

Razmotrimo dakle (sl. 5), u sistemu  $S'$ , na pravoj koja označava pravac njegovog kretanja, tri tačke  $M'$ ,  $N'$ ,  $P'$  takve da je  $N'$  na istoj udaljenosti  $l$  od  $M'$  i od  $P'$ . Pretpostavimo osobu u  $N'$ . U svakoj od tri tačke  $M'$ ,  $N'$ ,  $P'$  odvija se niz događaja koji čine istoriju mesta. U određenom trenutku osoba opaža u  $N'$  savršeno određen događaj. Ali da li su događaji savremeni ovome, koji se dešavaju u  $M'$  i  $P'$ , takođe određeni? Ne, prema teoriji relativnosti. Zavisno od toga koju brzinu sistem  $S'$  ima, neće biti isti događaj u  $M'$ , niti isti događaj u  $P'$ , koji će biti savremen sa događajem u  $N'$ . Ako dakle posmatramo sadašnjost osobe u  $N'$ , u datom trenutku, kao

sastavljenu od svih simultanih događaja koji se dešavaju u tom trenutku u svim tačkama njegovog sistema, samo će jedan fragment biti određen: to će biti događaj koji se odvija u tački  $N'$  gde se osoba nalazi. Ostalo će biti neodređeno. Događaji u  $M'$  i  $P'$ , koji takođe čine deo sadašnjosti naše osobe, biće ovo ili ono zavisno od brzine koja se pripisuje sistemu  $S'$ , zavisno od referentnog sistema na koji se odnosi. Nazovimo  $v$  njegovu brzinu. Znamo da kada satovi, pravilno podešeni, pokazuju isto vreme u tri tačke, i prema tome kada postoji simultanost unutar sistema  $S'$ , posmatrač smešten u referentni sistem  $S$  vidi da sat u  $M'$  kasni a sat u  $P'$  kasni u odnosu na onaj u  $N'$ , kašnjenje i prethođenje iznoseći  $\frac{lv}{c}$  sekundi sistema  $S'$ . Dakle, za spoljnog posmatrača sistema, deo prošlosti u  $M'$  i deo budućnosti u  $P'$  ulaze u strukturu sadašnjosti posmatrača u  $N'$ . Ono što, u  $M'$  i  $P'$ , čini deo sadašnjosti posmatrača u  $N'$ , pojavljuje se tom spoljnjem posmatraču kao toliko više unazad u prošloj istoriji mesta  $M'$ , toliko više unapred u budućoj istoriji mesta  $P'$ , ukoliko je brzina sistema veća. Podignimo onda na pravoj  $M'P'$ , u dva suprotna smera, normale  $M'H'$  i  $P'K'$ , i pretpostavimo da su svi događaji prošle istorije mesta  $M'$  poređani duž  $M'H'$ , svi oni buduće istorije mesta  $P'$  duž  $P'K'$ . Možemo nazvati *linijom simultanosti* pravu, koja prolazi kroz tačku  $N'$ , koja spaja jedan s drugim događaje  $E'$  i  $F'$  smeštene, za spoljnog posmatrača sistema, u prošlosti mesta  $M'$  i u budućnosti mesta  $P'$  na udaljenosti  $\frac{lv}{c}$  u vremenu (broj  $\frac{lv}{c}$  označava sekunde sistema  $S'$ ). Ova linija, vidimo, odstupa utoliko više od  $M'N'P'$  ukoliko je brzina sistema veća.

## POGLAVLJE 7.7.

### Minkovljeva šema

Ovde opet teorija relativnosti na prvi pogled poprma paradoksalan izgled, koji zadivljuje maštu. Ideja odmah pada na pamet da bi naša osoba u  $N'$ , kad bi njen pogled mogao trenutno da premosti prostor koji je deli od  $P'$ , tamo ugledala deo budućnosti tog mesta, budući da je ona tu, budući da je trenutak te budućnosti simultan sa sadašnjošću osobe. Ona bi tako predvidela stanovniku mesta  $P'$  događaje čiji će svedok biti. Bez sumnje, kaže se sebi, ova trenutna vizija na daljinu nije moguća u stvarnosti; ne postoji brzina veća od svetlosti. Ali može se zamisliti trenutnost vida, i to je dovoljno da interval  $\frac{lv}{c}$  budućnosti mesta  $P'$  preegzistira po pravu u sadašnjosti tog mesta, bude preformisan i prema tome predodređen. — Videćemo da je ovde reč o varljivom utisku. Nažalost, teoretičari relativnosti nisu učinili ništa da ga razreše. Naprotiv, rado su ga ojačali. Trenutak nije došao da analiziramo koncepciju Minkovljevog prostor-vremena, usvojenu od strane Ajnštajna. Ona se izrazila veoma domišljatom šemom, u kojoj bi se, ne pazeći, moglo pročitati ono što smo upravo naznačili, u kojoj su, inače, Minkovski lično i njegovi sledbenici to i učinili. Bez da se još zadržavamo na ovoj šemi, (ona bi zahtevala čitav skup objašnjenja koja nam trenutno nisu potrebna), prenesimo Minkovljevu misao na jednostavniju sliku koju smo upravo nacrtali.

Ako razmotrimo našu liniju simultanosti  $E'N'F'$ , vidimo da se, pošto je prvobitno bila identična sa  $M'N'P'$ , sve više udaljava od nje kako brzina  $v$  sistema  $S'$  raste u odnosu na referentni sistem  $S$ . Međutim, ona se neće beskonačno udaljavati. Znamo da ne postoji brzina veća od brzine svetlosti. Dakle, dužine  $M'E'$  i  $P'F'$ , jednake  $\frac{lv}{c}$ , ne mogu premašiti  $\frac{l}{c}$ . Pretpostavimo da imaju tu dužinu. Dobili bismo, kako nam se kaže, oblast *apsolutne prošlosti* iza  $E'$  u pravcu  $E'H'$ , i oblast *apsolutne budućnosti* iza  $F'$  u pravcu  $F'K'$ ; ništa iz te prošlosti ili budućnosti ne može biti deo sadašnjosti posmatrača u  $N'$ . Međutim, nasuprot tome, nijedan trenutak iz intervala  $M'E'$  ili  $P'F'$  nije apsolutno prethodan ili naknadan u odnosu na događaj u  $N'$ ; svi ti uzastopni trenuci

prošlosti i budućnosti biće savremeni sa događajem u  $N'$ , ako želite; dovoljno je pripisati sistemu  $S'$  odgovarajuću brzinu, odnosno izabrati u skladu s tim referentni sistem. Sve što se dogodilo u  $M'$  tokom proteklog intervala  $\frac{L}{c}$ , sve što će se dogoditi u  $M' N' P'$  tokom intervala  $\frac{L}{c}$  koji tek treba da protekne, može ući u delimično neodređenu sadašnjost posmatrača u  $N'$ : brzina sistema bira. Štaviše, teoretičari relativnosti su implicitno priznali da bi posmatrač u  $N'$ , u slučaju da poseduje dar trenutne vizije na daljinu, video kao sadašnje u  $P'$  ono što će za posmatrača u  $P'$  biti budućnost, te bi, putem podjednako trenutne telepatije, mogao saopštiti u  $P'$  šta će se tamo dogoditi, budući da su preduzeli mere da nas uvere o posledicama takvog stanja stvari<sup>(1)</sup>. U stvarnosti, pokazuju nam, posmatrač u  $N'$  nikada neće iskoristiti ovu imamentnost svog sadašnjeg trenutka, gde god da se nalazi prošlost za posmatrača u  $M'$  ili budućnost za posmatrača u  $P'$ ; nikada neće koristiti ili nautiti stanovnicima  $M'$  i  $P'$ ; jer nikakva poruka ne može se preneti, nikakav uzročni odnos ne može se ostvariti, brzinom većom od brzine svetlosti; tako da osoba smeštena u  $N'$  ne može biti obavještena o budućnosti  $P'$  koja ipak čini deo njegove sadašnjosti, niti uticati na tu budućnost ni na koji način: ta budućnost, ma koliko bila prisutna, uključena u sadašnjost osobe u  $N'$ , za njega ostaje praktično nepostojeća.

<sup>(1)</sup> Vidi, u vezi s ovim: Langevin, *Le temps, l'espace et la causalité*. Bulletin de la Société française de philosophie, 1912 i Eddington. *Espace, temps et gravitation*, trad. Rossignol, p61-66.

Hajde da vidimo da li ovde postoji efekat varke. Vratićemo se pretpostavci koju smo već napravili. Prema teoriji relativnosti, vremenski odnosi između događaja koji se odvijaju u sistemu zavise isključivo od brzine tog sistema, a ne od prirode tih događaja. Stoga će odnosi ostati isti ako  $S'$  učinimo duplikatom sistema  $S$ , koji odvija istu istoriju kao  $S$  i koji je prvobitno koincidirao s njim. Ova hipoteza će uveliko pojednostaviti stvari, i neće naštetiti opštosti demonstracije.

Dakle, u sistemu  $S$  postoji linija  $MNP$  iz koje je linija  $M' N' P'$  izašla putem udvostručenja u trenutku kada se  $S'$  odvojio od  $S$ . Po pretpostavci, posmatrač smešten u  $M'$  i posmatrač smešten u  $M$ , budući da se nalaze na odgovarajućim mestima u dva identična sistema, prisustvuju svaki istoj istoriji mesta, istom nizu događaja koji se tu odvijaju. Isto važi za dva posmatrača u  $N$  i  $N'$ , i za one u  $P$  i  $P'$ , sve dok svaki od njih razmatra samo mesto gde se nalazi. Ovo je ono oko čega se svi slažu. Sada ćemo se posebno pozabaviti dva posmatrača u  $N$  i  $N'$ , budući da je reč o simultanosti s onim što se dešava u središtima ove linije<sup>(1)</sup>.

<sup>(1)</sup> Radi pojednostavljenja rasuđivanja, pretpostavićemo u svemu što sledi da se isti događaj odvija u tačkama  $N$  i  $N'$  u dva sistema  $S$  i  $S'$  od kojih je jedan duplikat drugog. Drugim rečima, razmatramo  $N$  i  $N'$  u tačno određenom trenutku razdvajanja dva sistema, pretpostavljajući da sistem  $S'$  može steći svoju brzinu  $v$  trenutno, naglim skokom, bez prolaska kroz međubrzone. Na ovom događaju koji čini zajedničku sadašnjost dve osobe u  $N$  i  $N'$  tada ćemo usmeriti našu pažnju. Kada kažemo da povećavamo brzinu  $v$ , podrazumevamo da vraćamo stvari na mesto, da ponovo dovodimo dva sistema do koincidencije, da prema tome ponovo dovodimo osobe u  $N$  i  $N'$  da prisustvuju istom događaju, i da tada razdvajamo dva sistema dajući  $S'$ , opet trenutno, veću brzinu od prethodne.

Za posmatrača u  $N$ , ono što je simultano sa njegovom sadašnjošću u  $M$  i  $P$  je savršeno određeno, jer je sistem po pretpostavci nepokretan.

Što se tiče posmatrača u  $N'$ , ono što je bilo simultano sa njegovom sadašnjošću u  $M'$  i  $P'$ , kada je njegov sistem  $S'$  koincidirao sa  $S$ , takođe je bilo određeno: to su bila ista dva događaja koja su, u  $M$  i  $P$ , bila simultana sa sadašnjošću  $N$ .

Sada,  $S'$  se kreće u odnosu na  $S$  i poprima, na primer, rastuće brzine. Ali za posmatrača u  $N'$ , unutrašnjeg u  $S'$ , ovaj sistem je nepokretan. Dva sistema  $S$  i  $S'$  su u stanju savršene recipročnosti; radi praktičnosti proučavanja, radi izgradnje fizike, mi smo fiksirali jedan ili drugi kao referentni

sistem. Sve što stvarni posmatrač, od krvi i mesa, opaža u  $N$ , sve što bi trenutno opazio, telepatski, u bilo kojoj udaljenoj tački unutar svog sistema, stvarni posmatrač, od krvi i mesa, smešten u  $N'$ , opazio bi identično unutar  $S'$ . Dakle, deo istorije mesta  $M'$  i  $P'$  koji stvarno ulazi u sadašnjost posmatrača u  $N'$  za njega, onaj koji bi opazio u  $M'$  i  $P'$  da poseduje dar trenutne vizije na daljinu, određen je i nepromenljiv, bez obzira na brzinu  $S'$  u očima posmatrača unutar sistema  $S$ . To je upravo onaj deo koji bi posmatrač u  $N$  opazio u  $M$  i  $P$ .

Dodajmo da satovi u  $S'$  rade apsolutno za posmatrača u  $N'$  kao što satovi u  $S$  rade za posmatrača u  $N$ , budući da su  $S$  i  $S'$  u stanju recipročnog kretanja i stoga zamenljivi. Kada satovi smešteni u  $M$ ,  $N$ ,  $P$ , optički podešeni jedni prema drugima, pokazuju isto vreme i kada tada po definiciji, prema relativizmu, postoji simultanost između događaja koji se odvijaju u tim tačkama, isto važi i za odgovarajuće satove u  $S'$  i tada postoji, opet po definiciji, simultanost između događaja koji se odvijaju u  $M'$ ,  $N'$ ,  $P'$ , — događaja koji su redom identični prethodnim.

Međutim, čim sam učvrstio  $S$  kao referentni sistem, evo šta se dešava. U sistemu  $S$  koji je sada nepokretan i čiji su satovi podešeni optički, kao što se uvek radi, pod pretpostavkom nepokretnosti sistema, simultanost je *apsolutna* stvar; mislim da, budući da su satovi podešeni od strane posmatrača nužno unutar sistema, pod pretpostavkom da optički signali između dve tačke  $N$  i  $P$  prelaze isti put u oba smera, ova pretpostavka postaje konačna, učvršćena činjenicom da je  $S$  izabran kao referentni sistem i konačno učvršćen.

Međutim, time sam  $S'$  stavio u pokret; i posmatrač u  $S$  tada primećuje da signali između dva sata u  $N'$  i  $P'$  (koje je posmatrač u  $S'$  pretpostavljao i još uvek pretpostavlja da prelaze isti put u oba smera) sada prelaze nejednake puteve — nejednakost je to veća što je brzina  $S'$  veća. Na osnovu svoje definicije, tada (jer pretpostavljamo da je posmatrač u  $S$  relativista), satovi koji pokazuju isto vreme u sistemu  $S'$  ne označavaju, u njegovim očima, simultane događaje. To su zaista događaji koji su za njega simultani u njegovom sopstvenom sistemu; kao što su i događaji simultani za posmatrača u  $N'$  u njegovom sopstvenom sistemu. Međutim, posmatraču u  $N$  oni se pojavljuju kao sukcesivni u sistemu  $S'$ ; ili tačnije *on mu se čini da ih mora zabeležiti kao sukcesivne*, zbog definicije simultanosti koju je usvojio.

Tada, kako brzina  $S'$  raste, posmatrač u  $N$  gura dalje u prošlost tačke  $M'$  i projicira dalje u budućnost tačke  $P'$  — brojevima koje im dodeljuje — događaje koji se dešavaju u tim tačkama, a koji su za njega simultani u njegovom sopstvenom sistemu, i takođe simultani za posmatrača smeštenog u sistemu  $S'$ . O ovom drugom posmatraču, od krvi i mesa, više se ne govori; on je potajno ispražnjen od svog sadržaja, u svakom slučaju od svesti; od posmatrača postao je prosto posmatran, budući da je posmatrač u  $N$  uzdignut u fizičara koji gradi celu nauku. Otada, ponavljam, kako  $v$  raste, naš fizičar *beleži* kao sve dalju prošlost mesta  $M'$ , kao sve dalju budućnost mesta  $P'$ , uvek isti događaj koji, bilo u  $M'$  bilo u  $P'$ , činio bi deo sadašnjosti svesnog posmatrača u  $N'$  i stoga čini deo njegove sadašnjosti. Dakle, nema različitih događaja na mestu  $P'$ , na primer, koji bi naizmenično ulazili, za rastuće brzine sistema, u stvarnu sadašnjost posmatrača u  $N'$ . Već isti događaj na mestu  $P'$ , koji čini deo sadašnjosti posmatrača u  $N'$  pod pretpostavkom nepokretnosti sistema, zabeležen je od strane posmatrača u  $N$  kao pripadajući sve udaljenijoj budućnosti posmatrača u  $N'$ , kako brzina sistema  $S'$  u pokretu raste. Da posmatrač u  $N$  ne beleži tako, inače, njegova fizička koncepcija univerzuma postala bi nekoherentna, jer bi mere koje je zabeležio za fenomene koji se odvijaju u sistemu izražavale zakone koje bi trebalo menjati u zavisnosti od brzine sistema: tako sistem identičan njegovom, čija bi svaka tačka imala identično istu istoriju kao odgovarajuća tačka njegovog sistema, ne bi bio vođen istom fizikom kao

njegova (bar što se tiče elektromagnetizma). Međutim, time što beleži na ovaj način, on samo izražava nužnost u kojoj se nalazi, kada pretpostavlja u pokretu pod imenom  $S'$  svoj nepokretni sistem  $N$ , da *iskrivljuje* simultanost između događaja. To je uvek ista simultanost; ona bi se pojavila kao takva posmatraču unutar  $S'$ . Ali, izražena perspektivno sa tačke  $N$ , ona mora biti savijena u oblik sukcesije.

Stoga je sasvim suvišno da nas uveravate, govoreći nam da posmatrač u  $N'$  bez sumnje može držati unutar svoje sadašnjosti deo budućnosti mesta  $P'$ , ali da ne može ni saznati ni uticati na nju ni na bilo koji način, te da je stoga ta budućnost za njega kao da ne postoji. Mi smo sasvim mirni: ne bismo mogli oživeti i pretvoriti u stvarnog našeg posmatrača u  $N'$  ispražnjenog od sadržaja, bez da događaj na mestu  $P'$ , koji smo upravo svrstali u budućnost, ponovo postane sadašnjost tog mesta. U suštini, fizičar u  $N$  ovde treba da uveri samog sebe, i samog sebe uverava. On mora da dokaže sebi da, numerišući na način na koji to čini događaj u tački  $P$ , lokalizujući ga u budućnosti te tačke i u sadašnjosti posmatrača u  $N'$ , ne samo da zadovoljava zahteve nauke, već ostaje takođe u skladu sa zajedničkim iskustvom. I nema poteškoća da to dokaže sebi, jer pošto predstavlja sve stvari prema pravilima perspektive koja je usvojio, ono što je koherentno u stvarnosti ostaje koherentno u predstavi. Isti razlog zbog kojeg kaže da nema brzine veće od svetlosti, da je brzina svetlosti ista za sve posmatrače, itd., nalaže mu da svrsta u budućnost mesta  $P'$  događaj koji čini deo sadašnjosti posmatrača u  $N'$ , koji takođe čini deo njegove sopstvene sadašnjosti u  $N$ , i koji pripada sadašnjosti mesta  $P$ . Strogo govoreći, trebalo bi da se izrazi ovako: "Postavljam događaj u budućnost mesta  $P'$ , ali pošto ga ostavljam unutar intervala budućeg vremena  $\frac{1}{c}$ , ne gurajući ga dalje, nikada neću morati da zamislim osobu u  $N'$  kao sposobnu da uoči ono što će se dogoditi u  $P'$  i da o tome obavesti stanovnike mesta." Međutim, njegov način gledanja na stvari navodi ga da kaže:

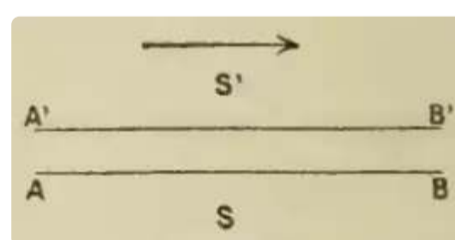
"Posmatrač u  $N'$  uzalud poseduje u svojoj sadašnjosti nešto od budućnosti mesta  $P'$ , on ne može ni da sazna ni da utiče na nju ni na bilo koji način." Iz ovoga neće proizaći, svakako, nikakva fizička ili matematička greška; ali velika bi bila zabluda filozofa koji bi fizičara shvatio za reč.

Dakle, nema, u  $M'$  i u  $P'$ , pored događaja koje se pristaje ostaviti u "apsolutnoj prošlosti" ili u "apsolutnoj budućnosti" za posmatrača u  $N'$ , čitavog skupa događaja koji bi, prošli i budući u ove dve tačke, ulazili u njegovu sadašnjost kada se sistemu  $S'$  pripíše odgovarajuća brzina. Postoji, u svakoj od ovih tačaka, samo jedan događaj koji čini deo stvarne sadašnjosti posmatrača u  $N'$ , bez obzira na brzinu sistema: to je upravo onaj koji, u  $M$  i  $P$ , čini deo sadašnjosti posmatrača u  $N$ . Međutim, ovaj događaj će fizičar zabeležiti kao smešten manje ili više u prošlosti  $M'$ , manje ili više u budućnosti  $P'$ , u zavisnosti od brzine pripisane sistemu. Uvek su, u  $M'$  i  $P'$ , isti par događaja koji sa određenim događajem u  $N'$  čine sadašnjost Pavla smeštenog u ovoj poslednjoj tački. Ali ova simultanost tri događaja izgleda iskrivljena u prošlost-sadašnjost-budućnost, kada je gledana, od strane Petra koji zamišlja Pavla, u ogledalu kretanja.

Međutim, iluzija uključena u uobičajeno tumačenje toliko je teško razotkriti da će biti korisno napadati je s druge strane. Pretpostavimo ponovo da se sistem  $S'$ , identičan sistemu  $S$ , tek odvojio i da je trenutno stekao svoju brzinu. Pjer i Pol su bili spojeni u tački  $N$ : evo ih, u istom trenutku, razdvojeni u  $N$  i  $N'$  koji se još uvek poklapaju. Zamislimo sada da Pjer, unutar svog sistema  $S$ , poseduje dar trenutne vizije na bilo koju udaljenost. Ako kretanje sistema  $S'$  čini simultanim ono što se dešava u  $N'$  (a time i ono što se dešava u  $N$ , budući da se disocijacija dva sistema odvija u istom trenutku) sa događajem smeštenim u budućnosti mesta  $P'$ , Pjer bi prisustvovao budućem događaju mesta  $P$ , događaju koji će ući u sadašnjost navedenog Pjera tek uskoro: ukratko, posredstvom sistema  $S'$ , on bi čitao budućnost sopstvenog sistema  $S$ , ne za tačku  $N$  gde se nalazi,

već za udaljenu tačku  $P$ . I što je veća brzina koju sistem  $S'$  trenutno stekao, to bi njegov pogled prodro dublje u budućnost tačke  $P$ . Da je posedovao sredstva za trenutnu komunikaciju, objavio bi stanovniku mesta  $P$  šta će se dogoditi u toj tački, pošto je to video u  $P'$ . Ali nikako. Ono što uočava u  $P'$ , u budućnosti mesta  $P'$ , upravo je ono što uočava u  $P$ , u sadašnjosti mesta  $P$ . Što je veća brzina sistema  $S'$ , to je ono što uočava u  $P$  udaljenije u budućnosti mesta  $P'$ , ali to je i dalje uvek ista sadašnjost tačke  $P$ . Vizija na daljinu, i u budućnosti, dakle mu ništa ne otkriva. U "vremenskom intervalu" između sadašnjosti mesta  $P$  i budućnosti, identične toj sadašnjosti, odgovarajućeg mesta  $P'$  nema čak ni mesta ni za šta: sve se odvija kao da je interval nula. I zaista je nula: to je proširena ništavnost. Ali poprima izgled intervala fenomenom mentalne optike, analognim onom koji udaljava predmet od samog sebe, na neki način, kada pritisak na očnu jabučicu čini da ga vidimo udvojeno. Tačnije, vizija koju je  $P$  jer stekao o sistemu  $S'$  nije ništa drugo do vizija sistema  $S$  postavljenog popreko u Vremenu. Ova "poprečna vizija" čini da linija simultanosti koja prolazi kroz tačke  $M, N, P$  sistema  $S$  izgleda sve više kosa u sistemu  $S'$ , duplikatu  $S$ , kako brzina  $S'$  postaje značajnija: duplikat onoga što se ostvaruje u  $M$  tako se pomera u prošlost, duplikat onoga što se ostvaruje u  $P$  tako se pomera u budućnost; ali u suštini, to je samo efekat mentalne torzije. Sada, ono što kažemo o sistemu  $S'$ , duplikatu  $S$ , važno bi bilo za bilo koji drugi sistem iste brzine; jer, još jednom, vremenski odnosi unutrašnjih događaja u  $S'$  su pod uticajem veće ili manje brzine sistema, ali isključivo njegove brzine. Pretpostavimo dakle da  $S'$  bude bilo koji sistem, a ne duplikat  $S$ . Ako želimo da pronađemo tačno značenje teorije relativnosti, moraćemo da učinimo da  $S'$  prvo miruje sa  $S$  bez da se s njim stapa, a zatim da se kreće. Otkrićemo da ono što je bilo simultanost u mirovanju ostaje simultanost u kretanju, ali da je ta simultanost, sagledana iz sistema  $S$ , jednostavno postavljena popreko: linija simultanosti između tri tačke  $M', N', P'$  izgleda da se okrenula pod određenim uglom oko  $N'$ , tako da bi jedan njen kraj kasnio u prošlosti dok bi drugi prethodio budućnosti.

Insistirali smo na "usporavanju vremena" i "dislokaciji simultanosti". Ostaje "longitudinalna kontrakcija". Pokazaćemo uskoro kako je ona samo prostorna manifestacija ovog dvostrukog vremenskog efekta. Ali već sada možemo reći nešto o tome. Neka su naime (sl. 6), u pokretnom sistemu  $S'$ , dve tačke  $A'$  i  $B'$  koje tokom kretanja sistema dolaze da se postave na dve tačke  $A$  i  $B$  nepokretnog sistema  $S$ , čiji je  $S'$  duplikat.



Slika 6

Kada se ove dve koincidencije dogode, satovi postavljeni u  $A'$  i  $B'$ , prirodno podešeni od strane posmatrača prikačenih za  $S'$ , pokazuju isto vreme. Posmatrač prikačen za  $S$ , koji smatra da u takvom slučaju sat u  $B'$  kasni u odnosu na sat u  $A'$ , zaključiće da je  $B'$  došao u koincidenciju sa  $B$  tek nakon trenutka koincidencije  $A'$  sa  $A$ , te stoga da je  $A'B'$  kraći od  $AB$ . U stvarnosti, on to "zna" samo u sledećem smislu. Da bi se pridržavao pravila perspektive koja smo ranije izložili, morao je pripisati koincidenciji  $B'$  sa  $B$  kašnjenje u odnosu na koincidenciju  $A'$  sa  $A$ , upravo zato što su satovi u  $A'$  i  $B'$  pokazivali isto vreme za obe koincidencije. Otuda, pod pretnjom kontradikcije, mora označiti da  $A'B'$  ima manju dužinu od  $AB$ . Štaviše, posmatrač u  $S'$  će razmišljati simetrično. Njegov sistem je za njega nepokretan; stoga se  $S$  kreće u suprotnom smeru od onog koji je  $S'$  ranije pratio. Sat u  $A$  mu se stoga čini da kasni u odnosu na sat u  $B$ . Otuda, koincidencija  $A$  sa  $A'$  trebalo je da se dogodi po njegovom mišljenju tek nakon one  $B$  sa  $B'$ , ako su satovi  $A$  i  $B$  pokazivali isto vreme u trenucima dve koincidencije. Iz toga proizilazi da  $AB$  mora biti

manji od  $A'B'$ . Međutim, da li  $AB$  i  $A'B'$  imaju, stvarno, istu veličinu? Ponovimo još jednom: ovde nazivamo stvarnim ono što je percipirano ili perceptibilno. Stoga moramo razmotriti posmatrača u  $S$  i posmatrača u  $S'$ , Pjera i Pola, i uporediti njihove pojedinačne vizije dve veličine. Svaki od njih, kada vidi umesto da bude prosto viđen, kada je referirajući a ne referirani, uspostavlja svoj sistem u stanje mirovanja. Svaki od njih uzima dužinu koju razmatra u stanju mirovanja. Dva sistema, u stvarnom stanju međusobnog kretanja, budući da su zamenljivi pošto je  $S'$  duplikat  $S$ , vizija koju posmatrač u  $S$  ima o  $AB$  je po pretpostavci identična viziji koju posmatrač u  $S'$  ima o  $A'B'$ . Kako tvrditi rigoroznije, apsolutnije, jednakost dve dužine  $AB$  i  $A'B'$ ? Jednakost dobija apsolutno značenje, superiorno u odnosu na svaku konvenciju merenja, samo u slučaju kada su dva upoređena pojma identična; i proglašavamo ih identičnim čim pretpostavimo da su zamenljivi. Dakle, u tezi specijalne relativnosti, prostor ne može se više stvarno skratiti nego što se vreme može usporiti ili simultanost efektivno raskinuti. Ali, kada je referentni sistem usvojen i time imobilizovan, sve što se dešava u drugim sistemima mora biti izraženo perspektivno, prema manje ili više značajnoj udaljenosti koja postoji, na skali veličina, između brzine referiranog sistema i brzine, nulte po pretpostavci, referirajućeg sistema. Ne zaboravimo ovu razliku. Ako prizovemo Žana i Žaka, potpuno žive, sa slike gde jedan zauzima prvi plan a drugi pozadinu, čuvajmo se da Žaku ostavimo veličinu patuljka. Dajmo mu, kao i Žanu, normalnu dimenziju.

## POGLAVLJE 7.8.

### Zabuna koja je izvor svih paradoksa

Da sumiramo, dovoljno je da se vratimo na našu početnu pretpostavku fizičara prikačenog za Zemlju, koji izvodi i ponavlja Mišelson-Morlijev eksperiment. Ali pretpostavićemo da je sada preokupiran onim što nazivamo stvarnim, odnosno onim što percipira ili bi mogao da percipira. On ostaje fizičar, ne gubi iz vida potrebu za postizanjem koherentnog matematičkog prikaza celokupne stvarnosti. Ali želi da pomogne filozofu u njegovom zadatku; i njegov pogled se nikada ne odvaja od pokretne granične linije koja razdvaja simbolično od stvarnog, zamišljeno od percipiranog. On će stoga govoriti o "stvarnosti" i "pojavnosti", o "tačnim merenjima" i "pogrešnim merenjima". Ukratko, on neće usvojiti jezik relativnosti. Ali će prihvatiti teoriju. Prevođenje koje će nam dati ove nove ideje na starom jeziku bolje će nam omogućiti da razumemo šta možemo zadržati, a šta moramo promeniti u onome što smo prethodno prihvatili.

Dakle, okrećući svoj aparat za 90 stepeni, u bilo koje doba godine ne primećuje nikakvo pomeranje interferentnih pruga. Brzina svetlosti je stoga ista u svim pravcima, ista za bilo koju brzinu Zemlje. Kako objasniti ovu činjenicu?

Činjenica je potpuno objašnjena, reći će naš fizičar. Teškoća postoji, problem se postavlja samo zato što se govori o Zemlji u pokretu. Ali u pokretu u odnosu na šta? Gde je fiksna tačka od koje se udaljava ili joj približava? Ta tačka može biti samo proizvoljno izabrana. Slobodan sam da odredim da će Zemlja biti ta tačka, i da ću je na neki način dovesti u vezu sa samom sobom. Evo je nepokretne, i problem nestaje.

Ipak, imam nedoumice. Kakva ne bi bila moja zabuna ako koncept apsolutnog mirovanja ipak dobije smisao, i ako se negde otkrije definitivno fiksna referentna tačka? Čak i bez odlaska tako daleko, dovoljno je da pogledam zvezde; vidim tela u pokretu u odnosu na Zemlju. Fizičar prikačen za neki od tih vanzemaljskih sistema, vodeći isto razmišljanje kao ja, smatraće sebe nepokretnim i biće u svom pravu: imaće prema meni iste zahteve kao što bi imali stanovnici potpuno nepokretnog sistema. I reći

će mi, kao što bi oni rekli, da grešim, da nemam pravo da objasnim svojim mirovanjem jednaku brzinu prostiranja svetlosti u svim pravcima, jer sam u pokretu.

Ali evo šta me može umiriti. Vanzemaljski posmatrač nikada mi neće prigovoriti, nikada me neće uhvatiti u grešci, jer će, uzimajući u obzir moje jedinice mere za prostor i vreme, posmatrajući pomeranje mojih instrumenata i hod mojih časovnika, izvršiti sledeća zapažanja:

1° Ja bez sumnje pripisujem svetlosti istu brzinu kao i on, iako se krećem u pravcu svetlosnog zraka, a on je nepokretan; ali to je zato što moje jedinice vremena njemu tada izgledaju duže od njegovih; 2° verujem da uočavam da se svetlost širi istom brzinom u svim pravcima, ali to je zato što merim razdaljine lenjirom čiju dužinu on vidi kako varira sa orijentacijom; 3° uvek bih pronašao istu brzinu svetlosti, čak i kada bih uspeo da je izmerim između dve tačke putanje pređene na Zemlji, beležeći na časovnicima postavljenim na tim mestima vreme potrebno za prelaženje intervala? Ali to je zato što su moja dva časovnika podešena optičkim signalima pod pretpostavkom da je Zemlja nepokretna. Pošto je u pokretu, jedan od dva časovnika zaostaje utoliko više u odnosu na drugi što je brzina Zemlje veća. Ovo kašnjenje uvek će me navoditi da verujem da je vreme koje je svetlosti potrebno da pređe interval ono koje odgovara stalno istoj brzini. Dakle, ja sam zaštićen. Moj kritičar će smatrati moje zaključke tačnim, iako su, sa njegove tačke gledišta koja je sada jedina legitimna, moje pretpostavke postale pogrešne. Najviše što mi može zameriti je što verujem da sam efektivno uočio postojanost brzine svetlosti u svim pravcima: prema njemu, ja tvrdim ovu postojanost samo zato što se moje greške u merenju vremena i prostora kompenzuju na način koji daje rezultat sličan njegovom. Naravno, u predstavi sveta koju će konstruisati, on će prikazati moje dužine vremena i prostora onakve kako ih je on izračunao, a ne onakve kako sam ih ja izmerio. Smatraće se da sam loše merio tokom celog postupka. Ali meni je svejedno, pošto je moj rezultat priznat kao tačan. Štaviše, kada bi posmatrač koji je samo zamišljen od mene postao stvaran, suočio bi se sa istom poteškoćom, imao bi istu sumnju i umirio bi se na isti način. Rekao bi da, pokretan ili nepokretan, sa tačnim ili netačnim merenjima, dobija istu fiziku kao ja i dolazi do univerzalnih zakona.

Drugim rečima: dato je iskustvo poput onog Majklsona i Morlija, stvari se odvijaju kao da teoretičar relativnosti pritisne jednu od dve očne jabučice eksperimentatora i tako izazove diplopiju posebne vrste: slika koja je prvo uočena, eksperiment koji je prvo postavljen, udvostručuje se fantomskom slikom u kojoj se trajanje usporava, simultanost savija u sukcesiju, i gde se, time, dužine menjaju. Ova diplopija, veštački izazvana kod eksperimentatora, služi da ga umiri ili tačnije da ga osigura od rizika za koji veruje da ga preuzima (a koji bi efektivno preuzeo u određenim slučajevima) uzimajući sebe proizvoljno za centar sveta, dovodeći sve stvari u vezu sa svojim ličnim referentnim sistemom, i ipak konstruišući fiziku koju bi želeo da bude univerzalno važeća: od sada može spokojno spavati; zna da će se zakoni koje formulira potvrditi, bez obzira sa koje posmatračnice se posmatra priroda. Jer fantomska slika njegovog eksperimenta, slika koja mu pokazuje kako bi se taj eksperiment pojavio, kada bi eksperimentalni uređaj bio u pokretu, nepokretnom posmatraču opremljenom novim referentnim sistemom, nesumnjivo je vremenska i prostorna deformacija prve slike, ali deformacija koja ostavlja netaknute odnose između delova kostura, čuva zglobove takvim kakvi jesu i čini da eksperiment nastavlja da potvrđuje isti zakon, ti zglobovi i odnosi su upravo ono što nazivamo zakonima prirode.

Ali naš zemaljski posmatrač nikada ne sme zaboraviti da je, u celoj ovoj priči, samo on stvaran, a drugi posmatrač fantomski. On će, osim toga, prizivati koliko god želi ovih fantoma, onoliko koliko ima brzina, beskonačno mnogo. Svi će mu se činiti kako konstruišu svoju predstavu sveta, modifikujući merenja koja je izvršio na Zemlji, dobijajući time fiziku identičnu njegovoj. Od sada, on će raditi na svojoj fizici ostajući čisto i jednostavno u posmatračnici koju je izabrao, Zemlji, i neće se više brinuti o njima.

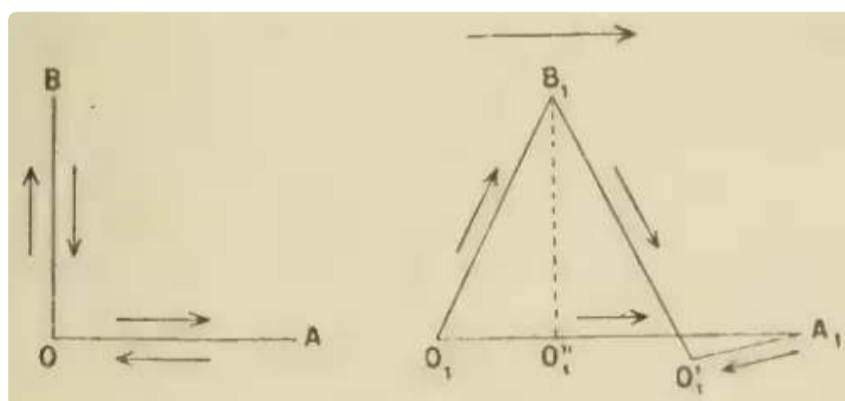
Ipak, bilo je neophodno da se ovi fantomski fizičari prizovu; i teorija relativnosti, pružajući stvarnom fizičaru sredstvo da se složi sa njima, učinila je da nauka napravi veliki korak napred.

Upravo smo se smestili na Zemlji. Ali jednako tako smo mogli baciti svoju pažnju na bilo koju drugu tačku univerzuma. U svakoj od njih postoji stvarni fizičar koji za sobom vuče oblak fantomskih fizičara, onoliko koliko zamisli brzina. Želimo li onda da razlučimo šta je stvarno? Želimo li da saznamo da li postoji jedno Vreme ili više Vremena? Ne moramo se baviti fantomskim fizičarima, moramo uzeti u obzir samo stvarne fizičare. Pitaćemo se da li opažaju ili ne isto Vreme. Uopšteno je filozofu teško sa sigurnošću tvrditi da dve osobe žive u istom ritmu trajanja. On ne može čak ni dati ovom tvrđenju strog i precizan smisao. A ipak to može u pretpostavci relativnosti: tvrđenje ovde dobija vrlo jasan smisao i postaje izvesno kada se uporede dva sistema u stanju međusobnog ravnomernog kretanja; posmatrači su razmenljivi. Ovo je, osim toga, potpuno jasno i izvesno samo u pretpostavci relativnosti. Svuda drugde, dva sistema, koliko god slična, obično će se razlikovati po nekom aspektu, pošto neće zauzimati isto mesto u odnosu na privilegovan sistem. Ali ukidanje privilegovanog sistema je sama suština teorije relativnosti. Dakle, ova teorija, daleko od isključivanja pretpostavke o jednom Vremenu, je poziva i daje joj višu razumljivost.

## POGLAVLJE 8.

### Slike svetlosti

Ovaj način sagledavanja stvari omogućiće nam da prodremo dublje u teoriju relativnosti. Upravo smo pokazali kako teoretičar relativnosti priziva, pored vizije koju ima o sopstvenom sistemu, sve predstave koje se mogu pripisati svim fizičarima koji bi videli ovaj sistem u pokretu sa svim mogućim brzinama. Ove predstave su različite, ali različiti delovi svake od njih su zglobljeni na način da održavaju, unutar nje, iste odnose među sobom i tako ispoljavaju iste zakone. Hajde sada da bolje razumemo ove različite predstave. Pokažimo, na konkretniji način, sve veću deformaciju površinske slike i nepromenljivo očuvanje unutrašnjih odnosa kako brzina za koju se pretpostavlja da raste. Tako ćemo uhvatiti u živom delu nastanak množine Vremena u teoriji relativnosti. Videćemo kako se njen značaj materijalno ocrtava pred našim očima. I time ćemo razotkriti određene pretpostavke koje ova teorija podrazumeva.



Slika 7

## POGLAVLJE 8.1.

### "Linije svetlosti" i "krute linije"

Ево дакле, у систему  $S$  у мировању, експеримента Микелсон-Морли (Слика 7). Назовимо "крућа линија" или једноставно "линија" геометријску линију као што су  $OA$  или  $OB$ . Назовимо "свејлосна линија" светлосни зрак који путује дуж ње. За посматрача унутар система, два зрака лансирана респективно из  $O$  ка  $B$  и из  $O$  ка  $A$ , у две управне равни, враћају се тачно на себе. Експеримент му нуди слику двоструке светлосне линије затегнуте

између  $O$  и  $B$ , као и другу двоструку светлосну линију затегнуту између  $O$  и  $A$ , при чему су ове две двоструке светлосне линије међусобно управне и једнаке.

Посмаирајући сада систем у мировању, замислимо да се креће брзином  $v$ . Каква ће бити наша двојна репрезентација?

## POGLAVLJE 8.2.

### "Слика светлости" и слика простора: како се поклапају и како се раздвајају

Док је у мировању, можемо га, подједнако, сматрати састављеним од две једноставне круте линије, управне, или од две двоструке светлосне линије, такође управне: слика светлости и крута слика се поклапају. Чим претпоставимо да је у покрету, две слике се раздвајају. Крута слика остаје састављена од две праве управне линије. Али слика светлости се деформише. Двострука светлосна линија затегнута дуж праве  $OB$  постаје преломљена светлосна линија  $O_1 B_1 O_1'$ . Двострука светлосна линија затегнута дуж  $OA$  постаје светлосна линија  $O_1 A_1 O_1'$  (део  $O_1 A_1$  ове линије заправо се поклапа са  $O_1 A_1$ , али, ради јасноће, одвајамо је на слици). То је за облик. Размотримо величину.

Онај ко би расуђивао а priori, пре него што је експеримент Микелсон-Морли ефективно изведен, рекао би: "Морам преиспитати да крута слика остаје каква јесте, не само што су две линије остале управне, већ и што су увек једнаке. То произилази из самог појма крутости. Што се тиче две двоструке светлосне линије, првобитно једнаке, видим их, у машини, како остају неједнаке када се раздвајају под утицајем кривања које моја мисао намеће систему. То произилази из саме једнакости две круте линије." Укратко, у овом а priori расуђивању према старим идејама, рекли би: "крута слика претпоставља своје услове слици светлости."

Теорија релативитета, како је настала из ефективно спроведеног експеримента Микелсон-Морли, састоји се у обртању ове претпоставке, и у изјави: "слика светлости намеће своје услове крутој слици." Другим речима, крута слика није сама стварност: то је само ментална конструкција; а од те конструкције слика светлости, која је једина дата, мора да пружи правила.

Експеримент Микелсон-Морли нам заиста показује да две линије  $O_1 B_1 O_1'$ ,  $O_1 A_1 O_1'$ , остају једнаке, без обзира на брзину приписану систему. Дакле, једнакост две двоструке светлосне линије увек ће се сматрати очуваном, а не једнакост две круте линије: оне ће се морати прилагодити у складу с тим. Погледајмо како ће се прилагодити. Зато, приступимо блиско деформацији наше светлосне слике. Али не заборавимо да се све дешава у нашој машини, или боље речено у нашем разуму. У ствари, експеримент Микелсон-Морли спроводи физичар унутар свог система, и самим тим у непокретном систему. Систем је у покрету само ако физичар мислено изађе из њега. Ако његова мисао остане у њему, његово расуђивање неће се применити на његов сопствени систем, већ на експеримент Микелсон-Морли постављен у другом систему, или тачније на представу коју има, коју мора имати о том експерименту постављеном на другом месту: јер, тамо где је експеримент ефективно спроведен, он га још увек спроводи физичар унутар система, и самим тим у још увек непокретном систему. Тако да се у свему овоме ради само о одређеној нотацији коју треба усвојити за експеримент који се не спроводи, да би се ускладио са експериментом који се спроводи. Тиме се једноставно изражава да га не спроводимо. Не губећи из вида ову тачку, пратимо варијацију наше светлосне слике. Размотрићемо одвојено три ефекта деформације произведене кретањем: 1° попречни ефекат, који одговара, као што ћемо

видети, онеме што теорија релативитета назива продужењем времена; 2° уздужни ефекат, који за њу представља раздвајање симултаности; 3° двоструки попречно-уздужни ефекат, који би био "Лоренцова контракција".

### POGLAVLJE 8.3.

## Троструки ефекат раздвајања

1° Попреčni ефекат или "dilatacija vremena". Dodelimo brzini  $v$  vrednosti koje rastu od nule. Naviknimo našu misao da izvlači iz prvobitne svetlosne figure  $OAB$  niz figura u kojima se sve više naglašava jaz između linija svetlosti koje su se prvobitno poklapale. Vežbajmo se takođe da vratimo u prvobitnu figuru sve one koje su tako izašle. Drugim rečima, postupajmo kao sa dalekozorom čije cevi izvlačimo da bismo ih zatim ponovo spojile. Ili još bolje, zamislimo onu dečiju igračku sa šarkama duž kojih su raspoređeni vojnicićima. Kada ih razdvajamo povlačeći dve krajnje šarke, one se ukrštaju poput  $X$  i vojnicić se razilaze; kada ih ponovo pritiskamo jednu uz drugu, one se slažu i vojnicić se ponovo nalaze u zbijenim redovima. Ponavljajmo sebi da su naše svetlosne figure bezbrojne, a ipak čine samo jednu: njihova mnoštvenost jednostavno izražava moguće vizije koje bi imali posmatrači u odnosu na koje bi one bile animirane različitim brzinama — to jest, u suštini, vizije koje bi imali posmatrači u kretanju u odnosu na njih; i sve te virtualne vizije se, takoreći, teleskopiraju u stvarnu viziju prvobitne figure  $AOB$ . Kakav zaključak nameće se za poprečnu liniju svetlosti  $O_1 B_1 O'_1$ , koja je izašla iz  $OB$  i koja bi mogla da se vrati u nju, koja se čak efektivno vraća u nju i ponovo postaje jedno sa  $OB$  u trenutku kada je zamislimo? Ova linija jednaka je  $\frac{2l}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ , dok je prvobitna dupla linija svetlosti bila  $2l$ . Njeno izduženje stoga tačno predstavlja izduženje vremena, kako nam ga daje teorija relativnosti. Ovim vidimo da ova teorija postupka kao da uzimamo za etalon vremena dvostruki put svetlosti tamo i nazad između dve određene tačke. Ali tada odmah intuitivno uočavamo odnos između mnoštva vremena i jedinstvenog realnog vremena. Ne samo da mnoštvo vremena izazvano teorijom relativnosti ne ruši jedinstvo realnog vremena, već ga zapravo podrazumeva i održava. Stvarni posmatrač, unutar sistema, svestan je i razlike i identiteta ovih različitih vremena. On živi psihološko vreme, i sa ovim vremenom se stapaju sva matematička vremena, manje ili više izdužena; jer ukoliko više razdvaja šarke svoje igračke — mislim ukoliko više ubrzava kretanje svog sistema misaono — linije svetlosti se izdužuju, ali sve ispunjavaju isto proživljeno trajanje. Bez tog jedinstvenog proživljenog trajanja, bez tog realnog vremena zajedničkog svim matematičkim vremenima, šta bi značilo reći da su oni savremeni, da se nalaze u istom intervalu? Kakav smisao bismo mogli naći u takvoj tvrdnji?

Pretpostavimo (vratićemo se uskoro na ovu tačku) da posmatrač u  $S$  ima običaj da meri svoje vreme linijom svetlosti, mislim da lepi svoje psihološko vreme uz svoju liniju svetlosti  $OB$ . Nužno, psihološko vreme i linija svetlosti (uzeta u nepokretnom sistemu) za njega će biti sinonimi. Kada, zamišljajući svoj sistem u pokretu, predstavi sebi svoju liniju svetlosti dužom, reći će da se vreme izdužilo; ali će takođe videti da to više nije psihološko vreme; to je vreme koje više nije, kao malopre, istovremeno psihološko i matematičko; postalo je isključivo matematičko, ne mogući biti psihološko vreme nikoga: čim bi neka svest želela da živi jedno od ovih izduženih vremena  $O_1 B_1$ ,  $O_2 B_2$ , itd., oni bi se odmah povukli u  $OB$ , jer linija svetlosti više ne bi bila zamišljena, već stvarna, i sistem, dotad pokretan samo misaono, bi zahtevao svoju stvarnu nepokretnost.

Dakle, ukratko, teza relativiteta ovde znači da bi posmatrač unutar sistema  $S$ , zamišljajući taj sistem u kretanju sa svim mogućim brzinama, video matematičko vreme svog sistema kako se izdužuje sa porastom brzine ako bi vreme tog sistema bilo poistovećeno sa linijama svetlosti  $OB$ ,  $O_1 B_1$ ,  $O_2 B_2$ , itd. Sva ova različita matematička vremena bila bi savremena, pošto bi sva bila

sadržana u istom psihološkom trajanju, onom posmatrača u  $S$ . Ovo bi, uostalom, bila samo fiktivna vremena, jer ih niko ne bi mogao doživeti kao različita od prvobitnog, ni sam posmatrač u  $S$  koji ih sve opaža u istom trajanju, ni bilo koji drugi stvarni ili mogući posmatrač. Zadržala bi ime vremena samo zato što prvo u nizu, naime  $OB$ , meri psihološko trajanje posmatrača u  $S$ . Tada, proširenjem, još uvek nazivamo vremenom linije svetlosti, sada izdužene, sistema za koji se pretpostavlja da je u pokretu, prisiljavajući sebe da zaboravimo da su sva sadržana u istom trajanju. Zadržite im ime vremena, pristajem: to će, po definiciji, biti konvencionalna vremena, pošto ne mere nikakvo stvarno ili moguće trajanje.

Ali kako objasniti, uopšteno govoreći, ovo zbližavanje između vremena i linije svetlosti? Zašto se prva linija svetlosti,  $OB$ , lepi od strane posmatrača u  $S$  uz njegovo psihološko trajanje, prenoseći tada na naredne linije  $O_1 B_1, O_2 B_2 \dots$  itd. ime i izgled vremena, putem neke vrste kontaminacije? Već smo implicitno odgovorili na ovo pitanje; ali ipak neće biti beskorisno da ga ponovo razmotrimo. Ali pogledajmo prvo — nastavljajući da vreme činimo linijom svetlosti — drugi efekat deformacije figure.

2° Уздужни ефекат или "распадање истовремености". Како се повећава размак између линија светлости које су се поклапале у оригиналној фигури, неравномерност се појачава између две уздужне линије светлости као што су  $O_1 A_1$  и  $A_1 O_1'$ , првобитно спојене у двострукој линији светлости  $OA$ . Будући да је линија светлости за нас увек време, рећи ћемо да тренутак  $A_1$  више није средиште временског интервала  $O_1 A_1 O_1'$ , док је тренутак  $A$  био средиште интервала  $OA O$ . Међутим, без обзира да ли посматрач унутар система  $S$  претпоставља да је његов систем у мировању или у покрету, његова претпоставка, као чинилац његове мисли, не утиче на часовнике система. Али утиче, као што видимо, на њихово усклађивање. Часовници се не мењају; мења се Време. Оно се деформише и распада међу собом. То су била једнака времена која су, тако рећи, ишла од  $O$  до  $A$  и враћала се од  $A$  до  $O$  у првобитној фигури. Сада је путовање дуже од повратка. Лако се види да ће заостатак другог часовника у односу на први бити  $\frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \cdot \frac{lv}{c}$  или  $\frac{lv}{c}$ , зависно од тога да ли се рачуна у секундама непокретног система или система у покрету. Будући да часовници остају они какви су били, раде као што су радили, задржавајући дакле исти међусобни однос и остајући подешени један на други као што су били првобитно, они се, у мислима нашег посматрача, све више заостају један за другим док његова машта убрзава покрет система. Да ли опажа себе у мировању? Постоји стварна истовременост између два тренутка када часовници у  $O$  и  $A$  показују исто време. Да ли замишља себе у покрету? Та два тренутка, означена часовницима који показују исто време, престају по дефиницији да буду истовремени, пошто су две линије светлости учињене неравним, за разлику од првобитне једнакости. Мислим да је првобитно постојала једнакост, а сада постоји неравномерност, која се увукла између два часовника, која сама нису померена. Али да ли ова једнакост и ова неравномерност имају исти степен стварности, ако тврде да се примењују на време? Прва је била истовремено једнакост линија светлости и једнакост психолошких дужина, односно времена у смислу у коме га сви схватају. Друга је само неравномерност линија светлости, односно конвенционалних Времена; она се, уосталом, јавља између истих психолошких дужина као и прва. И управо зато што психолошка дужина остаје непромењена током свих узастопних замисли посматрача, он може сматрати еквивалентним свим конвенционалним временима које замишља. Он је пред фигуром  $BOA$ : опажа одређену психолошку дужину коју мери помоћу двоструких линија светлости  $OB$  и  $OA$ . И ево, без прекидања посматрања, опажајући увек ту исту дужину, он види, у машти, како се двоструке линије светлости раздвајају продужавајући се, како се двострука уздужна линија светлости дели на две линије неравне дужине, при чему се неравномерност повећава са брзином. Све ове неравномерности излазе из првобитне једнакости као цеви на леђи; све се

у њу враћају тренутно, ако он то пожели, телескопским спајањем. Оне су му еквивалентне управо зато што је права стварност првобитна једнакост, односно истовременост тренутака које показују два часовника, а не сукцесија, чисто фиктивна и конвенционална, коју би покренули једноставно замишљени покрет система и распад линија светлости који би из тога произашао. Сви ови распади, све ове сукцесије су дакле виртуелне; једино је истовременост стварна. И управо зато што се све ове виртуелности, све ове врсте распада налазе у оквиру стварно опажене истовремености, оне су математички заменљиве за њу. Ипак, са једне стране има замишљеног, чистог могућег, док је са друге стране опаженог и стварног.

Али чињеница да теорија релативитета, свесно или несвесно, замењује време линијама светлости ставља у пуно светлости један од принципа доктрине. У низу студија о теорији релативитета <sup>(1)</sup>, г. Ед. Гјом је тврдио да се она у суштини састоји у узимању пропагације светлости за часовник, а не ротације Земље. Ми верујемо да у теорији релативитета има много више од тога. Али сматрамо да има бар толико. И додаћемо да извлачењем овог елемента само истичемо значај теорије. Тако се утврђује да је она, и на овом пољу, природан и можда неопходан исходи читавог развоја. Подсетимо се укратко на продорне и дубоке рефлексије које је г. Едуар Ле Роа недавно изнео о постепеном усавршавању наших мера, а посебно мерења времена <sup>(2)</sup>. Он је показао како ова или она метода мерења омогућава успостављање закона, и како ти закони, једном постављени, могу утицати на метод мерења и приморати га да се модификује. Што се тиче посебно времена, са звезданим часовником се користило за развој физике и астрономије: између осталог, откривени су Њутнов закон привлачења и принцип одржања енергије. Али ови резултати су некомпатибилни са константношћу звезданог дана, јер према њима плимне силе морају деловати као кочница на ротацију Земље. Тако да употреба звезданог часовника доводи до последица које намећу усвајање новог часовника <sup>(3)</sup>. Не постоји сумња да напредак физике не тежи да нам представи оптички часовник — мислим на пропагацију светлости — као крајњи часовник, онај који је на крају свих ових узастопних апроксимација. Теорија релативитета бележи овај резултат. И пошто је у природи физике да поистовећује ствар са њеном мером, "линија свейлосиш" ће истовремено бити и мера времена и само време. Али онда, пошто се линија светлости продужава, иако остаје сама собом, када се замишља у покрету док се систем у коме се опажа оставља у мировању, имаћемо вишеструка Времена, еквивалентна; а хипотеза о множини Времена, карактеристична за теорију релативитета, појавиће нам се као условљавајући и развој физике уопште. Тако дефинисана Времена биће заиста физичка Времена <sup>(4)</sup>. То ће, уосталом, бити само замишљена Времена, са изузетком једног, који ће бити стварно опажен. Овај, увек исти, јесте Време здравог разума.

---

<sup>(1)</sup> *Revue de métaphysique* (мај-јун 1918. и октобар-децембар 1920). Уџор. *La Théorie de la relativité*, Лозана, 1921.

<sup>(2)</sup> *Bulletin de la Société française de philosophie*, фебруар 1905.

<sup>(3)</sup> Уџор. *уциу. L'espace et le temps*, сџур. 25.

<sup>(4)</sup> *Tokom ovog eseja, nazvali smo ih matematičkim kako bismo izbegli zabunu. Zaista ih stalno upoređujemo sa psihološkim vremenom. Ali, za to je bilo potrebno razlikovati ih od njega i uvek imati na umu tu razliku. Razlika je jasna između psihološkog i matematičkog: mnogo je manje jasna između psihološkog i fizičkog. Izraz "fizičko vreme" ponekad bi imao dvosmisleno značenje; s izrazom "matematičko vreme" ne može biti dvosmislenosti.*

## ПОГЛАВЉЕ 8.4.

### Vraja priroda Ajnštajnovog vremena

Rezimirajmo ukратко. Teorija relativnosti zamenjuje vreme zdravog razuma (koje se uvek može pretvoriti u psihološko trajanje i time je po definiciji stvarno) vremenom koje se može pretvoriti u psihološko trajanje samo u slučaju nepokretnosti sistema. U svim drugim slučajevima, ovo vreme

(koje je bilo istovremeno linija svetlosti i trajanje) postaje samo linija svetlosti – elastična linija koja se rasteže kako brzina sistema raste. Ne može odgovarati novom psihološkom trajanju, jer i dalje zauzima isto trajanje. Ali nema veze: teorija relativnosti je fizička teorija; odlučuje da zanemari svako psihološko trajanje, kako u prvom tako i u svim drugim slučajevima, i zadržava samo liniju svetlosti. Kako se ova linija produžava ili skraćuje u zavisnosti od brzine sistema, dobijamo tako, istovremeno, višestruka vremena. I to nam se čini paradoksalnim, jer nas stvarno trajanje i dalje proganja. Ali to postaje, naprotiv, vrlo jednostavno i sasvim prirodno, ako uzmemo kao zamenu za vreme rastegljivu liniju svetlosti, i ako nazovemo simultanošću i sukcesijom slučajeve jednakosti i nejednakosti između linija svetlosti čiji se međusobni odnos očigledno menja u zavisnosti od stanja mirovanja ili kretanja sistema.

Ali ova razmatranja o linijama svetlosti bila bi nepotpuna kad bismo se ograničili na odvojeno proučavanje dva poprečna i uzdužna efekta. Sada moramo prisustvovati njihovom kombinovanju. Videćemo kako odnos koji uvek mora postojati između uzdužnih i poprečnih linija svetlosti, bez obzira na brzinu sistema, povlači određene posledice u pogledu krutosti, a time i prostornog obima. Tako ćemo uhvatiti u konkretnom obliku, u vremenu i prostoru svakodnevnog sveta, jednostavnu početnu činjenicu koja se izražava konceptom četvorodimenzionalnog prostor-vremena u teoriji relativnosti.

3° Poprečno-uzdužni efekat ili "*Lorentzova kontrakcija*". Teorija specijalne relativnosti, kao što smo rekli, u suštini se sastoji u zamišljanju dvostruke linije svetlosti  $BOA$ , zatim njenom deformisanju u oblike poput  $O_1 B_1 A_1 O'$  kretanjem sistema, i konačno ponovnom uvlačenju i izvlačenju svih ovih oblika jedan u drugi, navikavanjem da se misli da su oni *istovremeno* i prvobitni oblik i oblici koji su iz njega proizašli. Ukratko, sa svim mogućim brzinama koje se sukcesivno daju sistemu, dobijaju se sve moguće vizije jedne te iste stvari, pri čemu se pretpostavlja da ta stvar podudara sa svim tim vizijama. Ali stvar o kojoj se ovde radi je u suštini linija svetlosti. Razmotrimo tri tačke  $O$ ,  $B$ ,  $A$  na našoj prvoj slici. Obično, kada ih nazivamo fiksnim tačkama, tretiramo ih kao da su međusobno povezane krutim šipkama. U teoriji relativnosti, veza postaje svetlosna mreža koja se izbacuje iz  $O$  u  $B$  tako da se vrati na sebe i uhvati ponovo u  $O$ , još jedna svetlosna mreža između  $O$  i  $A$ , koja samo dodiruje  $A$  da bi se vratila u  $O$ . To znači da će se vreme sada stopiti sa prostorom. U hipotezi krutih šipki, tri tačke su bile međusobno povezane u trenutku ili, ako hoćete, u večnosti, ukratko van vremena: njihov odnos u prostoru bio je nepromenljiv. Ovde, sa elastičnim i deformabilnim šipkama svetlosti koje predstavljaju vreme ili tačnije koje su samo vreme, odnos tri tačke u prostoru će pasti pod zavisnost od vremena.

Da bismo dobro razumeli "*kontrakciju*" koja će uslediti, treba samo da ispitamo sukcesivne oblike linija svetlosti, imajući u vidu da su to oblici, odnosno crteži svetlosti koje se posmatraju odjednom, i da ćemo ipak morati da tretiramo njihove linije kao da su vreme. Budući da su same ove linije svetlosti date, moraćemo da rekonstruišemo pomoću misli prostorne linije, koje se obično neće videti u samom obliku. Naravno, izuzetak je samo oblik linije svetlosti sistema za koji se pretpostavlja da miruje: tako, na našoj prvoj slici,  $OB$  i  $OA$  su istovremeno fleksibilne linije svetlosti i krute prostorne linije, jer se pretpostavlja da aparat  $BOA$  miruje. Ali, na našem drugom obliku linije svetlosti, kako da zamislimo aparat, dve krute prostorne linije koje podupiru dva ogledala? Razmotrimo položaj aparata koji odgovara trenutku kada se  $B$  našao u  $B_1$ . Ako spustimo normalu  $B_1 O''_1$  na  $O_1 A_1$ , može li se reći da je oblik  $B_1 O''_1 A_1$  onaj aparata? Očigledno ne, jer ako nas jednakost linija svetlosti  $O_1 B_1$  i  $O' B_1$  obaveštava da su trenuci  $O''_1$  i  $B_1$  zaista istovremeni, ako dakle  $O''_1 B_1$  zadržava karakter krute prostorne linije, ako stoga  $O''_1 B_1$  predstavlja jednu od krakova aparata, naprotiv nejednakost linija svetlosti  $O_1 A_1$  i  $O' A_1$  nam pokazuje da su dva trenutka  $O''_1$  i  $A_1$  sukcesivni. Dužina  $O''_1 A_1$  predstavlja stoga drugi krak aparata plus prostor koji je aparat prešao tokom vremenskog intervala između trenutka  $O''_1$  i trenutka  $A_1$ . Dakle, da bismo

dobili dužinu ovog drugog kraka, moraćemo uzeti razliku između  $O_1'' A_1$  i pređenog prostora. Lako je izračunati. Dužina  $O_1'' A_1$  je aritmetička sredina između  $O_1 A_1$  i  $O_1' A_1$ , a pošto je zbir ove dve poslednje dužine jednak  $\frac{2l}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$ , budući da ukupna linija  $O_1 A_1 O_1'$  predstavlja isto vreme kao linija  $O_1 B_1 O_1'$ , vidimo da  $O_1'' A_1$  ima dužinu  $\frac{l}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$ . Što se tiče prostora koji je aparat prešao u vremenskom intervalu između trenutaka  $O_1$  i  $A_1$ , odmah ćemo ga proceniti primećujući da se ovaj interval meri kašnjenjem časovnika smeštenog na kraju jednog kraka aparata u odnosu na časovnik smešten na drugom, odnosno  $\frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \cdot \frac{lv}{c^2}$ . Pređeni put je tada  $\frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \cdot \frac{lv^2}{c^2}$ . I stoga dužina kraka, koja je bila  $l$  u mirovanju, postaje

$$\frac{l}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} - \frac{lv^2}{c^2 \sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$$

, odnosno  $l\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$ . Tako ponovo nalazimo "Lorentzovu kontrakciju".

Vidimo šta znači kontrakcija. Identifikacija vremena sa svetlosnom linijom čini da kretanje sistema proizvodi dvostruki efekat u vremenu: dilatacija sekunde, dislokacija simultanosti. U razlici

$$\frac{l}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} - \frac{lv^2}{c^2 \sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$$

prvi član odgovara efektu dilatacije, drugi efektu dislokacije. U jednom i drugom slučaju moglo bi se reći da je u pitanju samo vreme (fiktivno vreme). Ali kombinacija efekata u Vremenu daje ono što se naziva kontrakcijom dužine u Prostoru.

## POGLAVLJE 8.5.

### Prelazak na teoriju prostor-vremena

Tada shvatamo u svojoj suštini teoriju specijalne relativnosti. U svakodnevnom govoru ona bi se izrazila ovako: "S obzirom na koincidenciju krute prostorne figure sa fleksibilnom svetlosnom figurom u stanju mirovanja, i s obzirom na idealno razdvajanje ovih figura dejstvom kretanja koje misao pripisuje sistemu, sukcesivne deformacije fleksibilne svetlosne figure različitim brzinama su sve što je važno: kruta prostorna figura će se prilagoditi kako god može." Činjenično vidimo da u kretanju sistema, uzdužni zig-zag svetlosti mora zadržati istu dužinu kao i poprečni zig-zag, pošto jednakost ova dva vremena ima primat. Budući da u ovim uslovima dve krute prostorne linije, uzdužna i poprečna, ne mogu same ostati jednake, prostor mora ustupiti. On će nužno ustupiti, jer je kruti trag u linijama čistog prostora smatran samo zapisom globalnog efekta proizvedenog različitim modifikacijama fleksibilne figure, odnosno svetlosnih linija.

## POGLAVLJE 9.

### Prostor-vreme sa četiri dimenzije

#### Kako se uvodi ideja četvrte dimenzije

Sada ostavimo po strani našu svetlosnu figuru sa njenim sukcesivnim deformacijama. Koristili smo je da damo telo apstrakcijama teorije relativnosti i da istaknemo postulate koje ona podrazumeva. Veza koju smo već uspostavili između višestrukih vremena i psihološkog vremena možda je postala jasnija. I možda smo videli kako se otvaraju vrata kroz koja će se u teoriju uvesti ideja prostor-vremena sa četiri dimenzije. Upravo ćemo se sada baviti Prostor-vremenom.

Već nam je analiza koju smo upravo izvršili pokazala kako ova teorija tretira odnos stvari prema njenom izrazu. Stvar je ono što se opaža; izraz je ono što um stavlja na mesto stvari da bi je podvrgao proračunu. Stvar je data u stvarnoj viziji; izraz odgovara najviše onome što nazivamo fantazmagorijskom vizijom. Obično zamišljamo fantazmagorijske vizije kao prolazne, okružujući stabilnu i čvrstu jezgru stvarne vizije. Ali suština teorije relativnosti je da sve ove vizije stavi na isti rang. Vizija koju nazivamo stvarnom bila bi samo jedna od fantazmagorijskih vizija. Slažem se s tim, u smislu da ne postoji način da se matematički prevede razlika između njih. Ali ne treba zaključiti odatle o sličnosti prirode. To je ipak ono što se čini kada se pridaje metafizički smisao Minkovskom kontinuumu i Ajnštajnovom prostor-vremenu sa četiri dimenzije. Hajde da vidimo, naime, kako nastaje ideja ovog Prostor-vremena.

Za to nam je potrebno samo da precizno odredimo prirodu "fantazmagorijskih vizija" u slučaju kada posmatrač unutar sistema  $S'$ , nakon što je stvarno opazio nepromenljivu dužinu  $l$ , zamišlja nepromenljivost ove dužine postavljajući se mislima izvan sistema i pretpostavljajući tada da je sistem pokrenut svim mogućim brzinama. On bi rekao: "Pošto linija  $A'B'$  pokretnog sistema  $S'$ , prolazeći pored mene u nepokretnom sistemu  $S$  u koji se smestam, poklapa sa dužinom  $l$  ovog sistema, to znači da bi ova linija, u mirovanju, bila jednaka  $\frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \cdot l$ . Razmotrimo kvadrat  $L^2 = \frac{1}{1-\frac{v^2}{c^2}} \cdot l^2$  ove veličine. Za koliko prevazilazi kvadrat od  $l$ ? Za količinu  $\frac{1}{1-\frac{v^2}{c^2}} \cdot \frac{l^2 v^2}{c^2}$ , koja se može napisati kao  $c^2 \left[ \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \cdot \frac{lv}{c^2} \right]^2$ . Sada,  $\frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \cdot \frac{lv}{c^2}$  meri upravo vremenski interval  $T$  koji protekne za mene, premeštenog u sistem  $S$ , između dva događaja koji se odigravaju u  $A'$  i  $B'$ , a koji bi mi se činili simultanim da sam u sistemu  $S'$ . Dakle, kako brzina  $S'$  raste od nule, vremenski interval  $T$  raste između dva događaja koji se odigravaju u tačkama  $A'$  i  $B'$  i koji su dati u  $S'$  kao simultani; ali stvari se odigravaju na takav način da razlika  $L^2 - c^2 T^2$  ostaje konstantna. To je razlika koju sam ranije nazivao  $l^2$ ." Tako, uzimajući  $c$  za jedinicu Vremena, možemo reći da ono što je dato stvarnom posmatraču u  $S'$  kao fiksna prostorna veličina, kao nepromenljivost kvadrata  $l^2$ , pojavljivalo bi se fiktivnom posmatraču u  $S$  kao postojanost razlike između kvadrata prostora i kvadrata vremena.

Ali smo se upravo postavili u poseban slučaj. Hajde da generalizujemo pitanje i prvo se zapitamo kako se izražava, u odnosu na pravougole ose smeštene unutar materijalnog sistema  $S'$ , udaljenost između dve tačke sistema. Potom ćemo tražiti kako će se izraziti u odnosu na ose smeštene u sistemu  $S$  u odnosu na koji  $S'$  postaje pokretan.

Ako bi naš prostor bio dvodimenzionalan, sveden na sadašnji list papira, ako bi dve posmatrane tačke bile  $A'$  i  $B'$ , čije su udaljenosti od dve ose  $O'Y'$  i  $O'X'$  redom  $x'_1, y'_1$  i  $x'_2, y'_2$ , jasno je da bismo imali

$$A'B'^2 = (x'_2 - x'_1)^2 + (y'_2 - y'_1)^2$$

Tada bismo mogli uzeti bilo koji drugi sistem osa nepokretnih u odnosu na prve i dati tako  $x'_1, x'_2, y'_1, y'_2$  vrednosti koje bi uglavnom bile različite od prvih: zbir dva kvadrata  $(x'_2 - x'_1)^2$  i  $(y'_2 - y'_1)^2$  ostao bi isti, pošto bi uvek bio jednak  $A'B'^2$ . Slično, u trodimenzionalnom prostoru, tačke  $A'$  i  $B'$  se više ne pretpostavljaju u ravni  $X'O'Y'$  i ovaj put su definisane svojim udaljenostima  $x'_1, y'_1, z'_1, x'_2, y'_2, z'_2$  od tri strane trouglastog triedra čiji je vrh  $O'$ , ustanovilo bi se nepromenljivost zbira

$$\textcircled{1} \quad (x'_2 - x'_1)^2 + (y'_2 - y'_1)^2 + (z'_2 - z'_1)^2$$

Upravo ovom nepromenljivošću izrazila bi se postojanost udaljenosti između  $A'$  i  $B'$  za posmatrača smeštenog u  $S'$ .

Ali pretpostavimo da naš posmatrač mislima pređe u sistem  $S$ , u odnosu na koji  $S'$  se smatra pokretnim. Pretpostavimo takođe da on odnese tačke  $A'$  i  $B'$  na ose smeštene u njegovom novom sistemu, postavljajući se inače u pojednostavljene uslove koje smo opisali ranije kada smo uspostavljali Lorentzove jednačine. Udaljenosti tačaka  $A'$  i  $B'$  od tri međusobno normalne ravni koje se seku u  $S$  sada će biti  $x_1, y_1, z_1; x_2, y_2, z_2$ . Kvadrat udaljenosti  $A'B'$  naših dve tačke će nam inače i dalje biti dat zbir tri kvadrata koji će biti

$$\textcircled{2} \quad (x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2 + (z_2 - z_1)^2$$

Međutim, prema Lorenцовim jednačinama, ako su poslednja dva kvadrata ovog zbira identična poslednja dva prethodnog, to nije slučaj sa prvim, jer ove jednačine daju za  $x_1$  i  $x_2$  vrednosti  $\frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}(x'_1 + vt'_1)$  i  $\frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}(x'_2 + vt'_2)$ ; tako da će prvi kvadrat biti  $\frac{1}{1-\frac{v^2}{c^2}}(x'_2 - x'_1)^2$ . Prirodno se nalazimo pred posebnim slučajem koji smo upravo ispitivali. U sistemu  $S'$  smo razmatrali određenu dužinu  $A'B'$ , odnosno растоjaње између два тренутна и истовремена догађаја који се дешавају у  $A'$  и  $B'$ . Али сада желимо да генерализујемо питање. Претпоставимо дакле да су два догађаја узастопна за посматрача у  $S'$ . Ако се један деси у тренутку  $t'_1$  а други у тренутку  $t'_2$ , Lorenцове једначине ће нам дати

$$x_1 = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}(x'_1 + vt'_1)$$

$$x_2 = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}(x'_2 + vt'_2)$$

, тако да ће наш први квадрат постати

$$\frac{1}{1-\frac{v^2}{c^2}}[(x'_2 - x'_1) + v(t'_2 - t'_1)]^2$$

и наша првобитна сума три квадрата биће замењена са

$$\textcircled{3} \quad \frac{1}{1-\frac{v^2}{c^2}}[(x'_2 - x'_1) + v(t'_2 - t'_1)]^2 + (y_2 - y_1)^2 + (z_2 - z_1)^2$$

, што је величина која зависи од  $v$  и више није инваријантна. Али ако у овом изразу размотримо први члан  $\frac{1}{1-\frac{v^2}{c^2}}[(x'_2 - x'_1) + v(t'_2 - t'_1)]^2$ , који нам даје вредност  $(x_2 - x_1)^2$ , видимо да он премашује  $(x'_2 - x'_1)^2$  за количину:

$$\frac{1}{1-\frac{v^2}{c^2}} \cdot c^2 [(t'_2 - t'_1) + \frac{v(x'_2 - x'_1)}{c^2}]^2 - c^2 (t'_2 - t'_1)^2$$

А Lorenцове једначине дају:

$$\frac{1}{1-\frac{v^2}{c^2}}[(t'_2 - t'_1) + \frac{v(x'_2 - x'_1)}{c^2}]^2 = (t'_2 - t'_1)^2$$

Дакле, имамо

$$(x_2 - x_1)^2 - (x'_2 - x'_1)^2 = c^2 (t_2 - t_1)^2 - c^2 (t'_2 - t'_1)^2$$

или

$$(x_2 - x_1)^2 - c^2 (t_2 - t_1)^2 = (x'_2 - x'_1)^2 - c^2 (t'_2 - t'_1)^2$$

или коначно

$$(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2 + (z_2 - z_1)^2 - c^2(t_2 - t_1)^2 = (x'_2 - x'_1)^2 + (y'_2 - y'_1)^2 + (z'_2 - z'_1)^2 - c^2(t'_2 - t'_1)^2$$

Резултат који би се могао изразити на следећи начин: Да је посматрач у  $S'$  уместо суме три квадрата

$$(x'_2 - x'_1)^2 + (y'_2 - y'_1)^2 + (z'_2 - z'_1)^2$$

разматрао израз

$$(x'_2 - x'_1)^2 + (y'_2 - y'_1)^2 + (z'_2 - z'_1)^2 - c^2(t'_2 - t'_1)^2$$

који укључује четврти квадрат, он би вратио инваријантност која је престала да постоји у Простору увођењем Времена.

Наш рачун је можда изгледао помало неспретан. И заиста јесте. Ништа није било једноставније од тога да се одмах утврди да израз

$$(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2 + (z_2 - z_1)^2 - c^2(t_2 - t_1)^2$$

не мења када се Лоренцова трансформација примени на његове саставне делове. Али то би значило ставити на исти ниво све системе у којима су наводно снимљена сва мерења.

Математичар и физичар то морају учинити, јер не траже да тумаче у терминима стварности Простор-Време теорије релативности, већ једноставно да га користе.

Напротив, наш циљ је управо то тумачење. Зато смо морали полазити од мерења

снимљених у систему  $S'$  од стране посматрача у  $S'$  — јединих реалних мерења која се могу приписати реалном посматрачу — и сматрати мерења снимљена у другим системима као измене или деформације оних првих, измене или деформације међусобно усклађене тако да одређене везе између мерења остају исте. Да бисмо очували централно место гледишта посматрача у  $S'$  и припремили тако анализу Простор-Времена коју ћемо ускло извршити, заобилазница коју смо управо прешли била је неопходна. Такође је било потребно, као што ћемо видети, успоставити разлику између случаја када посматрач у  $S'$  види истовремене догађаје  $A'$  и  $B'$  и случаја када их бележи као узастопне. Ова разлика би нестала да смо сматрали истовременост само посебним случајем када имамо  $t'_2 - t'_1 = 0$ ; тако бисмо је апсорбовали у узастопност; свака разлика у природи би још била укинута између реално снимљених мерења од стране посматрача у  $S'$  и мерења која би само замишљали посматрачи изван система. Али за сада то није важно. Једноставно ћемо показати како теорија релативности наведеним разматрањима наводи на увођење Простор-Времена у четири димензије.

Рекли смо да израз за квадрат растојања између две тачке  $A'$  и  $B'$ , у односу на две окомите осе у дводимензионалном простору, износи  $(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2$ , ако означимо са  $x_1, y_1, x_2, y_2$  њихова растојања до две осе. Додали смо да би у тродимензионалном простору то било  $(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2 + (z_2 - z_1)^2$ . Ништа нам не спречава да замислимо просторе са 4, 5, 6, ...,  $n$  димензија. Квадрат растојања између две тачке у њима дат би збиром 4, 5, 6, ...,  $n$  квадрата, при чему је сваки од ових квадрата квадрат разлике између растојања тачака  $A'$  и  $B'$  до једне од 4, 5, 6, ...,  $n$  равни. Размотримо сада наш израз

$$(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2 + (z_2 - z_1)^2 - c^2(t_2 - t_1)^2$$

Да је збир прва три члана био инваријантан, он би могао да изрази инваријантност растојања, како смо га замишљали у нашем тродимензионалном простору пре теорије релативности. Али ова теорија у суштини каже да је потребно увести четврти члан да би се добила инваријантност. Зашто тај четврти члан не би одговарао четвртој димензији? Две разматрања се у први мах чине противречним, ако останемо код нашег израза за растојање: са једне стране, квадрат  $(t_2 - t_1)^2$  има пред собом знак минус уместо знака плус, а са друге стране, има коефицијент  $c^2$  различит од јединице. Али пошто би на четвртој оси

koja bi predstavljala vreme, vremena morala biti preneti kao duzine, mozemo odrediti da he sekunda imati duzinu  $c$ : tako he наш коефицијент постати јединица. Са друге стране, ако размотримо време  $\tau$  такво да је  $t = \tau\sqrt{-1}$ , и ако, уопштено говорећи, заменимо  $t$  имагинарном количином  $\tau\sqrt{-1}$ , наш четврти квадрат ће бити  $-\tau^2$ , и тада ћемо заиста имати посла са збиром четири квадрата. Договоримо се да означимо са  $\Delta x, \Delta y, \Delta z, \Delta \tau$  четири разлике  $x_2 - x_1, y_2 - y_1, z_2 - z_1, \tau_2 - \tau_1$ , које представљају одговарајућа повећања  $x, y, z, \tau$  када се прелази са  $x_1$  на  $x_2$ , са  $y_1$  на  $y_2$ , са  $z_1$  на  $z_2$ , са  $\tau_1$  на  $\tau_2$ , и назовимо  $\Delta s$  интервал између две тачке  $A'$  и  $B'$ . Имаћемо:

$$\Delta s^2 = \Delta x^2 + \Delta y^2 + \Delta z^2 + \Delta \tau^2$$

И од тада нас ништа не спречава да кажемо да је  $s$  растојање, или боље интервал, у Простору и Времену истовремено: четврти квадрат би одговарао четвртој димензији континуума Простор-Време у коме су Време и Простор спојени заједно.

Ништа нас не спречава ни да претпоставимо да су две тачке  $A'$  и  $B'$  бесконачно близу, тако да  $A'B'$  може такође бити елемент криве. Коначно повећање као  $\Delta x$  постаће тада бесконачно мало повећање  $dx$ , и имаћемо диференцијалну једначину:

$$ds^2 = dx^2 + dy^2 + dz^2 + d\tau^2$$

одакле можемо се вратити сабирањем бесконачно малих елемената, помоћу "интеграције", до интервала  $s$  између две тачке неке линије, која овога пута заузима и Простор и Време, коју ћемо назвати АВ. Записаћемо је:

$$s = \int_A^B \sqrt{dx^2 + dy^2 + dz^2 + d\tau^2}$$

израз који треба познавати, али на који се нећемо враћати у наставку. Биће боље директно користити разматрања која су нас довела до њега<sup>(1)</sup>.

<sup>(1)</sup> Чишалац који је помало математичар примећује да израз  $ds^2 = dx^2 + dy^2 + dz^2 - c^2 dt^2$  може се сматрати као шизојезик као одговарајући хиперболичком Простор-Времену. Већијачки посматрајући, описан горе, Минковској сасији се у давању овом Простор-Времену еуклидској облику заменом имагинарне променљиве  $ct\sqrt{-1}$  за променљиву  $t$ .

Upravo smo videli kako se zapis четврте димензије готово аутоматски уводи у теорију релативности. Отуда, без сумње, често изражавано мишљење да дугујемо овој теорији прву идеју о средини од четири димензије која обухвата време и простор. Оно што се није довољно примећивало јесте да се четврта просторна димензија намеће сваком просторном схватању времена: она је, дакле, увек била имплицирана нашој науком и језиком. Чак бисмо је издвојили у прецизнијем облику, у сваком случају сликовитијем, из уобичајеног схватања времена него из теорије релативности. Међутим, у уобичајеној теорији, изједначавање времена са четвртом димензијом је подразумевано, док је физика релативности приморана да га унесе у своје прорачуне. А то проистиче из двоstrukог ефекта endosmose и egzosmose између времена и простора, из међусобног задиранија једног у друго, што једначине Lorenca као да изражавају: овде постaje neophodno, да би се locirala тачка, експлицитно naznačiti njen položaj у времену као и у простору. Ипак, Простор-Време Minkovskog и Aјнштајна остaje vrsta чiji је rod уобичајено просторно схватање времена у четвородимензионалном простору. Put који moramo slediti је sada potpuno zacrtan. Moramo početi tražeći šta opštenito znači uvođenje sredine od четири димензије која би objedinila време и простор. Zatim ćemo se zapitati šta joj се dodaje, или šta joj се oduzima, kada се odnos између просторних димензија и vremenske димензије shvati на начин Minkovskog и Aјнштајна. Već sada naziremo да, ако uobичajena predstava простора praćenog просторним vremenom prirodno poprима за um oblik sredine od четири димензије, и ако је та sredina fiktivna pošto simbolizuje samo konvenciju просторног схватања времена, isto će biti са vrstama чiji је rod bila та четвородимензионална sredina. U svakom slučaju, vrsta и rod će verovatno imati isti stepen stvarnosti, а Простор-Време теорије релативности verovatno neće biti nespoјivije са našim tradicionalnim shvatanjem trajanja него што је то bio Простор-и-Време od четири димензије koji simbolizuje istovremeno uobичajeni простор и просторно време. Ипак,

nećemo moći da izbegnemo posebno razmatranje Prostor-Vremena Minkovskog i Ajnštajna, nakon što se pozabavimo opštim Prostorom-i-Vremenom od četiri dimenzije. Obraćamo mu pažnju najpre.

## POGLAVLJE 9.2.

### Opšti prikaz Prostora-i-Vremena od četiri dimenzije

Teško je zamisliti novu dimenziju ako polazimo od trodimenzionalnog prostora, pošto nam iskustvo ne pokazuje četvrtu. Ali ništa nije jednostavnije ako dvodimenzionalni prostor obogatimo tom dodatnom dimenzijom. Možemo zamisliti plosnata bića koja žive na površini, stapaju se s njom, poznaju samo dve prostorne dimenzije. Jedan od njih bi svojim proračunima bio naveden da postulira postojanje treće dimenzije. Površni u oba smisla te reči, njegovi saborci verovatno ne bi pristali da ga slede; on sam ne bi uspeo da zamisli ono što je njegov um mogao da shvati. Ali mi, koji živimo u trodimenzionalnom prostoru, imali bismo stvarno iskustvo onoga što bi se on samo predstavljao kao moguće: tačno bismo znali šta je dodao uvodeći novu dimenziju. I kako bi to bilo nešto slično onome što bismo mi sami učinili kad bismo pretpostavili, svedeni na tri dimenzije kao što jesmo, da smo uronjeni u sredinu od četiri dimenzije, gotovo bismo tako zamislili tu četvrtu dimenziju koja nam se isprva činila nezamislivom. To ne bi bilo sasvim isto, istina. Jer prostor sa više od tri dimenzije je čista koncepcija uma i možda ne odgovara nikakvoj stvarnosti. Dok je trodimenzionalni prostor onaj našeg iskustva. Stoga, kada u nastavku koristimo naš trodimenzionalni prostor, stvarno opažen, da bismo dali telesnost predstavama matematičara vezanog za ravan svet — predstavama za njega shvatljivim ali nezamislivim — to neće značiti da postoji ili može postojati četvorodimenzionalni prostor sposoban da zauzvrat ostvari u konkretnom obliku naše sopstvene matematičke koncepcije kada nadilaze naš trodimenzionalni svet. To bi bilo previše ustupiti onima koji odmah metaforički tumače teoriju relativnosti. Veština koju ćemo koristiti ima za jedini cilj da pruži imaginativnu podršku teoriji, da je na taj način učini jasnijom i da bolje ukaže na greške u koje bi nas pre nagljeni zaključci odveli.

Stoga ćemo se jednostavno vratiti na pretpostavku s koje smo krenuli kada smo crtali dve međusobno normalne ose i razmatrali liniju  $A'B'$  u istoj ravni kao i one. Nismo sebi davali ništa osim površine lista papira. Ovaj dvodimenzionalni svet teorija relativnosti obogaćuje dodatnom dimenzijom koja bi bila vreme: invarijanta više neće biti  $dx^2 + dy^2$  već  $dx^2 + dy^2 - c^2 dt^2$ . Svakako, ova dodatna dimenzija je posebne prirode, pošto bi invarijanta bila  $dx^2 + dy^2 + dt^2$  bez potrebe za veštačkim zapisom da bi se dovela do tog oblika, da je vreme dimenzija kao i druge. Moraćemo uzeti u obzir ovu karakterističnu razliku, koja nas je već zabrinjavala i na koju ćemo uskoro usmeriti našu pažnju. Ali je za sada ostavljamo po strani, budući da nas sama teorija relativnosti na to poziva: ako je ovde pribegla veštačkom postupku i postavila imaginarno vreme, to je bilo upravo da bi njena invarijanta zadržala oblik zbira četiri kvadrata sa jedinicom kao koeficijentom, i da bi nova dimenzija privremeno bila uporediva s drugima. Zapitajmo se, dakle, opštenito, šta se donosi, a šta možda i oduzima, dvodimenzionalnom svetu kada se njegovo vreme učini dodatnom dimenzijom. Uzećemo u obzir kasnije posebnu ulogu koju ova nova dimenzija igra u teoriji relativnosti.

Ne može se dovoljno naglasiti: matematičko vreme je nužno vreme koje se meri i stoga prostorniće vreme. Nema potrebe da se stavlja u okvir teorije relativnosti: na bilo koji način (kako smo приметili pre više od trideset godina) matematičko vreme može se tretirati kao dodatna dimenzija prostora. Pretpostavimo površinski svet ograničen na ravan  $P$ , i razmotrimo u toj ravni pokretnu tačku  $M$  koja opisuje bilo koju liniju, na primer kružnicu, počev od određene tačke koju ćemo uzeti za poreklo. Mi koji živimo u trodimenzionalnom svetu možemo da zamislimo

pokretnu tačku  $M$  kako vuče za sobom liniju  $MN$  upravnu na ravan i čija promenljiva dužina meri vreme proteklo od početka. Krajnja tačka  $N$  ove linije opisivaće u trodimenzionalnom prostoru krivu koja će, u ovom slučaju, biti helikoidnog oblika. Lako je uočiti da ova kriva nacrtana u trodimenzionalnom prostoru otkriva sve vremenske karakteristike promene koja se dogodila u dvodimenzionalnom prostoru  $P$ . Rastojanje bilo koje tačke heliksoide od ravni  $P$  pokazuje nam trenutak vremena sa kojim imamo posla, a tangenta na krivu u toj tački daje nam, svojim nagibom prema ravni  $P$ , brzinu pokretne tačke u tom trenutku<sup>(1)</sup>. Tako bi se reklo, "dvodimenzionalna kriva"<sup>(2)</sup> prikazuje samo deo stvarnosti uočene na ravni  $P$ , jer je samo prostor, u smislu koji stanovnici  $P$  daju toj reči. Nasuprot tome, "trodimenzionalna kriva" sadrži celu tu stvarnost: za nas ima tri dimenzije prostora; za matematičara u dvodimenzionalnom svetu koji bi nastanjivao ravan  $P$  i bio nesposoban da zamisli treću dimenziju, bila bi Prostor-vreme u tri dimenzije, jer bi ga posmatranje kretanja navelo da je zamisli i analitički izrazi. Kasnije bi od nas mogao saznati da trodimenzionalna kriva stvarno postoji kao slika.

---

<sup>(1)</sup> Vrlo jednostavan račun bi to pokazao.

<sup>(2)</sup> Primorani smo da koristimo ove tačno tačne izraze, "dvodimenzionalna kriva", "trodimenzionalna kriva", da označimo ovde ravnju i prostornu krivu. Ne postoji drugi način da se naznače prostorne i vremenske implikacije jedne i druge.

Kad je jednom postavljena trodimenzionalna kriva, prostor i vreme ujedno, dvodimenzionalna kriva bi se matematičaru iz ravnog univerzuma prikazala kao prosta projekcija ove na ravan koju nastanjuje. Bila bi samo površinski i prostorni aspekt čvrste stvarnosti koja bi se trebala nazvati vreme i prostor ujedno.

Ukratko, oblik trodimenzionalne krive nas ovde obaveštava i o ravnoj putanji i o vremenskim karakteristikama kretanja koje se odvija u dvodimenzionalnom prostoru. Opštije, *ono što je dato kao kretanje u prostoru bilo kog broja dimenzija može se predstaviti kao oblik u prostoru koji ima jednu dimenziju više.*

Ali da li je ovo predstavljanje zaista adekvatno predstavljenom? Da li sadrži tačno ono što ono sadrži? Na prvi pogled bi se pomislilo da jeste, kao što smo upravo rekli. Ali istina je da ona sadrži više s jedne strane, manje s druge, i da ako dve stvari izgledaju zamenljive, to je zato što naš um potajno isključuje iz predstave ono što je suvišno, i ne manje potajno uvodi ono što nedostaje.

### POGLAVLJE 9.3.

## Kako se nepokretnost izražava u terminima kretanja

Počevši s drugom tačkom, očigledno je da je *devenir* (postajanje) kao takvo eliminisan. Zato što nauka nema šta s tim u datom slučaju. Šta je njen cilj? Jednostavno znati gde će pokretna tačka biti u bilo kom trenutku svog puta. Stoga se ona nepromenljivo prenosi na kraj već pređenog intervala; bavi se samo rezultatom jednom postignutim: ako može da zamisli odjednom sve rezultate postignute u svim trenucima, i tako da zna koji rezultat odgovara kom trenutku, postigla je isti uspeh kao dete koje je postalo sposobno da pročita reč odjednom umesto da je sastavlja slovo po slovo. To se dešava u slučaju naše kružnice i naše spirale koje se podudaraju tačku po tačku. Ali ovo podudaranje ima značenje samo zato što naš um *prolazi* kroz krivu i zauzima *sukcesivno* njene tačke. Ako smo mogli da zamenimo sukcesiju sa juxta pozicijom, stvarno vreme prostorničenim vremenom, *devenir* (postajanje) sa *devenu-om* (postalim), to je zato što u sebi čuvamo *devenir*, stvarno trajanje: kad dete sada pročita reč odjednom, ono je virtualno sastavlja slovo po slovo. Nemojmo stoga zamišljati da nam naša trodimenzionalna kriva pruža, takoreći skupa kristalizovane, kretanje kojim se iscrtava ravna kriva i sama ta ravna kriva. Ona je jednostavno izvukla iz *devenira* ono što zanima nauku, i nauka inače ne može koristiti ovaj izvadak osim ako naš um ne obnovi izbačeni *devenir* ili se ne oseti sposobnim da to učini. U tom smislu, kriva od  $n +$

1 dimenzija već iscrtana, koja bi bila ekvivalent krivi od  $n$  dimenzija koja se iscrtava, predstavlja zapravo manje nego što pretenduje da predstavi.

Ali, s druge strane, predstavlja više. Oduzimajući ovde, dodajući onde, ona je dvostruko neadekvatna.

Добили смо је, заиста, добро дефинисаним поступком, кружним кретањем, у равни  $P$ , тачке  $M$  која је са собом повукла праву променљиве дужине  $MN$ , пропорционалну протеклом времену. Та раван, тај круг, та права, то кретање, ево савршено одређених елемената операције којом се фигура исцртала. Али исцртана фигура не подразумева нужно тај начин генерисања. Чак и ако га још подразумева, могла је бити последица кретања друге праве, нормалне на другу раван, чији је крај  $M$  описао у тој равни, са потпуно различитим брзинама, криву која није била кружница. Дајмо себи, наиме, било коју раван и пројектујмо на њу нашу спиралу: она ће такође добро представљати нову равну криву, прелажену новим брзинама, спојену са новим временима. Ако дакле, у смислу који смо малочас дефинисали, спирала садржи мање од кружнице и кретања које се у њој наводно поново налази, у другом смислу она садржи више: једном прихваћена као спој одређене равне фигуре са одређеним начином кретања, у њој би се такође могла открити бесконачност других равних фигура допуњених респективно бесконачношћу других кретања. Укратко, као што смо најавили, представа је двоstrуко неадекватна: остаје испод, а прелази преко. И лако се погоди њен разлог. Додавањем једне димензије простору у ком се налазимо, свакако се може у том новом Простору фигуром једне ствари представити процес или постајање дато у старом. Али пошто се заменило већ готовим оно што се виђа како се ствара, с једне стране је елиминисано постајање својствено времену, а с друге стране је уведена могућност бесконачности других процеса којим би се ствар такође могла саградити. Дужином времена у ком се констатовало постепено стварање те ствари, постојао је добро одређен начин генерисања; али у новом простору, увећаном за једну димензију, где се ствар рашири одједном додавањем времена старом простору, слободно је замислити бесконачност начини генерисања подједнако могућих; и онај који се ефективно констатовао, иако једини стваран, више не изгледа као привилегован: ставиће се — погрешно — на исти ниво са осталима.

#### POGLAVLJE 9.4.

### Како се време тако чини да се спаја са простором

Одмах се предсећа двоstrука опасност којој се излази када се време симболизира четвртом димензијом простора. С једне стране, ризикује се да се одвијање читаве прошле, садашње и будуће историје универзума узме за једноставно кретање наше свесности дуж те историје дате одједном у вечности: догађаји више не би пролазили пред нама, ми бисмо пролазили поред њиховог постројања. А с друге стране, у Простору-времену или Простор-времену тако сачињеном, вероваће се да је слободно бирати између бесконачности могућих расподела Простора и Времена. А ипак је са добро одређеним Простором, добро одређеним Временом тај Простор-време био саграђен: само је једна одређена посебна расподела у Простору и Времену била стварна. Али не прави се разлика између ње и свих других могућих расподела: или боље речено, више се не види ништа до бесконачност могућих расподела, стварна расподела више не бива до једна од њих. Укратко, заборавља се да, пошто се мерљиво време нужно симболизује простором, има истовремено више и мање у просторној димензији узетој за симбол него у самом времену.

Али ће се ове две тачке јасније видети на следећи начин. Претпоставили смо универзум у две димензије. То ће бити раван  $P$ , неограничено продужена. Сваки од узастопних стања универзума биће тренутна слика, која заузима целу раван и обухвата целокупност предмета, свих равних, од којих је универзум сачињен. Раван ће дакле бити као екран на коме би се одвијала кинематографија универзума, с том разликом ипак да овде нема кинематографа изван екрана, нити фотографије пројектоване споља: слика се самовољно исцртава на екрану. Сада, становници равни  $P$  могу на два различита начина замислити узастопност кинематографских слика у свом простору. Поделиће се у два тора, према томе да ли више придају важност подацима искуства или симболизму науке.

Први ће проценити да има узастопних слика, али да нигде те слике нису постројене заједно дуж филма; и то из два разлога: 1° Где би филм могао да се смести? Свака слика, покривајући екран сама, према претпоставци испуњава целокупан простор можда бесконачан, целокупан простор универзума. Сили се дакле да те слике постоје само узастопно; не би могле бити дате глобално. Време се, осим тога, добро представља нашој свесности као трајање и узастопност, својства несводљива на било која друга и различита од суседства. 2° На филму би све било предодређено или, ако више волите, одређено. Илузорна би дакле била наша свесност да бира, делује, ствара. Ако постоји узастопност и трајање, то је управо зато што стварност оклева, опина, постепено разрађује непредвидиву новост. Свакако, удео апсолутне одређености је велик у универзуму; управо зато је могућа математичка физика. Али оно што је предодређено је виртуално већ готово и траје само својом солидарношћу са оним што се ствара, са оним што је стварно трајање и узастопност: треба узети у обзир то испреплетане, и тада се види да прошла, садашња и будућа историја универзума не може бити дата глобално дуж филма <sup>(1)</sup>.

---

<sup>(1)</sup> О овом питању, о ономе што смо називали кинематографским механизмом мисли, и о нашој непосредној представи ствари, видећи поглавље IV књиге *L'Évolution créatrice*, Paris, 1907.

Drugi bi odgovorili: "Prvo, ne mari mi za vašu navodnu nepredvidivost. Cilj nauke je da računa, a samim tim i da predviđa: stoga ćemo zanemariti vaš osećaj neodređenosti, koji je možda samo iluzija. Sada, vi kažete da u univerzumu nema mesta za smeštanje drugih slika osim one koja se naziva sadašnjom. To bi bilo tačno da je univerzum osuđen da ima samo svoje dve dimenzije. Ali možemo mu pretpostaviti treću, koju naša čula ne dosežu, i kroz koju bi naša svest putovala dok se odvija u 'Vremenu'. Zahvaljujući ovoj trećoj dimenziji Prostora, sve slike koje čine sve prošle i buduće trenutke univerzuma date su odjednom zajedno sa sadašnjom slikom, ne raspoređene jedna u odnosu na drugu kao fotografije duž filmske trake (za to, zaista, ne bi bilo mesta), već poredane drugačijim redosledom, koji ne možemo da zamislamo, ali ga možemo da konceptuelno shvatimo. Živeti u Vremenu znači proći kroz ovu treću dimenziju, to jest detaljno je ispitati, sagledati jednu po jednu slike koje ona omogućava da se postave jedna pored druge. Prividna neodređenost one koju ćemo percipirati sastoji se jednostavno u činjenici da još nismo percipirali: to je objektivizacija našeg neznanja <sup>(1)</sup>. Mi verujemo da se slike stvaraju u trenutku njihovog pojavljivanja upravo zato što nam se čini da nam se pojavljuju, to jest da nastaju pred nama i za nas, da dolaze k nama. Ali ne zaboravimo da je svako kretanje uzajamno ili relativno: ako ih percipiramo kako dolaze k nama, isto je tačno reći da mi idemo njima. One su u stvarnosti tu; čekaju nas, poredane; mi prolazimo duž fronta. Nemojmo dakle reći da nam se događaji ili nesreće događaju; mi se njima događamo. I to bismo odmah uočili da smo poznavali treću dimenziju kao i druge."

---

<sup>(1)</sup> U stranicama posvećenim "kinematografskom mehanizmu mišljenja", pokazali smo nekada da je ovakav način rasuđivanja prirodan ljudskom duhu. (Evolucija stvaralaštva, gl. IV.)

Sada, pretpostavljam da sam izabran za arbitra između dva tора. Okrenuo bih se onima koji su upravo govorili i rekao bih im: "Dopustite mi prvo da vam čestitam što imate samo dve dimenzije, jer ćete tako dobiti potvrdu za svoju tezu koju bih ja uzalud tražio da sam izveo slično rasuđivanje u prostoru u koji me sudbina bacila. Naime, ja živim u trodimenzionalnom prostoru; i kada prihvatim za neke

*filozofe da bi mogla postojati četvrta dimenzija, govorim nešto što je možda apsurdno samo po sebi, iako matematički zamislivo. Nadčovek, koga bih zauzvrat uzeo za arbitra između njih i mene, možda bi nam objasnio da se ideja četvrte dimenzije dobija produžavanjem određenih matematičkih navika stečenih u našem Prostoru (baš kao što ste vi dobili ideju treće dimenzije), ali da ideja ovaj put ne odgovara i ne može odgovarati nikakvoj stvarnosti. Ipak postoji trodimenzionalni prostor, u kome se upravo nalazim: to je sreća za vas, i moći ću da vas obavestim. Da, pogodili ste tačno verujući da je moguća koegzistencija slika poput vaših, od kojih se svaka prostire na beskonačnoj 'površini', dok je to nemoguće u skraćenom Prostoru gde vam se čini da celokupnost vašeg univerzuma stane u svakom trenutku. Dovoljno je da se te slike — koje mi nazivamo 'ravnim' — nagomilaju, kako mi kažemo, jedna na drugu. Evo ih nagomilanih. Vidim vaš 'čvrst' univerzum, kako mi kažemo; sačinjen je od gomilanja svih vaših ravnih slika, prošlih, sadašnjih i budućih. Vidim i vašu svest kako putuje upravno na ove 'ravni' nanizane, ne upoznavajući nikad drugu osim one koju prolazi, percipirajući je kao sadašnjost, sećajući se onda one koju ostavlja iza sebe, ali ne znajući za one koje su ispred i koje zauzvrat ulaze u njenu sadašnjost da bi odmah obogatile njeno prošlo iskustvo."*

Međutim, evo šta me dodatno zapara.

Uzeo sam proizvoljne slike, ili bolje reći filmske trake bez slika, da predstavim vašu budućnost, koju ne poznajem. Tako sam nagomilao na sadašnje stanje vašeg univerzuma buduća stanja koja za mene ostaju prazna: ona stoje nasuprot prošlim stanjima koja su s druge strane sadašnjeg stanja i koja vidim, ona, kao određene slike. Ali nisam nimalo siguran da vaša budućnost koegzistira na ovaj način sa vašom sadašnjošću. Vi mi to kažete. Izgradio sam svoju sliku po vašim uputstvima, ali vaša hipoteza ostaje hipoteza. Ne zaboravite da je to hipoteza i da jednostavno izražava određena svojstva posebnih činjenica, isečenih iz beskrajne stvarnosti, kojima se bavi fizička nauka. Sada, mogu vam reći, dajući vam korist od mog iskustva s trećom dimenzijom, da će vaše predstavljanje vremena pomoću prostora dati istovremeno više i manje od onoga što želite da predstavite.

Ona će vam dati manje, jer gomila naslaganih slika koja čini celokupnost stanja univerzuma nema ništa što implicira ili objašnjava kretanje kojim vaš Prostor  $P$  zauzima ih naizmenično, ili kojim (što je po vama isto) one dolaze naizmenično da ispune Prostor  $P$  u kome se nalazite. Znam da vam to kretanje nije važno. Pošto su sve slike virtualno date — a to je vaše uverenje — pošto bismo teoretski trebali moći uzeti onu koju želimo u delu gomile koja je napred (u tome se sastoji račun ili predviđanje događaja), kretanje koje bi vas primoralo da prođete kroz posredne slike između te slike i sadašnje — kretanje koje bi upravo bilo vreme — vam se čini kao prosto 'kašnjenje' ili prepreka doneta u stvarnosti viziji koja bi bila neposredna po pravu; ovde bi bio samo manjak vašeg empirijskog znanja, koji upravo nadoknađuje vaša matematička nauka. Konačno, to bi bila negativnost; i dobili biste više, dobili biste *manje* nego što ste imali, kada postavljate sukcesiju, to jest nužnost listanja albuma, dok su svi listovi tu. Ali ja koji doživljavam ovaj trodimenzionalni univerzum i koji u njemu mogu efektivno opažati kretanje koje ste zamislili, moram vas upozoriti da vi sagledavate samo jedan aspekt pokretljivosti i samim tim trajanja: drugi, suštinski, vam izmiče. Možemo bez sumnje smatrati da su teoretski naslagani jedni na druge, dati unapred po pravu, svi delovi budućih stanja univerzuma koji su unapred određeni: time se samo izražava njihova predodređenost. Ali ovi delovi, sastavni delovi onoga što nazivamo fizičkim svetom, uokvireni su drugima, na koje vaš račun do sada nije imao uticaja, a koje proglašavate izračunljivim zahvaljujući potpuno hipotetičkoj asimilaciji: postoji organsko, postoji svesno. Ja koji sam uključen u organizovani svet svojim telom, u svesni svet duhom, doživljavam napredovanje kao postepeno obogaćivanje, kao kontinuitet izuma i stvaranja. Vreme je za mene ono što je najstvarnije i najneophodnije; to je temeljni uslov delovanja; — šta kažem? to je samo delovanje; i obaveza koju imam da ga živim, nemogućnost da ikad preskočim buduću vremenski interval, bila bi dovoljna da mi dokaže — da nemam neposredan osećaj za to — da je budućnost zaista otvorena,

nepredvidiva, neodređena. Nemojte me smatrati metafizičarem, ako tako nazivate čoveka dijalektičkih konstrukcija. Nisam ništa konstruisao, jednostavno sam konstatovao. Predajem vam ono što se nudi mojim čulima i svesti: neposredno dato mora se smatrati stvarnim sve dok se ne dokaže da je prost privid; na vama je, dakle, ako vidite iluziju, da pružite dokaz. Ali vi tu sumnjate u iluziju samo zato što vi, vi, pravite metafizičku konstrukciju. Ili bolje rečeno, konstrukcija je već gotova: potiče od Platona, koji je smatrao vreme prostim lišavanjem večnosti; i većina antičkih i modernih metafizičara je to prihvatila takvom kakva jeste, jer ona zaista odgovara temeljnom zahtevu ljudskog uma. Stvoren da uspostavlja zakone, to jest da iz promenljivog toka stvari izvlači određene odnose koji se ne menjaju, naš um je prirodno sklon da vidi samo njih; samo oni za njega postoje; on stoga ispunjava svoju funkciju, odgovara svojoj nameri stavljajući se izvan vremena koje teče i traje. Ali misao, koja prevazilazi čisti um, dobro zna da, ako je suština inteligencije da izvodi zakone, to je zato da naša akcija može da se oslanja na nešto, da naša volja ima veću moć nad stvarima: um tretira trajanje kao manjak, kao čistu negaciju, kako bismo mogli da delujemo što efikasnije u ovom trajanju koje je ipak najpozitivnija stvar na svetu. Metafizika većine metafizičara nije, dakle, ništa drugo do sam zakon funkcionisanja uma, koji je jedna od sposobnosti mišljenja, ali ne i samo mišljenje. Ovo, u svojoj celovitosti, uzima u obzir celovito iskustvo, a celovitost našeg iskustva je trajanje. Dakle, šta god da radite, eliminišete nešto, i čak suštinsko, zamenjujući blokom jednom postavljenim stanja univerzuma koja prolaze jedno za drugim <sup>(1)</sup>.

---

<sup>(1)</sup> O odnosu koji su metafizičari uspostavili između bloka i slika datih naizmenično, dugo smo se izlažali u *Evoluciji stvaralaštva*, poglavlje IV.

Time sebi dajete manje nego što treba. Ali, u drugom smislu, sebi dajete više nego što treba.

Vi zaista želite da vaša ravan  $P$  prođe kroz sve slike, postavljene tamo da vas čekaju, svih uzastopnih trenutaka univerzuma. Ili — što je isto — želite da sve te slike date u trenutku ili večnosti budu osuđene, zbog nesposobnosti vaše percepcije, da vam se prikažu kao da prolaze jedna za drugom kroz vašu ravan  $P$ . Uostalom, nije bitno da li se izražavate na jedan ili drugi način: u oba slučaja postoji ravan  $P$  — to je Prostor — i pomeranje te ravni paralelno sa samom sobom — to je Vreme — što čini da ravan prolazi kroz celokupnost bloka postavljenog jednom zauvek.

Međutim, ako je blok stvarno dat, možete ga isto tako dobro preseći bilo kojom drugom ravni  $P'$  koja se takođe pomera paralelno sa sobom i prolazi tako kroz celokupnost stvarnog u drugom pravcu <sup>(1)</sup>. Napravili biste novu raspodelu prostora i vremena, podjednako opravdanu kao prva, pošto čvrst blok ima jedinu apsolutnu stvarnost. To je doista vaša hipoteza. Zamislili ste da ste dobili, dodavanjem dodatne dimenzije, Prostor-Vreme u tri dimenzije koje se mogu podeliti na prostor i vreme na beskonačno mnogo načina; vaša, ona koju doživljavate, bila bi samo jedna od njih; bila bi na istom nivou kao i sve ostale. Ali ja, koji *vidim* kakva bi bila sva iskustva, koja ste vi samo zamišljali, posmatrača vezanih za vaše ravni  $P'$  i krećućih se s njima, mogu vam reći da bi, imajući u svakom trenutku viziju slike sastavljene od tačaka preuzetih iz svih stvarnih trenutaka univerzuma, živeo u neskladu i apsurdnu. Skup ovih nesuvislih i apsurdnih slika zaista reprodukuje blok, ali isključivo zato što je blok sačinjen na sasvim drugi način — određenom ravni koja se kreće u određenom pravcu — da on postoji kao blok, i da se onda može prepustiti mašti da ga rekonstruiše mišlju pomoću bilo koje ravni koja se kreće u drugom pravcu. Staviti te maštarije na istu liniju sa stvarnošću, reći da je pokret koji je stvarno stvorio blok samo bilo koji od mogućih pokreta, znači zanemariti drugu tačku na koju sam vam skrenuo pažnju: u bloku *gotovom*, oslobođenom trajanja u kome se *stvarao*, rezultat jednom dobijen i odvojen više ne nosi izričitu marku rada kojim je postignut. Hiljade različitih operacija, izvedenih mišlju, rekonstituisale bi ga isto tako dobro u zamisli, iako je sastavljen na određen i jedinstven način. Kad je kuća sagrađena, naša mašta će je obići u svim pravcima i rekonstruisaće je isto tako dobro postavljajući prvo krov, zatim pričvršćujući spratove jedan po jedan. Ko bi stavio ovu metodu na isti rang sa arhitektovom i smatrao je ekvivalentnom? Ako bolje pogledamo, videli bismo da je arhitektova metoda jedini

efektivni način sastavljanja celine, to jest njenog stvaranja; druge, uprkos prividu, samo su sredstva za njenu razgradnju, to jest, u suštini, za njeno uništavanje; ima ih koliko god hoćete. Ono što se moglo sagraditi samo određenim redom može se uništiti bilo kako.

---

<sup>(1)</sup> Istina je da se u uobičajenoj koncepciji prostornog Vremena nikad ne dolazi u iskušenje da se film pomeri u pravcu Vremena i da se zamisli nova raspodela kontinuuma od četiri dimenzije na vreme i prostor: ona ne bi nudila nikakvu prednost i davala bi nesuvisle rezultate, dok se operacija čini neizbežnom u teoriji relativnosti. Ipak, amalgam vremena sa prostorom, koji navodimo kao karakteristiku ove teorije, mogao bi se, strogo uzevši, zamisliti, kao što vidimo, u uobičajenoj teoriji, samo što bi poprimio drugačiji izgled.

## POGLAVLJE 9.5.

### Dvostruka zabluda kojoj se izlažemo

To su dve tačke koje nikada ne treba zaboraviti kada se vreme pridruži prostoru dajući mu dodatnu dimenziju. Smestili smo se u najopštijem slučaju; još nismo razmatrali poseban izgled koji ova nova dimenzija poprima u teoriji relativnosti. Teoretičari relativnosti, svaki put kada su izašli iz čiste nauke da nam daju predstavu o metafizičkoj stvarnosti koju ova matematika izražava, pre svega su prećutno pretpostavili da četvrta dimenzija ima *bar* attribute ostale tri, spreman da unese nešto više. Govorili su o svom Prostor-Vremenu uzimajući zdravo za gotovo sledeće dve tačke: 1° Sve raspodele koje se u njemu mogu napraviti u prostoru i vremenu moraju se staviti na isti rang (istina je da se ove raspodele mogu izvršiti, u hipotezi relativnosti, samo prema posebnom zakonu, o čemu ćemo se vratiti uskoro); 2° naše iskustvo uzastopnih događaja samo osvetljava tačku po tačku linije date odjednom. Čini se da nisu uzeli u obzir da matematički izraz vremena, nužno mu dajući karakteristike prostora i zahtevajući da četvrta dimenzija, ma kakve bile njene posebne kvalitete, prvo ima one ostale tri, greši kako nedostatkom tako i viškom, kao što smo upravo pokazali. Svako ko ovde ne donese dvostruku korekciju riskira da pogreši o filozofskom značenju teorije relativnosti i da podigne matematičku predstavu u transcendentnu stvarnost. Uverićemo se u to prelazeći na određene odlomke već klasične knjige g. Eddingtona: "*Događaji se ne dešavaju; oni su tu, i mi ih susrećemo na našem putu. 'Formalnost dešavanja' je jednostavno indikacija da je posmatrač, u svom istraživačkom putovanju, prošao kroz apsolutnu budućnost dotičnog događaja, i ona je bez velike važnosti*"<sup>(1)</sup>. Već se u jednom od prvih dela o teoriji relativnosti, onom Silbersteina, čitalo da je g. Wells izvanredno pretekao ovu teoriju kada je svom 'putniku kroz Vreme' dao da kaže: *Nema nikakve razlike između Vremena i Prostora, osim što se duž Vremena naša svest kreće*"<sup>(2)</sup>.

---

<sup>(1)</sup> Eddington, *Prostor, Vreme i Gravitacija*, prev. fr., str. 51.

<sup>(2)</sup> Silberstein, *Teorija relativnosti*, str. 130.

## POGLAVLJE 9.6.

### Posebne karakteristike ove predstave u teoriji relativnosti

Ali sada moramo da se pozabavimo posebnim oblikom koji četvrta dimenzija poprima u prostor-vremenu Minkowskog i Ajnštajna. Ovde invarijanta  $ds^2$  više nije zbir četiri kvadrata sa jediničnim koeficijentom, kao što bi bilo da je vreme dimenzija slična ostalim: četvrti kvadrat, sa koeficijentom  $c^2$ , mora se oduzeti od zbira prethodna tri, i time zauzima poseban položaj. Odgovarajućim trikom možemo izbrisati ovu osobenost matematičkog izraza, ali ona ostaje u izraženoj stvari, a matematičar nas o tome upozorava govoreći da su prve tri dimenzije 'realne' a četvrta 'imaginarna'. Hajde da što pomnije ispitamo ovaj prostor-vreme posebnog oblika.

## POGLAVLJE 9.7.

### Posebna zabluda koja može proizaći

Ali odmah da najavimo rezultat ka kome krenusmo. On će nužno podsećati na onaj koji smo dobili ispitivanjem mnoštva vremena; štaviše, on može biti samo njegov novi izraz. Nasuprot zdravom razumu i filozofskoj tradiciji, koji se zalažu za jedinstveno vreme, teorija relativnosti je isprva izgledala kao potvrda mnoštva vremena. Pažljivijim posmatranjem, nikad nismo pronašli ništa osim jednog stvarnog vremena, onog fizičara koji gradi nauku: ostala su virtualna vremena, to jest fiktivna, pripisana od njega virtualnim posmatračima, to jest fantastičnim. Svaki od tih sablasnih posmatrača, ako bi odjednom oživeo, smestio bi se u stvarno trajanje starog stvarnog posmatrača, koji bi postao sablast zauzvrat. Tako da uobičajena koncepcija stvarnog vremena jednostavno opstaje, uz dodatak, duhovnu konstrukciju namenjenu da prikaže kako, ako se primene Lorentzove formule, matematički izraz elektro-magnetnih pojava ostaje isti za posmatrača za koga se pretpostavlja da miruje i za posmatrača koji sebi pripisuje bilo koje ravnomerno kretanje. A Minkowskijev i Ajnštajnov prostor-vreme ne predstavlja ništa drugo. Ako pod prostor-vremenom od četiri dimenzije podrazumevamo stvarnu sredinu u kojoj evoluiraju stvarna bića i predmeti, onda je prostor-vreme teorije relativnosti ono što svi imamo, jer svi mi započinjemo gest postavljanja prostor-vremena od četiri dimenzije čim prostoriziramo vreme, a ne možemo meriti vreme, ne možemo čak ni govoriti o njemu bez njegovog prostoriziranja<sup>(1)</sup>. Ali, u ovom prostor-vremenu, vreme i prostor ostaju različiti: ni prostor ne može da ispusti vreme, ni vreme da vrati prostor. Ako se međusobno preklapaju, i u razmerama koje variraju u zavisnosti od brzine sistema (to se dešava u Ajnštajnovom prostor-vremenu), onda se više ne radi o virtualnom prostor-vremenu, onom fizičara zamišljenog kao eksperimentatora, a ne više fizičara koji eksperimentiše. Jer ovo poslednje prostor-vreme miruje, i u prostor-vremenu koje miruje vreme i prostor ostaju međusobno različiti; mešaju se samo, kao što ćemo videti, u mešanju izazvanom kretanjem sistema; ali sistem je u pokretu samo ako ga fizičar koji se u njemu nalazio napusti. A on ga ne može napustiti a da se ne smesti u drugi sistem: ovaj, koji tada miruje, imaće prostor i vreme jasno različite kao i naši. Tako da prostor koji gutne vreme, vreme koje zauzvrat apsorbuje prostor, jesu vreme ili prostor uvek virtualni i prosto postavljeni, nikad aktuelni i ostvarenjeni. Istina je da koncepcija ovog prostor-vremena tada deluje na percepciju aktuelnog prostora i vremena. Kroz vreme i prostor koje smo oduvek poznavali kao različite, i time bezoblične, uočavamo, kao kroz providnost, artikulisani organizam prostor-vremena. Matematička notacija ovih artikulacija, izvršena na virtualnom i dovedena do najvišeg stepena opštosti, daće nam neočekivanu moć nad stvarnim. Imaćemo u rukama moćno sredstvo istraživanja, princip istraživanja za koji se već danas može predvideti da ljudski duh neće od njega odustati, čak i ako bi eksperiment nametnuo novi oblik teoriji relativnosti.

---

<sup>(1)</sup> To smo izrazili u drugom obliku (str. 76 i dalje) kada smo rekli da nauka nema načina da razlikuje vreme koje se odvija i vreme koje je odvijeno. Ona ga prostorizira time što ga meri.

## POGLAVLJE 9.8.

### Šta amalgam prostor-vreme zapravo predstavlja

Da bismo pokazali kako vreme i prostor počinju da se isprepliću tek onda kada oboje postanu fiktivni, vratimo se našem sistemu  $S'$  i posmatraču koji, smešten efektivno u  $S'$ , se misaono prenosi u drugi sistem  $S$ , učvršćuje ga i pretpostavlja da je  $S'$  pokrenut svim mogućim brzinama. Želimo da saznamo šta posebno znači u teoriji relativnosti ispreplitanje prostora sa vremenom posmatranim kao dodatna dimenzija. Nećemo ništa promeniti u rezultatu, i pojednostavićemo našu ekspoziciju, pretpostavljajući da je prostor sistema  $S$  i  $S'$  sveden na jedinstvenu dimenziju, na pravu liniju, i da posmatrač u  $S'$ , imajući vermikularni oblik, nastanjuje deo ove linije. U suštini, mi se samo vraćamo uslovima u koje smo se smeštali malopre (str. 190). Rekli smo da naš posmatrač, sve dok održava svoju misao u  $S'$  gde se nalazi, konstatuje čisto i jednostavno

postojanost dužine  $A'B'$  označene sa  $l$ . Ali, čim njegova misao pređe u  $S'$ , on zaboravlja konstatovanu i konkretnu nepromenljivost dužine  $A'B'$  ili njenog kvadrata  $l^2$ ; on je više ne predstavlja drugačije nego u apstraktnom obliku kao nepromenljivost razlike između dva kvadrata  $L^2$  i  $c^2 T^2$ , koji bi bili jedini dati (nazivajući  $L$  produženi prostor  $\frac{l}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$ , i  $T$  vremenski interval  $\frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \cdot \frac{lv}{c^2}$ , koji se umetnuo između dva događaja  $A'$  i  $B'$  percipirana unutar sistema  $S'$  kao simultana). Mi koji poznajemo prostore sa više od jedne dimenzije, nemamo poteškoća da geometrijski prevedemo razliku između ove dve koncepcije; jer u dvodimenzionalnom prostoru koji nas okružuje za liniju  $A'B'$ , treba samo da podignemo na nju normalu  $B'C'$  jednaku  $cT$ , i odmah primećujemo da posmatrač stvaran u  $S'$  percipira stvarno kao nepromenljivu stranu  $A'B'$  pravouglog trougla, dok posmatrač fiktivan u  $S$  neopaža (ili tačnije ne zamišlja) direktno drugo do drugu stranu  $B'C'$  i hipotenuzu  $A'C'$  ovog trougla: linija  $A'B'$  više ne bi bila za njega do duše nego misaona crta kojom dopunjuje trougao, figurativni izraz za  $\sqrt{A'C'^2 - B'C'^2}$ . Sada, pretpostavimo da mahnitom palicom magije naš posmatrač, stvaran u  $S'$  i fiktivan u  $S$ , bude stavljen u uslove u kojima smo mi sami, i da mu se omogući da opaža ili zamišlja prostor sa više od jedne dimenzije. Kao stvarni posmatrač u  $S'$ , on će opaziti pravu liniju  $A'B'$ : to je stvarnost. Kao fiktivni fizičar u  $S$ , on će opaziti ili zamišljati izlomljenu liniju  $A'C'B'$ : to je samo virtualno; to je prava linija  $A'B'$  koja se pojavljuje, produžena i udvojena, u ogledalu kretanja. Dakle, prava linija  $A'B'$  je prostor. Ali izlomljena linija  $A'C'B'$  je prostor i vreme; i tako bi bilo sa beskonačno mnogo drugih izlomljenih linija  $A'D'B'$ ,  $A'E'B'$  ... itd., koje odgovaraju različitim brzinama sistema  $S'$ , dok prava linija  $A'B'$  ostaje prostor. Ove izlomljene linije prostor-vreme, jednostavno virtualne, proizilaze iz prave linije prostora samo činjenicom kretanja koje duh nameće sistemu. Sve su podređene ovom zakonu da kvadrat njihovog prostornog dela, umanjen za kvadrat njihovog vremenskog dela (dogovoreno je uzeti brzinu svetlosti za vremensku jedinicu) daje ostatak jednak nepromenljivom kvadratu prave linije  $A'B'$ , ova linija čistog prostora, ali stvarna. Tako, tačno vidimo odnos amalgama prostor-vreme prema prostoru i vremenu različitim, koje su ovde uvek ostavljane jedan pored drugog čak i kada se činilo da se vreme, prostorno ga predstavljajući, pretvara u dodatnu dimenziju prostora. Ovaj odnos postaje sasvim upečatljiv u posebnom slučaju koji smo namerno izabrali, onom gde linija  $A'B'$ , percipirana od strane posmatrača smeštenog u  $S'$ , spaja jedan s drugim dva događaja  $A'$  i  $B'$  data u ovom sistemu kao simultana. Ovde, vreme i prostor su toliko različiti da vreme iščezava, ostavljajući samo prostor: prostor  $A'B'$ , to je sve što je konstatovano, to je stvarnost. Ali ova stvarnost može biti virtualno rekonstituisana amalgamom virtualnog prostora i virtualnog vremena, ovaj prostor i ovo vreme se produžavaju kako raste virtualna brzina koju posmatrač nameće sistemu idealno se odvajajući od njega. Tako dobijamo beskonačno mnogo amalgama prostora i vremena jednostavno zamišljenih, svaki ekvivalentan čistom i jednostavnom prostoru, percipiranom i stvarnom.

Ali suština teorije relativnosti je da stavi na isti rang stvarnu viziju i virtualne vizije. Stvarnost bi bila samo poseban slučaj virtualnog. Između percepcije prave linije  $A'B'$  unutar sistema  $S'$ , i koncepcije izlomljene linije  $A'C'B'$  kada se pretpostavi da smo unutar sistema  $S$ , ne bi bilo razlike u prirodi. Prava linija  $A'B'$  bi bila izlomljena linija kao  $A'C'B'$  sa segmentom kao  $C'B'$  jednakim nuli, vrednost nula dodeljena ovde sa  $c^2 T^2$  je vrednost kao i sve druge. Matematičar i fizičar svakako imaju pravo da se tako izraze. Ali filozof, koji mora da razlikuje stvarno od simboličkog, govoriće drugačije. On će se zadovoljiti opisivanjem onoga što se upravo dogodilo. Postoji percipirana dužina, stvarna,  $A'B'$ . I ako se dogovorimo da se zadovoljimo samo njom, uzimajući  $A'B'$  i  $B'$  kao trenutne i simultane, jednostavno postoji, po pretpostavci, ova prostorna

dužina *plus* ništa vremena. Ali kretanje nametnuto misaono sistemu čini da se prvobitno razmatrani prostor čini da se nadima od vremena:  $l^2$  će postati  $L^2$ , to jest  $l^2 + c^2 T^2$ . Tada će novi prostor morati da ispusti vreme, da  $L^2$  bude umanjeno za  $c^2 T^2$ , kako bi se ponovo našlo  $l^2$ .

Tako smo vraćeni našim prethodnim zaključcima. Pokazano nam je da bi dva događaja, simultana za osobu koja ih posmatra unutar svog sistema, bila sukcesivna za onoga ko bi zamišljao, spolja, sistem u kretanju. Složili smo se, ali smo isticali da interval između dva događaja koji su postali sukcesivni uzalud bi se nazivao vremenom, on ne bi mogao da sadrži nijedan događaj: to je, rekli smo, 'ništa prošireno'<sup>(1)</sup>. Ovde prisustvujemo proširenju. Za posmatrača u  $S'$ , udaljenost između  $A'$  i  $B'$  bila je prostorna dužina  $l$  uvećana za nula vremena. Kada stvarnost  $l^2$  postane virtualnost  $L^2$ , nula stvarnog vremena procveta u virtualno vreme  $c^2 T^2$ . Ali ovaj interval virtualnog vremena nije ništa drugo do ništa prvobitnog vremena, proizvedeći ne znam kakav optički efekat u ogledalu kretanja. Misao ne bi mogla da smesti događaj u njega, ma kako kratak bio, ništa više nego što bi se mogao gurnuti komad nameštaja u salon opažen u dubini ogledala.

<sup>(1)</sup> Vidi gore, strana 154.

Ali razmotrili smo poseban slučaj, kada se događaji u  $A'$  i  $B'$  percipiraju unutar sistema  $S'$  kao simultani. Činilo nam se da je to najbolji način da se analizira operacija kojom se Prostor dodaje Vremenu i Vreme Prostoru u teoriji relativnosti. Razmotrimo sada opštiji slučaj kada se događaji  $A'$  i  $B'$  dešavaju u različito vreme za posmatrača u  $S'$ . Vraćamo se našoj prvoj notaciji: vreme događaja  $A'$  ćemo nazvati  $t'_1$ , a vreme događaja  $B'$   $t'_2$ ; označićemo sa  $x'_2 - x'_1$  udaljenost od  $A'$  do  $B'$  u Prostoru, pri čemu su  $x'_1$  i  $x'_2$  respektivne udaljenosti od  $A'$  i  $B'$  do izvorne tačke  $O'$ . Radi pojednostavljenja, ponovo pretpostavljamo da je Prostor sveden na jednu dimenziju. Ali ovaj put ćemo se zapitati kako bi se posmatrač unutar  $S'$ , uočivši u ovom sistemu i konstantnost prostorne dužine  $x'_2 - x'_1$  i konstantnost vremenske dužine  $t'_2 - t'_1$  za sve brzine kojima bi sistem mogao biti animiran, predstavio tu konstantnost postavljajući se mislima u nepokretni sistem  $S$ . Znamo<sup>(1)</sup> da bi se  $(x'_2 - x'_1)^2$  za to morao proširiti u

$$\frac{1}{1 - \frac{v^2}{c^2}} [(x'_2 - x'_1) + v(t'_2 - t'_1)]^2$$

, količinu koja prevazilazi  $(x'_2 - x'_1)^2$  za

$$\frac{1}{1 - \frac{v^2}{c^2}} \left[ \frac{v^2}{c^2} (x'_2 - x'_1)^2 + v^2 (t'_2 - t'_1)^2 + 2v(x'_2 - x'_1)(t'_2 - t'_1) \right]$$

Ovde opet, kao što se vidi, vreme bi došlo da naduva prostor.

Ali, zauzvrat, prostor se dodao vremenu, jer ono što je prvobitno bilo  $(t'_2 - t'_1)^2$  postalo je<sup>(2)</sup>

$$\frac{1}{1 - \frac{v^2}{c^2}} \left[ (t'_2 - t'_1) + \frac{v(x'_2 - x'_1)}{c^2} \right]^2$$

, količina koja prevazilazi  $(t'_2 - t'_1)^2$  za

$$\frac{1}{1 - \frac{v^2}{c^2}} \left[ \frac{v^2}{c^2} (x'_2 - x'_1)^2 + \frac{v^2}{c^2} (t'_2 - t'_1)^2 + \frac{2v}{c^2} (x'_2 - x'_1)(t'_2 - t'_1) \right]$$

<sup>(1)</sup> Vidi str. 193

<sup>(2)</sup> Vidi str. 194

Tako da se kvadrat vremena povećao za količinu koja, pomnožena sa  $c^2$ , dala bi porast kvadrata prostora. Tako pred našim očima vidimo kako se formira prostor koji skuplja vreme i vreme koje skuplja prostor, invarijantnost razlike  $(x_2 - x_1)^2 - c^2 (t_2 - t_1)^2$  za sve brzine pripisane sistemu.

Ali ovaj amalgam Prostora i Vremena počinje da nastaje za posmatrača u  $S'$  tek u trenutku kada njegova misao pokreće sistem. I amalgam postoji samo u njegovoj misli. Ono što je stvarno, odnosno uočeno ili uočljivo, jesu Prostor i Vreme različiti sa kojima se susreće u svom sistemu. On ih može povezati u kontinuum od četiri dimenzije: to svi mi činimo, manje-više zbunjeno, kada prostorizujemo vreme, a prostorizujemo ga čim ga merimo. Ali Prostor i Vreme ostaju tada odvojeno invarijantni. Oni će se amalgamirati zajedno ili, preciznije, invarijantnost će biti prenesena na razliku  $(x_2 - x_1)^2 - c^2 (t_2 - t_1)^2$  samo za naše fantastične posmatrača. Stvarni posmatrač će dopustiti da se to dogodi, jer je potpuno smiren: pošto je svaki od njegova dva člana  $x_2 - x_1$  i  $t_2 - t_1$ , prostorna dužina i vremenski interval, invarijantan, bez obzira na tačku sa koje ih posmatra unutar svog sistema, on ih prepušta fantastičnom posmatraču da ih uključi kako god želi u izraz svog invarijanta; unapred prihvata ovaj izraz, unapred zna da će odgovarati njegovom sistemu kako ga on sam zamišlja, jer relacija između konstantnih članova mora biti konstantna. I time će mnogo dobiti, jer izraz koji mu se nudi je izraz nove fizičke istine: on ukazuje na to kako se 'prenos' svetlosti ponaša u odnosu na 'translaciju' tela.

Ali to ga obaveštava o odnosu tog prenosa prema toj translaciji, ne govori mu ništa novo o Prostoru i Vremenu: oni ostaju onakvi kakvi su bili, različiti jedan od drugog, nesposobni da se mešaju na bilo koji drugi način osim delovanjem matematičke fikcije namenjene da simbolizuje fizičku istinu. Jer ovaj Prostor i ovo Vreme koji se međusobno prožimaju nisu Prostor i Vreme nijednog stvarnog fizičara niti onog koji se zamišlja kao takav. Stvarni fizičar uzima svoja merenja u sistemu u kojem se nalazi i koji učvršćuje usvajajući ga kao referentni sistem: Vreme i Prostor tu ostaju različiti, neprobojni jedan za drugi. Prostor i Vreme se prožimaju samo u sistemima u pokretu u kojima stvarni fizičar nije prisutan, u kojima žive samo fizičari koje je on zamislio - zamišljeni za najveće dobro nauke. Ali ovi fizičari nisu zamišljeni kao stvarni niti kao mogući: pretpostaviti da su stvarni, pripisati im svest, značilo bi uzdignuti njihov sistem u referentni sistem, prebaciti sebe tamo i stopiti se s njima, u svakom slučaju izjaviti da su njihovo Vreme i Prostor prestali da se prožimaju.

Tako se dugim zaobilaznicom vraćamo na našu početnu tačku. O pretvaranju Prostora u Vreme i Vremena nazad u Prostor jednostavno ponavljamo ono što smo rekli o mnoštvu Vremena, o sukcesiji i simultanosti koje se smatraju zamenljivim. I to je sasvim prirodno, budući da se u oba slučaja radi o istoj stvari. Invarijantnost izraza  $dx^2 + dy^2 + dz^2 - c^2 dt^2$  neposredno proizilazi iz Lorentzovih jednačina. A Prostor-Vreme Minkowskog i Ajnštajna samo simbolizuje ovu invarijantnost, kao što hipoteza o višestrukim Vremenima i simultanostima koje se mogu pretvoriti u sukcesije samo prevodi ove jednačine.

## POGLAVLJE 10.

# Završna napomena

Stigli smo do kraja naše studije. Ona je trebala da se bavi Vremenom i paradoksima vezanim za Vreme koje se obično povezuju sa teorijom relativnosti. Stoga će se zadržati na specijalnoj relativnosti. Da li ćemo zbog toga ostati u apstraktnom? Sigurno ne, i ne bismo imali ništa suštinsko da dodamo o Vremenu ako bismo u pojednostavljenu realnost kojom smo se do sada bavili uveli gravitaciono polje. Prema teoriji opšte relativnosti, naime, u gravitacionom polju više se ne može definisati sinhronizacija časovnika niti tvrditi da je brzina svetlosti konstantna. Prema tome, u strogoj primeni, optička definicija vremena iščezava. Čim se poželi dati smisao koordinati 'vreme', nužno se mora smestiti u uslove specijalne relativnosti, po potrebi tražeći ih u beskonačnosti.

U svakom trenutku, univerzum specijalne relativnosti je tangentan na Univerzum opšte relativnosti. Sa druge strane, nikada se ne moraju razmatrati brzine uporedive sa brzinom svetlosti, niti gravitaciona polja koja su intenzivna proporcionalno. Stoga se uopšteno, uz dovoljnu aproksimaciju, može pozajmiti pojam Vremena iz specijalne relativnosti i zadržati ga takvim kakav jeste. U tom smislu, Vreme pripada specijalnoj relativnosti, kao što Prostor pripada opštoj relativnosti.

Ipak, vreme specijalne relativnosti i prostor opšte relativnosti nemaju isti stepen stvarnosti. Dubinsko proučavanje ovog pitanja bilo bi izuzetno poučno za filozofa. Potvrdilo bi radikalnu razliku u prirodi koju smo nekada uspostavili između stvarnog vremena i čistog prostora, neopravdano smatranih analognim od strane tradicionalne filozofije. I možda ne bi bilo bez interesa za fizičara. Otkrilo bi da teorija specijalne relativnosti i teorija opšte relativnosti nisu vođene potpuno istim duhom i nemaju sasvim isto značenje. Prva je, osim toga, proizašla iz kolektivnog napora, dok druga odražava Ajnštajnovu sopstvenu genijalnost. Ona nam nudi pre svega novu formulu za već postignute rezultate; ona je, u pravom smislu reči, teorija, način predstavljanja. Ova je u suštini metoda istraživanja, instrument otkrića. Ali mi nemamo da vršimo poređenje između njih. Recimo samo nekoliko reči o razlici između vremena jedne i prostora druge. To će značiti vraćanje na ideju više puta izraženu tokom ovog eseja.

Kad fizičar opšte relativnosti određuje strukturu prostora, on govori o prostoru u kome je zapravo smešten. Sve što tvrdi, proverio bi odgovarajućim instrumentima za merenje. Deo prostora čiju zakrivljenost definiše može biti koliko god udaljen: teoretski bi se tamo prebacio, teoretski bi nam omogućio da prisustvujemo proveru njegove formule. Ukratko, prostor opšte relativnosti pokazuje karakteristike koje nisu samo zamišljene, koje bi se takođe mogle opažati. One se tiču sistema u kome fizičar boravi.

Ali karakteristike vremena, a naročito mnoštvo vremena u teoriji specijalne relativnosti, ne izmiču samo u praksi posmatranju fizičara koji ih postavlja: one su neproverive po principu. Dok je prostor opšte relativnosti prostor u kome se nalazimo, vremena specijalne relativnosti definisana su tako da budu sva, osim jednog, vremena u kojima nismo. Ne bismo mogli da budemo u njima, jer sa sobom donosimo, ma gde išli, vreme koje tera ostala, kao što vedrina koja prati šetača gura maglu korak po korak. Ne možemo ni zamisliti sebe u njima, jer se prebacivanje mišlju u jedno od proširenih vremena značilo bi usvajanje sistema kojem pripada, pretvaranje istog u sistem reference: odmah bi se to vreme skupilo i ponovo postalo vreme koje doživljavamo unutar sistema, vreme za koje nemamo razloga da ne verujemo da je isto u svim sistemima.

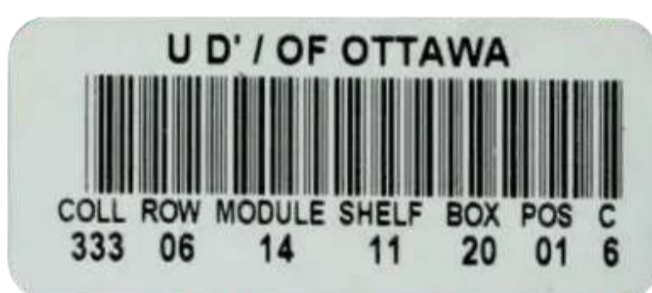
Proširena i rastrzana vremena su, dakle, pomoćna vremena, umetnuta mišlju fizičara između polazne tačke računa, koja je stvarno vreme, i krajnje tačke, koja je opet to isto stvarno vreme. U ovom poslednjem uzete su mere na kojima se operiše; na ovaj poslednji primenjuju se rezultati operacije. Ostala su posrednici između postavke i rešenja problema.



Fizičar ih sve stavlja na isti nivo, naziva istim imenom, tretira na isti način. I u pravu je. Svi su zaista mere vremena; i kako je mera neke stvari, u očima fizike, ta stvar sama, svi moraju biti za fizičara vreme. Ali samo u jednom od njih — mislimo da smo to dokazali — postoji sukcesija. Samo jedno od njih traje, dakle; ostala ne traju. Dok je to jedno vreme zasigurno oslonjeno na dužinu koja ga meri, ali različito od nje, ostala su samo dužine. Tačnije, to jedno je istovremeno Vreme i 'linija svetlosti'; ostala su samo linije svetlosti. Ali kako ove poslednje linije nastaju iz produžavanja prve, i kako je prva bila slepljena za Vreme, reći će se za njih da su proširena vremena. Otuda sva vremena, u neodređenom broju, specijalne relativnosti. Njihova mnoštvenost, daleko od toga da isključuje jedinstvo stvarnog vremena, ga pretpostavlja.

Paradoks počinje kad se tvrdi da su sva ova vremena stvarnosti, to jest stvari koje se opažaju ili bi se mogle opažati, koje se doživljavaju ili bi se mogle doživljavati. Implicitno je pretpostavljeno

suprotno za sva — osim jednog — kad se vreme poistovetilo sa linijom svetlosti. To je kontradikcija koju naš duh naslućuje, kad je ne vidi jasno. Osim toga, ona se ne može pripisati nijednom fizičaru kao fizičaru: pojaviće se samo u fizici koja bi se uzdigla do metafizike. Na ovu kontradikciju naš se duh ne može pomiriti. Pogrešno je bilo pripisati njegov otpor predrasudi zdravog razuma. Predrasude nestaju ili se barem slabe razmišljanjem. Ali u ovom slučaju, razmišljanje učvršćuje naše uverenje i čak ga na kraju čini nepokolebljivim, jer nam otkriva u vremenima specijalne relativnosti — osim jednog od njih — vremena bez trajanja, u kojima se događaji ne mogu sukcedirati, niti stvari opstajati, niti bića stariti.

Starenje i trajanje pripadaju kvalitativnom redu. Nijedan napora analize neće ih razložiti na čistu kvantitetu. Stvar ovde ostaje različita od svoje mere, koja se osim toga odnosi na prostor reprezentativan za vreme radije nego na samo vreme. Ali s prostorom je sasvim drugačije. Njegova mera iscrpljuje njegovu suštinu. Ovoga puta karakteristike otkrivene i definisane fizikom pripadaju stvari, a ne viđenju uma o njoj. Tačnije: one su sama stvarnost; *stvar* je ovoga puta *relacija*. Dekart je svodio materiju — posmatranu u trenutku — na prostornost: fizika je, u njegovim očima, dosegala stvarno u meri u kojoj je bila geometrijska. Proučavanje opšte relativnosti, paralelno sa onim koje smo sproveli za specijalnu relativnost, pokazalo bi da je svodenje gravitacije na inerciju upravo bila eliminacija gotovih koncepata koji, stavljajući se između fizičara i njegovog objekta, između duha i konstitutivnih relacija stvari, sprečavali su ovde fiziku da bude geometrija. Sa ove strane, Ajnštajn je Dekartov nastavljaj.



Zahvaljujući  Archive.org-u i Univerzitetu u Ottawi,  Kanada što su omogućili dostupnost fizičke kopije prvog izdanja na internetu. Posetite njihov odsek za filozofiju na [uottawa.ca/faculty-arts/philosophy](http://uottawa.ca/faculty-arts/philosophy)



# CosmicPhilosophy.org

<https://rs.cosmicphilosophy.org/>

*Odštampano 22. новембар 2025.*

Naši drugi projekti:

- ▶ [GMODebate.org](https://gmodebate.org/): Пројекат који испитује филозофске основе еугенике, сцијентизма, покрета "еманципације науке од филозофије", "антинаучног наратива" и савремених облика научне инквизиције.