

Doba a současnost

„O Einsteinově teorii“

Obsah

1. Úvod

 Profesorka historie Jimena Canales

1.1. Einsteinova rozporuplnost

1.2. Bergsonova rozporuplnost

1.2.1. Bergson a Absolutno

1.3. Přiznání

2. Délka a současnost

3. Předmluva

4. Poloviční relativita

4.1. Michelsonův–Morleyho pokus

4.2. Jednostranná relativita

4.3. Dilatace Času

4.4. Rozpojení současnosti

4.5. Podélná kontrakce

4.6. Konkrétní význam pojmů v Lorentzových vzorcích

5. Úplná relativita

5.1. O vzájemnosti pohybu

5.2. Relativní pohyb a absolutní pohyb

5.3. Od Descarta k Einsteinovi

5.4. Šíření a přenos

5.5. Systémy vztažné

6. O povaze času

6.1. Následnost a vědomí

6.2. Původ představy univerzálního času

6.3. Skutečné trvání a měřitelný čas

6.4. O bezprostředně vnímané současnosti: současnost toků a současnost v okamžiku

6.5. O současnosti vyznačené hodinami

6.6. Čas, který se odvíjí

6.7. Rozvinutý čas a čtvrtá dimenze

6.8. Podle jakého znamení poznáme, že čas je reálný

7. O mnohosti časů

7.1. Mnohé a zpomalené časy v teorii relativity

7.2. Jak jsou slučitelné s jediným a univerzálním časem

7.3. Zkoumání paradoxů týkajících se času

7.4. Hypotéza cestovatele uzavřeného v projektilu

7.5. "Učená" simultaneita, rozložitelná v posloupnost

7.6. Jak je slučitelná s intuitivní simultánností

7.7. Schéma Minkowského

7.8. Zmatení jako zdroj všech paradoxů

8. Světelné obrazce

8.1. „Světelné čáry“ a „tuhé čáry“

8.2. "Světelná figura" a prostorová figura

8.3. Trojitý účinek disociace

8.4. Skutečná povaha Einsteinova času

8.5. Přejít k teorii prostoročasu

9. Prostorčas o čtyřech dimenzích

9.1. Jak vzniká představa čtvrté dimenze

9.2. Obecná představa čtyřrozměrného prostoru-času

9.3. Jak se nehybnost vyjadřuje v pojmech pohybu

9.4. Jak se čas zdánlivě splývá s prostorem

9.5. Dvojitý klam, jemuž se vystavujeme

9.6. Zvláštní rysy tohoto vyjádření v teorii relativity

9.7. Speciální iluze, která z toho může vyplynout

9.8. Co skutečně představuje amalgám prostoročasu

10. Závěrečná poznámka

Vytištěno 22. listopadu 2025

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

Úvod

„Délka a současnost“ od Henriho Bergsona

Tato publikace prvního vydání knihy Henriho Bergsona z roku 1922 „Délka a současnost“ je součástí vyšetřování Bergson–Einsteinova debaty z roku 1922, která způsobila „velký neúspěch pro filozofii“ ve 20. století. Vyšetřování je publikováno na našem blogu:

(2025) Einstein–Bergsonova debata: Albert Einstein versus filozofie o povaze času

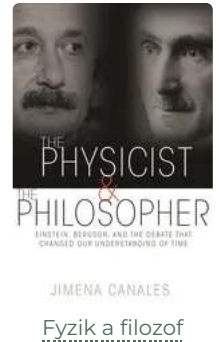
Zdroj: [CosmicPhilosophy.org](https://www.CosmicPhilosophy.org)



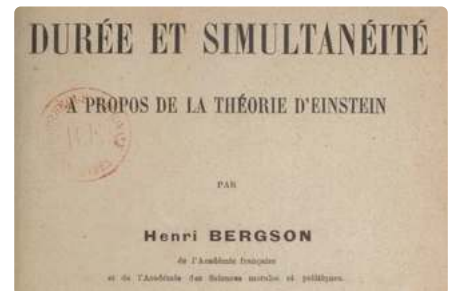
Jimena Canales, profesorka historie na University of Illinois, která o debatě napsala knihu, popsala událost následovně:

„Dialog mezi největším filozofem a největším fyzikem 20. století“ byl svědomitě zaznamenán. Byl to scénář vhodný pro divadlo. Setkání a slova, která pronesli, se budou diskutovat po zbytek století.

V letech po debatě ... začaly převládat názory vědce na čas. ... Pro mnohé představovala porážka filozofa vítězství „rationality“ nad „intuicí“. ... Tak začal „příběh neúspěchu pro filozofii“, ... poté začalo období, kdy význam filozofie upadal tváří v tvář rostoucímu vlivu vědy.



Bergsonova kniha „Délka a současnost“ byla přímou reakcí na debatu. Obálka jeho knihy výslovně odkazovala na Einsteina v obecném smyslu a nesla název „O Einsteinově teorii“.



Einstein debatu vyhrál tím, že veřejně poukázal na to, že Bergson teorii nepochopil správně. Einsteinovo vítězství v debatě představovalo vítězství vědy.

Bergson udělal „zjevné chyby“ ve své filozofické kritice a dnešní filozofové charakterizují Bergsonovy chyby jako „velké trapné pro filozofii“.


Například filozof William Lane Craig napsal o knize v roce 2016 následující:



Bleskový pád Henriho Bergsona z filozofického panteonu dvacátého století byl nepochybně částečně způsoben jeho chybnou kritikou, nebo spíše nepochopením speciální teorie relativity Alberta Einsteina.

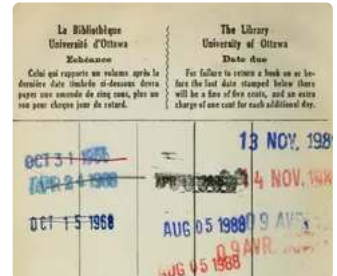
Bergsonovo pochopení Einsteinovy teorie bylo prostě **trapně chybné** a mělo tendenci zdiskreditovat Bergsonovy názory na čas.

(2016) Bergson měl o relativitě pravdu (no, částečně)!

Zdroj: [Reasonable Faith](#)

Publikace knihy dne  CosmicPhilosophy.org byla přeložena do 42 jazyků z původního francouzského textu prvního vydání z roku 1922 za použití nejnovějších technologií AI z roku 2025. Pro mnohé jazyky jde o světovou premiéru.

Francouzský zdrojový text byl získán prostřednictvím  Archive.org, které naskenovalo fyzickou kopii knihy z knihovny Univerzity v Ottawě,  Kanada, a publikovalo text extrahovaný pomocí OCR. Zatímco kvalita starší OCR technologie nebyla optimální, moderní technologie AI se pokusily obnovit původní francouzský text co nejlépe originálu před překladem. Matematika byla převedena do MathML.




Originální francouzské skeny fyzické knihy použité pro extrakci textu jsou k dispozici v tomto PDF.

Nový nezaujatý překlad prvního vydání knihy může pomoci prozkoumat protichůdné soukromé poznámky Alberta Einsteina, které tvrdily, že Bergson to „pochopil“.

KAPITOLA 1.1.

Einsteinova rozporuplnost

Zatímco Einstein veřejně napadal Bergsona za jeho neschopnost teorii pochopit, soukromě současně napsal, že Bergson to ‚pochopil‘, což je rozpor.

Dne 6. dubna 1922 na setkání prominentních filozofů v  Paříži, kterého se zúčastnil Henri Bergson, Einstein v podstatě vyhlásil osvobození vědy od filozofie:

☾ *Die Zeit der Philosophen ist vorbei.*


Překlad:

„Čas filozofů skončil“

(2025) Einstein–Bergsonova debata: Albert Einstein versus filozofie o povaze  času

Zdroj: [CosmicPhilosophy.org](#)

Bergsonova kniha byla přímou reakcí na pařížskou přednáškovou událost a vysvětluje název na obálce „O Einsteinově teorii“.

Ve svém deníku při cestě do  Japonska koncem roku 1922, měsíce po přednáškové události v Paříži a krátce po publikaci Bergsonovy knihy, napsal Einstein následující soukromou poznámku:

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

Překlad:

„Bergson ve své knize inteligentně a hluboce zpochybnil teorii relativity. Pochopil to tedy.“

Zdroj: Canales, Jimena. *Fyzik a filozof*, Princeton University Press, 2015. s. 177.

Naše vyšetřování, publikované na našem blogu, odhalilo, že Einsteinovy soukromé poznámky by měly být považovány za určující pro pohled na Bergsonovo skutečné pochopení teorie, navzdory jeho „trapným chybám“. Tato publikace umožňuje prozkoumat Bergsonovy „zjevné chyby“.

KAPITOLA 1.2.

Bergsonova rozporuplnost

Bergson v této knize zásadně podkopal svou vlastní filozofii tím, že navrhl kontext absolutního času, univerzálního času sdíleného vším vědomím v kosmu. Bergson tvrdí, že všechna lidská vědomí sdílejí společnou, univerzální délku—„*neosobní čas, v němž vše plyne*“. Dokonce tvrdí, že Einsteinova relativita, na rozdíl od eliminace univerzálního času, ve skutečnosti závisí na takovém sdíleném čase.

Bergsonova filozofie získala světovou proslulost právě proto, že podkopala představu věčného Absolutna (ať už v metafyzice, vědě nebo teologii).

To implikuje rozpor:

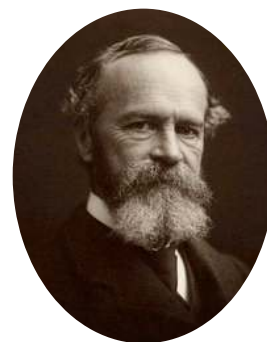
- ▶ Na jedné straně Bergson v této knize předpokládá univerzální čas sdílený vším vědomím, sjednocující, všeobsáhlou realitu neboli „*Absolutno*“.
- ▶ Na druhé straně je celý jeho filozofický projekt kritikou Absolutna—jakýchkoli pevných, neměnných nebo čistě konceptuálních totalit. Jeho boj proti konceptu Absolutna byl přímou příčinou jeho slávy v anglicky mluvícím světě.

KAPITOLA 1.2.1.

Bergson a Absolutno

Filosof William James se zapojil do toho, co nazval „*Bitva o Absolutno*“, proti idealistům jako F.H. Bradley a Josiah Royce, kteří argumentovali pro věčné Absolutno jako konečnou realitu.

James viděl Bergsona jako filozofa, který konečně zabránil myšlence Absolutna. Bergsonova kritika abstrakce a jeho důraz na proudění, mnohost a prožitou zkušenost poskytly Jamesovi nástroje k porážce zvěcnění Absolutna. Jak James napsal:



☞ Zásadní přínos Bergsona pro filozofii spočívá v jeho kritice intelektualismu (*Absolutna*). Podle mého názoru intelektualismus definitivně a bez naděje na uzdravení zabil.

Bergsonův „*univerzální čas*“ v této knize je rozporné Absolutno, neslučitelné jak s jeho vlastními principy, tak s Einsteinovou relativitou. Jeho fyzické „*trapné*“ chyby v Délce a současnosti byly zjevné a kritizované, ale když jsou chyby opraveny—když je plně přijato relativitou popírané absolutní současnosti—jeho představa univerzálního času se zhroutí, což odhaluje absurditu objektivizace času.

Paradox: zavedením pojmu Absolutna a odhalením jeho neudržitelnosti tím, že strhl filozofii s sebou do toho, co historikové později popsali jako „*velký úpadek filozofie v historii*“, Bergson nepřímou posiluje své ústřední poselství, o kterém James napsal, že to byl „*Bergsonův zásadní přínos filozofii*“.

KAPITOLA 1.3.

Přiznání

Při čtení této knihy mějte na paměti „*přiznání*“ Nobelova výboru v den, kdy zamítl Nobelovu cenu za Einsteinovu teorii relativity.

„*Nebude tajemstvím, že slavný filozof Bergson v Paříži tuto teorii napadl.*“

Když předseda Svante Arrhenius zmiňuje důvod pro zamítnutí Nobelovy ceny, odkazuje právě na tuto knihu „*O Einsteinově teorii*“.

Profesorka historie Jimena Canales situaci popsala následovně:

Vysvětlení Nobelova výboru toho dne Einsteina jistě připomnělo [jeho odmítnutí filozofie] v Paříži, které rozpoutalo konflikt s Bergsonem.



(2025) Einstein–Bergsonova debata: Albert Einstein versus filozofie o povaze 🕒 času

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

KAPITOLA 2.

Délka a současnost

O Einsteinově teorii

první vydání, 1922

Henri Bergson
z Francouzské akademie
a z Akademie morálních a politických věd.

Paříž
Nakladatelství Félix Alcan
108, Boulevard Saint-Germain
1922

KAPITOLA 3.

Předmluva

Několik slov o původu této práce objasní její záměr. Podnikli jsme ji výhradně pro sebe. Chtěli jsme zjistit, do jaké míry je naše pojetí délky slučitelné s Einsteinovými názory na čas. Náš obdiv k tomuto fyzikovi, přesvědčení, že nám nepřináší jen novou fyziku, ale i nové způsoby myšlení, myšlenka, že věda a filozofie jsou odlišné disciplíny, stvořené k vzájemnému doplňování, to vše v nás vzbuzovalo touhu a dokonce nám ukládalo povinnost přistoupit ke konfrontaci. Náš výzkum nám však brzy připadal nabízet obecnější zájem. Naše pojetí délky totiž vyjadřovalo přímou a bezprostřední zkušenost. Aniž by nutně vyplývalo z hypotézy univerzálního Času, velmi přirozeně se s touto vírou slučovalo. Šlo tedy vlastně o názory všech, které jsme hodlali konfrontovat s Einsteinovou teorií. A stránka, kterou se tato teorie zdála odporovat obecnému mínění, se pak dostala do popředí: museli bychom se podrobně zabývat „paradoxy“ teorie relativity, mnohonásobnými časy, které plynou více či méně rychle, současnostmi, jež se stávají následnostmi, a následnostmi, jež se stávají současnostmi při změně úhlu pohledu. Tyto teze mají dobře definovaný fyzikální smysl: říkají, co Einstein geniální intuicí vyčetl z rovnic Lorentze. Ale jaký je jejich filozofický význam? Abychom to zjistili, vzali jsme Lorentzovy vzorce po členech a hledali jsme, jaké konkrétní realitě, jaké vnímané či vnímatelné věci každý člen odpovídá. Toto zkoumání přineslo dosti neočekávaný výsledek. Einsteinovy teze se nejen nezdály odporovat, ale naopak potvrzovaly a doprovázely počátečním důkazem přirozenou vírou lidí v jediný a univerzální Čas. Svůj paradoxní vzhled vděčily prostě nedorozumění. Zdálo se, že došlo k záměně, nikoli ovšem u Einsteina samotného, ani u fyziků, kteří jeho metodu fyzikálně používali, ale u některých, kteří tuto fyziku povýšili tak, jak byla, na filozofii. Dvě různé koncepce relativity, jedna abstraktní a druhá obrazná, jedna neúplná a druhá dovršená, v jejich mysli koexistovaly a vzájemně se prolínaly. Rozptýlením této záměny paradox zmizel. Zdálo se nám užitečné to říci. Tak bychom přispěli k objasnění teorie relativity v očích filozofa.

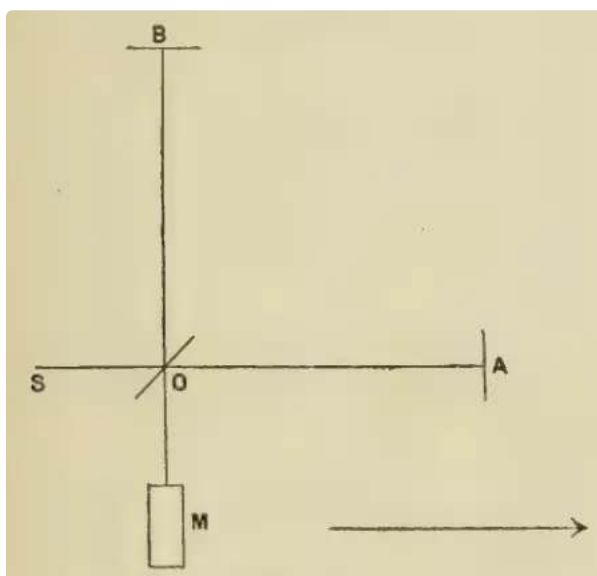
To jsou dva důvody, které nás vedou k vydání této studie. Jak je vidět, týká se přesně vymezeného předmětu. Vyčlenili jsme z teorie relativity to, co se týkalo času; ostatní problémy jsme ponechali stranou. Zůstáváme tak v rámci speciální relativity. Obecná teorie relativity se mimochodem do tohoto rámce sama zařazuje, když chce, aby jedna ze souřadnic skutečně představovala čas.

KAPITOLA 4.

Poloviční relativita

Michelsonův–Morleyho pokus

Teorie relativity, dokonce i „speciální“, není přesně založena na Michelsonově–Morleyho pokusu, protože obecně vyjadřuje nutnost zachování invariantní formy elektromagnetických zákonů při přechodu z jedné vztažné soustavy do druhé. Ale Michelsonův–Morleyho pokus má tu velkou výhodu, že konkrétními termíny klade problém, který je třeba řešit, a také nám před očima předkládá prvky řešení. Materializuje, abych tak řekl, obtíž. Právě od něj musí filozof vycházet, k němu se musí neustále vracet, chce-li pochopit pravý smysl časových úvah v teorii relativity. Kolikrát už byl popsán a komentován! Přesto jej musíme komentovat, dokonce znovu popsat, protože nehodláme hned od počátku přijmout, jak se obvykle děje, výklad, který mu dnes dává teorie relativity. Chceme zachovat všechny přechody mezi psychologickým hlediskem a fyzikálním hlediskem, mezi časem zdravého rozumu a Einsteinovým časem. K tomu se musíme vrátit do duševního stavu, v němž se člověk mohl nacházet na počátku, kdy věřil v nepohyblivý éter, v absolutní klid, a přesto bylo třeba vysvětlit Michelsonův–Morleyho pokus. Tak získáme určitou koncepci času, která je relativistická jen napůl, pouze z jedné stránky, která ještě není Einsteinovou, ale kterou považujeme za podstatnou znát. Ať si teorie relativity v pravém slova smyslu ve svých dedukcích na ni nebere žádný zřetel: přesto na ni podle našeho názoru působí, jakmile přestane být fyzikou a stane se filozofií. Paradoxy, které některé tak děsily, jiné tak přitahovaly, se nám zdají pramenit odtud. Spočívají v dvojznačnosti. Rodí se z toho, že dvě různé představy relativity, jedna radikální a pojmová, druhá zmírněná a obrazná, se v naší mysli nevědomky doprovázejí a prolínají, a z toho, že pojem podléhá kontaminaci obrazu.



Obrázek 1

Popišme tedy schematicky pokus zavedený roku 1881 americkým fyzikem Michelsonem, opakovaný jím a Morleyem roku 1887, znovu provedený s ještě větší pečlivostí Morleyem a Millerem roku 1905. Paprsek světla SO (obr. 1) vycházející ze zdroje S je v bodě O skleněnou destičkou skloněnou o 45° vůči svému směru rozdělen na dva paprsky, z nichž jeden je odražen kolmo k SO ve směru OB , zatímco druhý pokračuje ve své dráze v prodloužení OA paprsku SO . V bodech A a B , které předpokládáme stejně vzdálené od O , se nacházejí dvě plochá zrcadla kolmá k OA a k OB . Oba paprsky, odražené zrcadly B a A , se vrací do O : první, procházející skleněnou destičkou, sleduje přímkou OM , prodloužení BO ; druhý je odražen destičkou podél téže přímkou OM . Tak se vzájemně překrývají a vytvářejí systém interferenčních proužků, který lze pozorovat z bodu M v dalekohledu namířeném ve směru MO .

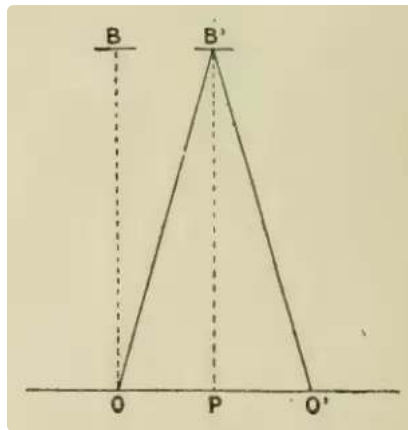
Předpokládejme na okamžik, že přístroj není v translačním pohybu v éteru. Je zřejmé, že pokud jsou vzdálenosti OA a OB stejné, čas, který první paprsek potřebuje k cestě z O do A a zpět, se rovná času, který potřebuje druhý paprsek k cestě z O do B a zpět, protože přístroj je v klidu v prostředí, kde se světlo šíří stejnou rychlostí všemi směry. Vzhled interferenčních proužků tedy zůstane stejný při libovolné rotaci zařízení. Bude stejný zejména při rotaci o 90 stupňů, která prohodí ramena OA a OB .

Ve skutečnosti je však aparát unášen pohybem Země na její oběžné dráze⁽¹⁾. Je snadné vidět, že za těchto podmínek by dvojnásobná cesta prvního paprsku neměla trvat stejně dlouho jako dvojnásobná cesta druhého⁽²⁾.

⁽¹⁾ Pohyb Země lze během trvání experimentu považovat za přímočarý a rovnoměrný.

⁽²⁾ Nesmíme zapomenout, v celém následujícím textu, že záření emitované zdrojem S je okamžitě uloženo v nehybném éteru a od té chvíle je, pokud jde o jeho šíření, nezávislé na pohybu zdroje.

Vypočítejme skutečně podle obvyklé kinematiky dobu každé z dvojitých cest. Pro zjednodušení výkladu předpokládejme, že směr SA světelného paprsku byl zvolen tak, aby to byl právě směr pohybu Země éterem. Označme v rychlost Země, c rychlost světla, l společnou délku obou linií OA a OB . Rychlost světla vzhledem k aparátu na dráze z O do A bude $c - v$. Při návratu bude $c + v$. Doba, kterou světlu zabere cesta z O do A a zpět, se tedy bude rovnat $\frac{l}{c-v} + \frac{l}{c+v}$, tedy $\frac{2lc}{c^2 - v^2}$, a dráha, kterou tento paprsek urazí v éteru, bude $\frac{2lc^2}{c^2 - v^2}$ nebo $\frac{2l}{1 - \frac{v^2}{c^2}}$. Uvažujme nyní dráhu paprsku, který jde ze skleněné destičky O k zrcadlu B a vrací se. Světlo se pohybuje z O do B rychlostí c , ale na druhé straně se aparát pohybuje rychlostí v ve směru OA kolmém na OB , relativní rychlost světla je zde $\sqrt{c^2 - v^2}$, a proto celková doba cesty je $\frac{2l}{\sqrt{c^2 - v^2}}$.



Obrázek 2

Zde je vysvětlení navržené Lorentzem, s nímž přišel i jiný fyzik, Fitzgerald. Linie $O'B'$ by se smrštila vlivem svého pohybu, aby obnovila rovnost mezi oběma dvojitými drahami. Pokud délka $O'B'$, která byla v klidu $B'P$, se při pohybu této linie rychlostí OO' stane $O'B'O'$, dráha, kterou paprsek urazí v éteru, již nebude měřena $B'P$, ale $\frac{O'B'O'}{c} = \frac{OO'}{v}$, a obě dráhy se skutečně stanou stejnými. Bude tedy třeba připustit, že jakékoli těleso pohybující se libovolnou rychlostí OO' podléhá ve směru svého pohybu kontrakci takové povahy, že jeho nový rozměr je k původnímu v poměru $\frac{O'B'}{c} = \frac{OP}{v}$ k jedné. Tato kontrakce přirozeně postihuje stejně měřítko, kterým měříme objekt, jako samotný objekt. Pozemskému pozorovateli tak uniká. Ale všimli bychom si jí, kdybychom přijali nepohyblivou observatoř, éter⁽²⁾.

KAPITOLA 4.2.

Jednostranná relativita

Zde je vysvětlení navržené Lorentzem, s nímž přišel i jiný fyzik, Fitzgerald. Linie OA by se smrštila vlivem svého pohybu, aby obnovila rovnost mezi oběma dvojitými drahami. Pokud délka OA , která byla v klidu l , se při pohybu této linie rychlostí v stane $l\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$, dráha, kterou paprsek urazí v éteru, již nebude měřena $\frac{2l}{1 - \frac{v^2}{c^2}}$, ale $\frac{2l}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$, a obě dráhy se skutečně stanou stejnými. Bude tedy třeba připustit, že jakékoli těleso pohybující se libovolnou rychlostí v podléhá ve směru svého pohybu kontrakci takové povahy, že jeho nový rozměr je k původnímu v poměru $\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$ k jedné. Tato kontrakce přirozeně postihuje stejně měřítko, kterým měříme objekt, jako samotný objekt. Pozemskému pozorovateli tak uniká. Ale všimli bychom si jí, kdybychom přijali nepohyblivou observatoř, éter⁽²⁾.

⁽¹⁾ Má navíc takové podmínky přesnosti, že rozdíl mezi oběma drahami světla, pokud by existoval, by se nemohl neprojevit.

⁽²⁾ Zpočátku se zdá, že místo podélné kontrakce bychom stejně dobře mohli předpokládat příčné prodloužení, nebo dokonce obojí zároveň, ve vhodném poměru. V tomto bodě, jako v mnoha jiných, jsme nuceni ponechat stranou vysvětlení poskytnutá teorií relativity. Omezujeme se na to, co zajímá náš současný výzkum.

Obecněji, nazvěme S systém nehybný v éteru a S' jiný exemplář tohoto systému, dvojník, který byl zpočátku s ním totožný a který se od něj následně oddělí přímočaře rychlostí v . Jakmile se S' vydá na cestu, smrští se ve směru svého pohybu. Vše, co není kolmé ke směru pohybu, se účastní

kontrakce. Pokud S byla koule, S' bude elipsoid. Touto kontrakcí se vysvětluje, že Michelsonův-Morleyho experiment dává stejné výsledky, jako kdyby světlo mělo ve všech směrech konstantní rychlost rovnou c .

Ale také bychom měli vědět, proč my sami, když měříme rychlost světla pozemskými experimenty, jako jsou ty od Fizeaua nebo Foucaulta, vždy nacházíme stejné číslo c , bez ohledu na rychlost Země vůči éteru⁽¹⁾. Nepohyblivý pozorovatel v éteru to vysvětlí takto. V experimentech tohoto druhu světelný paprsek vždy koná dvojitou cestu tam a zpět mezi bodem O a jiným bodem, A nebo B , na Zemi, jako v experimentu Michelsona-Morleyho. V očích pozorovatele, který se účastní pohybu Země, je délka této dvojité cesty tedy $2l$. My však říkáme, že neochvějně nachází pro světlo stejnou rychlost c . Je to tedy proto, že hodiny konzultované experimentátorem v bodě O neochvějně ukazují, že mezi odchodem a návratem paprsku uplynul stejný interval t , rovnající se $\frac{2l}{c}$. Ale pozorovatel stojící v éteru, který sleduje očima dráhu, kterou paprsek v tomto prostředí skutečně urazil, dobře ví, že uražená vzdálenost je ve skutečnosti $\frac{2l}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$. Vidí, že pohyblivé hodiny, pokud by měřily čas jako nehybné hodiny, které má vedle sebe, by ukazovaly interval $\frac{2l}{c\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$.

Protože však přesto ukazují pouze $\frac{2l}{c}$, plyne z toho, že jejich čas teče pomaleji. Pokud během stejného intervalu mezi dvěma událostmi hodiny odpočítají menší počet sekund, každá z nich trvá déle. Sekunda hodin připevněných k pohybující se Zemi je tedy delší než sekunda hodin nehybných v nehybném éteru. Její trvání je $\frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$. Ale obyvatel Země to neví.

⁽¹⁾ Je důležité si povšimnout (což se často opomíjelo), že k vytvoření úplné teorie Michelsonova-Morleyho experimentu provedeného na Zemi z hlediska éteru nestačí Lorentzova kontrakce. Je třeba k ní přidat prodloužení času a posun současnosti, vše, co po transpozici znovu najdeme v Einsteinově teorii. Tento bod byl dobře osvětlen v zajímavém článku C. D. Broadaa, *Euclid, Newton and Einstein* (*Hibbert Journal*, duben 1921).

KAPITOLA 4.3.

Dilatace Času

Obecněji, nazvěme opět S systém nehybný v éteru a S' dvojník tohoto systému, který s ním zpočátku splýval a následně se od něj oddělí přímočaře rychlostí v . Zatímco S' se smřšťuje ve směru svého pohybu, jeho čas se rozpíná. Osoba připojená k systému S , která spatří S' a upře svou pozornost na sekundu hodin S' v přesném okamžiku rozdělení, by viděla, jak se sekunda S na S' natahuje jako elastické vlákno, které se táhne, jako čára, kterou pozorujeme lupou. Dohodněme se: v mechanismu hodin ani v jejich fungování nedošlo k žádné změně. Tento jev nemá nic společného s prodloužením kyvadla. Není to proto, že hodiny jdou pomaleji, že se čas prodloužil; je to proto, že čas se prodloužil, že hodiny, zůstávající takové, jaké jsou, se ocitly v pomalejším chodu. Vlivem pohybu delší, roztažený, rozšířený čas zaplňuje interval mezi dvěma polohami ručičky. Stejně zpomalení, mimochodem, platí pro všechny pohyby a všechny změny systému, protože každý z nich by se stejně dobře mohl stát reprezentantem času a postavit se jako hodiny.

Předpokládali jsme sice, že pozemský pozorovatel sledoval cestu světelného paprsku tam a zpět z O do A a zpět do O a měřil rychlost světla bez nutnosti konzultovat jiné hodiny než ty v bodě O .

Co by se však stalo, kdybychom měřili tuto rychlost pouze při cestě tam, konzultovali přitom dvě hodiny⁽¹⁾ umístěné v bodech O a A ? Přesně řečeno, ve všech pozemských měřeních rychlosti světla se měří dvojnásobná dráha paprsku. Zmíněný experiment tedy nikdy nebyl proveden. Nic však nedokazuje, že by byl neproveditelný. Ukážeme, že by i v tomto případě vyšlo pro rychlost světla stejné číslo. Připomeňme si však nejprve, v čem spočívá soulad našich hodin.

⁽¹⁾ Samozřejmě, že hodinami rozumíme v tomto odstavci jakékoli zařízení umožňující měřit časový interval nebo přesně určit vzájemný vztah dvou okamžiků. V experimentech týkajících se rychlosti světla jsou ozubené kolo Fizeauovo, otočné zrcadlo Foucaultovo hodinami. Obecnější význam bude mít toto slovo v celé této studii. Vztahuje se stejně na přirozený proces. Hodinami bude i Země, která se otáčí.

Na druhou stranu, když mluvíme o nulovém bodě hodin a o operaci, kterou určíme polohu nuly na jiných hodinách, abychom dosáhli jejich souladu, zavádíme ciferníky a ručičky pouze pro upevnění představ. Jsou-li dány libovolné dva přístroje, přirozené nebo umělé, sloužící k měření času, a tedy dva pohyby, můžeme nazvat nulou libovolný bod, libovolně zvolený jako počátek na trajektorii prvního pohybujícího se tělesa. Nastavení nuly na druhém přístroji bude prostě označení bodu na dráze druhého pohybujícího se tělesa, který má odpovídat témuž okamžiku. Stručně řečeno, „nastavení nuly“ bude v následujícím chápáno jako skutečná nebo ideální operace, provedená nebo pouze myšlená, kterou byly na obou zařízeních vyznačeny dva body označující první současnost.

KAPITOLA 4.4.

Rozpojení současnosti

Jak se sladí dvě hodiny umístěné na různých místech? Komunikací mezi dvěma osobami pověřenými seřizením. Avšak neexistuje okamžité spojení; a jelikož každý přenos vyžaduje čas, musela být zvolena taková, která probíhá za neměnných podmínek. Pouze signály vysílané éterem splňují tento požadavek: každý přenos hmotou závisí na stavu této hmoty a tisících okolností, které jej každou chvíli mění. Oba operátoři tedy museli komunikovat pomocí optických signálů, nebo obecněji elektromagnetických. Osoba v O poslala osobě v A světelný paprsek určený k okamžitému návratu. A věci se odehrály jako v experimentu Michelson-Morley, s tím rozdílem, že zrcadla byla nahrazena osobami. Bylo dohodnuto mezi oběma operátory v O a A , že druhý označí nulu v bodě, kde se nachází ručička jeho hodin v přesném okamžiku, kdy k němu paprsek dorazí. Od té chvíle první stačilo zaznamenat na svých hodinách začátek a konec intervalu obsazeného dvojnásobnou cestou paprsku: právě do středu tohoto intervalu umístil nulu svých hodin, protože chtěl, aby obě nuly označovaly „současné“ okamžiky a aby hodiny byly od té chvíle seřizeny.

To by bylo samozřejmě dokonalé, kdyby cesta signálu byla stejná tam i zpět, nebo jinými slovy, kdyby systém, k němuž jsou hodiny O a A připojeny, byl v éteru nehybný. I v pohybujícím se systému by to bylo stejně dokonalé pro seřizení dvou hodin O a B umístěných na přímce kolmé ke směru cesty: víme totiž, že pokud pohyb systému přemístí O do O' , světelný paprsek urazí stejnou cestu z O do B' jako z B' do O' , neboť trojúhelník $OB'O'$ je rovnoramenný. Jinak je tomu však při přenosu signálu z O do A a naopak. Pozorovatel v absolutním klidu v éteru jasně vidí, že dráhy jsou nestejně, protože při první cestě musí paprsek vyslaný z bodu O dohánět bod A , který uniká, zatímco při zpáteční cestě paprsek vrácený z bodu A nachází bod O , který jde vstříc. Nebo, chcete-li, uvědomuje si, že vzdálenost OA , předpokládaná v obou případech stejná, je překonávána světlem s relativní rychlostí $c - v$ v prvním případě, $c + v$ v druhém, takže doby průchodu jsou v poměru $c + v$ ku $c - v$. Označením nuly uprostřed intervalu, který ručička hodin urazila mezi vysláním a návratem paprsku, ji pozorovatel umístil podle našeho nehybného pozorovatele příliš blízko výchozího bodu. Spočítejme velikost chyby. Říkali jsme před chvílí, že interval, který ručička urazila na ciferníku během dvojité cesty signálu tam a zpět, je $\frac{2l}{c}$. Pokud tedy v okamžiku

vyslání signálu byla označena dočasná nula v bodě, kde se ručička nacházela, pak definitivní nula bude umístěna v bodě $\frac{l}{c}$ ciferníku, který podle našeho předpokladu odpovídá definitivní nule hodin v A . Nehybný pozorovatel však ví, že definitivní nula hodin v O , aby skutečně odpovídala nule hodin v A , aby s ní byla současná, měla být umístěna v bodě, který by rozdělil interval $\frac{2l}{c}$ nikoli na stejné části, ale na části úměrné $c + v$ a $c - v$. Označme x první z těchto dvou částí. Budeme mít

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

a tedy

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

. Což znamená, že pro nehybného pozorovatele je bod M , kde jsme označili definitivní nulu, o $\frac{lv}{c^2}$ blíže k dočasné nule, a pokud ji chceme nechat tam, kde je, měli bychom, abychom dosáhli skutečné současnosti mezi definitivními nulami obou hodin, posunout definitivní nulu hodin v A o $\frac{lv}{c^2}$. Stručně řečeno, hodiny v A jsou vždy o interval ciferníku $\frac{lv}{c^2}$ pozadu za časem, který by měly ukazovat. Když je ručička v bodě, který budeme nazývat t' (vyhrazujeme označení t pro čas hodin nehybných v éteru), nehybný pozorovatel si říká, že kdyby skutečně souhlasila s hodinami v O , ukazovala by $t' + \frac{lv}{c^2}$.

Co se tedy stane, když operátoři umístění v O a A budou chtít měřit rychlost světla zaznamenáním okamžiku odjezdu a okamžiku příjezdu na hodinách seřízených v těchto bodech, tedy čas, který světlo potřebuje k překonání vzdálenosti?

Právě jsme viděli, že nuly obou hodin byly nastaveny tak, aby se paprsku světla vždy zdálo, že trvá stejnou dobu, když jde z O do A a zpět, pro toho, kdo považuje hodiny za synchronizované. Naši dva fyzikové tedy přirozeně zjistí, že čas cesty z O do A , měřený pomocí dvou hodin umístěných v O a A , se rovná polovině celkového času kompletní cesty tam a zpět, měřeného pouze na hodinách v O . Víme však, že doba této dvojitě cesty, měřená na hodinách v O , je vždy stejná, bez ohledu na rychlost systému. Totéž tedy bude platit pro dobu jediné cesty měřenou tímto novým postupem pomocí dvou hodin: bude tedy opět potvrzena stálost rychlosti světla. Nepohyblivý pozorovatel v éteru bude přitom sledovat vše krok za krokem. Všimne si, že vzdálenost, kterou světlo urazí z O do A , je ke vzdálenosti uražené z A do O v poměru $c + v$ ku $c - v$, místo aby si byly rovny. Zjistí, že protože nula druhých hodin neodpovídá nule prvních, časy tam a zpět, které se zdají být stejné při porovnávání údajů obou hodin, jsou ve skutečnosti v poměru $c + v$ ku $c - v$. Dojde tedy k závěru, že došlo k chybě v délce dráhy a k chybě v době cesty, ale obě chyby se kompenzují, protože je to stejná dvojitá chyba, která kdysi vedla k seřízení obou hodin.

Ať tedy měříme čas na jedné hodinách na určitém místě nebo používáme dvě hodiny vzdálené od sebe; v obou případech získáme uvnitř pohybujícího se systému S' stejné číslo pro rychlost světla. Pozorovatelé připojení k pohybujícímu se systému usoudí, že druhý experiment potvrzuje první. Nepohyblivý pozorovatel sedící v éteru však jednoduše dojde k závěru, že musí provést dvě korekce místo jedné pro vše, co se týká času udávaného hodinami systému S' . Již dříve zjistil, že tyto hodiny jdou příliš pomalu. Nyní si řekne, že hodiny rozmístěné podél směru pohybu se navíc vůči sobě zpoždují. Předpokládejme ještě jednou, že pohybující se systém S' se oddělil jako dvojník od nehybného systému S a že k oddělení došlo v okamžiku, kdy hodiny H'_0 pohybujícího

se systému S' , shodné s hodinami H_0 systému S , ukazovaly stejně jako ony nulu. Uvažujme pak v systému S' hodiny H'_1 , umístěné tak, že přímka $\overrightarrow{H_0 H'_1}$ označuje směr pohybu systému, a nazvěme l délku této přímky. Když hodiny H'_1 ukazují čas t' , nehybný pozorovatel si nyní správně řekne, že protože hodiny H'_1 se zpožďují o interval $\frac{lv}{c^2}$ oproti hodinám H_0 tohoto systému, skutečně uplynul počet $t' + \frac{lv}{c^2}$ sekund systému S' . Věděl však již, že vzhledem ke zpomalení času vlivem pohybu má každá z těchto zdánlivých sekund hodnotu $\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ v reálných sekundách.

Spočítá tedy, že pokud hodiny H'_1 ukazují údaj t' , skutečně uplynulý čas je $\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}(t' + \frac{lv}{c^2})$. Když se v tomto okamžiku podívá na některé hodiny svého nehybného systému, zjistí, že čas t' , který ukazují, je přesně toto číslo.

Ještě dříve, než si uvědomil nutnost korekce pro přechod od času t' k času t , by však postřehl chybu, které se dopouštějí uvnitř pohybujícího se systému při posuzování současnosti. Zachytil by ji přímo při sledování seřizování hodin. Uvažujme totiž na přímce $\overrightarrow{H_0 H'_1}$ neomezeně prodloužené tohoto systému velký počet hodin $H_0, H'_1, H_2 \dots$ atd., oddělených od sebe stejnými intervaly l .

Když S' splývalo s S a bylo tedy nehybné v éteru, optické signály putující mezi dvěma sousedními hodinami urazily stejnou dráhu tam i zpět. Pokud všechny takto seřízené hodiny ukazovaly stejný čas, bylo to skutečně ve stejný okamžik. Nyní, když se S' oddělilo od S v důsledku rozdělení, osoba uvnitř S' , která neví, že je v pohybu, nechá své hodiny $H_0, H'_1, H_2 \dots$ atd. tak, jak byly; věří v reálnou současnost, když ručičky ukazují stejné číslo na ciferníku. Pokud má pochybnosti, provede nové seřízení: jednoduše najde potvrzení toho, co pozoroval v klidu. Nepohyblivý pozorovatel však vidí, jak optický signál nyní urazí delší cestu při cestě z H_0 do H'_1 , z H'_1 do H_2 atd., než při návratu z H'_1 do H_0 , z H_2 do H'_1 atd., a uvědomí si, že aby existovala skutečná současnost, když hodiny ukazují stejný čas, musela by být nula hodin H'_1 posunuta o $\frac{lv}{c^2}$, nula hodin H_2 o $\frac{2lv}{c^2}$ atd. Skutečná současnost se stala pouze nominální. Zakřivila se v následnost.

KAPITOLA 4.5.

Podélná kontrakce

Stručně řečeno, právě jsme zkoumali, jak může mít světlo stejnou rychlost pro nehybného i pohybujícího se pozorovatele: hlubší analýza tohoto bodu nám odhalila, že systém S' , vzniklý rozdělením systému S a pohybující se přímočaře rychlostí v , prodělal zvláštní změny. Formulovali bychom je takto:

1. Všechny délky v S' se v směru svého pohybu zkrátily. Nová délka je ke staré v poměru $\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$ k jedné.
2. Čas systému se prodloužil. Nová sekunda je ke staré v poměru jedna ku $\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$.

3. Co bylo současností v systému S , se obecně stalo následností v systému S' . Současnými v S' zůstanou pouze události, současné v S , které jsou umístěny ve stejné rovině kolmé ke směru pohybu. Jakékoli dvě další události, současné v S , jsou v S' odděleny $\frac{lv}{c^2}$ sekundami systému S' , označíme-li l jejich vzdálenost měřenou ve směru pohybu jejich systému, tj. vzdálenost mezi dvěma rovinami, kolmými k tomuto směru, které procházejí každou z nich.

Stručně řečeno, systém S' , uvažovaný v prostoru a čase, je dvojníkem systému S , který se v prostoru smrští ve směru svého pohybu; v čase prodloužil každou ze svých sekund; a nakonec, v čase, rozložil v následnost veškerou současnost mezi dvěma událostmi, jejichž vzdálenost se v prostoru zmenšila. Tyto změny však unikají pozorovateli, který je součástí pohybujícího se systému. Pouze nehybný pozorovatel si jich všimne.

KAPITOLA 4.6.

Konkrétní význam pojmů v Lorentzových vzorcích

Předpokládejme tedy, že tito dva pozorovatelé, Pierre a Paul, mohou spolu komunikovat. Pierre, který ví, jak se věci mají, by řekl Paulovi: „V okamžiku, kdy ses ode mne oddělil, se tvůj systém zploštil, tvůj čas se nafoukl, tvé hodiny se rozladily. Zde jsou korekční vzorce, které ti umožní vrátit se k pravdě. Uvidíš sám, co s nimi máš dělat“. Je zřejmé, že Paul by odpověděl: „Nebudu dělat nic, protože prakticky i vědecky by se uvnitř mého systému všechno stalo nesourody. Říkáš, že se délky zkrátily? Ale totéž se pak stane s metrem, který na ně přikládám; a protože měření těchto délek uvnitř mého systému je jejich poměr k takto posunutému metru, toto měření musí zůstat takové, jaké bylo“. Čas, dodáváš, se nafoukl, a ty počítáš více než jednu vteřinu tam, kde mé hodiny ukazují právě jednu? Ale předpokládáme-li, že S a S' jsou dvě kopie planety Země, vteřina v S' , stejně jako v S , je z definice určitý stanovený zlomek doby rotace planety; a ať už mají jakoukoli různou délku trvání, každá z nich je jen jednou vteřinou. Simultaneity se staly posloupnostmi? Hodiny umístěné v bodech H'_1 , H'_2 , H'_1 ukazují všechny tři stejný čas, zatímco jsou zde tři různé okamžiky? Ale v různých okamžicích, kdy v mém systému ukazují stejný čas, dochází v bodech H'_1 , H'_2 , H'_1 mého systému k událostem, které byly v systému S oprávněně označeny jako současné: budu tedy souhlasit, že je budu nazývat stále současnými, abych nemusel nově posuzovat vztahy těchto událostí mezi sebou nejprve a poté se všemi ostatními. Tím si zachovám všechny tvé následnosti, všechny tvé vztahy, všechna tvá vysvětlení. Kdybych nazval posloupností to, co jsem nazýval simultaneitou, měl bych nesourody svět, nebo svět postavený na zcela jiném plánu než tvůj. Tak všechny věci a všechny vztahy mezi věcmi si zachovají svou velikost, zůstanou ve stejných rámech, zapadnou do stejných zákonů. Mohu tedy jednat, jako by se žádná z mých délek nezkrátila, jako by se můj čas neroztáhl, jako by mé hodiny byly seřizené. To přinejmenším platí pro hmotnou látku, tu, kterou s sebou strhávám v pohybu svého systému: v prostorových a časových vztazích mezi jeho částmi došlo k hlubokým změnám, ale já si jich nevšímám a nemusím si jich všimnout.

Nyní musím dodat, že tyto změny považuji za blahodárné. Opusťme totiž hmotnou látku. Jaká by byla má situace vůči světlu a obecně elektromagnetickým jevům, kdyby mé prostorové a časové rozměry zůstaly takové, jaké byly! Tyto události nejsou strženy pohybem mého systému. Světelné

vlny, elektromagnetické poruchy mohou sice vzniknout v pohybujiícím se systému: experiment dokazuje, že jeho pohyb nepřijímají. Můj pohybujiící se systém je při průchodu ukládá, abych tak řekl, do nehybného éteru, který je od té chvíle nese. I kdyby éter neexistoval, byl by vynalezen, aby symbolizoval tento experimentálně zjištěný fakt, neodvislost rychlosti světla od pohybu zdroje, který ji vyslal. V tomto éteru, před těmito světelnými jevy, uprostřed těchto elektromagnetických událostí ty sedíš, nehybný. Ale já jimi procházím, a to, co ty vidíš ze své nehybné pozorovatelný v éteru, by se mi mohlo jevit zcela odlišně. Věda o elektromagnetismu, kterou jsi tak pracně vybudoval, by pro mě musela být předělána; musel bych své rovnice, jednou stanovené, měnit pro každou novou rychlost svého systému. Co bych si v takto postaveném vesmíru počal? Jakým zkapalněním veškeré vědy by byla vykoupěna pevnost časových a prostorových vztahů! Ale díky kontrakci mých délek, dilataci mého času, rozpojení mých simultaneit se můj systém stává vůči elektromagnetickým jevům přesnou napodobeninou nehybného systému. Ať už poběží tak rychle, jak se mu zlíbí, vedle světelné vlny: ta pro něj vždy zachová stejnou rychlost, bude vůči ní jako nehybný. Všechno je tedy v nejlepším pořádku, a je to dobrý génius, který věci takto zařídil.

Existuje však případ, kdy budu muset brát v úvahu tvé pokyny a měnit svá měření. Je to tehdy, když půjde o vytvoření úplného matematického obrazu vesmíru, mám na mysli vše, co se děje ve všech světech pohybujiících se vůči tobě všemi rychlostmi. K vytvoření tohoto obrazu, který by nám dal, až bude úplný a dokonalý, vztah všeho ke všemu, bude třeba definovat každý bod vesmíru jeho vzdálenostmi x, y, z ke třem určeným pravoúhlým rovinám, které prohlásíme za nehybné a které se protínají podél os OX, OY, OZ . Na druhé straně osy OX, OY, OZ , které budeme dávat přednost před všemi ostatními, jediné osy skutečně a ne konvenčně nehybné, jsou ty, které si stanovíme ve tvém nehybném systému. V pohybujiícím se systému, kde se nacházím, však vztahují svá pozorování k osám $O'X', O'Y', O'Z'$, které tento systém s sebou unáší, a vzdálenostmi x', y', z' ke třem rovinám protínajícím se podél těchto přímek je v mých očích definován každý bod mého systému. Protože úplný obraz celku musí být konstruován z tvého nehybného hlediska, musím najít způsob, jak svá pozorování vztáhnout k tvým osám OX, OY, OZ , nebo jinými slovy, musím jednou provždy stanovit vzorce, pomocí kterých budu moci, znám-li x', y', z' , vypočítat x, y a z . Ale to pro mě bude snadné díky údajům, které jsi mi právě poskytl. Nejprve pro zjednodušení předpokládám, že mé osy $O'X', O'Y', O'Z'$ se shodovaly s tvými před oddělením obou světů S a S' (pro názornost této demonstrace bude tentokrát lepší učinit je navzájem zcela odlišnými), a předpokládám také, že OX , a tedy i $O'X'$, označují samotný směr pohybu systému S' . Za těchto podmínek je jasné, že roviny $Z'O'X', X'O'Y'$ pouze kloužou po rovinách ZOX, XOY , s nimiž se neustále shodují, a proto y a y' jsou si rovny, stejně jako z a z' . Zbývá tedy vypočítat x . Pokud jsem od okamžiku, kdy O' opustil O , napočítal na hodinách v bodě x', y', z' čas t' , přirozeně si představuji vzdálenost bodu x', y', z' k rovině ZOY jako rovnou $x' + ut'$. Ale vzhledem ke kontrakci, kterou mi signalizuješ, tato délka $x' + ut'$ by se neshodovala s tvým x ; shodovala by se s $x\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$. A proto to, co ty nazýváš x , je $\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}(x' + ut')$. Problém je vyřešen.

Nezapomenu však, že čas t' , který pro mě uplynul a který mi ukazují mé hodiny umístěné v bodě x', y', z' , se liší od tvého. Když tyto hodiny ukázaly údaj t' , čas t měřený tvými hodinami je, jak jsi

říkal, $\frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}(t' + \frac{vx'}{c^2})$. Toto je čas t , který ti označím. Pro čas stejně jako pro prostor jsem přešel ze svého hlediska na tvé.

Tak by mluvil Paul. A zároveň by odvodil slavné „transformační rovnice“ Lorentze, které ostatně, pokud se postavíme na obecnější Einsteinův pohled, neznamenají, že systém S je definitivně pevný. Ukážeme dále, jak podle Einsteina můžeme učinit z S libovolný systém, dočasně znehybněný myšlenkou, a jak pak bude nutné přisoudit S' , posuzovanému z hlediska S , stejné časové a prostorové deformace, jaké Pierre přisuzoval Paulovu systému. Za předpokladu, dosud vždy přijímaného, jediného času a prostoru nezávislého na čase, je zřejmé, že pokud se S' pohybuje vzhledem k S konstantní rychlostí v , pokud x', y', z' jsou vzdálenosti bodu M' systému S' od tří rovin určených třemi pravouhlymi osami, branými po dvou, $O'X', O'Y', O'Z'$, a pokud konečně x, y, z jsou vzdálenosti téhož bodu od tří pevných pravouhlých rovin, s nimiž se původně pohyblivé roviny shodovaly, platí:

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

Protože navíc stejný čas plyne neměnně pro všechny systémy, platí:

$$t = t'.$$

Ale pokud pohyb způsobuje kontrakce délek, zpomalení času a vede k tomu, že v systému s dilatovaným časem hodiny ukazují pouze místní čas, vyplývá z výměny názorů mezi Pierrem a Paulem, že budeme mít:

$$\begin{aligned}x &= \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}(x' + vt') \\y &= y' \\z &= z' \\t &= \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}(t' + \frac{vx'}{c^2})\end{aligned}$$

①

Odtud nový vzorec pro složení rychlostí. Předpokládejme, že bod M' se pohybuje rovnoměrně uvnitř S' , rovnoběžně s $O'X'$, rychlostí v' , přirozeně měřenou pomocí $\frac{x'}{t'}$. Jaká bude jeho rychlost pro pozorovatele sedícího v S , který vztahuje postupné polohy pohybujícího se tělesa ke svým osám OX, OY, OZ ? Abychom získali tuto rychlost v'' , měřenou pomocí $\frac{x}{t}$, musíme vydělit člen po členu první a čtvrtou z výše uvedených rovnic a dostaneme:

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

zatímco dosud mechanika předpokládala:

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

Pokud tedy S je břeh řeky a S' loď pohybující se rychlostí v vzhledem k břehu, cestující pohybující se po palbě lodi ve směru pohybu rychlostí v' nemá v očích pozorovatele na břehu rychlost $v + v'$, jak se dosud tvrdilo, ale rychlost menší než součet obou složek. Alespoň tak se věci jeví zpočátku. Ve skutečnosti je výsledná rychlost součtem obou složek, pokud je rychlost cestujícího na lodi měřena z břehu, stejně jako rychlost lodi samotné. Měřená z lodi je rychlost v' cestujícího $\frac{x'}{t'}$, označíme-li například x' délku, kterou cestující na lodi nachází (pro něj neměnnou, protože loď je vůči němu v klidu), a t' čas, který mu zabere překonání této vzdálenosti, tj. rozdíl mezi časy zaznamenanými při jeho odchodu a příjezdu dvěma hodinami umístěnými na zádi a přídi (předpokládáme nesmírně dlouhou loď, jejíž hodiny mohly být synchronizovány pouze optickými signály). Ale pro pozorovatele v klidu na břehu se loď zkontrahovala při přechodu z klidu do pohybu, čas se zde dilatoval, hodiny již nejsou synchronizovány. Vzdálenost, kterou podle něj cestující na lodi urazil, tedy již není x' (pokud x' byla délka nábřeží, s níž se loď v klidu shodovala), ale $x' \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$; a čas potřebný k překonání této vzdálenosti není t' , ale $\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} (t' + \frac{vx'}{c^2})$.

Dospěje k závěru, že rychlost, kterou je třeba přidat k v , aby získal v'' , není v' , ale

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

, tj.

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

. Pak bude mít:

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

Z čehož je vidět, že žádná rychlost nemůže překročit rychlost světla, protože každé složení libovolné rychlosti v' s rychlostí v předpokládanou rovnou c vždy dává za výsledek tutéž rychlost c .

Takové jsou tedy, abychom se vrátili k naší první hypotéze, vzorce, které bude mít Paul na mysli, pokud bude chtít přejít od svého pohledu k pohledu Pierra a získat tak - protože všichni pozorovatelé připojení ke všem pohybujícím se systémům S'' , S''' atd. učiní totéž - úplný matematický obraz vesmíru. Kdyby byl své rovnice mohl odvodit přímo, bez Pierrova zásahu, poskytl by je stejně tak Pierrovi, aby mu umožnil, znaje x, y, z, t, v'' , vypočítat x', y', z', t', v' . Řešením rovnic ① vzhledem k x', y', z', t', v' okamžitě dostaneme:

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

$$y' = y$$

$$z' = z$$

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

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

rovnice, které se obvykle uvádějí pro Lorentzovu transformaci⁽¹⁾. Ale na tom teď nezáleží. Chtěli jsme jen, rekonstruujíc tyto vzorce člen po členu a definujíc vjemy pozorovatelů umístěných v jednom či druhém systému, připravit analýzu a důkaz, které jsou předmětem této práce.

⁽¹⁾ Je důležité poznamenat, že pokud jsme Lorentzovy vzorce rekonstruovali komentováním Michelsonova-Morleyova experimentu, je to za účelem objasnění konkrétního významu každého členu, který je tvoří. Pravda je, že transformační skupina objevená Lorentzem zajišťuje obecně invariantnost rovnic elektromagnetismu.

KAPITOLA 5.

Úplná relativita

Na okamžik jsme opustili hledisko, které nazveme „relativitou jednostrannou“, a přešli k hledisku vzájemnosti, jež je vlastní Einsteinovi. Pospěšme si, abychom se vrátili na svou pozici. Ale řekněme již nyní, že kontrakce pohybujících se těles, rozpínání jejich času, rozpad simultánnosti v posloupnost budou zachovány beze změny v Einsteinově teorii: nebude třeba nic měnit na rovnicích, které jsme právě odvodili, ani obecně na tom, co jsme řekli o systému S' v jeho časových a prostorových vztazích k systému S . Jenže tyto kontrakce rozsahu, tato rozpínání času, tyto ruptury simultánnosti se stanou výslovně vzájemnými (již implicitně jsou, podle samotné formy rovnic), a pozorovatel v S' bude opakovat o S vše, co pozorovatel v S tvrdil o S' . Tím se rozplyne, jak také ukážeme, to, co bylo zprvu paradoxního v teorii relativity: tvrdíme, že jediný čas a rozsah nezávislý na trvání přetrvávají v Einsteinově hypotéze v čisté podobě: zůstávají tím, čím vždy byly pro zdravý rozum. Ale je téměř nemožné dospět k hypotéze dvojí relativity, aniž bychom prošli hypotézou relativity jednoduché, kde se stále předpokládá absolutní referenční bod, nehybný éter. I když relativitu *chápeme* v druhém smyslu, stále ji trochu *vidíme* v prvním; neboť marně říkáme, že existuje pouze vzájemný pohyb S a S' vůči sobě, nelze tuto vzájemnost studovat, aniž bychom přijali jeden ze dvou členů, S nebo S' , jako „vztažnou soustavu“: jakmile je však nějaká soustava takto znehybněna, stává se dočasně absolutním referenčním bodem, náhradou éteru. Zkrátka, absolutní klid, vyhnaný rozumem, je obnoven představivostí. Z matematického hlediska to nevádí. Ať je systém S , přijatý jako vztažná soustava, v absolutním klidu v éteru, nebo je v klidu pouze vůči všem soustavám, s nimiž bude srovnáván, v obou případech bude pozorovatel umístěný v S zacházet stejně s měřeními času, která mu budou předávána ze všech soustav jako S' ; v obou případech na ně aplikuje Lorentzovy transformační vzorce. Obě hypotézy jsou pro matematika ekvivalentní. Ale pro filosofa tomu tak není. Neboť pokud je S v absolutním klidu a všechny ostatní soustavy v absolutním pohybu, bude teorie relativity skutečně implikovat existenci mnoha časů, všech na stejné úrovni a všech reálných. Pokud se naopak postavíme do Einsteinovy hypotézy, mnohé časy přetrvávají, ale nikdy nebude

reálný více než jeden, jak hodláme dokázat: ostatní budou matematické fikce. Proto podle našeho názoru všechny filosofické obtíže týkající se času mizí, pokud se striktně držíme Einsteinovy hypotézy, ale mizí také všechny zvláštnosti, které zmátly tolik myslí. Nemusíme se tedy zabývat smyslem, který je třeba dát „*deformaci těles*“, „*zpomalení času*“ a „*rozpadu simultánnosti*“, když věříme v nehybný éter a privilegovanou soustavu. Bude nám stačit zjistit, jak jim rozumět v Einsteinově hypotéze. Vrhne-li pak zpětný pohled na první hledisko, uzná, že na něj bylo nutné se nejprve postavit, shledá přirozeným pokušením se k němu vrátit, i když přijal druhé; ale uvidí také, jak falešné problémy vyvstávají už jen z toho, že obrazy jsou vypůjčeny z jednoho, aby podpořily abstrakce odpovídající druhému.

KAPITOLA 5.1.

O vzájemnosti pohybu

Představili jsme si systém S v klidu v nehybném éteru a systém S' v pohybu vzhledem k S . Avšak éter nebyl nikdy vnímán; byl zaveden do fyziky, aby sloužil jako podpora výpočtům. Naproti tomu pohyb systému S' vůči systému S je pro nás pozorovatelným faktem. Jako fakt je třeba považovat, dokud není řečeno jinak, konstantnost rychlosti světla pro systém, který mění rychlost, jak se mu zlíbí, a jehož rychlost může klesnout až na nulu. Vezměme si tedy znovu tři tvrzení, z nichž jsme vycházeli: 1° S' se pohybuje vůči S ; 2° světlo má stejnou rychlost pro oba; 3° S je v klidu v nehybném éteru. Je jasné, že dvě z nich vyjadřují fakta a třetí hypotézu. Odmítneme-li hypotézu: zbývají nám jen dvě fakta. Ale pak se první nebude formulovat stejně. Ozámili jsme, že S' se pohybuje vůči S : proč jsme neřekli stejně dobře, že je to S , co se pohybuje vůči S' ? Jednoduše proto, že S byl považován za účastníka absolutní nehybnosti éteru. Ale už není éteru⁽¹⁾, nikde žádná absolutní nehybnost. Budeme tedy moci říci, podle libosti, že S' se pohybuje vůči S , nebo že S se pohybuje vůči S' , anebo lépe, že S a S' se pohybují vůči sobě navzájem. Zkrátka, to, co je skutečně dáno, je vzájemnost posunu. Jak by to mohlo být jinak, když pohyb vnímaný v prostoru je jen nepřetržitá změna vzdálenosti? Uvažujme-li dva body A a B a posun „*jednoho z nich*“, vše, co oko pozoruje, vše, co věda může zaznamenat, je změna délky intervalu⁽²⁾. Jazyk vyjádří tuto skutečnost tím, že řekne, že se pohybuje A , nebo že je to B . Má na výběr; ale byl by ještě blíže zkušenosti, kdyby řekl, že A a B se pohybují vůči sobě navzájem, nebo prostěji, že mezera mezi A a B se zmenšuje nebo zvětšuje. „*Vzájemnost*“ pohybu je tedy pozorovatelným faktem. Mohla by být uznána *a priori* jako podmínka vědy, neboť věda pracuje pouze s měřeními, měření se obecně týká délek, a když délka roste nebo klesá, není důvod upřednostňovat jeden z konců: vše, co lze tvrdit, je, že mezera mezi oběma⁽³⁾ roste nebo se zmenšuje.

⁽¹⁾ Nemluvíme, samozřejmě, o pevném éteru, který by tvořil privilegovaný, jedinečný, absolutní systém vztažený. Ale hypotéza éteru, vhodně upravená, může být velmi dobře převzata teorií relativity. Einstein je toho názoru (viz jeho přednáška z roku 1920 o „Éteru a teorii relativity“). Již dříve, aby se zachoval éter, se pokoušeli využít některé Larmorovy myšlenky. (Viz Cunningham, *The Principle of Relativity*, Cambridge, 1911, kap. xvi).

⁽²⁾ V této souvislosti a o „vzájemnosti“ pohybu jsme upozornili v *Matière et Mémoire*, Paříž, 1896, kap. IV, a v Úvodu do metafyziky (*Revue de Métaphysique et de Morale*, leden 1903).

⁽³⁾ Viz k tomuto bodu v *Matière et Mémoire* stránky 214 a násl.

Relativní pohyb a absolutní pohyb

Jistě, zdaleka ne každý pohyb se redukuje na to, co je vnímáno v prostoru. Vedle pohybů, které pozorujeme pouze zvenčí, existují ty, které také cítíme, že sami vytváříme. Když Descartes hovořil o vzájemnosti pohybu ⁽¹⁾, nebylo bezdůvodné, když mu Morus odpověděl: „*Když sedím v klidu a druhý, vzdalující se o tisíc kroků, je rudý únavou, je to on, kdo se pohybuje, a já, kdo odpočívám* ⁽²⁾.“ Vše, co nám věda může říci o relativitě pohybu vnímaného našima očima, měřeného našimi pravítky a hodinami, ponechá nedotčen hluboký pocit, že uskutečňujeme pohyby a vynakládáme úsilí, jehož jsme tvůrci. Když se Morova postava, „*klidně sedící*“, rozhodne běžet naopak, vstane a rozběhne se: marně budeme tvrdit, že její běh je vzájemným posunem těla a země, že se pohybuje, pokud naše myšlenka znehybní Zemi, ale že je to Země, co se pohybuje, pokud prohlásíme běžce za nehybného, nikdy nepřijme tento výrok, vždy bude prohlašovat, že bezprostředně vnímá svůj čin, že tento čin je faktem a že tento fakt je jednostranný. Toto vědomí rozhodnutých a provedených pohybů mají stejně všichni lidé a pravděpodobně i většina zvířat. A protože živé bytosti takto uskutečňují pohyby, které jsou jejich vlastní, které se vztahují výhradně k nim, které jsou vnímány zevnitř, ale které, nahlíženy zvenčí, se jeví oku pouze jako vzájemný posun, lze se domnívat, že totéž platí pro relativní pohyby obecně, a že vzájemný posun je projevem vnitřní změny, absolutní, odehrávající se kdesi v prostoru. Na tento bod jsme poukázali v práci, kterou jsme nazvali Úvod do metafyziky. Taková nám totiž připadala funkce metafyzika: musí proniknout do nitra věcí; a pravou podstatu, hlubokou skutečnost pohybu mu nemůže nikdy lépe odhalit nic jiného než když sám pohyb uskutečňuje, když jej nepochybně stále vnímá zvenčí jako všechny ostatní pohyby, ale navíc jej uchopí zevnitř jako úsilí, jehož viditelná byla pouze stopa. Metafyzik však získává toto přímé, vnitřní a jisté vnímání pouze pro pohyby, které sám koná. Pouze pro ně může zaručit, že jsou skutečnými činy, absolutními pohyby. U pohybů uskutečněných jinými živými bytostmi to již není na základě přímého vnímání, nýbrž ze sympatie, z důvodů analogie, že je povyšuje na nezávislé reality. A o pohybech hmoty obecně nemůže říci nic, ledaže pravděpodobně existují vnitřní změny, podobné či nepodobné úsilí, které se odehrávají kdoví kde a které se našim očím zjevují, jako naše vlastní činy, vzájemnými posuny těles v prostoru. Nemusíme tedy brát v úvahu absolutní pohyb při budování vědy: víme jen výjimečně, kde k němu dochází, a i tehdy by s ním věda neměla co dělat, neboť není měřitelný a věda má za úkol měřit. Věda může a musí z reality uchovat jen to, co je rozprostřeno v prostoru, homogenní, měřitelné, vizuální. Pohyb, který studuje, je tedy vždy relativní a může spočívat pouze ve vzájemném posunu. Zatímco Morus hovořil jako metafyzik, Descartes vymezil s konečnou přesností hledisko vědy. Šel dokonce daleko za vědu své doby, za newtonovskou mechaniku, za naši, formuloval princip, jehož demonstraci bylo vyhrazeno Einsteinovi.

⁽¹⁾ Descartes, *Principy*, II, 29.

⁽²⁾ H. Morus, *Scripta philosophica*, 1679, sv. II, s. 218.

Od Descarta k Einsteinovi

Je totiž pozoruhodné, že radikální relativita pohybu, kterou postuloval Descartes, nemohla být moderní vědou kategoricky potvrzena. Věda, jak ji chápeme od dob Galileiho, jistě přála tomu, aby pohyb byl relativní. S oblibou jej tak prohlašovala. Ale zacházela s ním v souladu s tímto tvrzením jen vlažně a nedůsledně. Důvodů k tomu bylo dva. Za prvé, věda se střetává se zdravým rozumem jen v míře nezbytně nutné. Jestliže je každý přímočarý a nezrychlený pohyb zjevně relativní, jestliže tedy ve vědeckém pohledu je kolejnice v pohybu vůči vlaku stejně jako vlak vůči kolejnicím, vědec přesto neřekne nic jiného, než že kolejnice je nehybná; bude mluvit jako všichni ostatní, když nebude mít zájem vyjadřovat se jinak. Ale to není podstatné. Důvod, proč věda nikdy netrvala na radikální relativitě rovnoměrného pohybu, je ten, že se cítila neschopna rozšířit tuto relativitu na pohyb zrychlený: přinejmenším se jí ho musela dočasně vzdát. Nejednokrát v průběhu své historie podlehla nutnosti tohoto druhu. Z principu imanentního její metodě obětuje něco hypotéze bezprostředně ověřitelné, která přináší okamžitě užitečné výsledky: pokud se výhoda udrží, bude to tím, že hypotéza byla pravdivá z určitého hlediska, a od té chvíle možná tato hypotéza jednoho dne definitivně přispěje k potvrzení principu, který dočasně odsunula. Tak se newtonovský dynamismus zdál přerušovat vývoj karteziánského mechanismu. Descartes tvrdil, že vše, co spadá do fyziky, je rozprostřeno v pohybu v prostoru: tím podal ideální vzorec univerzálního mechanismu. Ale držet se tohoto vzorce by znamenalo uvažovat globálně o vztahu všeho ke všemu; nebylo možné získat řešení, byť dočasné, jednotlivých problémů jinak než umělým vyčleňováním a izolováním částí z celku: a jakmile se vztah zanedbá, zavádí se síla. Toto zavedení nebylo ničím jiným než tímto vynecháním; vyjadřovalo nutnost, v níž se nachází lidská inteligence studovat realitu po částech, neschopná vytvořit najednou koncepci jak syntetickou, tak analytickou celku. Newtonův dynamismus tedy mohl být – a ve skutečnosti se ukázal být – přípravou k úplné demonstraci karteziánského mechanismu, kterou možná uskutečnil Einstein. Tento dynamismus však zahrnoval existenci absolutního pohybu. Stále ještě bylo možné připustit relativitu pohybu v případě přímočarého nezrychleného posuvu; ale výskyt odstředivých sil v rotačním pohybu zdánlivě dokazoval, že zde máme co do činění s pravou absolutností; a stejně tak bylo nutné považovat za absolutní každý jiný zrychlený pohyb. Taková je teorie, která zůstala klasickou až do Einsteina. Nemohlo to však být nic než dočasné pojetí. Historik mechaniky Mach poukázal na její nedostatečnost⁽¹⁾ a jeho kritika jistě přispěla k vyvolání nových myšlenek. Žádný filozof se nemohl zcela spokojit s teorií, která považovala pohyblivost za pouhý vztah reciprocity v případě rovnoměrného pohybu a za imanentní realitu pohybujícího se tělesa v případě pohybu zrychleného. Pokud jsme my považovali za nutné připustit absolutní změnu všude tam, kde je pozorován prostorový pohyb, pokud jsme soudili, že vědomí úsilí odhaluje absolutní charakter doprovodného pohybu, dodávali jsme, že úvaha o tomto absolutním pohybu se týká pouze našeho poznání vnitřní podstaty věcí, tedy psychologie, která přechází v metafyziku⁽²⁾. Dodávali jsme, že pro fyziku, jejímž úkolem je studovat vztahy mezi vizuálními údaji v homogenním prostoru, musí být každý pohyb relativní. A přesto některé pohyby nemohly být relativní. Nyní již mohou. Už jen z tohoto důvodu teorie obecné relativity představuje významný milník v dějinách myšlení. Nevíme, jaký konečný osud jí fyzika připraví. Ale ať se stane cokoli, pojetí prostorového pohybu, které nacházíme u Descarta a které se tak dobře slučuje s duchem moderní vědy, učinil Einstein vědecky přijatelným jak pro případ pohybu zrychleného, tak pro pohyb rovnoměrný.

⁽¹⁾ Mach, *Die Mechanik in ihrer Entwicklung*, II. vi

⁽²⁾ Hmota a paměť, cit. místo. Srov. Úvod do metafyziky (*Rev. de Métaphysique et de Morale*, leden 1903)

Je pravda, že tato část Einsteinova díla je poslední. Je to teorie relativity „obecná“. Úvahy o čase a současnosti náležely teorii relativity „speciální“ a ta se týkala pouze rovnoměrného pohybu. Ale ve speciální teorii byla jakási výzva k teorii obecné. Neboť ať už byla jakkoli omezená, tedy omezená na rovnoměrný pohyb, byla přesto radikální v tom, že činila pohyblivost vztahem reciprocity. Proč se tedy ještě výslovně nedospělo tak daleko? Proč se i na rovnoměrný pohyb, který byl prohlášen za relativní, aplikovala myšlenka relativity jen vlažně? Protože se vědělo, že se tato myšlenka již nebude hodit pro pohyb zrychlený. Ale jakmile fyzik považoval relativitu rovnoměrného pohybu za radikální, musel se pokusit považovat i pohyb zrychlený za relativní. Už jen z tohoto důvodu speciální teorie relativity vyžadovala za sebou obecnou teorii relativity a nemohla být přesvědčivá ani pro filozofa, pokud se nepodvolila této generalizaci.

Je-li tedy každý pohyb relativní a neexistuje-li žádný absolutní referenční bod, žádný privilegovaný systém, pozorovatel uvnitř systému nebude mít zjevně žádný prostředek, jak zjistit, zda je jeho systém v pohybu nebo v klidu. Řekněme lépe: byl by na omylu, kdyby se tak ptal, protože otázka již nedává smysl; takto se neklade. Je svobodný rozhodnout se, jak se mu zlíbí: jeho systém bude nehybný samotnou definicí, pokud z něj učiní svůj „referenční systém“ a umístí tam svou observatoř. Ani v případě rovnoměrného pohybu to nemohlo být tak, pokud se věřilo v nepohyblivý éter. Nemohlo to být tak v žádném případě, pokud se věřilo v absolutnost zrychleného pohybu. Ale jakmile jsou obě hypotézy zavrženy, kterýkoli systém je v klidu nebo v pohybu podle libosti. Přirozeně bude nutné držet se volby, jakmile je jednou učiněna nehybného systému, a zacházet s ostatními podle toho.

KAPITOLA 5.4.

Šíření a přenos

Nechtěli bychom tuto úvodní část příliš prodlužovat. Musíme však připomenout, co jsme kdysi říkali o představě tělesa a také o absolutním pohybu: tato dvojí úvaha umožnila dospět k závěru o radikální relativitě pohybu jakožto přemístění v prostoru. Co je bezprostředně dáno našemu vnímání, vysvětlovali jsme, je rozprostraněná kontinuita, na níž jsou rozvinuty kvality: konkrétněji jde o kontinuitu vizuálního rozprostření, a tedy barvy. Zde není nic umělého, konvenčního, čistě lidského. Barvy by se nám nepochybně jevily odlišně, kdyby naše oko a vědomí byly utvářeny jinak: přesto by vždy zůstalo něco neotřesitelně reálného, co fyzika nadále rozkládá na elementární vibrace. Zkrátka, dokud hovoříme pouze o kvalitativně určené a kvalitativně proměňované kontinuitě, jako je barevné rozprostření měnící barvu, vyjadřujeme bezprostředně, bez lidské konvence, to, co vnímáme: nemáme žádný důvod předpokládat, že zde nejsme v přítomnosti samotné reality. Každý zdání musí být považováno za realitu, dokud nebylo prokázáno jako iluzorní, a toto prokázání nebylo v daném případě nikdy provedeno: domnívali se, že tak učinili, ale šlo o iluzi; myslíme si, že jsme to dokázali⁽¹⁾. Hmota je nám tedy představována bezprostředně jako realita. Platí to však i o tom či onom tělese, povýšeném na více či méně nezávislou entitu? Vizuální vnímání tělesa vyplývá z rozčlenění, které provádíme v barevném

rozprostření; bylo jím vyčleněno z kontinuity rozprostření. Je velmi pravděpodobné, že toto členění provádějí různé živočišné druhy různě. Mnohé jej nejsou schopny provést; a ty, které jsou, se při této operaci řídí podobou své aktivity a povahou svých potřeb. „Tělesa, psali jsme, jsou vystřižena z látky přírody *vnímáním*, jehož nůžky sledují přerušovanou čáru linií, po nichž by přešla *akce*“⁽²⁾. To říká psychologická analýza. A fyzika to potvrzuje. Rozkládá těleso na téměř neomezený počet elementárních částic; a zároveň nám ukazuje, že toto těleso je spojeno s ostatními tělesy tisíci vzájemnými akcemi a reakcemi. Tím do něj vnáší tolik nespojitosti a na druhé straně mezi ním a zbytkem věcí vytváří tolik kontinuity, že lze tušit, jak mnoho umělého a konvenčního je v našem rozdělování hmoty na tělesa. Ale pokud každé těleso, vzato izolovaně a ukončené tam, kde naše vnímací návyky jej ohraničují, je z velké části bytostí konvence, jak by tomu nemohlo být i s pohybem považovaným za postihující toto těleso izolovaně? Existuje jen jeden pohyb, říkali jsme, který je vnímán zevnitř a o němž víme, že sám o sobě představuje událost: je to pohyb, který před našima očima vyjadřuje naše úsilí. Jinde, když vidíme pohyb vzniknout, vše, čeho jsme si jisti, je, že se ve vesmíru odehrává nějaká změna. Povaha a dokonce přesné místo této změny nám uniká; můžeme pouze zaznamenat určité změny polohy, které jsou jejím vizuálním a povrchním aspektem, a tyto změny jsou nutně vzájemné. Každý pohyb – dokonce i ten náš, pokud je vnímán zvnějšku a vizualizován – je tedy relativní. Samozřejmě platí, že jde pouze o pohyb vážné hmoty. Analýza, kterou jsme právě provedli, to dostatečně ukazuje. Pokud je barva realitou, musí totéž platit pro oscilace, které se v ní jaksi odehrávají: měli bychom je, protože mají absolutní charakter, stále nazývat pohyby? Na druhou stranu, jak postavit na stejnou úroveň akt, kterým se tyto reálné oscilace, prvky kvality a účastníci se toho, co je v kvalitě absolutní, šíří prostorem, a čistě relativní přemístění, nutně vzájemné, dvou systémů S a S' více či méně uměle vyčleněných z hmoty? Hovoří se zde i tam o pohybu; ale má toto slovo v obou případech stejný význam? Řekněme raději *šíření* v prvním případě a *přenos* ve druhém: z našich dřívějších analýz vyplyne, že šíření se musí hluboce lišit od přenosu. Ale pak, když je teorie emise zavržena, šíření světla nepředstavuje přenos částic, nelze očekávat, že rychlost světla vůči systému se bude měnit podle toho, zda je tento systém „v klidu“ nebo „v pohybu“. Proč by měla brát ohled na určitý způsob, čistě lidský, vnímání a pojmání věcí?

⁽¹⁾ *Hmota a paměť*, s. 225 a násl. Viz celá první kapitola

⁽²⁾ *Tvořivý vývoj*, 1907, s. 12-13. Viz *Hmota a paměť*, 1896, celá kap. I; a kap. IV, s. 218 a násl.

KAPITOLA 5.5.

Systemy vztažné

Postavme se tedy otevřeně do hypotézy vzájemnosti. Nyní musíme obecně definovat některé pojmy, jejichž význam se nám dosud v každém jednotlivém případě zdál dostatečně naznačen samotným jejich užíváním. Budeme tedy nazývat „*vztažný systém*“ trojstěn s pravými úhly, vůči němuž se dohodneme určovat polohu všech bodů vesmíru tím, že uvedeme jejich vzdálenosti od tří stěn. Fyzik budující vědu bude připojen k tomuto trojstěnu. Vrchol trojstěnu mu bude obvykle sloužit jako observatoř. Nutně budou body vztažného systému vůči sobě navzájem v klidu. Je však třeba dodat, že v hypotéze relativity bude sám vztažný systém nehybný po celou dobu, kdy jej používáme k vztažení. Co jiného může být totiž stálost trojstěnu v prostoru než vlastnost, kterou

mu přiznáváme, výsadní postavení, které mu na chvíli zajišťujeme tím, že jej přijímáme jako vztažný systém? Dokud zachováváme stacionární éter a absolutní polohy, patří nehybnost skutečně věcem; nezávisí na našem výnosu. Jakmile éter s privilegovaným systémem a pevnými body zmizí, zbývají jen vzájemné pohyby objektů vůči sobě; ale protože se člověk nemůže pohybovat vůči sobě samému, nehybnost bude z definice stavem observatoře, na niž se myšlenkově umístíme: tam je právě trojstěn vztažný. Jistě, nic nebrání předpokládat, že vztažný systém je sám v pohybu. Fyzika k tomu často má důvod a teorie relativity se do této hypotézy ráda staví. Ale když fyzik uvede svůj vztažný systém do pohybu, znamená to, že si prozatím zvolí jiný, který se pak stane nehybným. Je pravda, že tento druhý systém může být myšlenkově uveden do pohybu zase, aniž by myšlenka nutně zvolila za sídlo třetí. Pak však mezi nimi osciluje, střídavě je znehybňuje tak rychlými pohyby tam a zpět, že si může vytvořit iluzi, že oba ponechává v pohybu. V tomto přesném smyslu budeme hovořit o „vztažném systému“.

Na druhé straně budeme nazývat „neměnný systém“ nebo prostě „systém“ jakýkoli soubor bodů, které si zachovávají stejné vzájemné polohy a jsou tedy vůči sobě navzájem v klidu. Země je systém. Nesporně se na jejím povrchu i v jejím nitru odehrává množství pohybů a změn; ale tyto pohyby se drží v pevném rámci: chci říci, že na Zemi lze najít tolik pevných bodů, kolik jen budeme chtít, které jsou vůči sobě navzájem nehybné, a přidržel se výhradně jich, zatímco události odehrávající se v mezilehlých prostorech přecházejí do stavu pouhých představ: nebyly by ničím více než obrazy postupně se rýsující ve vědomí pozorovatelů nehybných v těchto pevných bodech.

Nyní může být „systém“ obecně povýšen na „vztažný systém“. Budeme tím rozumět, že se dohodneme umístit do tohoto systému vztažný systém, který jsme si zvolili. Někdy bude třeba uvést konkrétní bod systému, kde umístíme vrchol trojstěnu. Nejčastěji to nebude nutné. Tak systém Země, když budeme uvažovat pouze jeho stav klidu nebo pohybu vůči jinému systému, může být pro nás chápán jako prostý hmotný bod; tento bod se pak stane vrcholem našeho trojstěnu. Nebo také, ponecháme-li Zemi její rozměr, budeme předpokládat, že trojstěn je umístěn kdekoli na ní.

Přechod od „systému“ k „vztažnému systému“ je ostatně plynulý, pokud se držíme teorie relativity. Je totiž podstatné pro tuto teorii rozptýlit ve svém „vztažném systému“ neomezený počet hodin vzájemně seřízených, a tudíž i pozorovatelů. Vztažný systém tedy již nemůže být pouhý trojstěn vybavený jediným pozorovatelem. Připouštím, že „hodiny“ a „pozorovatelé“ nemají nic hmotného: pod „hodinami“ se zde jednoduše rozumí ideální zaznamenávání času podle určitých zákonů nebo pravidel, a pod „pozorovatelem“ ideální čtenáře ideálně zaznamenaného času. Nicméně je pravda, že si nyní představujeme možnost hmotných hodin a živých pozorovatelů ve všech bodech systému. Tendence mluvit zaměnitelně o „systému“ nebo „vztažném systému“ byla ostatně imanentní teorii relativity od samého počátku, neboť právě znehybněním Země, přijetím tohoto globálního systému za vztažný systém, se vysvětlila neměnnost výsledku Michelsonova-Morleyova experimentu. Ve většině případů asimilace vztažného systému s globálním systémem tohoto druhu nepředstavuje žádnou nevýhodu. A může mít velké výhody pro filosofa, který bude například zkoumat, do jaké míry jsou Einsteinovy časy reálnými časy, a bude k tomu nucen umístit pozorovatele z masa a kostí, vědomé bytosti, do všech bodů vztažného systému, kde jsou „hodiny“.

Takové jsou předběžné úvahy, které jsme chtěli předložit. Věnujeme jim mnoho místa. Ale proto, že jsme nedefinovali s přesností používané termíny, protože jsme si nedostatečně zvykli vidět v relativitě vzájemnost, protože jsme neměli neustále na mysli vztah radikální relativity k relativitě zmírněné a nebyli jsme proti záměně mezi nimi dostatečně zabezpečeni, konečně proto, že jsme nedůkladně probádali přechod od fyzického k matematickému, mýlili jsme se tak vážně o filosofickém smyslu úvah o času v teorii relativity. Dodejme, že jsme se také málo zabývali samotnou povahou času. Právě tím však bylo třeba začít. Zastavme se u tohoto bodu. S analýzami a rozlišeními, které jsme právě provedli, s úvahami, které předložíme o času a jeho měření, bude snadné přistoupit k výkladu Einsteinovy teorie.

KAPITOLA 6.

O povaze času

Následnost a vědomí

Není pochyb, že se čas pro nás nejprve ztotožňuje s kontinuitou našeho vnitřního života. Co je to za kontinuitu? Je to kontinuita plynutí nebo přechodu, ale plynutí a přechodu, které si vystačí samy o sobě, plynutí nepředpokládá věc, která plyne, a přechod nepředpokládá stavy, jimiž procházíme: věc a stav jsou jen uměle pořízené momentky přechodu; a tento přechod, jediný přirozeně prožívaný, je samotné trvání. Je pamětí, nikoli však osobní pamětí, vnější k tomu, co uchovává, odlišnou od minulosti, jejíž zachování by zajišťovala; je to paměť vnitřní vůči změně samotné, paměť, která prodlužuje předcházející v následujícím a brání jim být pouhými okamžiky objevujícími se a mizejícími v přítomnosti, která by se neustále znovu rodila. Melodie, kterou posloucháme se zavřenýma očima, myslíce jen na ni, je velmi blízko tomu, aby se ztotožnila s tímto časem, který je samotnou plynulostí našeho vnitřního života; má však stále příliš mnoho kvalit, příliš mnoho určeností, a bylo by třeba nejprve setřít rozdíl mezi tóny, poté zrušit charakteristické rysy samotného tónu, nezachovat z něj než pokračování předchozího v následujícím a nepřerušovaný přechod, mnohost bez dělitelnosti a následnost bez oddělení, abychom konečně znovu našli základní čas. Taková je bezprostředně vnímaná doba trvání, bez níž bychom neměli žádnou představu o čase.

KAPITOLA 6.2.

Původ představy univerzálního času

Jak přecházíme od tohoto vnitřního času k času věcí? Vnímáme hmotný svět a toto vnímání se nám, právem či neprávem, jeví zároveň jako v nás i mimo nás: na jedné straně je to stav vědomí; na druhé povrchová vrstva hmoty, kde by se setkávalo vnímající s vnímaným. Každému okamžiku našeho vnitřního života tak odpovídá okamžik našeho těla a veškeré okolní hmoty, který by mu byl „současný“: tato hmota se pak zdá účastna našeho vědomého trvání⁽¹⁾. Postupně rozšiřujeme toto trvání na celý hmotný svět, protože nevidíme důvod omezit je na bezprostřední okolí našeho těla: vesmír se nám jeví jako jediný celek; a pokud část kolem nás trvá naším způsobem, musí

tomu být stejně, domníváme se, i s částí, která ji obklopuje, a tak dále do nekonečna. Tak vzniká představa Trvání vesmíru, tedy neosobního vědomí, které by bylo pojátkem mezi všemi individuálními vědomími, stejně jako mezi těmito vědomími a zbytkem přírody⁽²⁾. Takové vědomí by v jediném okamžikovém vnímání uchopilo mnohočetné události rozptýlené v různých bodech prostoru; současnost by přesně byla možností, aby dvě či více událostí vstoupily do jediného okamžikového vnímání. Co je na tomto způsobu představování věcí pravdivé a co iluzorní? Pro tuto chvíli není důležité rozlišovat pravdu od omylu, nýbrž jasně vidět, kde končí zkušenost a kde začíná hypotéza. Není pochyb, že naše vědomí cítí, jak trvá, ani že naše vnímání je součástí našeho vědomí, ani že do našeho vnímání vstupuje něco z našeho těla a okolní hmoty⁽³⁾: tedy naše trvání a určitá vnímaná, prožívaná účast našeho hmotného okolí na tomto vnitřním trvání jsou zkušenostní fakty. Ale zaprvé, jak jsme ukázali dříve, povaha této účasti je neznámá: mohla by spočívat ve vlastnosti vnějších věcí, které samy netrvají, projevovat se v našem trvání, pokud na nás působí, a tak rytmizovat či vytyčovat průběh našeho vědomého života⁽⁴⁾. Zadruhé, i kdychom připustili, že toto okolí „trvá“, nic nedokazuje, že bychom nacházeli stejné trvání, když změním prostředí: mohla by koexistovat různá trvání, chci říci různě rytmizovaná. Dříve jsme vyslovili hypotézu tohoto druhu ohledně živých druhů. Rozlišovali jsme trvání s vyšším či nižším napětím, charakteristická pro různé stupně vědomí, která by byla rozložena podél živočišné říše. Tehdy jsme však neviděli, ani dnes nevidíme, důvod rozšířit tuto hypotézu o mnohosti trvání na hmotný vesmír. Nechali jsme otevřenou otázku, zda je vesmír dělitelný či nikoli na vzájemně nezávislé světy; náš vlastní svět se svým zvláštním životním elánem nám stačil. Ale kdybychom měli rozhodnout, v současném stavu našich znalostí bychom se přiklonili k hypotéze jednoho univerzálního hmotného Času. Je to jen hypotéza, ale je založena na analogickém uvažování, které musíme považovat za přesvědčivé, dokud nám nebude nabídnuto něco uspokojivějšího. Toto sotva vědomé uvažování by se formulovalo, věříme, následovně. Všechna lidská vědomí jsou stejné povahy, vnímají stejným způsobem, pohybují se jaksi stejným krokem a žijí stejné trvání. Nic nám přitom nebrání představit si tolik lidských vědomí, kolik chceme, rozptýlených tu a tam po celém vesmíru, ale právě tak blízko sebe, aby každá dvě po sobě jdoucí, náhodně vybraná, měla společnou krajní část pole své vnější zkušenosti. Každá z těchto dvou vnějších zkušeností se účastní trvání každého ze dvou vědomí. A protože obě vědomí mají stejný rytmus trvání, musí tomu být stejně i u obou zkušeností. Obě zkušenosti však mají společnou část. Tímto pojátkem se pak spojují v jedinou zkušenost, probíhající v jediném trvání, které bude, dle libosti, trváním jednoho či druhého ze dvou vědomí. Tento postup se může opakovat krok za krokem, takže jediné trvání spojí události celého hmotného světa; a pak můžeme odstranit lidská vědomí, která jsme nejprve rozmístili tu a tam jako jakési přestupní stanice pro pohyb naší myšlenky: nezůstane nic než neosobní čas, v němž vše plyne. Takto formulována víra lidstva obsahuje možná více přesnosti, než je vhodné. Každý z nás se obvykle spokojí s neurčitým rozšiřováním svého bezprostředního hmotného okolí, které, protože je jím vnímáno, se účastní trvání jeho vědomí. Jakmile se však tento pokus zpřesní, jakmile se pokusíme jej ospravedlnit, přistihneme se při zdvojování a množení našeho vědomí, přenášíme je na nejzazší hranice naší vnější zkušenosti, pak na konec nového pole zkušenosti, které jsme si takto nabídli, a tak dále do nekonečna: jsou to skutečně četná vědomí vzešlá z našeho, podobná nám, která pověřujeme vytvořením řetězu napříč nesmírností vesmíru a dosvědčením totožnosti jejich vnitřních trvání a souvislosti jejich vnějších zkušeností jednoty neosobního Času. Taková je hypotéza zdravého rozumu. Tvrdíme, že stejně

dobře by mohla být hypotézou Einsteina a že teorie relativity je spíše stvořena k potvrzení myšlenky času společného všem věcem. Tato myšlenka, hypotetická ve všech případech, se nám dokonce jeví nabývat zvláštní přesvědčivosti a konzistence v teorii relativity, chápané tak, jak má být chápána. Takový je závěr, který vyplyne z naší analytické práce. To však pro tuto chvíli není důležité. Ponechme stranou otázku jediného Času. Co chceme stanovit, je, že nelze mluvit o realitě, která trvá, aniž bychom do ní nezavedli vědomí. Metafyzik přímo zavede univerzální vědomí. Zdravý rozum na něj bude myslet neurčitě. Matematik, pravda, se o něj nebude muset starat, protože se zajímá o měření věcí, ne o jejich povahu. Ale kdyby se ptal, co měří, kdyby upřel svou pozornost na čas samotný, nutně by si představil posloupnost, a tedy před a po, a tedy most mezi nimi (jinak by tu byl jen jeden z nich, čistě okamžitý): a znovu, nemožné si představit či pochopit spojovací článek mezi před a po bez prvku paměti, a tedy vědomí.

⁽¹⁾ Pro rozvoj zde předložených názorů viz *Essai sur les données immédiates de la Conscience*, Paříž, 1889, hlavně kap. II a III; *Matière et Mémoire*, Paříž, 1896, kap. I a IV; *L'Évolution créatrice*, *passim*. Srov. *Introduction à la métaphysique*, 1903; a *La perception du changement*, Oxford, 1911

⁽²⁾ Srov. naše práce citované výše

⁽³⁾ Viz *Matière et Mémoire*, kap. I

⁽⁴⁾ Viz *Esej o bezprostředních datech vědomí*, zejména str. 82 a násl.

Možná budeme mít odpor k použití tohoto slova, pokud mu přikládáme antropomorfní význam. Ale není třeba brát svou vlastní paměť a přenášet ji, byť zeslabenou, do nitra věci, abychom si představili něco, co trvá. I kdybychom její intenzitu sebevíc snížili, riskujeme, že v ní ponecháme do jisté míry rozmanitost a bohatost vnitřního života; uchováme jí tedy její osobní, v každém případě lidský charakter. Musíme jít opačnou cestou. Měli bychom uvažovat okamžik ve vývoji vesmíru, tedy jakýsi snímek, který by existoval nezávisle na jakémkoli vědomí, a pak se pokusit současně vyvolat jiný okamžik co nejbližší tomu prvnímu, a tak do světa vnést minimum času, aniž bychom s ním vpustili sebemenší záblesk paměti. Uvidíme, že je to nemožné. Bez elementární paměti, která by oba okamžiky spojovala, by byl jen jeden nebo druhý, tedy jediný okamžik, žádné před a po, žádná posloupnost, žádný čas. Můžeme této paměti přiznat jen tolik, kolik je nezbytné pro spojení; bude to, chcete-li, samo toto spojení, pouhé prodloužení předchozího do bezprostředně následujícího s neustále obnovovaným zapomínáním všeho, co není bezprostředně předcházející okamžik. Nicméně jsme zavedli paměť. Ve skutečnosti je nemožné rozlišit mezi trváním, byť sebekratším, které odděluje dva okamžiky, a pamětí, která by je spojovala, protože trvání je v podstatě pokračováním toho, co již není, v tom, co je. To je skutečný čas, chci říci vnímaný a prožívaný. To je také jakýkoli čas, který si dokážeme představit, protože nelze myslet čas, aniž bychom si ho nepředstavovali jako vnímaný a prožívaný. Trvání tedy předpokládá vědomí; a vkládáme vědomí do základu věcí právě tím, že jim přisuzujeme čas, který trvá.

KAPITOLA 6.3.

Skutečné trvání a měřitelný čas

Ať už čas necháme v sobě, nebo ho umístíme mimo sebe, čas, který trvá, není měřitelný. Měření, které není čistě konvenční, totiž předpokládá dělení a kladení na sebe. Avšak nelze klást na sebe

po sobě jdoucí trvání, abychom ověřili, zda jsou stejná či různá; podle předpokladu jedno již není, když druhé nastává; představa zjištělné rovnosti zde ztrácí veškerý smysl. Na druhou stranu, pokud se skutečné trvání stane dělitelným, jak uvidíme, díky souvislosti, která se vytváří mezi ním a linií, která je jeho symbolem, spočívá samo v nedělitelném a celkovém postupu.

Poslouchejte melodii se zavřenýma očima, myslíte jen na ni, už ji neskládejte na pomyslný papír nebo klávesnici z tónů, které jste si pro sebe uchovali, které se pak staly současnými a vzdaly se své plynulé časové kontinuity, aby ztuhly v prostoru: znovu objevíte nedělenou, nedělitelnou melodii nebo její část, kterou jste vrátili do čistého trvání. Naše vnitřní trvání, uvažované od prvního do posledního okamžiku našeho vědomého života, je něco takového jako tato melodie. Naše pozornost se od ní může odvrátit, a tedy i od její nedělitelnosti; ale když se pokusíme ji rozčlenit, je to, jako bychom náhle prohnali čepel plamenem: rozdělíme jen prostor, který zabírá. Když pozorujeme velmi rychlý pohyb, jako je pohyb padající hvězdy, jasně rozlišujeme ohnivou čáru, dělitelnou podle libosti, od nedělitelné pohyblivosti, kterou podpírá: tato pohyblivost je čisté trvání. Neosobný a univerzální čas, existuje-li, se může donekonečna prodlužovat z minulosti do budoucnosti: je to jeden kus; části, které v něm rozlišujeme, jsou prostě částmi prostoru, který kreslí jeho stopu a který se v našich očích stává jeho ekvivalentem; rozdělujeme rozvinuté, ale ne rozvíjení. Jak přecházíme od rozvíjení k rozvinutému, od čistého trvání k měřitelnému času? Snadno si lze představit mechanismus této operace.

Když přejíždím prstem po listu papíru, aniž bych se na něj díval, pohyb, který vykonávám, vnímaný zevnitř, je kontinuita vědomí, něco z mého vlastního toku, zkrátka trvání. Když teď otevřu oči, vidím, že můj prst na papíře zanechává stopu, která přetrvává, kde je všechno vedle sebe a už ne po sobě; mám tu rozvinuté, což je záznam účinku pohybu, a zároveň jeho symbol. Tato čára je dělitelná, měřitelná. Když ji rozdělím a změřím, mohu tedy říci, je-li mi to výhodné, že měřím trvání pohybu, který ji vykresluje.

Je tedy pravda, že čas se měří prostřednictvím pohybu. Ale je třeba dodat, že pokud je tato míra času pohybem možná, je to hlavně proto, že jsme schopni pohyb sami vykonávat a že tyto pohyby mají pak dvojí aspekt: jako svalový pocit jsou součástí proudu našeho vědomého života, trvají; jako vizuální vnímání opisují trajektorii, dávají se jako prostor. Říkám "hlavně", protože bychom si přísně vzato mohli představit vědomou bytost omezenou na vizuální vnímání, která by přesto dokázala vytvořit představu měřitelného času. Musel by pak její život probíhat v kontemplaci vnějšího pohybu, který se donekonečna prodlužuje. Musel by také umět extrahovat z pohybu vnímaného v prostoru, který se podílí na dělitelnosti své trajektorie, čistou pohyblivost, chci říci nepřerušenou souvislost předchozího a následujícího, která je vědomí dána jako nedělitelný fakt: tuto distinkci jsme učinili dříve, když jsme mluvili o ohnivé čáře nakreslené padající hvězdou. Takové vědomí by mělo kontinuitu života tvořenou nepřetržitým pocitem vnější pohyblivosti, která by se neomezeně rozvíjela. A nepřerušenost rozvíjení by zůstala odlišná od dělitelné stopy zanechané v prostoru, která je opět rozvinutá. Ta se dělí a měří, protože je prostorem. Ta druhá je trvání. Bez nepřetržitého rozvíjení by nebylo nic než prostor, a prostor, který už nepodpírá trvání, by nepředstavoval čas.

Nyní nic nebrání předpokládat, že každý z nás vykonává v prostoru nepřetržitý pohyb od začátku do konce svého vědomého života. Mohl by chodit ve dne v noci. Vyplnil by tak cestu koextenzivní svému vědomému životu. Celá jeho historie by se pak odehrávala v měřitelném čase.

Je to právě taková cesta, na kterou myslíme, když mluvíme o neosobním čase? Ne zcela, protože žijeme společenský a dokonce kosmický život, stejně jako život individuální. Přirozeně nahrazujeme cestu, kterou bychom podnikli my, cestou jakékoli jiné osoby, pak jakýmkoli nepřerušovaným pohybem, který by s ní byl současný. Nazývám „současnými“ dva toky, které jsou pro mé vědomí *jedním* nebo *dvěma* bez rozdílu, mé vědomí je vnímá společně jako jediný proud, pokud se mu zlíbí věnovat jim nedělený akt pozornosti, nebo je naopak po celou dobu rozlišuje, pokud dává přednost rozdělení své pozornosti mezi ně, ba dokonce dělá obojí zároveň, pokud se rozhodne pozornost rozdělit, a přesto ji nepřerušit. Nazývám „současnými“ dva okamžité vjemy zachycené v jediném aktu ducha, přičemž pozornost zde opět může z nich učinit jeden nebo dva, dle libosti. To řečeno, je snadné vidět, že máme plný zájem přijmout za „*plynutí času*“ pohyb nezávislý na pohybu našeho vlastního těla. Abych byl upřímný, již jej nacházíme přijatý. Společnost jej pro nás zvolila. Je to pohyb rotace Země. Ale pokud jej přijímáme, pokud chápeme, že je to čas a nikoli pouze prostor, je to proto, že cesta našeho vlastního těla je stále přítomna, virtuálně, a že *mohla* být pro nás plynutím času.

KAPITOLA 6.4.

O bezprostředně vnímané současnosti: současnost toků a současnost v okamžiku

Mimochodem, nezáleží na tom, zda přijmeme jako měřič času jeden pohybující se objekt nebo jiný, jakmile jsme externalizovali své vlastní trvání do pohybu v prostoru, zbytek následuje. Od té chvíle se nám čas bude jevit jako rozvíjení vlákna, tedy jako dráha pohybujícího se objektu určeného k jeho měření. Řekneme, že jsme změřili čas tohoto rozvíjení a následně také čas univerzálního plynutí.

Ale žádná věc by se nám nezdála plynout s vláknem, každý současný okamžik vesmíru by pro nás nebyl koncem vlákna, kdybychom neměli k dispozici pojem současnosti. Její roli v Einsteinově teorii uvidíme později. Prozatím bychom rádi zdůraznili její psychologický původ, o kterém jsme se již zmínili. Teoretici relativity hovoří pouze o současnosti dvou okamžiků. Před ní však existuje jiná, jejíž idea je přirozenější: současnost dvou toků. Řekli bychom, že je v samé podstatě naší pozornosti umět se dělit, aniž by se rozštěpila. Když sedíme na břehu řeky, proud vody, plavba lodi nebo let ptáka, nepřetržitý šum našeho vnitřního života jsou pro nás třemi různými věcmi nebo jednou, dle libosti. Můžeme vše internalizovat, zabývat se jediným vjemem, který zachycuje všechny tři toky v jejich běhu; nebo můžeme nechat první dva vnější a rozdělit svou pozornost mezi vnitřní a vnější; nebo lépe, můžeme dělat obojí zároveň, naše pozornost spojuje a přitom odděluje tři proudy, díky zvláštnímu privilegii, které má být jedna a mnohá. Taková je naše první idea současnosti. Nazýváme pak současnými dva vnější toky, které zaujímají stejné trvání, protože oba jsou obsaženy v trvání stejného třetího, našeho: toto trvání je pouze naše, když se naše vědomí soustředí jen na nás, ale stává se stejně tak jejich, když naše pozornost zahrnuje všechny tři toky v jediném neděleném aktu.

Nyní, od současnosti dvou toků bychom nikdy nepřešli k současnosti dvou okamžiků, pokud bychom zůstali v čistém trvání, protože každé trvání je hutné: skutečný čas nemá okamžiky. Ale

přirozeně vytváříme ideu okamžiku a také ideu současných okamžiků, jakmile si zvykneme převádět čas na prostor. Neboť pokud trvání nemá okamžiky, přímka končí body⁽¹⁾. A od chvíle, kdy trvání přiřadíme přímku, budou částem přímky odpovídat „části trvání“ a konci přímky „konec trvání“: tím bude okamžik – něco, co aktuálně neexistuje, ale virtuálně. Okamžik je to, co by ukončilo trvání, kdyby se zastavilo. Ale ono se nezastavuje. Skutečný čas tedy nemůže poskytnout okamžik; ten pochází z matematického bodu, tedy z prostoru. A přesto, bez skutečného času, by bod byl jen bodem, nebyl by okamžik. Okamžitost tedy znamená dvě věci: kontinuitu skutečného času, myslím trvání, a prostorově chápaný čas, myslím přímku, která popsána pohybem se tím stala symbolem času: tento prostorově chápaný čas, který zahrnuje body, se odráží na skutečném čase a vyvolává v něm okamžik. To by nebylo možné bez tendence – plodné iluzí – která nás vede aplikovat pohyb *proti* uraženému prostoru, ztotožnit trajektorii s trajektem a pak rozložit pohyb procházející přímku, jako rozkládáme přímku samotnou: pokud jsme si oblíbili rozlišovat na přímce body, tyto body se pak stanou „*polohami*“ pohybujícího se objektu (jako by ten, pohybující se, mohl někdy *splývat* s něčím, co je v klidu! jako by se tím okamžitě nevzdával pohybu!). Poté, co jsme na dráze pohybu označili polohy, tedy konce dílčích úseků přímky, přiřadíme je k „*okamžikům*“ kontinuity pohybu: pouhé virtuální zastávky, čisté představy ducha. Dříve jsme popsali mechanismus této operace; také jsme ukázali, jak obtíže vznesené filosofy kolem otázky pohybu mizí, jakmile pochopíme vztah okamžiku k prostorově chápanému času, toho k čistému trvání. Omezme se zde na konstatování, že tato operace, ať se zdá jakkoli sofistikovaná, je pro lidského ducha přirozená; provádíme ji instinktivně. Recept je uložen v jazyce.

⁽¹⁾ Že koncept matematického bodu je mimochodem přirozený, dobře vědí ti, kteří učili děti trochu geometrie. Ty nejodolnější vůči prvním základům si ihned a bez obtíží představí přímku bez tloušťky a body bez rozměru.

Okamžitá současnost a současnost proudění jsou tedy odlišné věci, které se však vzájemně doplňují. Bez současnosti proudění bychom nepovažovali tyto tři pojmy – kontinuitu našeho vnitřního života, kontinuitu dobrovolného pohybu, který naše myšlenka nekonečně prodlužuje, kontinuitu jakéhokoli pohybu prostorem – za vzájemně zaměnitelné. Skutečná doba trvání a prostorově chápaný čas by tedy nebyly rovnocenné, a proto by pro nás neexistoval čas vůbec; existovala by pouze doba trvání každého z nás. Na druhou stranu však tento čas nelze měřit bez okamžité současnosti. Tato okamžitá současnost je nezbytná: 1° k zaznamenání současnosti jevu a okamžiku na hodinách, 2° k vyznačení, po celou dobu našeho vlastního trvání, současností těchto okamžiků s momenty našeho trvání, které jsou vytvářeny samotným aktem vyznačování. Z těchto dvou aktů je první zásadní pro měření času. Bez druhého bychom však měli jen libovolné měření, dospěli bychom k číslu představujícímu cokoli, nepomysleli bychom na čas. Je to tedy současnost mezi dvěma okamžiky dvou pohybů mimo nás, která nám umožňuje měřit čas; ale je to současnost těchto okamžiků s momenty vyznačenými jimi podél našeho vnitřního trvání, která činí toto měření měřením času.

KAPITOLA 6.5.

O současnosti vyznačené hodinami

Budeme se muset na tyto dva body podrobněji zaměřit. Nejprve však otevřeme závorku. Právě jsme rozlišili dva druhy „okamžité současnosti“: žádný z nich není ta současnost, o které se nejvíce mluví v teorii relativity, mám na mysli současnost mezi údaji dvou hodin vzdálených od sebe. O té jsme hovořili v první části naší práce; budeme se jí speciálně zabývat za chvíli. Je však zřejmé, že samotná teorie relativity se neubrání uznání obou druhů současnosti, které jsme právě popsali: omezí se na přidání třetí, té, která závisí na regulaci hodin. Ukážeme nepochybně, že údaje dvou hodin H a H' vzdálených od sebe, vzájemně seřizovaných a ukazujících stejný čas, jsou nebo nejsou současné podle úhlu pohledu. Teorie relativity má právo to tvrdit – uvidíme za jakých podmínek. Tím však uznává, že událost E , odehrávající se vedle hodin H , je dána jako současná s údajem hodin H ve zcela jiném smyslu – ve smyslu, který psycholog připisuje slovu současnost. A totéž platí pro současnost události E' s údajem „sousedních“ hodin H' . Neboť pokud bychom nezačali uznáním tohoto druhu současnosti, absolutní a nezávislé na regulaci hodin, hodiny by byly k ničemu. Byly by to mechanismy, se kterými bychom si jen hráli a vzájemně je porovnávali; nebyly by používány k klasifikaci událostí; zkrátka existovaly by samy pro sebe a ne k našemu užítku. Ztratily by svůj smysl jak pro teoretika relativity, tak pro kohokoli jiného, neboť i on je zapojuje pouze k zaznamenání času události. Nyní je velmi pravda, že takto chápaná současnost je pozorovatelná mezi okamžiky dvou proudění pouze tehdy, pokud proudění probíhají „na stejném místě“. Je také velmi pravda, že zdravý rozum i věda dosud rozšiřovaly a priori tuto koncepci současnosti na události vzdálené libovolně daleko. Představovali si nepochybně, jak jsme řekli výše, vědomí koextenzivní s vesmírem, schopné obsáhnout obě události v jediném okamžitém vnímání. Především však aplikovali princip vlastní každé matematické reprezentaci věcí, který platí stejně pro teorii relativity. Nacházíme zde myšlenku, že rozlišení „malého“ a „velkého“, „málo vzdáleného“ a „velmi vzdáleného“, nemá vědeckou hodnotu, a že pokud můžeme mluvit o současnosti mimo jakoukoli regulaci hodin, nezávisle na jakémkoli úhlu pohledu, když jde o událost a hodiny blízko sebe, máme stejné právo tak činit, když je vzdálenost velká mezi hodinami a událostí nebo mezi oběma hodinami. Neexistovala by fyzika, astronomie, žádná možná věda, kdybychom vědci odpírali právo schematicky znázornit na listu papíru celý vesmír. Implicitně tedy připouštíme možnost redukce bez deformace. Domníváme se, že rozměr není absolutnem, že existují pouze vztahy mezi rozměry, a že vše by se odehrálo stejně ve vesmíru libovolně zmenšeném, pokud by byly zachovány vztahy mezi částmi. Jak však potom zabránit naší představivosti, ba i našemu chápání, aby zacházely se současností údajů dvou hodin velmi vzdálených od sebe jako se současností dvou hodin blízkých, tedy umístěných „na stejném místě“? Mikrob by mezi dvěma „sousedními“ hodinami našel obrovský interval; a nepřipustil by existenci absolutní současnosti, intuitivně vnímané, mezi jejich údaji. Einsteinovec více než Einstein, nehovořil by zde o současnosti, ledaže by mohl zaznamenat stejné údaje na dvou mikrobiálních hodinách, vzájemně seřizovaných optickými signály, které by nahradily naše dvě „sousední“ hodiny. Současnost, která je v našich očích absolutní, by byla v jeho očích relativní, neboť by absolutní současnost přisuzoval údajům dvou mikrobiálních hodin, které by zase spatřil (a které by stejně nesprávně spatřil) „na stejném místě“. To však nyní není podstatné: nekritizujeme Einsteinovu koncepci; chceme pouze ukázat, na čem spočívá přirozené rozšíření pojmu současnosti, které se vždy praktikovalo, poté, co bylo čerpáno ze zjištění dvou „sousedních“ událostí. Tato analýza, dosud málo pokusně zpracovaná, nám odhaluje skutečnost, z níž by ostatně teorie relativity mohla těžit. Vidíme, že pokud náš duch přechází s takovou lehkostí od malé vzdálenosti k velké, od

současnosti mezi blízkými událostmi k současnosti mezi vzdálenými událostmi, pokud rozšiřuje absolutní charakter prvního případu na druhý, je to proto, že je zvyklý věřit, že lze libovolně měnit rozměry všech věcí za podmínky zachování jejich vztahů. Ale je čas tuto závorku uzavřít. Vraťme se k intuitivně vnímané současnosti, o níž jsme hovořili na začátku, a k dvěma tvrzením, která jsme vyslovili: 1° je to současnost mezi dvěma okamžiky dvou pohybů mimo nás, která nám umožňuje měřit časový interval; 2° je to současnost těchto okamžiků s momenty vyznačenými jimi podél našeho vnitřního trvání, která činí toto měření měřením času.

KAPITOLA 6.6.

Čas, který se odvíjí

První bod je zřejmý. Jak jsme viděli výše, vnitřní trvání se externalizuje v prostorovém čase a tento čas, spíše prostor než čas, je měřitelný. Od této chvíle budeme měřit jakýkoli časový interval prostřednictvím něj. Protože jsme jej rozdělili na části odpovídající stejně dlouhým prostorům, které jsou definicí stejné, budeme mít v každém bodě dělení konec intervalu, okamžik, a za jednotku času budeme brát interval samotný. Můžeme pak uvažovat jakýkoli pohyb probíhající vedle tohoto modelového pohybu, jakoukoli změnu: po celou dobu tohoto plynutí budeme zaznamenávat "současnosti v okamžiku". Tolikrát, kolik těchto současností zjistíme, tolik jednotek času napočítáme pro trvání jevu. Měření času tedy spočívá v počítání současností. Jakékoli jiné měření předpokládá možnost přímo nebo nepřímo superponovat měrnou jednotku na měřený objekt. Jakékoli jiné měření se tedy týká intervalů mezi konci, i když se ve skutečnosti omezíme na počítání těchto konců. Ale když jde o čas, můžeme jen počítat konce: jednoduše se dohodneme, že tím jsme změřili interval. Pokud nyní poznamenáme, že věda pracuje výhradně s měřeními, zjistíme, že pokud jde o čas, věda počítá okamžiky, zaznamenává současnosti, ale zůstává bez vlivu na to, co se děje v intervalech. Může donekonečna zvyšovat počet konců, donekonečna zužovat intervaly; ale interval jí vždy uniká, ukazuje jí jen své konce. Kdyby se všechny pohyby ve vesmíru náhle stejnou měrou zrychlily, včetně toho, který slouží k měření času, něco by se změnilo pro vědomí, které by nebylo spojeno s intracerebrálními molekulárními pohyby; mezi východem a západem slava by nedostalo stejné obohacení; zaznamenalo by tedy změnu; dokonce i hypotéza současného zrychlení všech pohybů ve vesmíru má smysl pouze tehdy, představíme-li si divácké vědomí, jehož kvalitativní trvání připouští více či méně, aniž by proto bylo přístupné měření⁽¹⁾. Ale změna by existovala pouze pro toto vědomí schopné srovnávat plynutí věcí s plynutím vnitřního života. Z hlediska vědy by se nic nezměnilo. Jděme dále. Rychlost plynutí tohoto vnějšího a matematického času by se mohla stát nekonečnou, všechny minulé, přítomné a budoucí stavy vesmíru by mohly být dány najednou, místo plynutí by mohlo být jen rozvinuté: pohyb reprezentující čas by se stal čarou; každému dělení této čáry by odpovídala stejná část rozvinutého vesmíru, která jí odpovídala před chvílí v rozvíjejícím se vesmíru; pro vědu by se nic nezměnilo. Její vzorce a výpočty by zůstaly stejné.

⁽¹⁾ Je zřejmé, že hypotéza by ztratila na významu, kdybychom si vědomí představovali jako "epifenomén", nadstavující se nad mozkové jevy, jejichž výsledkem nebo vyjádřením by pouze bylo. Nemůžeme se zde zabývat touto teorií vědomí-fenoménu, kterou je stále více zvykem považovat za libovolnou. Podrobně jsme ji rozebírali v několika svých pracích, zejména v prvních třech kapitolách *Matière et Mémoire* a v různých esejích z *L'Energie spirituelle*. Omezme se na připomenutí: 1° že tato teorie se nijak neodvozuje od faktů; 2° že její metafyzické kořeny lze snadno vysledovat; 3° že doslova přijatá by byla v rozporu sama se sebou (k tomuto poslednímu bodu a k oscilaci, kterou teorie implikuje

KAPITOLA 6.7.

Rozvinutý čas a čtvrtá dimenze

Je pravda, že v okamžiku, kdy bychom přešli od plynutí k rozvinutému, museli bychom prostoru přidat další dimenzi. Upozorňovali jsme na to před více než třiceti lety⁽¹⁾, že prostorový čas je ve skutečnosti čtvrtou dimenzí prostoru. Jen tato čtvrtá dimenze nám umožní postavit vedle sebe to, co je dáno v posloupnosti: bez ní bychom neměli místo. Ať má vesmír tři dimenze, nebo dvě, nebo jednu, ať nemá žádnou a redukuje se na bod, vždy lze nekonečnou posloupnost všech jeho událostí převést na okamžitou nebo věčnou juxtapozici pouhým přiznáním další dimenze. Nemá-li žádnou, redukuje-li se na bod, který se donekonečna mění kvalitativně, lze předpokládat, že rychlost sledu kvalit se stane nekonečnou a že tyto kvalitativní body jsou dány najednou, za předpokladu, že tomuto bezrozměrnému světu přidáme čáru, na které se body juxtapozicují. Měl-li již jednu dimenzi, byl-li lineární, byly by třeba dvě dimenze, aby se juxtapozicovaly kvalitativní čáry – každá nekonečná – které byly po sobě jdoucími momenty jeho historie. Totéž platí, měl-li dvě, byl-li povrchový, nekonečná plátna, na nichž by se nekonečně kreslily ploché obrazy, každý zabírající celek: rychlost sledu těchto obrazů by se opět mohla stát nekonečnou a z vesmíru, který se rozvíjí, bychom přešli k rozvinutému vesmíru, za předpokladu, že nám bude přidělena další dimenze. Budeme mít pak naskládány na sebe všechna nekonečná plátna, která nám dávají všechny po sobě jdoucí obrazy, které tvoří celou historii vesmíru; budeme je mít pohromadě; ale z plochého vesmíru jsme museli přejít k objemnému vesmíru. Snadno tedy pochopíme, jak pouhý fakt prisouzení času nekonečné rychlosti, substituce rozvinutého za rozvíjení, by nás nutil obdařit náš pevný vesmír čtvrtou dimenzí. A právě proto, že věda nemůže specifikovat "rychlost plynutí" času, že počítá současnosti, ale nutně ponechává stranou intervaly, pracuje s časem, jehož rychlost plynutí můžeme stejně tak předpokládat nekonečnou, a tím virtuálně propůjčuje prostoru další dimenzi.

(1) *Essai sur les données immédiates de la conscience*, p. 83.

Immanentní našemu měření času je tedy tendence vyprázdnit jeho obsah do čtyřrozměrného prostoru, kde by minulost, přítomnost a budoucnost byly juxtapozovány nebo superponovány od věčnosti. Tato tendence vyjadřuje prostě naši neschopnost matematicky vyjádřit čas samotný, nutnost, abychom jej pro měření nahradili současnostmi, které počítáme: tyto současnosti jsou okamžité; neúčastní se povahy skutečného času; netrvají. Jsou to pouhé pohledy ducha, který vyznačuje virtuálními zastávkami vědomé trvání a skutečný pohyb, využívá k tomu matematického bodu přeneseného z prostoru do času.

Ale pokud naše věda dosahuje pouze prostoru, je snadné pochopit, proč se prostorová dimenze, která nahradila čas, stále nazývá časem. Je to proto, že naše vědomí je zde. Vdechuje živé trvání času vysušenému na prostor. Naše myšlení, interpretující matematický čas, jde opačnou cestou, než kterou prošlo, aby jej získalo. Z vnitřního trvání přešlo k určitému nedělitelnému pohybu, který s ním byl stále úzce spjat a který se stal pohybem vzorovým, generátorem či měřidlem Času;

z čisté pohyblivosti tohoto pohybu, která je spojnicí mezi pohybem a trváním, přešlo k trajektorii pohybu, což je čistý prostor: rozdělujíc trajektorii na stejné části, přešlo od dělicích bodů této trajektorie k odpovídajícím či „současným“ dělicím bodům trajektorie jakéhokoli jiného pohybu: trvání tohoto posledního pohybu je tak změřeno; máme určitý počet současností; to bude měřítkem času; to bude od nynějška čas sám. Ale je to čas jen proto, že se můžeme vrátit k tomu, co jsme učinili. Ze současností, které vyznačují kontinuitu pohybů, jsme vždy připraveni přejít k pohybům samotným a skrze ně k vnitřnímu trvání, které je s nimi současné, nahrazujíc tak řadu současností v okamžiku, které počítáme, ale které již nejsou časem, současností toků, jež nás vrací k vnitřnímu trvání, k trvání skutečnému.

Někteří se budou ptát, zda je užitečné se k tomu vracet, a zda věda právě neopravila nedokonalost naší mysli, neodstranila omezení naší přirozenosti tím, že rozprostřela „čisté trvání“ v prostoru. Řeknou: „Čas, který je čistým trváním, je stále v procesu plynutí; zachycujeme z něj pouze minulost a přítomnost, která je již minulostí; budoucnost se zdá být našemu poznání uzavřena právě proto, že ji považujeme za otevřenou našemu jednání – příslib či očekávání nepředvídatelné novosti. Ale operace, kterou převádíme čas na prostor, abychom jej změřili, nás implicitně informuje o jeho obsahu. Měření věci je někdy odhalením její podstaty a matematický výraz zde má právě magickou ctnost: stvořený námi nebo povstalý na naše volání, činí více, než co jsme po něm žádali; neboť nemůžeme převést již uplynulý čas na prostor, aniž bychom stejně naložili s celým časem: akt, kterým uvádíme minulost a přítomnost do prostoru, tam bez našeho vědomí rozprostírá budoucnost. Tato budoucnost je sice před námi skryta clonou; ale nyní ji máme zde, hotovou, danou se zbytkem. Dokonce to, co jsme nazývali plynutím času, nebylo nic jiného než plynulé posouvání clony a postupné zjevování toho, co čekalo celistvě ve věčnosti. Pojďme tedy přijmout toto trvání za to, čím je, za negaci, za neustále odsouvanou překážku vidět vše: naše vlastní činy se nám již nebudou jevit jako přínos nepředvídatelné novosti. Jsou součástí univerzálního přediva věci, daného naráz. Neuvádíme je do světa; je to svět, který je uvádí hotové do nás, do našeho vědomí, jak je postupně dosahujeme. Ano, jsme to my, kdo procházíme, když říkáme, že čas plyne; je to pohyb vpřed našeho vidění, který aktualizuje okamžik po okamžiku historii virtuálně danou celou naráz“ – Taková je metafyzika imanentní prostorové reprezentaci času. Je nevyhnutelná. Výslovná či zmatená, byla vždy přirozenou metafyzikou ducha spekulujícího o vznikání. Nemáme zde o ní diskutovat, tím méně ji nahradit jinou. Řekli jsme jinde, proč spatřujeme v trvání samu podstatu našeho bytí a všech věcí a jak je pro nás vesmír kontinuitou tvoření. Zůstali jsme tak co nejbližší bezprostřednímu; netvrdili jsme nic, co by věda nemohla přijmout a využít; ještě nedávno v obdivuhodné knize matematik-filosof potvrdil nutnost připustit „postup přírody“ a spojil tuto koncepci s naší⁽¹⁾. Prozatím se omezíme na vymezení hranice mezi tím, co je hypotézou, metafyzickou konstrukcí, a tím, co je čistě a jednoduše dané zkušeností, neboť chceme zůstat u zkušenosti. Skutečné trvání je zakoušeno; konstatujeme, že čas se odvíjí, a na druhé straně jej nemůžeme měřit, aniž bychom jej převedli na prostor a nepředpokládali odvinuté vše, co o něm známe. A nelze prostorově myslet jen jeho část; akt, jednou započatý, kterým odvíjíme minulost a rušíme tak skutečnou následnost, nás nutí k úplnému odvinutí času; nevyhnutelně jsme pak vedeni k přičítání naší lidské nedokonalosti naší neznalosti budoucnosti, která by byla přítomností, a k považování trvání za čistou negaci, za „strádání věčnosti“. Nevyhnutelně se vracíme k platónské teorii. Ale protože tato koncepce musí plynout z toho, že nemáme žádný prostředek omezit na minulost naši prostorovou reprezentaci uplynulého času, je možné, že tato koncepce je chybná, a je v každém případě jisté, že jde o čistou konstrukci ducha. Zůstaňme tedy u zkušenosti.

⁽¹⁾ Whitehead, *The Concept of Nature*, Cambridge, 1920. Toto dílo (které bere v úvahu teorii relativity) je nepochybně jedním z nejhlubších, jaké bylo napsáno o filosofii přírody.

Pokud má čas pozitivní realitu, pokud prodleva trvání před okamžikem představuje určitou váhavost či neurčitost vlastní části věcí, která drží v nejistotě vše ostatní, konečně pokud existuje tvůrčí vývoj, pak dokonale chápou, že již rozvinutá část času se jeví jako prostorové uspořádání a nikoli jako čistá posloupnost; rovněž chápou, že celá část vesmíru matematicky spojená s přítomností a minulostí – tedy budoucí vývoj anorganického světa – může být reprezentována stejným schématem (již dříve jsme ukázali, že v astronomii a fyzice je *předpověď* ve skutečnosti *viděním*). Tušíme, že filosofie, která považuje trvání za reálné a dokonce aktivní, může velmi dobře přijmout Minkowského prostoročas a Einsteinův (kde navíc čtvrtá dimenze nazvaná čas již není, jako v našich předchozích příkladech, dimenzí zcela srovnatelnou s ostatními). Naopak, ze schématu Minkowského nikdy neodvodíte myšlenku časového toku. Není tedy lépe se prozatím držet toho z obou pohledů, který neobětuje nic ze zkušenosti, a tudíž – abychom nepředjímalí – nic z jevů? Jak ostatně zcela odmítnout vnitřní zkušenost, když jsme fyzikové, když pracujeme s vjemy a tedy s údaji vědomí? Je pravda, že určitý směr uznává svědectví smyslů, tedy vědomí, pro získání pojmů, mezi nimiž lze stanovit vztahy, poté však zachovává pouze vztahy a považuje pojmy za neexistující. To je však metafyzika naroubovaná na vědu, nikoli věda sama. A přísně vzato, pojmy i vztahy rozlišujeme abstrakcí: plynulý kontinuum, z něhož zároveň odvozujeme pojmy i vztahy a který je navíc ke všemu tomu tekutostí – to je jediná bezprostřední danost zkušenosti.

Tuto příliš dlouhou odbočku však musíme uzavřít. Domníváme se, že jsme dosáhli svého cíle, kterým bylo určit znaky času, v němž skutečně existuje posloupnost. Zrušíte-li tyto znaky; není již posloupnosti, nýbrž pouhé prostorové uspořádání. Můžete tvrdit, že máte stále co do činění s časem – každý si může slova definovat podle libosti –, my však budeme vědět, že se již nejedná o prožívaný čas; budeme stát před časem symbolickým a konvenčním, pomocnou veličinou zavedenou pro výpočet reálných veličin. Snad právě proto, že jsme nejprve neanalyzovali naši představu plynutí času, náš pocit reálného trvání, měli jsme tolik potíží určit filosofický význam Einsteinových teorií, totiž jejich vztah k realitě. Ti, které znepokojoval paradoxní vzhled teorie, tvrdili, že Einsteinovy mnohé časy jsou pouhé matematické entity. Ti, kdo by chtěli rozložit věci na vztahy a považují veškerou realitu, dokonce i naši, za matoucí matematiku, by však ochotně prohlásili, že prostoročas Minkowského a Einsteina je samotnou realitou, že všechny Einsteinovy časy jsou stejně reálné, ne-li více, než čas, který s námi plyne. Na obou stranách se jedná příliš ukvapeně. Právě jsme řekli a brzy podrobněji ukážeme, proč teorie relativity nemůže vyjádřit celou realitu. Je však nemožné, aby nevyjadřovala realitu nějakou. Neboť čas, který vstupuje do Michelsonova-Morleyova pokusu, je časem reálným; – reálný je rovněž čas, k němuž se vracíme aplikací Lorentzových vzorců. Vycházíme-li z reálného času, abychom dospěli k času reálnému, možná jsme v mezidobí použili matematických triků, tyto triky však musí mít nějakou souvislost s věcmi. Jde tedy o to oddělit reálné od konvenčního. Naše analýzy měly za cíl toto připravit.

KAPITOLA 6.8.

Podle jakého znamení poznáme, že čas je reálný

Právě jsme vyslovili slovo „*realita*“; a neustále v následujícím budeme hovořit o tom, co je reálné a co není. Co tím budeme rozumět? Kdybychom měli definovat realitu vůbec, říci, podle jaké známky ji poznáme, nemohli bychom tak učinit, aniž bychom se zařadili do nějaké školy: filosofové nejsou zajedno a problém obdržel tolik řešení, kolik existuje odstínů realismu a idealismu. Měli bychom navíc rozlišovat mezi hlediskem filosofie a vědy: ta první považuje za reálné spíše konkrétní, zcela naplněné kvalitami; ta druhá vyjímá či abstrahuje určitý aspekt věcí a zachovává pouze to, co je veličinou či vztahem mezi veličinami. Naštěstí se v celém následujícím máme zabývat pouze jedinou realitou, časem. Za těchto okolností nám bude snadné dodržet pravidlo, které jsme si v této studii uložili: neuvádět nic, co by nemohlo být přijato jakýmkoli filosofem, jakýmkoli vědcem – ba dokonce nic, co by nebylo obsaženo v každé filosofii a každé vědě.

Každý nám jistě přizná, že si nelze představit čas bez *předtím* a *potom*: čas je posloupnost. Právě jsme ukázali, že tam, kde není žádná paměť, žádné vědomí – skutečné či potenciální, pozorované či představované, aktuálně přítomné či ideálně zavedené – nemůže existovat předtím a potom zároveň: je buď jedno, *nebo* druhé, nikdy obojí; a obojí je nutné k vytvoření času. Proto se v následujícím, kdykoli budeme chtít zjistit, zda máme co do činění se skutečným či pomyslným časem, stačí, když se zeptáme, zda by předmět naší úvahy mohl být vnímán, stát se vědomým. Tento případ je výjimečný; je dokonce jedinečný. Užijeme-li například barvy, vědomí sice na počátku zkoumání vstupuje, aby fyzikovi poskytlo vjem věci; fyzik však má právo i povinnost nahradit tento vjem vědomí něčím měřitelným a počítatelným, s čím bude dále pracovat, přičemž mu ponechá jen jméno původního vjemu pro větší pohodlí. Může tak učinit, protože když tento původní vjem odstraníme, něco zůstává nebo se alespoň předpokládá, že zůstává. Co však zůstane z času, odstraní-li posloupnost? A co zbuďe z posloupnosti, zbavíte-li se možnosti vnímat předtím a potom? Připouštím vaše právo nahradit čas přímkou, například, protože jej musíme měřit. Přímka však smí být nazývána časem jen tam, kde nám nabízené sousedství lze převést na posloupnost; jinak budete této přímce jméno čas ponechávat jen svévolně, konvenčně: musíte nás na to upozornit, abychom neupadli do vážného omylu. Co když do svých úvah a výpočtů zavedete hypotézu, že věc nazývaná vámi "čas" nemůže být – pod hrozbou rozporu – vnímána vědomím, skutečným či pomyslným? Neoperujete pak z definice s časem pomyslným, neskutečným? A právě to je případ časů, s nimiž se často setkáme v teorii relativity. Narazíme na časy vnímané či vnímatelné; ty lze považovat za skutečné. Jsou však i jiné, kterým teorie jaksi zakazuje být vnímané či vnímatelné: kdyby se jimi staly, změnily by svou velikost – takže měření, přesné pro neviděné, by se při spatření stalo chybným. Jak tyto neprohlásit za neskutečné, alespoň co se "časovosti" týče? Připouštím, že fyzikovi se hodí nazývat je stále časem; důvod uvidíme později. Pokud však tyto časy ztotožníme s tím druhým, upadneme do paradoxů, které teorii relativity jistě uškodily, i když přispěly k její popularitě. Není tedy divu, že v této studii požadujeme vlastnost vnímatelnosti či vnímatelnosti pro vše, co je nám předkládáno jako skutečné. Nebudeme řešit otázku, zda každá skutečnost tento rys má. Půjde zde jen o skutečnost času.

KAPITOLA 7.

O mnohosti časů

Mnohé a zpomalené časy v teorii relativity

Dostáváme se tedy konečně k Einsteinovu času a shrňme vše, co jsme řekli při předpokladu nehybného éteru. Země se pohybuje po své dráze. Je zde zařízení Michelson–Morley. Provádí se pokus; opakuje se v různých obdobích roku, a tedy při různých rychlostech naší planety. Paprsek světla se vždy chová, jako by Země byla nehybná. To je fakt. Kde je vysvětlení?

Ale nejprve, proč se vůbec mluví o rychlostech naší planety? Byla by tedy Země v pohybu? Samozřejmě že ne; jsme v hypotéze relativity a neexistuje již žádný absolutní pohyb. Když mluvíte o dráze, kterou Země opisuje, stavíte se na libovolně zvolený úhel pohledu, například obyvatel Slunce (pokud by byl obyvatelný). Líbí se vám přijmout tento referenční systém. Ale proč by světelný paprsek vyslaný na zrcadla zařízení Michelson–Morley měl brát ohled na vaši fantazii? Pokud je jediným skutečným jevem vzájemné přemístění Země a Slunce, můžeme za referenční systém zvolit Slunce, Zemi nebo jakoukoli jinou observatoř. Zvolme Zemi. Pro ni problém mizí. Už se nemusíme ptát, proč interferenční obrazce zachovávají stejný vzhled, proč se stejný výsledek pozoruje kdykoli během roku. Je to prostě proto, že Země je nehybná.

Je pravda, že problém se pak znovu objevuje v našich očích, například pro obyvatele Slunce. Říkám "v našich očích", protože pro slunečního fyzika se otázka již netýká Slunce: nyní se pohybuje Země. Stručně řečeno, každý ze dvou fyziků bude problém znovu klást pro systém, který není ten jeho.

Každý z nich se tedy ocitne vůči druhému v situaci, v níž byl před chvílí Pierre vůči Paulovi. Pierre stál v nehybném éteru; obýval privilegovaný systém S . Viděl Paula, unášeného pohybem pohyblivého systému S' , provádět stejný pokus jako on a nacházet stejnou rychlost světla, přestože tato rychlost měla být snížena o rychlost pohyblivého systému. Tento fakt se vysvětloval zpomalením času, zkrácením délek a narušením současnosti, které pohyb vyvolával v systému S' . Nyní však již není absolutního pohybu, a tudíž ani absolutního klidu: ze dvou systémů, které jsou ve vzájemném pohybu, bude každý střídavě znehybněn dekretem, který jej ustaví jako referenční systém. Po celou dobu, po kterou bude tato konvence platit, lze však o znehybněném systému opakovat to, co se říkalo o skutečně stacionárním systému, a o mobilizovaném systému to, co platilo pro systém skutečně procházející éterem. Pro upřesnění představ si opět označme S a S' dva systémy ve vzájemném pohybu. A pro zjednodušení předpokládejme, že celý vesmír je redukován na tyto dva systémy. Je-li S referenčním systémem, fyzik umístěný v S , uváží-li, že jeho kolega v systému S' nachází stejnou rychlost světla jako on, interpretuje výsledek jako jsme to dělali výše. Řekne: „Systém se pohybuje rychlostí v vůči mně, nehybnému. A přitom Michelsonův–Morleyův experiment dává tamtéž stejný výsledek jako zde. Je to tedy tím, že v důsledku pohybu dochází ke kontrakci ve směru pohybu systému; délka l se stává $l\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$. S tímto zkrácením délek je navíc spojena dilatace času: tam, kde hodiny systému S' napočítají počet sekund t' , skutečně uplynulo $\frac{t'}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$.

Konečně, když hodiny systému S' , rozmístěné podél směru jeho pohybu a oddělené od sebe vzdálenostmi l , ukazují stejný čas, vidím, že signály putující mezi dvěma sousedními hodinami nekonají stejnou cestu tam a zpět, jak by se domníval fyzik uvnitř systému S' , nevědomý jeho pohybu: tam, kde tyto hodiny pro něj označují současnost, ve skutečnosti ukazují časově oddělené okamžiky vzdálené $\frac{lv}{c^2}$.

sekundami jeho hodin, a tudíž $\frac{lv}{c^2 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ sekundami mých hodin“. Taková by byla úvaha fyzika v S . A při konstrukci matematického obrazu vesmíru by použil měření prostoru a času provedená jeho kolegou v systému S' až poté, co by jim podrobil Lorentzovu transformaci.

Fyzik systému S' by však postupoval naprosto stejně. Prohlásiv se za nehybného, opakoval by o S vše, co jeho kolega v S řekl o S' . V matematickém obrazu vesmíru, který by vytvořil, by považoval za přesné a definitivní měření, která by provedl uvnitř svého systému, ale podle Lorentzových vzorců by korigoval všechna měření provedená fyzikem připojeným k systému S .

Tak by byly získány dva matematické obrazy vesmíru, zcela odlišné, uvažujeme-li čísla, která obsahují, totožné, bereme-li v úvahu vztahy, které jimi naznačují mezi jevy - vztahy, které nazýváme přírodními zákony. Tento rozdíl je ostatně podmínkou této totožnosti. Když pořizujeme různé fotografie předmětu při otáčení kolem něj, proměnlivost detailů pouze vyjadřuje neměnnost vztahů mezi těmito detaily, tj. stálost předmětu.

Jsme tak přivedeni k pluralitě časů, k současnostem, které by byly posloupnostmi, a k posloupnostem, které by byly současnostmi, k délkám, které by bylo třeba počítat různě podle toho, zda jsou považovány za v klidu či v pohybu. Tentokrát jsme však před definitivní podobou teorie relativity. Musíme se ptát, v jakém smyslu jsou slova užívána.

Uvažujme nejprve pluralitu časů a vraťme se k našim dvěma systémům S a S' . Fyzik umístěný v S přijímá svůj systém jako referenční. Zde je tedy S v klidu a S' v pohybu. Uvnitř svého systému, považovaného za nehybný, náš fyzik provádí experiment Michelson-Morley. Pro náš omezený cíl bude užitečné experiment rozdělit na polovinu a ponechat si, pokud lze tak říci, jen jeho část. Předpokládejme tedy, že fyzik se zabývá pouze dráhou světla ve směru OB kolmém ke směru vzájemného pohybu obou systémů. Na hodinách umístěných v bodě O odečte čas t , který paprsek potřeboval k cestě z O do B a zpět z B do O . O jaký čas jde?

Zjevně o skutečný čas, ve smyslu, který jsme výše této definici dali. Mezi vysláním a návratem paprsku prožilo vědomí fyzika určitou dobu: pohyb hodinových ručiček je proud současný s tímto vnitřním tokem a slouží k jeho měření. Žádné pochyby, žádné obtíže. Čas prožívaný a počítaný vědomím je skutečný podle definice.

Podívejme se nyní na druhého fyzika umístěného v S' . Považuje se za nehybného, neboť má ve zvyku brát svůj vlastní systém jako referenční. Provádí experiment Michelson-Morley, nebo spíše také jeho polovinu. Na hodinách umístěných v O' zaznamenává čas, který paprsek potřebuje k cestě z O' do B' a zpět. Jaký je tedy tento čas, který počítá? Zjevně čas, který prožívá. Pohyb jeho hodin je současný s tokem jeho vědomí. To je opět skutečný čas podle definice.

KAPITOLA 7.2.

Jak jsou slučitelné s jediným a univerzálním časem

Takže čas prožívaný a počítaný prvním fyzikem v jeho systému a čas prožívaný a počítaný druhým v jeho systému jsou oba skutečné časy.

Jsou oba jedním a tímž časem? Jsou to různé časy? Dokážeme, že v obou případech jde o týž čas.

Vskutku, ať už chápeme zpomalování či zrychlování času jakkoli, a tedy i mnohost časů, o nichž se v teorii relativity mluví, jedno je jisté: tato zpomalení a zrychlení závisí výhradně na pohybu uvažovaných systémů a pouze na rychlosti, kterou každému systému připisujeme. Nezměníme tedy nic na žádném čase, skutečném či fiktivním, systému S' , pokud předpokládáme, že tento systém je duplikátem systému S , neboť obsah systému, povaha událostí, jež se v něm odehrávají, nehraje roli: jediné důležitá je rychlost posuvu systému. Ale je-li S' dvojníkem S , je zřejmé, že čas prožitý a zaznamenaný druhým fyzikem během jeho experimentu v systému S' , který považuje za nehybný, je totožný s časem prožitým a zaznamenaným prvním fyzikem v systému S , rovněž považovaném za nehybný, neboť S a S' , jakmile jsou znehybněny, jsou zaměnitelné. Tedy čas prožitý a počítaný v systému, čas vnitřní a imanentní systému, skutečný čas, je stejný pro S i pro S' .

Co jsou tedy ty mnohé časy s nestejnou rychlostí plynutí, které teorie relativity nachází v různých systémech podle rychlosti, jíž jsou tyto systémy obdařeny?

Vraťme se k našim dvěma systémům S a S' . Uvažujeme-li čas, který fyzik Pierre, umístěný v S , připisuje systému S' , vidíme, že tento čas je skutečně pomalejší než čas počítaný Pierrem v jeho vlastním systému. Tento čas tedy není Pierrem prožíván. Ale víme, že není prožíván ani Pavlem. Není tedy prožíván ani Pierrem, ani Pavlem. Tím spíše není prožíván nikým jiným. Ale to nestačí. Je-li čas přisuzovaný Pierrem Pavlovu systému neprožíván ani Pierrem, ani Pavlem, ani nikým, je aspoň Pierrem chápán jako prožíváný nebo schopný prožívání Pavlem, nebo obecněji někým, nebo ještě obecněji něčím? Při bližším pohledu uvidíme, že tomu tak není. Pierre jistě nalepí na tento čas štítek s Pavlovým jménem; ale kdyby si představil Pavla při vědomí, prožívajícího svou vlastní dobu a měřícího ji, pak by nutně viděl Pavla přijmout jeho vlastní systém jako referenční a postavit se tak do tohoto jedinečného času, vnitřního každému systému, o němž jsme právě mluvili: a zároveň by Pierre dočasně opustil svůj referenční systém, a tedy své vědomí; Pierre by se již neviděl sám sebe, nýbrž jen jako Pavlovo vidění. Když však Pierre připisuje Pavlovu systému zpomalený čas, neuvažuje již v Pavlovi fyzika, ba ani bytost při vědomí, ba ani bytost: vyprazdňuje vizuální obraz Pavla z jeho vnitřního vědomí a života, ponechává si jen jeho vnější obal (ten jediný totiž zajímá fyziku): pak čísla, jimiž by Pavel zaznamenal časové intervaly svého systému, kdyby byl při vědomí, Pierre vynásobí $\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$, aby je začlenil do matematické reprezentace vesmíru z jeho vlastního pohledu, nikoli z Pavlova. Tedy, zkrátka, zatímco čas přisuzovaný Pierrem jeho vlastnímu systému je čas jím prožíváný, čas, který Pierre připisuje Pavlovu systému, není ani časem prožíváným Pierrem, ani časem prožíváným Pavlem, ani časem, který Pierre chápe jako prožíváný nebo schopný prožívání živým a při vědomí Pavlem. Co tedy je, ne-li prostý matematický výraz určený k označení, že je to Pierrův systém, nikoli Pavlův, který je brán jako referenční systém?

Jsem malíř a mám zobrazit dvě postavy, Jana a Jakuba, z nichž jedna je vedle mě, zatímco druhá je dvě stě nebo tři sta metrů ode mě. Prvního nakreslím v životní velikosti a druhého zmenším na velikost trpaslíka. Kterýkoli z mých kolegů, který bude poblíž Jakuba a bude chtít také malovat oba, udělá opak toho, co dělám já; ukáže Jana velmi malého a Jakuba v životní velikosti. Oba

budeme mít pravdu. Ale z toho, že máme oba pravdu, máme právo uzavírat, že Jan a Jakub nemají ani normální velikost, ani velikost trpaslíka, nebo že mají obojí zároveň, nebo že je to, jak se komu líbí? Zjevně ne. Velikost a rozměr jsou pojmy, které mají přesný význam, když jde o model, který pózuje: to, co vnímáme z výšky a šířky postavy, když jsme vedle ní, když se jí můžeme dotknout a přiložit k jejímu tělu měřítko určené k měření. Když jsem vedle Jana, měřím ho, chci-li, a navrhuji-li malovat ho v životní velikosti, dávám mu jeho skutečnou velikost; a když zobrazuji Jakuba jako trpaslíka, vyjadřuji prostě nemožnost se ho dotknout – dokonce, je-li dovoleno tak mluvit, stupeň této nemožnosti: stupeň nemožnosti se právě nazývá vzdálenost a perspektiva s ní počítá. Stejně tak uvnitř systému, kde jsem, a který znehybňuji myšlenkou tím, že ho přijmu za referenční, přímo měřím čas, který je můj a mého systému; toto měření zapisuji do své reprezentace vesmíru pro vše, co se mého systému týká. Ale znehybněním svého systému jsem uvedl do pohybu ostatní a uvedl jsem je do pohybu různě. Nabývají různých rychlostí. Čím větší je jejich rychlost, tím více je vzdálena od mé nehybnosti. Tuto větší či menší vzdálenost jejich rychlosti od mé nulové rychlosti vyjadřuji ve své matematické reprezentaci ostatních systémů, když jim připisuji časy více či méně pomalé, ostatně všechny pomalejší než můj, stejně jako větší či menší vzdálenost mezi Jakubem a mnou vyjadřuji tím, že více či méně zmenšuji jeho velikost. Mnohost časů, které tak získám, nebrání jednotě skutečného času; spíše ji předpokládá, stejně jako zmenšování velikosti se vzdáleností, na řadě pláten, kde bych zobrazoval Jakuba více či méně vzdáleného, by naznačovalo, že Jakub si zachovává stejnou velikost.

KAPITOLA 7.3.

Zkoumání paradoxů týkajících se času

Tak mizí paradoxní forma, která byla dána teorii plurality časů. "Představte si," říká se, "cestovatele uzavřeného v projektilu, který by byl vystřelen ze Země rychlostí menší asi o jednu dvacetitisícinu než rychlost světla, který by potkal hvězdu a byl by vrácen na Zemi stejnou rychlostí. Když po dvou letech například stárnutí opustí svůj projektil, zjistí, že naše planeta zestárla o dvě stě let." – Jsme si tím skutečně jisti? Podívejme se blíže. Uvidíme mizet efekt přeludu, neboť to není nic jiného.

KAPITOLA 7.4.

Hypotéza cestovatele uzavřeného v projektilu

Dělové koule opustila dělo připevněné k nehybné Zemi. Nazvěme Petrem osobu, která zůstala u děla, přičemž Země je naše soustava S . Cestovatel uzavřený v dělové kouli S' se tak stává naší osobou Pavlem. Jak jsme řekli, vycházíme z předpokladu, že by se Pavel vrátil po dvou letech, které by prožil Petr. Uvažujeme tedy Petra jako živého a při vědomí: je to skutečně dvě stě let jeho vnitřního toku, které pro Petra uplynuly mezi odletem a návratem.

Přejdeme nyní k Pavlovi. Chceme vědět, kolik času prožil. Musíme se tedy obrátit na Pavla živého a při vědomí, nikoli na obraz Pavla zastoupený ve vědomí Petra. Ale Pavel živý a při vědomí samozřejmě bere za svou vztažnou soustavu svou dělovou kouli: tím ji vlastně znehybňuje. Od

chvíle, kdy oslovujeme Pavla, jsme s ním, přijímáme jeho úhel pohledu. Ale pak je dělové koule zastavena: dělo se Zemí, která je k němu připevněna, prchá prostorem. Všechno, co jsme řekli o Petrovi, musíme nyní zopakovat o Pavlovi: protože pohyb je vzájemný, jsou obě osoby zaměnitelné. Jestliže jsme předtím, když jsme nahlíželi do Petrova vědomí, byli svědky určitého toku, je to přesně tentýž tok, který zjistíme v Pavlově vědomí. Kdybychom řekli, že první tok trval dvě stě let, pak i druhý tok bude trvat dvě stě let. Petr i Pavel, Země i dělové koule, prožili stejné trvání a stejně zestárli.

Kde jsou tedy ony dva roky zpomaleného času, které měly pro dělovou kouli lenošivě plynout, zatímco na Zemi mělo uběhnout dvě stě let? Naše analýza je snad odpařila? Vůbec ne! Najdeme je. Ale už v nich nemůžeme nic umístit, ani bytosti, ani věci; a budeme muset hledat jiný způsob, jak nestárnout.

Naši dva protagonisté se nám totiž jeví jako žijící v jediném a stejném čase, dvě stě let, protože jsme se stavěli jak na úhel pohledu jednoho, tak druhého. Bylo to nezbytné, abychom filozoficky interpretovali Einsteinovu tezi, která je o radikální relativitě a tedy o dokonalé vzájemnosti přímočarého a rovnoměrného pohybu⁽¹⁾. Ale tento způsob postupu je vlastní filozofovi, který přijímá Einsteinovu tezi v její úplnosti a upíná se k realitě – mám na mysli k vnímané či vnímatelné věci – kterou tato teze zjevně vyjadřuje. Předpokládá, že v žádném okamžiku neztratíme ze zřetele myšlenku vzájemnosti, a proto budeme neustále přecházet od Petra k Pavlovi a od Pavla k Petrovi, považující je za zaměnitelné, střídavě je znehybňující, a to vždy jen na okamžik díky rychlému přepínání pozornosti, které nechce nic obětovat z teorie relativity. Fyzik je však nucen postupovat jinak, i když se této teorii bezvýhradně oddává. Začne tím, že se s ní vyrovná. Prohlásí vzájemnost za platnou. Uvede, že máme na výběr mezi Petrovým a Pavlovým úhlem pohledu. Ale to řečeno, zvolí jednoho z nich, protože nemůže vztahovat události vesmíru zároveň ke dvěma různým soustavám os. Pokud se myšlenkově postaví na Petrovu stranu, bude Petrovi počítat čas, který si Petr sám počítá, tedy čas skutečně prožitý Petrem, a Pavlovi čas, který mu Petr přisuzuje. Pokud je s Pavlem, bude Pavlovi počítat čas, který si Pavel sám počítá, tedy čas, který Pavel skutečně prožívá, a Petrovi čas, který mu Pavel přisuzuje. Ale opakují, nutně se rozhodne pro Petra nebo Pavla. Předpokládejme, že zvolí Petra. Pak bude muset Pavlovi připsat právě dva roky, a nic víc.

⁽¹⁾ Pohyb dělové koule lze považovat za přímočarý a rovnoměrný v každé ze dvou samostatných cest tam a zpět. To je vše, co je požadováno pro platnost úvahy, kterou jsme právě provedli.

Petr a Pavel se totiž zabývají stejnou fyzikou. Pozorují stejné vztahy mezi jevy, nacházejí v přírodě stejné zákony. Ale Petrova soustava je v klidu, zatímco Pavlova v pohybu. Dokud jde o jevy jaksi připoutané k soustavě, tedy definované fyzikou tak, že se předpokládá, že je soustava unáší, když se předpokládá, že se pohybuje, zákony těchto jevů musí být zjevně stejné pro Petra i Pavla: pohybující se jevy, vnímané Pavlem, který je oživen stejným pohybem jako ony, se mu jeví nehybné a vypadají přesně tak, jako se Petrovi jeví analogické jevy jeho vlastní soustavy. Ale elektromagnetické jevy se představují tak, že už nelze, když se předpokládá pohyb soustavy, v níž se vyskytují, považovat je za účastníky pohybu soustavy. A přesto jsou vztahy těchto jevů mezi sebou, jejich vztahy k jevům unášeným pohybem soustavy, pro Pavla stále stejné jako pro Petra. Pokud je rychlost dělové koule taková, jakou jsme předpokládali, Petr může tuto stálost vztahů vyjádřit jen tím, že přisoudí Pavlovi čas stokrát pomalejší než svůj vlastní, jak je vidět z rovnic

Lorentze. Kdyby počítal jinak, nezapsal by do svého matematického obrazu světa, že pohybující se Pavel nachází mezi všemi jevy – včetně elektromagnetických – stejné vztahy jako Petr v klidu. Tím vlastně implicitně předpokládá, že Pavel jako vztažný by se mohl stát Pavlem jako vztažnou soustavou, protože proč by se vztahy pro Pavla zachovávaly, proč by mu je měl Petr vyznačovat tak, jak se jeví Petrovi, ne proto, že by se Pavel prohlásil za nehybného se stejným právem jako Petr? Ale je to pouhý důsledek této vzájemnosti, který tak zaznamenává, a ne vzájemnost sama. Opakuji, on sám se stal vztažným, a Pavel je jen vztažný. Za těchto okolností je Pavlův čas stokrát pomalejší než Petrův. Ale je to připsaný čas, ne prožitý čas. Prožitý čas Pavla by byl časem Pavla jako vztažné soustavy, ne už jako vztažného: byl by to přesně ten čas, který si právě našel Petr.

Vracíme se tedy stále ke stejnému bodu: existuje jediný skutečný čas, a ostatní jsou fiktivní. Co je to vlastně skutečný čas, ne-li čas prožitý nebo který by mohl být prožit? Co je to neskutečný, pomocný, fiktivní čas, ne-li ten, který nemůže být skutečně prožit ničím ani nikým?

Ale vidíme původ zmatku. Formulovali bychom to takto: hypotéza reciprocity se může matematicky vyjádřit pouze jako nerovnováha, neboť matematické vyjádření svobody volby mezi dvěma souřadnicovými systémy spočívá v efektivní volbě jednoho z nich⁽¹⁾. Schopnost volby, kterou jsme měli, se nedá vyčíst z volby, kterou jsme na jejím základě učinili. Souřadnicový systém se pouhým přijetím stává privilegovaným systémem. V matematickém použití je nerozlišitelný od systémem naprosto nehybného. Proto se jednostranná a oboustranná relativita matematicky rovnají, alespoň v případě, který nás zajímá. Rozdíl zde existuje pouze pro filosofa; projevuje se pouze tehdy, když se ptáme, jakou realitu, tedy jakou vnímanou či vnímatelnou věc obě hypotézy implikují. Starší hypotéza privilegovaného systému v absolutním klidu by vedla k mnoha časům. Pierre, skutečně nehybný, by prožíval určitou dobu trvání; Paul, skutečně v pohybu, by prožíval pomalejší dobu trvání. Ale druhá hypotéza reciprocity znamená, že pomalejší doba trvání musí být přisouzena Pavlovi Pierrem nebo Pierrem Pavlem podle toho, kdo je referenčním bodem, kdo je referován. Jejich situace jsou totožné; prožívají jeden a týž čas, ale navzájem si přisuzují čas odlišný od toho a tím vyjadřují podle pravidel perspektivy, že fyzika imaginárního pozorovatele v pohybu musí být stejná jako fyzika skutečného pozorovatele v klidu. V hypotéze reciprocity máme tedy alespoň tolik důvodů jako zdravý rozum věřit v jediný čas: paradoxní idea mnoha časů se vnučuje pouze v hypotéze privilegovaného systému. Ale opakujeme, matematicky se lze vyjádřit pouze v hypotéze privilegovaného systému, i když jsme začali postulováním reciprocity; a fyzik, cítící se zproštěn reciprocity poté, co jí vzdal hold volbou svého referenčního systému, ji přenechá filosofovi a nadále se bude vyjadřovat jazykem privilegovaného systému. V důvěře v tuto fyziku Paul vstoupí do dělové koule. Cestou zjistí, že filosofie měla pravdu⁽²⁾.

⁽¹⁾ *Stále se samozřejmě jedná pouze o teorii speciální relativity.*

⁽²⁾ *Hypotéza cestujícího uzavřeného v dělové kouli, který by žil pouze dva roky, zatímco na Zemi by uplynulo dvě stě let, byla předložena panem Langevinem v jeho příspěvku na kongresu v Bologni roku 1911. Je všeobecně známá a všude citovaná. Najdeme ji zejména v důležité práci pana Jeana Becquerela, *Le principe de relativité et la théorie de la gravitation*, strana 52.*

I z čistě fyzikálního hlediska vyvstávají určité obtíže, neboť zde již nejsme ve speciální relativitě. Protože rychlost mění směr, dochází ke zrychlení a máme co do činění s problémem obecné relativity.

Ale v každém případě výše uvedené řešení paradox odstraňuje a problém činí neplatným.

Této příležitosti využíváme, abychom řekli, že to byl právě příspěvek pana Langevina na kongresu v Bologni, který kdysi upoutal naši pozornost na Einsteinovy myšlenky. Je známo, co všichni zájemci o teorii relativity vděčí panu Langevinovi, jeho práci a jeho výuce.

K udržení iluze přispělo to, že teorie speciální relativity výslovně prohlašuje, že hledá pro věci reprezentaci nezávislou na referenčním systému⁽¹⁾. Zdá se tedy zakazovat fyzikovi zaujmout určitý úhel pohledu. Zde je však třeba důležité rozlišení. Teoretik relativity jistě zamýšlí dát zákonům přírody výraz, který si zachová svou formu bez ohledu na referenční systém, ke kterému jsou události vztahovány. To však jednoduše znamená, že zaujme určitý úhel pohledu jako každý fyzik, přijme nutně určitý referenční systém a zaznamená tak určité veličiny, mezi nimiž stanoví vztahy, které musí zůstat invariantní při přechodu k novým veličinám nalezeným v novém referenčním systému. *Právě proto, že jeho metoda výzkumu a postupy zápisu mu zajišťují ekvivalenci mezi všemi reprezentacemi vesmíru z jakéhokoli úhlu pohledu, má absolutní právo (dobře zajištěné starou fyzikou) držet se svého osobního hlediska a vše vztahovat ke svému jedinečnému referenčnímu systému.* K tomuto referenčnímu systému se však musí obecně přimknout⁽²⁾. K tomuto systému se tedy musí přimknout i filosof, když chce rozlišit skutečné od fiktivního. Skutečné je to, co měří skutečný fyzik, fiktivní to, co je v myšlenkách skutečného fyzika reprezentováno jako měřené fiktivními fyziky. K tomuto bodu se však vrátíme v průběhu naší práce. Prozatím naznačme další zdroj iluze, méně zjevný než první.

⁽¹⁾ Zde se držíme speciální relativity, protože se zabýváme pouze časem. V obecné relativitě je nepochybné, že se má tendence nepřijímat žádný referenční systém, postupovat jako při konstrukci vnitřní geometrie bez souřadnicových os, používat pouze invariantní prvky. I zde je však invariance, kterou uvažujeme, obecně stále vztahem mezi prvky, které jsou samy podřízeny volbě referenčního systému.

⁽²⁾ Ve svém půvabném malém spise o teorii relativity (*The General Principle of Relativity*, London, 1920) pan Wildon Carr tvrdí, že tato teorie implikuje idealistickou koncepci vesmíru. Nešli bychom tak daleko; ale věříme, že by tato fyzika měla být orientována spíše idealistickým směrem, pokud by měla být povýšena na filosofii.

Fyzik Pierre přirozeně připouští (jde o pouhou víru, neboť to nelze dokázat), že existují jiná vědomí než jeho vlastní, rozptýlená po povrchu Země, představitelná dokonce v libovolném bodě vesmíru. Ať už jsou Paul, Jean a Jacques v pohybu vůči němu, vždy v nich spatří duchy, kteří myslí a cítí jako on. Je to proto, že je především člověkem, až potom fyzikem. Když však považuje Pavla, Jana a Jakuba za bytosti jemu podobné, obdařené vědomím jako on sám, ve skutečnosti zapomíná na fyziku či využívá povolení, které mu poskytuje, aby v běžném životě hovořil jako prostý smrtelník. Jako fyzik je vnitřně spjat se soustavou, v níž provádí měření a ke které vztahuje vše. Fyziky jako on samého, a tedy stejně vědomé jako on, budou přinejlepším lidé připojení ke stejné soustavě: konstruují totiž se stejnými čísly stejný obraz světa ze stejného úhlu pohledu; jsou také referenčními pozorovateli. Ostatní lidé však budou pouze referovaní; pro fyzika mohou být nyní jen prázdnými loutkami. Pokud by jim Pierre přiznal duši, okamžitě by ztratil tu svou; z referovaných by se stali referující; byli by fyziky a Pierre by se musel sám stát loutkou. Toto vědomé přepínání ovšem zjevně začíná teprve ve chvíli, kdy se zabýváme fyzikou, neboť tehdy musíme zvolit vztažnou soustavu. Mimo tuto situaci zůstávají lidé tím, čím jsou, vědomí si navzájem stejně. Není žádný důvod, proč by pak nežili stejnou dobou a neprobíhali týmž Časem. Pluralita časů se rýsuje právě v okamžiku, kdy už nežije časem pouze jediný člověk nebo jediná skupina. Tento čas se pak stává jediným skutečným: je to skutečný čas, o němž jsme hovořili, avšak přisvojený člověkem či skupinou, která se prohlásila za fyzika. Všichni ostatní lidé, kteří se od té chvíle stávají loutkami, se nyní pohybují v časech, které si fyzik představuje a které již nemohou být skutečným časem, neboť nejsou prožívány a ani prožívány být nemohou. Jsou imaginární, a přirozeně si jich lze představit tolik, kolik se zlíbí.

To, co nyní dodáme, se bude zdát paradoxní, a přesto je to prostá pravda. Myšlenka skutečného času společného oběma soustavám, totožného pro S i S' , se v hypotéze plurality matematických časů prosazuje s větší silou než v běžně přijímané hypotéze jediného univerzálního matematického času. Neboť v jakékoli jiné hypotéze než relativistické nejsou S a S' striktně zaměnitelné: zauímají různé pozice vůči nějaké privilegované soustavě; a i kdybychom zpočátku učinili z jedné přesnou kopii druhé, okamžitě je vidíme, jak se od sebe odlišují pouhým faktem, že nemají stejný vztah k centrální soustavě. Marně bychom jim pak přisoudili stejný matematický čas, jak to bylo vždy zvykem před Lorentzem a Einsteinem: nelze rigorózně dokázat, že pozorovatelé umístění v těchto dvou soustavách žijí stejné vnitřní trvání, a tedy že obě soustavy mají stejný skutečný čas; je dokonce velmi obtížné přesně definovat tuto totožnost trvání; vše, co lze říci, je, že nevidíme žádný důvod, proč by pozorovatel přecházející z jedné soustavy do druhé nereagoval psychologicky stejně, nežil stejné vnitřní trvání pro předpokládaně stejné části univerzálního matematického času. Rozumný argument, proti němuž nebylo nic rozhodného namítnuto, avšak postrádající přesnost. Naproti tomu hypotéza relativity spočívá v odmítnutí privilegované soustavy: S a S' musí být tedy považovány, dokud je uvažujeme, za striktně zaměnitelné, pokud jsme z jednoho učinili přesnou kopii druhého. Pak však mohou být oba pozorovatelé v S a S' naší myšlenkou přivedeni ke splynutí, jako dvě stejné postavy, které bychom překryli: musí splývat nejen v různých modalitách *kvantity*, ale také, smím-li se tak vyjádřit, v *kvalitě*, neboť jejich vnitřní životy se staly nerozlišitelnými, stejně jako to, co se v nich poddává měření: obě soustavy zůstávají trvale tím, čím byly v okamžiku, kdy byly postulovány, přesnými kopiemi jedna druhé, zatímco mimo hypotézu relativity již nebyly docela totožné okamžik poté, kdy byly ponechány svému osudu. Ale na tomto bodě nebudeme trvat. Řekněme prostě, že oba pozorovatelé v S a S' žijí přesně stejné trvání a že obě soustavy mají tedy stejný skutečný čas.

Platí to ještě pro všechny soustavy ve vesmíru? Přisoudili jsme S' libovolnou rychlost: o každé soustavě S'' tedy můžeme opakovat to, co jsme řekli o S' ; pozorovatel, který by k ní byl připojen, by v ní žil stejné trvání jako v S . Nanejvýš by nám mohlo být namítnuto, že vzájemný pohyb S'' a S není stejný jako pohyb S a S' , a proto, když v prvním případě učiníme z S vztažnou soustavu, nečiníme totéž jako v druhém případě. Trvání pozorovatele v S v klidu, když S' je soustava vztažená k S , by tedy nemuselo být nutně stejné jako trvání téhož pozorovatele, když soustavou vztaženou k S je S'' ; existovaly by jakési různé *intenzity nehybnosti* podle toho, jaká byla rychlost vzájemného pohybu obou soustav předtím, než jedna z nich, povýšená náhle na vztažnou soustavu, byla myšlenkou znehybněna. Nemyslíme si, že by někdo chtěl zajít tak daleko. Ale i kdyby, prostě bychom se ocitli v hypotéze, kterou běžně činíme, když vedeme imaginárního pozorovatele napříč světem a považujeme se za oprávněné přisoudit mu všude stejné trvání. Tím míníme, že nevidíme žádný důvod věřit opaku: když jsou zdání na jedné straně, je na tom, kdo je prohlašuje za klamná, aby to dokázal. Myšlenka postulovat pluralitu matematických časů nikdy před teorií relativity nenapadla mysl; pouze k ní bychom se tedy odvolávali, abychom zpochybnili jednotu času. A právě jsme viděli, že v jediném zcela přesném a jasném případě dvou soustav S a S' vzájemně se pohybujících dospívá teorie relativity k důraznějšímu tvrzení jednoty skutečného času, než je obvyklé. Umožňuje definovat a téměř dokázat totožnost, místo aby se spokojila s neurčitým a pouze pravděpodobným tvrzením, jakým se obvykle spokojujeme. V každém případě

tedy, pokud jde o univerzálnost skutečného času, dospíváme k závěru, že teorie relativity přijímanou myšlenku neotrásá a spíše ji upevňuje.

KAPITOLA 7.5.

"Učená" simultaneita, rozložitelná v posloupnost

Přejděme tedy k druhému bodu, k rozpadu simultánnosti. Připomeňme si však nejprve stručně, co jsme řekli o intuitivní simultánnosti, té, kterou bychom mohli nazvat reálnou a prožívanou. Einstein ji nutně připouští, protože právě skrze ni zaznamenává čas události. Můžeme simultánnosti dávat ty nejvědeckější definice, říkat, že je to totožnost mezi údaji hodin seřizovaných vzájemně výměnou optických signálů, a z toho vyvozovat, že simultánnost je relativní k procesu seřizování. Nicméně zůstává pravdou, že pokud porovnáváme hodiny, je to proto, abychom určili čas události: simultánnost události s údajem hodin, který udává její čas, nezávisí na žádném seřizování událostí podle hodin; je absolutní⁽¹⁾. Kdyby neexistovala, kdyby simultánnost byla pouze shodou mezi údaji hodin, kdyby nebyla také a především shodou mezi údajem hodin a událostí, nikdo by hodiny nestavěl ani nekupoval. Neboť lidé je kupují jen proto, aby věděli, kolik je hodin. Ale "vědět, kolik je hodin" znamená zaznamenat simultánnost události, okamžiku našeho života nebo vnějšího světa, s údajem hodin; obecně to neznamena konstatovat simultánnost mezi údaji hodin. Teoretik relativity tedy nemůže simultánnost intuitivní⁽²⁾ nepřijmout. Dokonce ji používá i při seřizování dvou hodin vzájemně optickými signály, a to třikrát, protože musí zaznamenat 1° okamžik vyslání optického signálu, 2° okamžik příjmu, 3° okamžik návratu. Nyní je snadné vidět, že druhá simultánnost, ta, která závisí na seřizování hodin provedeném výměnou signálů, se nazývá simultánností jen proto, že se věří ve schopnost převést ji na simultánnost intuitivní⁽³⁾. Osoba, která seřizuje hodiny vzájemně, je nutně bere uvnitř svého systému; tento systém je jejím referenčním systémem, považuje jej za nehybný. Pro ni tedy signály vyměňované mezi dvěma vzdálenými hodinami konají stejnou cestu tam i zpět. Pokud by se postavila do libovolného bodu stejně vzdáleného od obou hodin a měla dost dobrý zrak, zachytila by v jediném okamžitém aktu vidění údaje obou opticky seřizovaných hodin a viděla by, že v daném okamžiku ukazují stejný čas. Vědecká simultánnost se jí tedy jeví jako vždy převoditelná pro ni na simultánnost intuitivní, a to je důvod, proč ji nazývá simultánností.

⁽¹⁾ Je nepřesná, nepochybně. Ale když laboratorními pokusy tento bod stanovíme, když změříme "zpoždění" při psychologickém vnímání simultánnosti, musíme se k ní stále uchýlovat pro kritiku: bez ní by nebylo možné žádné odečítání přístrojů. V poslední instanci vše spočívá na intuicích simultánnosti a intuicích následnosti.

⁽²⁾ Bude nám zřejmě pokušením namítnout, že v principu neexistuje simultánnost na dálku, jakkoli malá, bez synchronizace hodin. Budeme uvažovat takto: "Uvažme vaši 'intuitivní' simultánnost mezi dvěma velmi blízkými událostmi A a B. Buď je to simultánnost pouze přibližná, přičemž aproximace je ostatně dostatečná s ohledem na nesrovnatelně větší vzdálenost mezi událostmi, mezi nimiž hodláte stanovit simultánnost 'vědeckou'; nebo je to simultánnost dokonalá, ale pak jen nevědomky konstatujete totožnost údajů dvou mikroskopických hodin, o nichž jste před chvílí mluvil, hodin, které existují virtuálně v A a B. Pokud byste namítal, že vaši mikrobi umístění v A a B používají 'intuitivní' simultánnost pro odečítání svých přístrojů, zopakovali bychom naše uvažování představou pod-mikrobů a pod-mikroskopických hodin. Zkrátka, jak se nepřesnost stále zmenšuje, nakonec bychom našli systém vědeckých simultánností nezávislý na intuitivních: tyto jsou jen jejich zmatenými, přibližnými, provizorními viděními." — Ale toto uvažování by šlo proti samotnému principu teorie relativity, který spočívá v tom, že se nikdy nepředpokládá nic nad rámec toho, co je aktuálně konstatováno a skutečně změřeno. Bylo by to postulovat, že před naší lidskou vědou, která je v neustálém vznikání, existuje úplná věda, daná v celku, ve věčnosti, a splývající se samotnou realitou: my bychom se omezili jen na její získávání kousek po kousku. Taková byla dominantní idea řecké metafyziky, myšlenka převzatá moderní filosofií a navíc přirozená našemu chápání. Pokud se k ní přidáte, budiž; ale nesmíme zapomenout, že jde o metafyziku, a metafyziku založenou na principech, které nemají nic společného s principy relativity.

⁽³⁾ Výše jsme ukázali (s. 72) a právě jsme zopakovali, že nelze stanovit radikální rozdíl mezi simultánností na místě a simultánností na dálku. Vždy existuje vzdálenost, která, jakkoli malá pro nás, by se mikroskopickému konstruktérovi hodin jevila jako obrovská.

KAPITOLA 7.6.

Jak je slučitelná s intuitivní simultánností

Toto stanoveno, uvažujme dva systémy S a S' v pohybu vůči sobě. Vezměme nejprve S jako referenční systém. Tím jej znehybníme. Hodiny zde byly seřizeny, jako v každém systému, výměnou optických signálů. Jako u každého seřizování hodin se tehdy předpokládalo, že signály vyměňované mezi dvěma body H_m a H_n konaly stejnou cestu tam i zpět. Ale konají ji skutečně, protože systém je nehybný. Pokud nazveme H_m a H_n body, kde se obě hodiny nacházejí, pozorovatel uvnitř systému, který si zvolí libovolný bod stejně vzdálený od H_m a H_n , bude moci, pokud má dost dobrý zrak, zachytit v jediném okamžitém aktu vidění dva libovolné děje, které se odehrávají v bodech H_m a H_n , když tyto dvě hodiny ukazují stejný čas. Zejména v tomto vnímání okamžitě zachytí dva shodné údaje obou hodin – údaje, které jsou samy o sobě událostmi. Jakákoli simultánnost indikovaná hodinami může být tedy uvnitř systému převedena na intuitivní simultánnost.

Uvažujme nyní systém S' . Pro pozorovatele uvnitř systému je jasné, že se stane totéž. Tento pozorovatel bere S' jako referenční systém. Tím jej tedy znehybní. Optické signály, pomocí nichž seřídí své hodiny vzájemně, pak konají stejnou cestu tam i zpět. Když tedy dvě z jeho hodin ukazují stejný čas, simultánnost, kterou označují, by mohla být prožívána a stát se intuitivní.

Takže v simultánnosti není nic umělého ani konvenčního, ať ji bereme v jednom či druhém ze dvou systémů.

Podívejme se nyní, jak jeden ze dvou pozorovatelů, ten v systému S , posuzuje dění v systému S' . Pro něj se systém S' pohybuje, a proto optické signály vyměňované mezi dvěma hodinami v tomto systému nekonají stejnou cestu tam a zpět, jak by se domníval pozorovatel připojený k systému (kromě zvláštního případu, kdy obě hodiny leží v rovině kolmé ke směru pohybu). V jeho očích tedy bylo seřizování obou hodin provedeno tak, že ukazují stejný údaj tam, kde není simultánnost, nýbrž následnost. Jen poznamenejme, že tím přijímá zcela konvenční definici následnosti, a tedy i simultánnosti. Nazývá následnými shodné údaje hodin, které byly vzájemně seřizeny za podmínek, v nichž vnímá systém S' – tedy seřizeny tak, že vnější pozorovatel nepřisuzuje optickému signálu stejnou dráhu pro cestu tam a zpět. Proč nedefinuje simultánnost jako shodu údajů mezi hodinami seřizovanými tak, že dráha tam a zpět je stejná pro pozorovatele uvnitř systému? Odpovídá se, že každá z obou definic je platná pro každého z obou pozorovatelů, a právě proto mohou být tytéž události systému S' označeny za simultánní nebo následné podle toho, zda je posuzujeme z hlediska systému S' nebo systému S . Je však snadné vidět, že jedna z obou definic je čistě konvenční, zatímco druhá nikoli.

Abychom to pochopili, vrátíme se k hypotéze, kterou jsme již použili. Předpokládáme, že S' je duplikátem systému S , že oba systémy jsou totožné a že v nich probíhá tatáž historie. Jsou ve stavu vzájemného posunu, dokonale zaměnitelné; ale jeden z nich je přijat jako referenční systém a od

tohoto okamžiku je považován za nehybný: bude to S . Hypotéza, že S' je duplikátem S , nenarušuje obecnost naší demonstrace, neboť údajná dislokace simultánnosti v následnost, a to v následnost více či méně pomalou podle rychlosti posunu systému, závisí pouze na rychlosti systému, nikoli na jeho obsahu. Za tohoto předpokladu je zřejmé, že pokud jsou události A, B, C, D systému S simultánní pro pozorovatele v S , pak identické události A', B', C', D' systému S' budou rovněž simultánní pro pozorovatele v S' . Nyní, budou obě skupiny A, B, C, D a A', B', C', D' , z nichž každá se skládá z vzájemně simultánních událostí pro pozorovatele uvnitř systému, navzájem simultánní, to znamená vnímané jako simultánní nějakou nejvyšší vědomí schopnou okamžité sympatie nebo telepatické komunikace s oběma vědomími v S a S' ? Je zřejmé, že tomu nic nebrání. Můžeme si skutečně představit, jako před chvílí, že duplikát S' se v určitém okamžiku oddělil od S a následně se s ním má znovu setkat. Dokázali jsme, že pozorovatelé uvnitř obou systémů prožijí stejnou celkovou dobu trvání. Můžeme tedy v obou systémech rozdělit tuto dobu na stejný počet dílů tak, že každý z nich je roven odpovídajícímu dílu v druhém systému. Pokud se okamžik M , kdy nastávají simultánní události A, B, C, D , ukáže jako konec jednoho z dílů (a lze vždy zařídit, aby tomu tak bylo), pak okamžik M' , kdy se simultánní události A', B', C', D' v systému S' odehrávají, bude koncem odpovídajícího dílu. Umístěn stejným způsobem jako M uvnitř časového intervalu, jehož konce se shodují s konci intervalu, v němž se nachází M , bude nutně simultánní s M . A tak budou obě skupiny simultánních událostí A, B, C, D a A', B', C', D' vzájemně simultánní. Můžeme tedy i nadále představovat, jako v minulosti, okamžité řezy jediného Času a absolutní simultánnosti událostí.

Z fyzikálního hlediska však výše uvedená úvaha nebude platit. Fyzikální problém je totiž následující: S je v klidu a S' v pohybu, jak budou pokusy o rychlost světla provedené v S dávat stejný výsledek v S' ? A implicitně se předpokládá, že fyzik systému S existuje pouze jako fyzik: fyzik systému S' je pouze imaginární. Imaginovaný kým? Nutně fyzikem systému S . Od chvíle, kdy je S přijato jako referenční systém, je odtud a pouze odtud možný vědecký pohled na svět. Udržovat vědomé pozorovatele v S a S' současně by znamenalo umožnit oběma systémům, aby se navzájem prohlásily za referenční, aby se společně prohlásily za nehybné: přitom byly předpokládány ve stavu vzájemného posunu; alespoň jeden z nich se tedy musí pohybovat. V tom, který se pohybuje, zůstanou nepochybně lidé; ale ti na chvíli složí své vědomí nebo alespoň své pozorovací schopnosti; v očích jediného fyzika si zachovají pouze materiální aspekt své osoby po celou dobu, kdy jde o fyziku. Náš důkaz se tedy zhroutí, protože předpokládal existenci stejně reálných, podobně vědomých lidí, požívajících stejných práv v systému S' i v systému S . Nyní může jít pouze o jednoho člověka nebo jednu skupinu skutečných, vědomých fyziků: těch z referenčního systému. Ostatní by mohly být stejně dobře prázdné loutky; nebo to budou pouze virtuální fyzici, jednoduše reprezentovaní v myslí fyzika v S . Jak si je bude představovat? Představí si je, jako před chvílí, experimentující s rychlostí světla, ale již ne s jedinými hodinami, ne se zrcadlem, které odráží světelný paprsek zpět na sebe a zdvojnásobuje dráhu: nyní existuje jednoduchá dráha a dvě hodiny umístěné výchozím a cílovém bodě. Bude pak muset vysvětlit, jak by tito imaginární fyzici našli pro světlo stejnou rychlost jako on, skutečný fyzik, kdyby se tento teoretický experiment stal prakticky proveditelným. V jeho očích se světlo pohybuje menší rychlostí pro systém S' (podmínky experimentu jsou ty, které jsme uvedli výše); ale také, hodiny v

S' byly seřizeny tak, aby označovaly simultánnosti tam, kde on vnímá následnosti, věci se zařídí tak, že skutečný experiment v S a pouze imaginovaný experiment v S' dají stejné číslo pro rychlost světla. Proto se náš pozorovatel v S drží definice simultánnosti, která ji činí závislou na seřizení hodin. To však nebrání tomu, aby oba systémy, S' stejně jako S , měly prožité, skutečné simultánnosti, které se neřídí seřizením hodin.

Je tedy třeba rozlišovat dva druhy současnosti, dva druhy následnosti. První je vnitřní událostem, patří k jejich materiálnosti, vychází z nich. Druhá je na ně jen nalepena vnějším pozorovatelem systému. První vyjadřuje něco o systému samotném; je absolutní. Druhá je proměnlivá, relativní, fiktivní; závisí na vzdálenosti, proměnlivé na stupnici rychlostí, mezi nehybností, kterou má systém sám pro sebe, a pohyblivostí, kterou vykazuje vůči jinému: dochází k zdánlivému prohnutí současnosti v následnost. První současnost, první následnost náleží k souboru věcí, druhá k obrazu, který si o nich vytváří pozorovatel v zrcadlech tím více deformujících, čím větší je prisouzená rychlost systému. Toto prohnutí současnosti v následnost je navíc přesně tím, co je zapotřebí, aby fyzikální zákony, zejména ty elektromagnetické, zůstaly stejné pro pozorovatele uvnitř systému, situovaného jaksi v absolutnu, i pro vnějšího pozorovatele, jehož vztah k systému se může neomezeně měnit.

Jsem v systému S' předpokládaném jako nehybný. Zaznamenávám tam intuitivně současnosti mezi dvěma událostmi O' a A' vzdálenými od sebe v prostoru, když jsem se postavil v jejich stejné vzdálenosti. Jelikož je systém nehybný, světelný paprsek putující mezi body O' a A' koná stejnou dráhu tam i zpět: pokud tedy při seřizení dvou hodin umístěných v O' a A' vycházím z předpokladu, že obě cesty tam a zpět P a Q jsou stejné, jsem v právu. Mám tak dva způsoby, jak zde rozpoznat současnost: jeden intuitivní, zahrnutím v jediném aktu okamžitého vidění toho, co se děje v O' a A' , druhý odvozený, konzultací hodin; a oba výsledky jsou shodné. Předpokládejme nyní, že se nic nezměnilo na tom, co se děje v systému, ale P již nevypadá jako rovné Q . K tomu dochází, když vnější pozorovatel systému S' vidí tento systém v pohybu. Stanou se všechny dřívější současnosti⁽¹⁾ pro tohoto pozorovatele následnostmi? Ano, konvenčně, pokud se dohodneme, že všechny časové vztahy mezi všemi událostmi systému převedeme do jazyka, který vyžaduje změnu jejich vyjádření podle toho, zda se P jeví jako rovné či nerovné Q . To se děje v teorii relativity. Já, relativistický fyzik, poté co jsem byl uvnitř systému a vnímal P jako rovné Q , z něj vystupuji: umístěním do neurčité množiny systémů předpokládaných střídavě nehybných, vůči nimž by se S' pohyboval s rostoucími rychlostmi, vidím narůstat nerovnost mezi P a Q . Pak říkám, že události, které byly před chvílí současné, se stávají následnými, a jejich časový interval je stále větší. Ale to je jen konvence, konvence navíc nutná, chci-li zachovat integritu fyzikálních zákonů. *Neboť se právě ukazuje, že tyto zákony, včetně elektromagnetických, byly formulovány za předpokladu, že fyzikální současnost a následnost jsou definovány zjevnou rovností či nerovností drah P a Q .* Tvrzením, že následnost a současnost závisí na úhlu pohledu, se jen překládá tento předpoklad, připomíná se tato definice, neděje se nic víc. Jde-li o *reálnou* následnost a současnost? Je to realita, pokud se *dohodneme*, že za reprezentativní reality bude považována jakákoli konvence jednou přijatá pro matematické vyjádření fyzikálních faktů. Budiž; ale pak už nemluvme o čase; řekněme, že jde o následnost a současnost, které nemají nic společného s dobou; neboť na základě předchozí a všeobecně přijímané konvence neexistuje čas bez *před* a *po* zaznamenaných nebo

zaznamenatelných vědomím, které jedno s druhým srovnává, i kdyby toto vědomí bylo jen nekonečně malé, koextenzivní s intervalem mezi dvěma nekonečně blízkými okamžiky. Definujete-li realitu matematickou konvencí, máte konvenční realitu. Ale skutečná realita je ta, která je vnímaná nebo by mohla být. A opět, mimo tuto dvojitou dráhu PQ , která mění svůj vzhled podle toho, zda je pozorovatel uvnitř či vně systému, vše vnímané a vnímatelné v S' zůstává tím, čím je. To znamená, že S' může být považován za nehybný nebo v pohybu, na tom nezáleží: skutečná současnost v něm zůstane současností; a následnost zůstane následností.

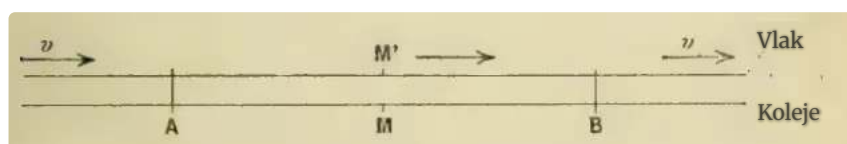
⁽¹⁾ S výjimkou, samozřejmě, těch, které se týkají událostí ležících v téže rovině kolmé ke směru pohybu.

Když jste ponechali systém S' nehybným a umístili se tedy uvnitř něj, vědecká simultaneita, ta, kterou odvozujeme ze shody mezi hodinami opticky seřizenými, splývala s intuitivní či přirozenou simultaneitou; a právě proto, že vám sloužila k rozpoznání této přirozené simultaneity, protože byla jejím znakem, protože byla převoditelná na intuitivní simultaneitu, jste ji nazývali simultaneitou. Nyní, když je systém S' považován za pohybující se, oba druhy simultaneity již nesplývají; vše, co bylo přirozenou simultaneitou, zůstává přirozenou simultaneitou; ale čím větší je rychlost systému, tím více roste nerovnost mezi drahami P a Q , zatímco vědecká simultaneita byla definována právě jejich rovností. Co byste měli udělat, kdybyste měli soucit s ubohým filosofem, odsouzeným k rozhovoru tváří v tvář s realitou a znajícím jen ji? Dali byste vědecké simultaneitě jiné jméno, alespoň když hovoříte filozoficky. Vytvořili byste pro ni slovo, jakékoli, ale nenazvali byste ji simultaneitou, protože toto jméno získala výhradně díky tomu, že v systému S' považovaném za nehybný signalizovala přítomnost přirozené, intuitivní, reálné simultaneity, a člověk by mohl nyní věřit, že označuje tuto přítomnost stále. Vy sami mimochodem nadále uznáváte oprávněnost tohoto původního významu slova, zároveň s jeho prvenstvím, neboť když se vám systém S' jeví v pohybu, když hovoříte o shodě mezi hodinami systému se zdáte myslet pouze na vědeckou simultaneitu, neustále zapojujete tu druhou, tu pravou, pouhým konstatováním ‚simultaneity‘ mezi údajem hodin a událostí ‚v jejich blízkosti‘ (blízké pro vás, blízké pro člověka jako jste vy, ale nesmírně vzdálené pro vnímajícího a vědecky založeného mikroba). Přesto si slovo ponecháváte. Ba co víc, podél tohoto slova společného oběma případům a působícího magicky (nezáří snad věda na nás jako stará magie?) praktikujete od jedné simultaneity ke druhé, od přirozené simultaneity k vědecké simultaneitě, transfúzi reality. Přejít z nehybnosti do pohybu zdvojnásobil význam slova, a vy vkládáte do druhého významu všechno, co bylo hmotnosti a pevnosti v prvním. Řekl bych, že místo abyste filosofa varovali před omylem, chcete ho do něj vtáhnout, kdybych nevěděl o výhodě, kterou máte jako fyzik používat slovo simultaneita v obou významech: připomínáte tak, že vědecká simultaneita byla původně simultaneitou přirozenou a může jí být vždy znovu, pokud myšlenka systém znovu znehybní.

Z hlediska, které jsme nazývali jednostrannou relativitou, existuje absolutní čas a absolutní hodina, čas a hodina pozorovatele umístěného v privilegovaném systému S . Předpokládejme ještě jednou, že S' , který původně splýval s S , se od něj následně oddělil cestou zdvojení. Lze říci, že hodiny systému S' , které nadále souhlasí mezi sebou stejnými postupy, pomocí optických signálů, ukazují stejný čas, když by měly ukazovat různé hodiny; zaznamenávají simultaneitu v případech, kdy existuje skutečná posloupnost. Pokud se tedy postavíme do hypotézy jednostranné relativity,

budeme muset připustit, že simultaneity systému S se v jeho duplikátu S' rozpadají pouhým účinkem pohybu, který systém S' vyvádí z S . Pozorovateli v systému S' se zdají být zachovány, ale staly se posloupnostmi. Naopak v Einsteinově teorii neexistuje privilegovaný systém; relativita je oboustranná; vše je vzájemné; pozorovatel v S je stejně tak v právu, když vidí v S' posloupnost, jako pozorovatel v S' , když v ní vidí simultaneitu. Ale také se jedná o posloupnosti a simultaneity definované výhradně aspektem, který nabývají dvě dráhy PaQ : pozorovatel v S se nemýlí, protože P je pro něj rovno Q ; pozorovatel v S' se nemýlí o nic méně, protože PaQ systému S' jsou pro něj nerovné. Avšak nevědomky, poté, co jsme přijali hypotézu dvojí relativity, se vracíme k té jednostranné, jednak proto, že se matematicky rovnají, jednak proto, že je velmi obtížné nepředstavovat si podle druhé, když myslíme podle první. Pak budeme jednat, jako by se při nerovnosti drah PaQ , když je pozorovatel vně S' , pozorovatel v S' mýlil při označování těchto linií za stejné, jako by se události materiálního systému S' skutečně rozpadly při rozpadu obou systémů, zatímco je to prostě vnější pozorovatel, kdo je dekretuje rozpadlé, řídíce se definicí simultaneity, kterou si stanovil. Zapomeneme, že simultaneita a posloupnost se staly konvenčními, že si podržely pouze od původní simultaneity a posloupnosti vlastnost odpovídat rovnosti či nerovnosti dvou drah PaQ . A přitom tehdy šlo o rovnost a nerovnost konstatované pozorovatelem uvnitř systému, a tedy konečné, neměnné.

Že je záměna obou hledisek přirozená a dokonce nevyhnutelná, přesvědčíme se bez potíží četbou některých stránek Einsteina samotného. Nikoliv že by Einstein musel tuto chybu udělat; ale rozlišení, které jsme právě provedli, je takové povahy, že jazyk fyzika je ho stěží schopen vyjádřit. Pro fyzika to ostatně nemá význam, neboť obě pojetí se vyjadřují stejně v matematických termínech. Ale pro filosofa je zásadní, neboť si čas představí zcela odlišně podle toho, zda se postaví do jedné nebo druhé hypotézy. Stránky, které Einstein věnoval relativitě simultaneity ve své knize „*La Théorie de la Relativité restreinte et généralisée*“, jsou v tomto ohledu poučné. Uvedme podstatnou část jeho demonstrace:



Obrázek 3

⌚ Představte si, že se extrémně dlouhý vlak pohybuje podél kolejí rychlostí v naznačenou na obrázku 3. Cestující tohoto vlaku dají přednost tomu, aby vlak považovali za referenční systém; všechny události vztahují k vlaku. Každá událost, která se odehrává v určitém bodě kolejí, se odehrává také v určitém bodě vlaku. Definice simultaneity je stejná ve vztahu k vlaku jako ke kolejím. Ale pak vyvstává následující otázka: jsou dvě události (například dva blesky A a B) simultánní *vzhledem ke kolejím* také simultánní *vzhledem k vlaku*? Ukážeme okamžitě, že odpověď je záporná.

Tvrzením, že dva záblesky A a B jsou současné vzhledem ke kolejí, míníme toto: světelné paprsky vycházející z bodů A a B se setkávají ve středu M vzdálenosti AB měřené podél kolejí. Avšak k událostem A a B odpovídají také body A a B na vlaku. Předpokládejme, že M' je střed

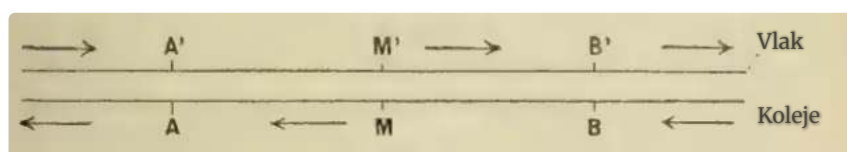
vektoru $A B$ na jedoucím vlaku. Tento bod M' se skutečně shoduje s bodem M v okamžiku, kdy dochází k zábleskům (okamžik počítaný vzhledem ke koleji), ale poté se na nákresu pohybuje doprava rychlostí v vlaku.

Kdyby pozorovatel umístěný ve vlaku v M' nebyl unášen touto rychlostí, zůstal by trvale v M a paprsky světla z bodů A a B by k němu dorazily současně, což znamená, že by se přesně na něm protínaly. Ve skutečnosti se však pohybuje (vzhledem ke koleji) a jde vstříc světlu přicházejícímu z B , zatímco světlu z A uniká. Pozorovatel tedy uvidí první dříve než druhé. Pozorovatelé, kteří berou železnici jako referenční systém, dospívají k závěru, že záblesk B nastal dříve než záblesk A .

Docházíme tedy k následujícímu zásadnímu faktu. Události současné vzhledem ke koleji již nejsou současné vzhledem k vlaku, a naopak (relativita současnosti). Každý referenční systém má svůj vlastní čas; údaj o čase má smysl pouze tehdy, uvedeme-li referenční systém použitý pro jeho měření⁽¹⁾.

⁽¹⁾ Einstein, *La Théorie de la Relativité restreinte et généralisée* (trad. Rouvière), strany 21 a 22.

Tento úryvek nám umožňuje přímo pozorovat nejednoznačnost, která byla příčinou mnoha nedorozumění. Chceme-li ji rozptýlit, začneme nakreslením podrobnějšího schématu (obr. 4). Všimněme si, že Einstein naznačil šipkami směr vlaku. My naznačíme jinými šipkami směr – opačný – koleje. Nesmíme zapomenout, že vlak a kolej jsou ve stavu vzájemného pohybu.



Obrázek 4

Jistě, Einstein na to nezapomíná ani tehdy, když se zdržuje kreslení šipek podél koleje; tím naznačuje, že si volí kolej jako referenční systém. Filozof, který chce pochopit podstatu času a ptá se, zda kolej a vlak mají či nemají stejný skutečný čas – tedy stejný prožívaný čas – se však musí neustále připomínat, že si nemá mezi oběma systémy vybírat: umístí vědomého pozorovatele do každého z nich a bude zkoumat, co pro každého znamená prožívaný čas. Nakresleme tedy dodatečné šipky. Nyní přidejme dvě písmena, A' a B' , abychom označili konce vlaku: kdybychom jim nedali vlastní jména a ponechali označení A a B pro body na zemi, s nimiž se shodují, riskovali bychom opět zapomenutí, že kolej a vlak mají dokonale vzájemný režim a stejnou nezávislost. Nakonec obecněji označme M' libovolný bod na přímce $A' B'$, který je vůči B' a A' umístěn stejně jako M vůči A a B . To je schéma.

Nyní vyšleme naše dva záblesky. Body, z nichž vycházejí, nepatří více k zemi než k vlaku; vlny se šíří nezávisle na pohybu zdroje.

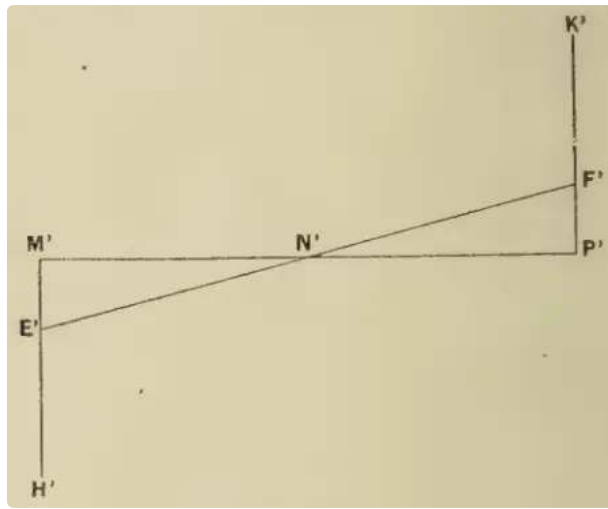
Okamžitě pak zjevně platí, že oba systémy jsou zaměnitelné a že v M' se stane přesně totéž co v odpovídajícím bodě M . Je-li M středem AB a v M je na koleji vnímána současnost, pak v M' , středu $B' A'$, bude ve vlaku vnímána tatáž současnost.

Docházíme-li tedy skutečně k vnímanému, prožívanému, ptáme-li se skutečného pozorovatele ve vlaku a skutečného pozorovatele na koleji, zjistíme, že máme co do činění s jedním a tímž časem: co je současné vzhledem ke koleji, je současné i vzhledem k vlaku.

Označením obou skupin šipek jsme se však vzdali přijetí referenčního systému; svou myslí jsme se umístili *současně* na kolej i do vlaku; odmítli jsme stát se fyziky. Nehledali jsme totiž matematické znázornění vesmíru: to musí být přirozeně bráno z určitého úhlu a podříditi se zákonům matematické perspektivy. Ptali jsme se, co je skutečné, tedy pozorované a skutečně konstatované.

Fyzik naproti tomu má to, co sám pozoruje – to si zaznamená takové, jaké to je – a pak má to, co pozoruje z případného pozorování druhých: to převede, převede na svůj úhel pohledu, protože každé fyzikální znázornění vesmíru musí být vztaženo k referenčnímu systému. Záznam, který o tom pak učiní, však již nebude odpovídat ničemu vnímanému či vnímatelnému; nebude tedy již skutečný, bude symbolický. Fyzik umístěný ve vlaku si tedy vytvoří matematické vidění vesmíru, v němž vše bude převedeno ze skutečnosti vnímané na znázornění vědecky použitelné, s výjimkou toho, co se týká vlaku a s ním spojených předmětů. Fyzik umístěný na koleji si vytvoří matematické vidění vesmíru, v němž vše bude podobně převedeno, s výjimkou toho, co se týká koleje a s ní pevně spojených předmětů. Velikosti, které se v těchto dvou viděních objeví, budou obecně různé, ale v obou budou určité vztahy mezi veličinami, které nazýváme přírodními zákony, stejné, a tato shoda přesně vyjadřuje skutečnost, že obě znázornění jsou znázorněním téže věci, vesmíru nezávislého na našem znázornění.

Co pak uvidí fyzik umístěný v M na trati? Zaznamená současnost obou záblesků. Náš fyzik nemůže být zároveň v bodě M' . Vše, co může udělat, je říci, že si v M' ideálně představuje zjištění nesoučasnosti obou záblesků. Reprezentace světa, kterou vytvoří, spočívá celá na skutečnosti, že zvolená vztažná soustava je spojena se Zemí: tedy vlak se pohybuje; proto nelze v M' zaznamenat současnost obou záblesků. Přesně řečeno, v M' není nic zaznamenáno, protože by k tomu bylo třeba fyzika v M' , zatímco jediný fyzik na světě je podle předpokladu v M . V M' je pouze určitá *poznámka* učiněná pozorovatelem v M , která skutečně vyjadřuje nesoučasnost. *Nebo, chcete-li, v M' je fyzik pouhým výplodem představivosti, existující pouze v myslí fyzika v M .* Ten pak napíše jako Einstein: „Co je současné vzhledem k trati, není současné vzhledem k vlaku.“ A bude mít k tomu právo, dodá-li: „za předpokladu, že fyzika je budována z hlediska trati“. Mělo by se dodat: „Co je současné vzhledem k vlaku, není současné vzhledem k trati, za předpokladu, že fyzika je budována z hlediska vlaku.“ A nakonec by se mělo říci: „Filozofie, která zaujímá jak hledisko trati, tak hledisko vlaku, a zaznamenává jako současnost ve vlaku to, co zaznamenává jako současnost na trati, již není napůl ve vnímané realitě a napůl ve vědecké konstrukci; je celá v realitě a vlastně si jen plně přivlastňuje Einsteinovu myšlenku, kterou je vzájemnost pohybu. Tato myšlenka však v celistvosti je filozofická a již ne fyzikální. K jejímu převedení do jazyka fyzika je třeba se postavit do toho, co jsme nazvali hypotézou jednostranné relativity. A protože tento jazyk se vnucuje, nepostřehne se, že se na okamžik přijala tato hypotéza. Pak se bude mluvit o mnohosti časů, které by všechny byly na stejné úrovni, všechny skutečné, pokud je jeden z nich skutečný. Pravda však je, že tento se od ostatních radikálně liší. Je skutečný, protože je skutečně prožíván fyzikem. Ostatní, pouhé myšlenkové konstrukty, jsou pomocné, matematické, symbolické časy.“



Obrázek 5

Ale dvojznačnost je tak obtížně rozptýlitelná, že ji nelze napadnout na příliš mnoha místech. Uvažujme tedy (obr. 5) v systému S' na přímce označující směr jeho pohybu tři body M' , N' , P' takové, že N' je ve stejné vzdálenosti l od M' i P' . Předpokládejme osobu v N' . V každém ze tří bodů M' , N' , P' se odehrává řada událostí, která tvoří historii místa. V určitém okamžiku osoba v N' vnímá přesně určenou událost. Jsou však určeny i události současné s touto, které se odehrávají v M' a P' ? Ne, podle teorie relativity. Podle toho, jakou rychlost má systém S' , to nebude stejná událost v M' , ani stejná událost v P' , která bude současná s událostí v N' . Uvažujme-li tedy přítomnost osoby v N' v daném okamžiku jako tvořenou všemi současnými událostmi, které se v tom okamžiku odehrávají ve všech bodech jejího systému, bude určena pouze část: bude to událost odehrávající se v bodě N' , kde se osoba nachází. Zbytek bude neurčitý. Události v M' a P' , které jsou stejně součástí přítomnosti naší osoby, budou tím či oním podle toho, jakou rychlost přisoudíme systému S' , podle toho, k jaké vztažné soustavě jej vztáhneme. Nazveme-li v jeho rychlost, víme, že když hodiny, správně seřízené, ukazují stejný čas ve třech bodech, a tedy když je uvnitř systému S' současnost, pozorovatel umístěný ve vztažné soustavě S vidí hodiny v M' předbíhat a hodiny v P' zpoždovat oproti těm v N' , přičemž předstih i zpoždění činí $\frac{lv}{c^2}$ sekund systému S' . Pro vnějšího pozorovatele tedy minulost v M' a budoucnost v P' vstupují do struktury přítomnosti pozorovatele v N' . Což v M' a P' tvoří část přítomnosti pozorovatele v N' , jeví se tomuto vnějšímu pozorovateli jako tím více vzadu v minulé historii místa M' , tím více vpředu v budoucí historii místa P' , čím větší je rychlost systému. Zvedneme-li nyní na přímce $M'P'$ v obou opačných směrech kolmice $M'H'$ a $P'K'$ a předpokládáme-li, že všechny události minulé historie místa M' jsou rozloženy podél $M'H'$, všechny budoucí historie místa P' podél $P'K'$, můžeme nazvat čarou současnosti přímku procházející bodem N' , která spojuje události E' a F' umístěné, pro vnějšího pozorovatele systému, v minulosti místa M' a v budoucnosti místa P' ve vzdálenosti $\frac{lv}{c^2}$ v čase (číslo $\frac{lv}{c^2}$ označuje sekundy systému S'). Tato přímka, jak vidíme, se od $M'N'P'$ odchyluje tím více, čím větší je rychlost systému.

Schéma Minkowského

I zde teorie relativity na první pohled nabývá paradoxního rázu, který udeří do představivosti. Myšlenka okamžitě napadne, že naše osoba v N' , kdyby její pohled mohl okamžitě překonat prostor, který ji dělí od P' , by tam spatřila část budoucnosti tohoto místa, protože je tam, protože moment této budoucnosti je současný s přítomností osoby. Tak by předpovídala obyvateli místa P' události, jejichž svědkem bude. Jistě, říkáme si, tato okamžitá vidění na dálku nejsou ve skutečnosti možná; neexistuje rychlost větší než světlo. Ale můžeme si představit okamžitost vidění, a to stačí k tomu, aby interval $\frac{L}{c}$ budoucnosti místa P' předem existoval ve vztahu k přítomnosti tohoto místa, byl v něm předformován a tedy předurčen. — Uvidíme, že zde jde o klam. Bohužel, teoretici relativity neudělali nic, aby jej rozptýlili. Naopak, měli zálibu v jeho posilování. Nyní není čas analyzovat pojetí Minkowského časoprostoru, které Einstein přijal. Vyjádřilo se velmi důmyslným schématem, v němž by člověk riskoval, pokud by nedbal, že v něm čte to, co jsme právě naznačili, a v němž ostatně Minkowski sám a jeho následovníci jej skutečně četli. Aniž bychom se nyní zabývali tímto schématem (vyžadovalo by celý soubor vysvětlení, z nichž se můžeme prozatím obejít), převedeme Minkowského myšlenku na jednodušší obrázek, který jsme právě načrtli.

Uvažujeme-li naši linii simultánnosti $E' N' F'$, vidíme, že se od $M' N' P'$, s níž původně splývala, postupně vzdaluje, jak rychlost v systému S' roste vzhledem k referenčnímu systému S . Nebude se však vzdalovat donekonečna. Víme totiž, že neexistuje rychlost vyšší než rychlost světla. Délky $M' E'$ a $P' F'$, rovné $\frac{L}{c}$, tedy nemohou překročit $\frac{L}{c}$. Předpokládejme, že mají právě tuto délku. Říká se nám, že za E' ve směru $E' H'$ bude oblast *absolutní minulosti* a za F' ve směru $F' K'$ oblast *absolutní budoucnosti*; nic z této minulosti ani budoucnosti nemůže být součástí přítomnosti pozorovatele v N' . Naopak však žádný z momentů intervalu $M' E'$ ani intervalu $P' F'$ není absolutně předcházející ani následující po tom, co se děje v N' ; všechny tyto následující momenty minulosti a budoucnosti budou současné s událostí v N' , chcete-li; stačí přisoudit systému S' příslušnou rychlost, tj. zvolit odpovídajícím způsobem referenční systém. Vše, co se stalo v M' během uplynulého intervalu $\frac{L}{c}$, vše, co nastane v $M' N' P'$ během budoucího intervalu $\frac{L}{c}$, může vstoupit do částečně neurčité přítomnosti pozorovatele v N' : volí ji rychlost systému.

Že by pozorovatel v N' , kdyby měl dar okamžitého vidění na dálku, spatřil jako přítomné v P' to, co bude budoucností pro pozorovatele v P' , a mohl by stejně okamžitou telepatí oznámit v P' , co se tam stane, to teoretici relativity implicitně připustili, neboť se postarali nás ujistit o důsledcích takového stavu věcí⁽¹⁾. Ve skutečnosti, jak nám ukazují, pozorovatel v N' nikdy nevyužije tuto iminenci ve své přítomnosti toho, co je minulostí pro pozorovatele v M' nebo budoucností pro pozorovatele v P' ; nikdy z toho neprospějí ani neutrpí obyvatelé M' a P' ; neboť žádná zpráva se nemůže přenášet, žádná kauzalita působit rychlostí vyšší než světelná; takže osoba nacházející se v N' nemůže být varována o budoucnosti P' , která přesto tvoří část její přítomnosti, ani na tuto

budoucnost jakkoli působit: tato budoucnost může být přítomna, zahrnuta v přítomnosti osoby v N' ; pro ni zůstává prakticky neexistující.

⁽¹⁾ Viz k tomu: Langevin, *Le temps, l'espace et la causalité*. Bulletin de la Société française de philosophie, 1912 a Eddington. *Espace, temps et gravitation*, trad. Rossignol, s. 61-66.

Podívejme se, zda zde není přelud. Vrátime se k předpokladu, který jsme již učinili. Podle teorie relativity časové vztahy mezi událostmi odehrávajícími se v systému závisí pouze na rychlosti tohoto systému, nikoli na povaze těchto událostí. Vztahy tedy zůstanou stejné, učiníme-li z S' duplikát S , rozvíjející stejný příběh jako S a původně s ním totožný. Tento předpoklad nám velmi usnadní věci a nijak neublíží obecnosti důkazu.

V systému S tedy existuje linie MNP , z níž linie $M'N'P'$ vzešla dělením v okamžiku, kdy se S' oddělila od S . Podle hypotézy pozorovatel umístěný v M' a pozorovatel umístěný v M , nacházející se na odpovídajících místech dvou totožných systémů, jsou každý svědkem téhož příběhu místa, téhož sledu událostí, které se tam odehrávají. Stejně tak pro dva pozorovatele v N a N' a pro ty v P a P' , dokud každý z nich uvažuje pouze místo, kde se nachází. Na tom se všichni shodnou. Nyní se budeme zvláště zabývat dvěma pozorovateli v N a N' , neboť jde o současnost s tím, co se odehrává v těchto středech linie ⁽¹⁾.

⁽¹⁾ Pro zjednodušení úvahy budeme v celém následujícím předpokládat, že tatáž událost právě probíhá v bodech N a N' ve dvou systémech S a S' , z nichž jeden je duplikátem druhého. Jinými slovy, uvažujeme N a N' v přesném okamžiku oddělení obou systémů, přičemž připouštíme, že systém S' může nabýt své rychlosti v okamžitě, náhlým skokem, bez průchodu mezirychlostmi. Na této události tvořící společnou přítomnost obou osob v N a N' pak upneme svou pozornost. Když řekneme, že zvyšujeme rychlost v , budeme tím rozumět, že věci vracíme na místo, opět přivádíme oba systémy k sobě, a tedy opět necháváme osoby v N a N' být svědky téže události, a pak systémy oddělujeme tím, že S' opět okamžitě udělíme rychlost vyšší než předchozí.

Pro pozorovatele v N je to, co v M a P je současné s jeho přítomností, dokonale určeno, neboť systém je podle předpokladu nehybný.

Pokud jde o pozorovatele v N' , to, co v M' a P' bylo současné s jeho přítomností, když jeho systém S' splýval s S , bylo rovněž určeno: byly to tytéž dvě události, které v M a P byly současné s přítomností N .

Nyní se S' pohybuje vzhledem k S a nabývá například rostoucích rychlostí. Ale pro pozorovatele v N' , uvnitř S' , je tento systém nehybný. Oba systémy S a S' jsou ve stavu dokonalé vzájemnosti; pouze pro pohodlí studia, pro konstrukci fyziky, jsme jeden nebo druhý znehybnili jako referenční systém. Vše, co skutečný pozorovatel z masa a kostí pozoruje v N , vše, co by okamžitě, telepaticky pozoroval v jakémkoli vzdáleném bodě uvnitř svého systému, by skutečný pozorovatel z masa a kostí umístěný v N' shledal totožným uvnitř S' . Část příběhu míst M' a P' , která skutečně vstupuje do přítomnosti pozorovatele v N' pro něj, ta, kterou by spatřil v M' a P' , kdyby měl dar okamžitého vidění na dálku, je tedy určena a neměnná, bez ohledu na rychlost S' z pohledu pozorovatele uvnitř systému S . Je to přesně tatáž část, kterou by pozorovatel v N spatřil v M a P .

Dodejme, že hodiny v S' jdou pro pozorovatele v N' naprosto stejně jako hodiny v S pro pozorovatele v N , neboť S a S' jsou ve stavu vzájemného pohybu a jsou tedy zaměnitelné. Když

hodiny umístěné v M , N , P , vzájemně opticky seřizené, ukazují stejný čas a když je pak podle definice, podle relativismu, současnost mezi událostmi odehrávajícími se v těchto bodech, totéž platí pro odpovídající hodiny v S' a je pak opět podle definice současnost mezi událostmi odehrávajícími se v M' , N' , P' — událostmi, které jsou shodně totožné s těmi prvními.

Jenže jakmile jsem ustálil S jako referenční systém, děje se následující. V systému S , nyní nehybném, kde byly hodiny seřizeny opticky, jak se obvykle činí, v předpokladu nehybnosti systému, je simultánnost věcí *absolutní*; chci říci, že jelikož hodiny byly seřizeny pozorovateli nutně uvnitř systému za předpokladu, že optické signály mezi dvěma body N a P urazí stejnou dráhu tam i zpět, tento předpoklad se stává konečným, je utvrzen skutečností, že S je zvolen jako referenční systém a definitivně ustálen.

Tím však zároveň S' získává pohyb; a pozorovatel v S si nyní uvědomuje, že optické signály mezi dvěma hodinami v N' a P' (o nichž pozorovatel v S' předpokládal a stále předpokládá, že urazí stejnou dráhu tam i zpět) nyní konají dráhy nestejně — s narůstající nerovností úměrně rostoucí rychlosti S' . Podle jeho definice tedy (neboť předpokládáme, že pozorovatel v S je relativista), hodiny ukazující stejný čas v systému S' nezdůrazňují, v jeho očích, současné události. Jsou to sice události, které jsou pro něj současné v jeho vlastním systému; stejně jako jsou současné pro pozorovatele v N' v jeho vlastním systému. Avšak pozorovateli v N se jeví jako následné v systému S' ; či spíše *jeví se mu, že je musí zaznamenat jako následné*, vzhledem k definici simultánnosti, kterou přijal.

S rostoucí rychlostí S' pak pozorovatel v N posouvá dále do minulosti místa M' a projektuje dále do budoucnosti místa P' — prostřednictvím přiřazených hodnot — události odehrávající se v těchto bodech, které jsou pro něj současné v jeho vlastním systému a současné i pro pozorovatele umístěného v systému S' . O tomto posledním pozorovateli, z masa a kostí, již však není řeč; byl nepozorovaně zbaven svého obsahu, přinejmenším svého vědomí; z pozorovatele se stal pouhým pozorovaným, neboť pozorovatel v N byl povýšen na fyzika konstruujícího veškerou vědu. Tedy, opakuji, s růstem v náš fyzik *zaznamenává* jako stále vzdálenější v minulosti místa M' , jako stále pokročilejší v budoucnosti místa P' stále tutéž událost, která, ať již v M' nebo P' , tvoří část skutečně vědomé přítomnosti pozorovatele v N' a tedy i část jeho vlastní. Není tedy řeč o různých událostech místa P' , které by postupně vstupovaly do skutečné přítomnosti pozorovatele v N' pro různé rychlosti systému. Ale tatáž událost místa P' , která je součástí přítomnosti pozorovatele v N' za předpokladu nehybnosti systému, je pozorovatelem v N zaznamenána jako náležející do stále vzdálenější budoucnosti pozorovatele v N' , úměrně rostoucí rychlosti systému S' uvedeného do pohybu. Kdyby pozorovatel v N tak nečinil, jeho fyzikální pojetí vesmíru by se stalo nekoherentním, neboť měření, která zaznamenal pro jevy odehrávající se v systému, by vyjadřovala zákony, jež by bylo nutné měnit podle rychlosti systému: tak identický systém s jeho vlastním, jehož každý bod by měl totožnou historii jako odpovídající bod jeho systému, by se neřídil stejnou fyzikou jako jeho systém (přinejmenším pokud jde o elektromagnetismus). Avšak tím, že takto zaznamenává, pouze vyjadřuje nutnost, v níž se nachází, když předpokládá pohyb systému S' namísto svého nehybného systému N , *zakřivit* simultánnost mezi událostmi. Je to

stále tatáž simultánnost; jevila by se tak pozorovateli uvnitř S' . Ale vyjádřena perspektivně z bodu N , musí být zakřivena do podoby následnosti.

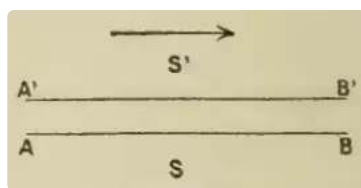
Je tedy zbytečné nás ujišťovat, že pozorovatel v N' sice může ve své přítomnosti držet část budoucnosti místa P' , ale nemůže o ní získat ani předat poznání, a že tato budoucnost je pro něj jako by neexistovala. Jsme naprosto klidní: nemohli bychom naplnit a oživit našeho pozorovatele v N' zbaveného obsahu, přetvořit jej v bytost vědomou a zejména fyzika, aniž by se událost místa P' , kterou jsme právě zařadili do budoucnosti, nestala opět přítomností tohoto místa. Vlastně je to sám sebe, koho fyzik v N potřebuje zde uklidnit, a sám sebe uklidňuje. Musí si sám sobě dokázat, že tím, jak číselně označuje událost v bodě P , lokalizuje ji v budoucnosti tohoto bodu a v přítomnosti pozorovatele v N' , nejen vyhovuje požadavkům vědy, ale zůstává také v souladu s běžnou zkušeností. A nemá potíže si to dokázat, neboť jakmile vše znázorňuje podle perspektivních pravidel, která přijal, to, co je koherentní ve skutečnosti, zůstává koherentní i v reprezentaci. Stejný důvod, který mu říká, že neexistuje rychlost vyšší než světlo, že rychlost světla je stejná pro všechny pozorovatele atd., jej nutí zařadit do budoucnosti místa P' událost, která je součástí přítomnosti pozorovatele v N' , která je mimochodem součástí jeho vlastní přítomnosti a která náleží do přítomnosti místa P . Přísně vzato by se měl vyjádřit takto: „Umísťuji událost do budoucnosti místa P' , ale protože ji ponechávám uvnitř časového intervalu budoucnosti $\frac{1}{c}$, protože ji neposouvám dále, nikdy si nebudu představovat osobu v N' jako schopnou spatřit, co se stane v P' , a poučit o tom tamní obyvatele.“ Avšak jeho způsob vidění věcí mu diktuje: „Pozorovatel v N' může sice ve své přítomnosti vlastnit něco z budoucnosti místa P' , nemůže o tom však získat poznání, ani to ovlivnit či jakkoli využít.“ Z toho jistě nevyplyne žádná fyzická či matematická chyba; velká by však byla iluze filosofa, který by fyzika vzal za slovo.

Není tedy v M' a P' , vedle událostí, které jsme ochotni ponechat v „absolutní minulosti“ či „absolutní budoucnosti“ pro pozorovatele v N' , celá řada událostí, které by minulé a budoucí v těchto dvou bodech vstupovaly do jeho přítomnosti, kdybychom přisoudili systému S' odpovídající rychlost. V každém z jeho bodů je jediná událost tvořící část skutečné přítomnosti pozorovatele v N' , ať je rychlost systému jakákoli: je to právě ta, která v M a P tvoří část přítomnosti pozorovatele v N . Avšak tato událost bude fyzikem zaznamenána jako situovaná více či méně vzadu v minulosti M' , více či méně vpředu v budoucnosti P' , podle přisouzené rychlosti systému. Jsou to stále, v M' a P' , tytéž dvě události, které spolu s určitou událostí v N' tvoří přítomnost Pavla umístěného v tomto bodě. Ale tato simultánnost tří událostí se jeví zakřivená v minulost-přítomnost-budoucnost, když je nahlížena Petrem představujícím si Pavla, v zrcadle pohybu.

Nicméně iluze obsažená v běžném výkladu je tak těžko odhalitelná, že nebude zbytečné zaútočit na ni z jiné strany. Předpokládejme znovu, že systém S' , totožný se systémem S , se právě od něj oddělil a okamžitě získal svou rychlost. Pierre a Paul byli sloučeni v bodě N : a hle, v tutéž chvíli jsou odděleni v N a N' , které se stále shodují. Představme si nyní, že Pierre, uvnitř svého systému S , má dar okamžitého vidění na libovolnou vzdálenost. Pokud by pohyb udělený systému S' činil

skutečně současným to, co se děje v N' (a tedy i to, co se děje v N , neboť oddělení obou systémů probíhá v tutéž chvíli) událost nacházející se v budoucnosti místa P' , Pierre by byl svědkem budoucí události místa P , události, která vstoupí do přítomnosti zmíněného Pierra až za chvíli: zkrátka, prostřednictvím systému S' by četl v budoucnosti svého vlastního systému S , nikoli ovšem pro bod N , kde se nachází, ale pro vzdálený bod P . A čím větší by byla rychlost náhle udělená systému S' , tím dále by jeho pohled pronikal do budoucnosti bodu P . Kdyby měl prostředky k okamžité komunikaci, oznámil by obyvateli místa P , co se na tomto místě stane, protože to viděl v P' . Ale vůbec ne. *To, co vidí v P' , v budoucnosti místa P' , je přesně to, co vidí v P , v přítomnosti místa P . Čím větší je rychlost systému S' , tím vzdálenější v budoucnosti místa P' je to, co vidí v P , ale je to stále tatáž přítomnost bodu P . Vidění na dálku a do budoucnosti mu tedy nic neříká. V „časovém intervalu“ mezi přítomností místa P a budoucností, totožnou s touto přítomností, odpovídajícího místa P' není místo pro vůbec nic: vše se děje, jako by interval byl nulový. A ve skutečnosti je nulový: je to rozšířené nic. Ale nabývá podoby intervalu fenoménem mentální optiky, podobným tomu, který vzdaluje předmět od sebe samého, když tlak na oční bulvu nám jej ukazuje zdvojený. Přesněji řečeno, vidění, které si Pierre vytvořil o systému S' , není ničím jiným než viděním systému S položeného napříč v Čase. Toto „zkřížené vidění“ způsobuje, že linie současnosti procházející body M, N, P systému S se jeví stále šikmější v systému S' , duplikátu S , jak se rychlost S' zvětšuje: duplikát toho, co se odehrává v M , se tak ocitá posunut do minulosti, duplikát toho, co se odehrává v P , se tak posouvá do budoucnosti; ale to je v podstatě jen efekt mentálního zkroucení. Nyní, to, co říkáme o systému S' , duplikátu S , by platilo pro jakýkoli jiný systém se stejnou rychlostí; neboť, ještě jednou, časové vztahy událostí uvnitř S' jsou ovlivněny podle teorie Relativity větší či menší rychlostí systému, ale pouze jeho rychlostí. Předpokládejme tedy, že S' je libovolný systém, a ne pouhý dvojník S . Chceme-li najít přesný smysl teorie Relativity, musíme zajistit, aby S' byl nejprve v klidu s S , aniž by se s ním sloučil, a pak se pohyboval. Zjistíme, že to, co bylo v klidu současností, zůstává současností v pohybu, ale tato současnost, viděná ze systému S , je prostě postavena napříč: linie současnosti mezi třemi body M', N', P' se zdá být otočena o určitý úhel kolem N' , takže jeden její konec by se zdržoval v minulosti, zatímco druhý by předjímal budoucnost.*

Trvali jsme na „zpomalení času“ a „rozpojení současnosti“. Zbývá „podélná kontrakce“. Ukážeme za chvíli, jak je jen prostorovým projevem tohoto dvojího časového účinku. Ale již nyní o tom můžeme říci pár slov. Uvažujme totiž (obr. 6), v pohybujícím se systému S' , dva body A' a B' , které se během pohybu systému dostanou na dva body A a B nehybného systému S , jehož je S' duplikátem.



Obrázek 6

Když nastanou tyto dvě shody, hodiny umístěné v A' a B' , přirozeně seřazené pozorovateli připojenými k S' , ukazují stejný čas. Pozorovatel připojený k S , který si říká, že v takovém případě hodiny v B' se zpožďují za hodinami v A' , z toho vyvodí, že B' přišel do shody s B až po okamžiku shody A' s A , a proto je $A'B'$ kratší než AB . Ve skutečnosti to "ví" pouze v tomto smyslu: aby se řídil pravidly perspektivy, o nichž jsme před chvílí hovořili, musel připsat shodě B' s B zpoždění oproti shodě A' s A , právě proto, že hodiny v A' a B' ukazovaly stejný čas pro obě shody. Pod hrozbou rozporu pak musí označit $A'B'$ jako kratší než AB . Pozorovatel v S' navíc uvažuje symetricky. Jeho systém je pro něj v klidu; a proto se S vůči němu pohybuje v opačném směru, než jakým se S' předtím pohyboval. Hodiny v A se mu tedy zdají zpožďovat za hodinami v B . A proto by se shoda A s A' podle něj měla uskutečnit až po shodě B s B' , pokud hodiny A a B ukazovaly stejný čas při obou shodách. Z toho plyne, že AB musí být menší než $A'B'$. Mají nyní AB a $A'B'$ skutečně stejnou velikost? Opakujeme ještě jednou, že zde nazýváme skutečným to, co je vnímané nebo vnímatelné. Musíme tedy uvažovat pozorovatele v S a pozorovatele v S' , Petra a Pavla, a porovnat jejich pohledy na obě veličiny. Každý z nich, když vidí místo toho, aby byl pouze viděn, když je referenčním bodem a ne referovaným, znehybní svůj systém. Každý z nich bere uvažovanou délku v klidovém stavu. Oba systémy, ve skutečném stavu vzájemného pohybu, jsou zaměnitelné, protože S' je duplikátem S ; pohled pozorovatele v S na AB je tedy hypoteticky totožný s pohledem pozorovatele v S' na $A'B'$. Jak lze přísněji, absolutněji potvrdit rovnost obou délek AB a $A'B'$? Rovnost získává absolutní smysl, nadřazený jakékoli konvenci měření, pouze v případě, kdy jsou oba porovnávané termíny totožné; a jsou prohlášeny za totožné, jakmile jsou považovány za zaměnitelné. Proto v teorii speciální relativity se rozměr nemůže skutečně stahovat o nic více, než se může čas zpomalovat nebo současnost efektivně rozpadat. Ale když je jednou přijat referenční systém a tím znehybněn, vše, co se děje v ostatních systémech, musí být vyjádřeno perspektivně, podle větší či menší vzdálenosti, která existuje na stupnici velikostí mezi rychlostí referovaného systému a rychlostí, nulovou podle hypotézy, referenčního systému. Neztrácejme tuto distinkci z dohledu. Pokud vyvoláme Jana a Jakuba zcela živé z obrazu, kde jeden zaujímá popředí a druhý pozadí, dejme si pozor, abychom Jakobovi neponechali velikost trpaslíka. Dejme mu, stejně jako Janovi, normální rozměr.

KAPITOLA 7.8.

Zmatení jako zdroj všech paradoxů

Abychom vše shrnuli, stačí, když se vrátíme k naší původní hypotéze fyzika připojeného k Zemi, který provádí a opakuje experiment Michelsona–Morleyho. Nyní jej však budeme předpokládat především zaujatým tím, co nazýváme skutečným, tedy tím, co vnímá nebo by mohl vnímat. Zůstává fyzikem, neztrácí ze zřetele nutnost získat konzistentní matematické vyjádření celku věci. Chce však pomoci filozofovi v jeho úkolu; a jeho pohled se nikdy neodtrhne od pohyblivé hranice oddělující symbolické od skutečného, koncipované od vnímaného. Bude tedy hovořit o „realitě“ a „zdání“, o „správných měřeních“ a „chybných měřeních“. Stručně řečeno, nepřijme jazyk relativity.

Ale teorii přijme. Překlad, který nám podá nové myšlenky ve starém jazyce, nám lépe objasní, co si můžeme ponechat a co musíme změnit z toho, co jsme dříve přijali.

Když tedy otáčí svůj přístroj o 90 stupňů, v žádném ročním období nepozoruje žádný posun interferenčních proužků. Rychlost světla je tedy stejná ve všech směrech, stejná pro jakoukoli rychlost Země. Jak vysvětlit tento fakt?

Fakt je plně vysvětlen, řekne náš fyzik. Potíže existují, problém vzniká jen proto, že se mluví o Zemi v pohybu. Ale pohybující se vůči čemu? Kde je pevný bod, ke kterému se přibližuje nebo od kterého se vzdaluje? Tento bod mohl být pouze libovolně zvolen. Jsem tedy svobodný rozhodnout, že Země bude tímto bodem, a jaksi ji vztáhnout k sobě samé. Tím je nehybná a problém mizí.

Přesto mám skrupule. Jaké by to nebylo zmatení, kdyby pojem absolutní nehybnosti přesto nabyl smyslu a kdyby se někde objevil definitivně pevný orientační bod? Aniž bych musel zacházet tak daleko, stačí se podívat na hvězdy; vidím tělesa v pohybu vůči Zemi. Fyzik připojený k některému z těchto mimozemských systémů, uvažující stejně jako já, se bude považovat za nehybný a bude mít pravdu: bude tedy vůči mně mít stejné nároky, jaké by mohli mít obyvatelé absolutně nehybného systému. A řekne mi, jako by řekli oni, že se mýlím, že nemám právo vysvětlovat svou nehybností stejnou rychlost šíření světla ve všech směrech, protože jsem v pohybu.

Ale zde je něco, co mě uklidní. Nikdy mi mimozemský pozorovatel nebude vyčítat, nikdy mě nechytí při chybě, protože při zkoumání mých jednotek měření prostoru a času, pozorování posunu mých přístrojů a chodu mých hodin učiní následující zjištění:

1° přisuzuji světlu zjevně stejnou rychlost jako on, přestože se pohybuji ve směru světelného paprsku a on zůstává v klidu; ale je to proto, že mé časové jednotky se mu pak jeví jako delší než jeho vlastní; 2° domnívám se, že světlo se šíří stejnou rychlostí ve všech směrech, ale je to proto, že měřím vzdálenosti pravítkem, jehož délku vidí měnit se podle orientace; 3° stále bych nacházel stejnou rychlost světla, i kdybych ji dokázal změřit mezi dvěma body dráhy na Zemi zaznamenáním času potřebného k překonání intervalu na hodinách umístěných na těchto místech? Ale to proto, že mé dvě hodiny byly seřizeny optickými signály v hypotéze, že Země je nehybná. Protože je však v pohybu, jedna z hodin se vůči druhé zpožďuje tím více, čím větší je rychlost Země. Toto zpoždění mi vždy vnukne myšlenku, že čas potřebný světlu k překonání intervalu odpovídá stále stejné rychlosti. Jsem tedy kryt. Můj kritik shledá mé závěry správnými, přestože z jeho nyní jediného legitimního hlediska se mé premisy staly chybnými. Nanejvýš mi bude vyčítat, že jsem se domníval, že jsem skutečně pozoroval stálost rychlosti světla ve všech směrech: podle něj tuto stálost tvrdím jen proto, že mé chyby v měření času a prostoru se vzájemně kompenzují tak, aby daly výsledek podobný jeho. Přirozeně, v reprezentaci vesmíru, kterou vytvoří, uvede mé délky času a prostoru tak, jak je právě spočítal, a ne tak, jak jsem je spočítal já sám. Budu považován za toho, kdo špatně provedl svá měření po celou dobu operací. Ale je mi to jedno, protože můj výsledek je uznán jako správný. Kdyby se navíc pozorovatel, kterého jsem si jen představoval, stal skutečným, ocitl by se před stejnou obtíží, měl by stejné výhrady a uklidnil by se stejným způsobem. Řekl by, že pohyblivý či nehybný, se správnými či chybnými měřeními, dosahuje stejné fyziky jako já a dospívá k univerzálním zákonům.

Jinými slovy: při experimentu jako je Michelsonův a Morleyův se věci mají tak, jako by teoretik relativity stiskl jeden ze dvou očních bulbů experimentátora a tím vyvolal diplopii zvláštního druhu: původně vnímaný obraz, původně prováděný experiment se zdvojuje v fantómovém obrazu, kde se trvání zpomaluje, současnost se ohýbá v posloupnost a tím se mění délky. Tato uměle vyvolaná diplopie u experimentátora slouží k jeho uklidnění či spíše k zajištění proti riziku, o kterém se domnívá, že mu hrozí (a v některých případech by skutečně hrozilo), když se svévolně prohlásí za střed světa, když vztáhne všechny věci ke svému osobnímu referenčnímu systému a přesto vytváří fyziku, kterou by chtěl mít univerzálně platnou: od nynějška může klidně spát; ví, že zákony, které formuluje, se ověří, ať už se na přírodu díváme z jakéhokoli observatoře. Fantómový obraz jeho experimentu, který mu ukazuje, jak by se tento experiment jevil, kdyby byl experimentální přístroj v pohybu, nehybnému pozorovateli vybavenému novým referenčním systémem, je sice časoprostorovou deformací původního obrazu, ale deformací, která ponechává nedotčené vztahy mezi částmi kostry, zachovává nezměněné klouby a zajišťuje, že experiment stále ověřuje tentýž zákon, přičemž tyto klouby a vztahy jsou právě tím, co nazýváme zákony přírody.

Ale náš pozemský pozorovatel nesmí nikdy ztratit ze zřetele, že v celé této záležitosti je skutečný jen on sám, zatímco druhý pozorovatel je fantóm. Navíc si bude vyvolávat tolik těchto přízraků, kolik bude chtít, tolik, kolik existuje rychlostí, nekonečné množství. Všichni se mu budou jevit jako budoucí své vlastní reprezentace vesmíru, upravující měření, která provedl na Zemi, a získávající tím stejnou fyziku jako on. Od té chvíle bude pracovat na své fyzice, zůstane čistě a jednoduše na observatoři, kterou si zvolil, na Zemi, a už se jimi nebude zabývat.

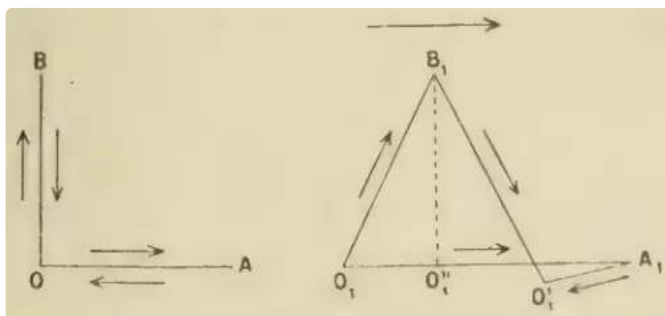
Přesto bylo nutné tyto fantómové fyziky vyvolat; a teorie relativity, tím, že skutečnému fyzikovi poskytla prostředek, jak se s nimi shodnout, umožnila vědě učinit velký krok vpřed.

Právě jsme se umístili na Zemi. Stejně dobře jsme však mohli svou volbu upřít na jakýkoli jiný bod vesmíru. V každém z nich je skutečný fyzik, za nímž se táhne mračno fantómových fyziků, tolik, kolik si dokáže představit rychlostí. Chceme pak rozlišit, co je skutečné? Chceme vědět, zda existuje jeden jediný čas nebo více časů? Nemusíme se zabývat fantómovými fyziky, musíme brát v úvahu pouze skutečné fyziky. Budeme se ptát, zda vnímají či nevnímají tentýž čas. Obecně je pro filosofa obtížné s jistotou tvrdit, že dva lidé žijí ve stejném rytmu trvání. Nemůže ani dát tomuto tvrzení přesný a rigorózní smysl. A přesto to v hypotéze relativity dokáže: zde toto tvrzení nabývá velmi jasného smyslu a stává se jistým, když porovnáváme dva systémy ve stavu vzájemného rovnoměrného pohybu; pozorovatelé jsou zaměnitelní. To je navíc zcela jasné a jisté pouze v hypotéze relativity. Všude jinde se dva systémy, jakkoli podobné, obvykle liší nějakým aspektem, protože nezaujímají stejné místo vůči privilegovanému systému. Ale zrušení privilegovaného systému je samou podstatou teorie relativity. Tato teorie tedy daleko od toho, aby vylučovala hypotézu jediného času, ji naopak vyžaduje a dává jí vyšší srozumitelnost.

KAPITOLA 8.

Světelné obrazce

Tento způsob nazírání nám umožní proniknout hlouběji do teorie relativity. Právě jsme ukázali, jak teoretik relativity vyvolává vedle vize vlastního systému všechny reprezentace připisovatelné všem fyzikům, kteří by tento systém viděli v pohybu všemi možnými rychlostmi. Tyto reprezentace se liší, ale různé části každé z nich jsou členěny tak, aby uvnitř ní udržovaly stejné vztahy mezi sebou a tím projevovaly stejné zákony. Nyní se pevněji chopme těchto různých reprezentací. Ukažme konkrétněji rostoucí deformaci povrchového obrazu a neměnnou zachovalost vnitřních vztahů s tím, jak se předpokládaná rychlost zvětšuje. Takto přímo uchopíme zrod mnohosti časů v teorii relativity. Její význam se nám materiálně vykreslí před očima. A zároveň odhalíme určitá předpokládaná tvrzení této teorie.



Obrázek 7

KAPITOLA 8.1.

„Světelné čáry“ a „tuhé čáry“

Zde tedy máme v systému S v klidu Michelsonův–Morleyův experiment (Obrázek 7). Nazvěme "tuhou čárou" nebo prostě "čárou" geometrickou linii jako OA nebo OB . Nazvěme "světelnou čárou" světelný paprsek, který se podél ní šíří. Pro pozorovatele uvnitř systému se oba paprsky vyslané z O do B a z O do A v obou kolmých směrech přesně vracejí zpět. Experiment mu tedy nabízí obraz dvojité světelné čáry natažené mezi O a B a také dvojité světelné čáry natažené mezi O a A , přičemž tyto dvě dvojité světelné čáry jsou na sebe kolmé a vzájemně stejně dlouhé.

Díváme-li se nyní na systém v klidu, představme si, že se pohybuje rychlostí v . Jaké bude naše dvojitě znázornění?

KAPITOLA 8.2.

"Světelná figura" a prostorová figura: jak se shodují a jak se rozcházejí

Dokud je v klidu, můžeme jej bez rozdílu považovat za složený ze dvou jednoduchých tuhých čar, pravouhlých, nebo ze dvou dvojitých světelných čar, stále pravouhlých: světelná figura a tuhá figura se shodují. Jakmile jej předpokládáme v pohybu, obě figury se rozcházejí. Tuhá figura zůstává složena ze dvou přímkou pravouhlých. Ale světelná figura se deformuje. Dvojitá světelná čára natažená podél přímky OB se stává světelnou čárou lomenou $O_1 B_1 O_1'$. Dvojitá světelná čára natažená podél OA se stává světelnou čárou $O_1 A_1 O_1'$ (část $O_1' A_1$ této čáry se ve skutečnosti

překrývá s $O_1 A_1$, ale pro větší názornost ji na obrázku oddělujeme). To co se týče formy. Podívejme se na velikost.

Ten, kdo by uvažoval *a priori*, dříve než byl Michelsonův–Morleyův experiment skutečně proveden, by řekl: "Musím předpokládat, že tuhá figura zůstává tím, čím je, nejen proto, že obě čáry zůstávají pravoúhlé, ale také proto, že jsou stále stejně dlouhé. To vyplývá ze samotného pojmu tuhosti. Pokud jde o dvě dvojité světelné čáry, původně stejné, vidím je v představě jako nestejně, když se rozcházejí účinkem pohybu, který můj myšlenkový systém uděluje. To vyplývá ze samotné rovnosti obou tuhých čar." Stručně řečeno, v tomto *a priori* uvažování podle starých představ by se řeklo: "Je to tuhá prostorová figura, která ukládá své podmínky světelné figuře."

Teorie relativity, jak vyplývá z Michelsonova–Morleyho experimentu skutečně provedeného, spočívá v převrácení této teze a v konstatování: "Je to světelná figura, která ukládá své podmínky tuhé figuře." Jinými slovy, tuhá figura není sama skutečnost: je to jen konstrukce ducha; a z této konstrukce musí světelná figura, jako jediná daná, poskytnout pravidla.

Michelsonův–Morleyho experiment nás totiž učí, že obě čáry $O_1 B_1 O_1'$, $O_1 A_1 O_1'$ zůstávají stejně dlouhé, bez ohledu na rychlost přisuzovanou systému. Je to tedy rovnost obou dvojitých světelných čar, která má být vždy považována za zachovanou, a nikoli rovnost obou tuhých čar: ty se musí podle toho zařídit. Podívejme se, jak se zařídí. K tomu pečlivě prozkoumejme deformaci naší světelné figury. Nezapomínejme však, že vše se odehrává v naší představivosti, nebo lépe v našem chápání. Ve skutečnosti je Michelsonův–Morleyho experiment prováděn fyzikem uvnitř jeho systému, a tedy v systému v klidu. Systém je v pohybu pouze tehdy, pokud jej fyzik opustí myšlenkou. Pokud jeho myšlenka v něm zůstává, jeho úvaha se nebude vztahovat na jeho vlastní systém, ale na Michelsonův–Morleyho experiment zavedený v jiném systému, nebo spíše na obraz, který si o tomto experimentu vytvoří: protože tam, kde je experiment skutečně proveden, je stále prováděn fyzikem uvnitř systému, a tedy stále v systému v klidu. Takže v celém tomto případě jde jen o určitý způsob zápisu experimentu, který se neprovádí, aby byl koordinován s experimentem, který se provádí. Tím se jednoduše vyjadřuje, že se neprovádí. Aníž bychom kdy ztratili tento bod ze zřetele, sledujme změnu naší světelné figury. Budeme zkoumat odděleně tři deformační účinky způsobené pohybem: 1° příčný účinek, který odpovídá, jak uvidíme, tomu, co teorie relativity nazývá prodloužením času; 2° podélný účinek, který je pro ni dislokací současnosti; 3° dvojitý účinek příčno–podélný, který by byl „Lorentzovou kontrakcí“.

KAPITOLA 8.3.

Trojité účinek disociace

1° Příčný efekt neboli „*dilatace času*“. Přidělme rychlosti v hodnoty rostoucí od nuly. Navykněme svou mysl vyvozovat z původní světelné figury OAB řadu obrazů, v nichž se stále více prohlubuje rozestup mezi světelnými čarami, které zprvu splývaly. Procvičujme se také ve vracení všech takto odvozených obrazů zpět do původní figury. Jinými slovy, postupujme jako s vysouvacím dalekohledem, jehož trubky vytáhneme ven, abychom je pak zase zasunuli zpět. Nebo lépe, vzpomeňme si na dětskou hračku z kloubových tyčí, po nichž jsou rozmístěni dřevění vojáčky. Když tyče roztáhneme tahem za oba konce, překříží se jako X a vojáčky se rozptýlí; když je k sobě

přitlačíme, tyče se sevrou a vojáčky se seřadí v těsných řadách. Stále mějme na paměti, že naše světelné figury jsou sice neomezeně početné, přesto však tvoří jedinou: jejich mnohost vyjadřuje prostě možné pohledy, které by na ně měli pozorovatelé, vůči nimž by figury byly uváděny do různých rychlostí – tedy v podstatě pohledy pozorovatelů pohybujících se vůči figuře; a všechny tyto virtuální pohledy se jaksi vnořují do skutečného pohledu na původní figuru AOB . Jaký závěr se vnučuje pro příčnou světelnou čáru $O_1 B_1 O_1'$, která vzešla z OB a mohla by se do ní vrátit, která se do ní dokonce skutečně vrací a s OB opět splývá v okamžiku, kdy si ji představujeme? Tato čára se rovná $\frac{2l}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$, zatímco původní dvojitá světelná čára byla $2l$. Její prodloužení tedy přesně

odpovídá prodloužení času, jak nám jej podává teorie relativity. Tím vidíme, že tato teorie postupuje, jako bychom za etalon času brali dvojnásobnou dráhu paprsku světla tam a zpět mezi dvěma určenými body. Ale tu ihned intuitivně postřehneme vztah mezi mnohými časy a jediným skutečným časem. Mnohé časy vyvolávané teorií relativity nejenže neruší jednotu skutečného času, nýbrž ji dokonce předpokládají a udržují. Skutečný pozorovatel uvnitř systému si totiž vědomě uvědomuje jak odlišnost, tak totožnost těchto různých časů. Prožívá psychologický čas, a s tímto časem splývají všechny více či méně dilatované matematické časy; neboť jakkoli rozvíjí kloubové tyče své hračky – chci říci, jakkoli urychluje myšlenkově pohyb svého systému – světelné čáry se prodlužují, ale všechny vyplňují tutéž prožívanou dobu. Bez této jedinečné prožívané doby, bez tohoto skutečného času společného všem matematickým časům, jaký smysl by mělo tvrzení, že jsou současné, že se vejdou do téhož intervalu? Jaký význam by se dal takovému tvrzení přisoudit?

Předpokládejme (k tomuto bodu se brzy vrátíme), že pozorovatel v S má ve zvyku měřit svůj čas světelnou čarou, chci říci přiložit svůj psychologický čas ke své světelné čáře OB . Nutně pak budou psychologický čas a světelná čára (vzata v klidném systému) pro něj synonyma. Když si pak představí svůj systém v pohybu a jeho světelnou čáru delší, řekne, že se čas prodloužil; ale zároveň uvidí, že to už není psychologický čas; je to čas, který už není jako dříve zároveň psychologický i matematický; stal se výhradně matematickým, nemůže být psychologickým časem nikoho: jakmile by nějaké vědomí chtělo prožívat jeden z těchto prodloužených časů $O_1 B_1, O_2 B_2$ atd., tyto by se okamžitě stáhly zpět do OB , neboť světelná čára by už nebyla vnímána jen v představě, nýbrž ve skutečnosti, a systém, dosud uváděný do pohybu pouhou myšlenkou, by si nárokoval svou faktickou nehybnost.

Stručně řečeno, teze relativity zde tedy znamená, že pozorovatel uvnitř systému S , představuje-li si tento systém v pohybu se všemi možnými rychlostmi, by viděl matematický čas svého systému prodlužovat se s rostoucí rychlostí, kdyby čas tohoto systému splýval se světelnými čarami $OB, O_1 B_1, O_2 B_2$ atd. Všechny tyto různé matematické časy by byly současné v tom smyslu, že všechny by se vešly do téže psychologické doby, té pozorovatelovy v S . Byly by to ostatně jen časy fiktivní, neboť je nemohl prožívat jako odlišné od prvního nikdo – ani pozorovatel v S , který je všechny vnímá ve stejné době, ani žádný jiný skutečný či možný pozorovatel. Uchovaly by si název čas jen proto, že první z řady, totiž OB , měřil psychologickou dobu pozorovatele v S . Pak se ovšem rozšířením stále nazývají časy i prodloužené světelné čáry systému předpokládaného v pohybu, přičemž se zapomíná, že všechny se vejdou do stejné doby. Nazývejme je časem, chci; budou to, z definice, časy konvenční, neboť neměří žádnou skutečnou či možnou dobu.

Jak však vysvětlit obecně toto sblížení mezi časem a světelnou čarou? Proč se první světelná čára OB přikládá pozorovatelem v S k jeho psychologické době, a tak předává následujícím čarám $O_1 B_1, O_2 B_2 \dots$ atd. jméno a vzhled času jakousi nákazou? Na tuto otázku jsme již implicitně odpověděli; nebude však neúčelné ji znovu prozkoumat. Nejprve však – pokračujme v chápání času jako světelné čáry – prozkoumejme druhý efekt deformace figury.

2° Podélný efekt neboli „rozpad simultánnosti“. Jak se zvětšuje mezera mezi světelnými čarami, které se v původním obrazci shodovaly, narůstá nerovnost mezi dvěma podélnými světelnými čarami jako $O_1 A_1$ a $A_1 O_1'$, původně splývajícími v dvojité světelné čáře OA . Protože světelná čára je pro nás vždy časem, řekneme, že okamžik A_1 již není středem časového intervalu $O_1 A_1 O_1'$, zatímco okamžik A byl středem intervalu $OA O$. Ať si pozorovatel uvnitř systému S představuje svůj systém v klidu či v pohybu, jeho představa, pouhý akt myšlení, nijak neovlivňuje hodiny systému. Ovlivňuje však, jak vidíme, jejich souhru. Hodiny se nemění; mění se Čas. Deformuje se a rozpadá mezi nimi. Byly to stejné časy, které bychom řekli, putovaly od O k A a vracely se od A k O v původním obrazci. Nyní je cesta tam delší než zpět. Je ostatně snadno vidět, že zpoždění druhých hodin oproti prvním bude $\frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \cdot \frac{lv}{c^2}$ nebo $\frac{lv}{c^2}$, podle toho, zda je počítáme v sekundách nehybného systému nebo systému v pohybu. Protože hodiny zůstávají, co byly, fungují, jak fungovaly, zachovávají si vzájemný vztah a zůstávají seřizené, jako byly původně, v mysli našeho pozorovatele stále více zaostávají jedna za druhou, jak jeho představivost zrychluje pohyb systému. Vnímá-li se v klidu? Mezi oběma okamžiky existuje skutečná simultánnost, když hodiny v O a A ukazují stejný čas. Představuje-li si v pohybu? Tyto dva okamžiky, zdůrazněné dvěma hodinami ukazujícími stejný čas, z definice přestávají být simultánní, protože obě světelné čáry se staly nestejnými, zatímco dříve byly stejné. Chci říci, že dříve to byla rovnost, nyní je to nerovnost, která se *vplížila* mezi obě hodiny, které se samy nepohnuly. Ale mají tato rovnost a tato nerovnost stejný stupeň reality, pokud se uplatňují na čas? První byla *zároveň* rovností světelných čar a rovností psychologických délek trvání, tedy časem ve smyslu, jak jej chápe každý. Druhá je již jen nerovností světelných čar, tedy konvenčních časů; vzniká ostatně mezi stejnými psychologickými délkami trvání jako první. A právě proto, že psychologická délka trvání přetrvává nezměněna během všech po sobě jdoucích představ pozorovatele, může považovat za rovnocenné všechny jím představované konvenční časy. Je před obrazcem BOA : vnímá určitou psychologickou délku trvání, kterou měří dvojitými světelnými čarami OB a OA . A hle, aniž by přestal dívat, stále tedy vnímá tutéž délku trvání, vidí ve své představivosti, jak se dvojitá světelná čára rozpadají a prodlužují, jak se dvojitá podélná světelná čára štěpí na dvě nestejně dlouhé čáry, přičemž nerovnost roste s rychlostí. Všechny tyto nerovnosti vystoupily z původní rovnosti jako tubusy dalekohledu; všechny se do ní okamžitě vrací, pokud si přeje, zasunutím. Jsou mu rovnocenné právě proto, že skutečnou realitou je původní rovnost, tedy simultánnost okamžiků označených oběma hodinami, a nikoli následnost, čistě fiktivní a konvenční, kterou by vyvolal pouze myšlený pohyb systému a rozpad světelných čar, který by z něj vyplýval. Všechny tyto rozptyly, všechny tyto následnosti jsou tedy virtuální; skutečná je pouze simultánnost. A protože všechny tyto virtuality, všechny tyto varianty rozpadu jsou obsaženy v rámci skutečně postřehnuté simultánnosti, jsou jí matematicky nahraditelné. To však nemění nic na tom, že na jedné straně jde o představované, o pouhou možnost, zatímco na druhé straně jde o vnímané a skutečné.

Skutečnost, že teorie relativity vědomě či nevědomě nahrazuje čas světelnými čarami, názorně odhaluje jeden z principů této nauky. V sérii studií o teorii relativity ⁽¹⁾ zastával pan Ed. Guillaume názor, že její podstatou je především přijetí šíření světla za hodiny, namísto rotace Země. Domníváme se, že teorie relativity obsahuje mnohem více než toto. Ale jsme přesvědčeni, že obsahuje alespoň toto. A dodáváme, že vyzdvižením tohoto prvku se jen zdůrazňuje význam teorie. Tím se totiž prokazuje, že i v tomto bodě je přirozeným a možná nezbytným vyústěním celého vývoje. Připomeňme si stručně pronikavé a hluboké úvahy, které před časem předložil pan Edouard Le Roy o postupném zdokonalování našich měření a zejména o měření času ⁽²⁾. Ukazoval, jak ta či ona metoda měření umožňuje stanovit zákony a jak tyto zákony, jednou stanovené, mohou zpětně působit na metodu měření a nutit ji ke změně. Pokud jde konkrétně o čas, pro rozvoj fyziky a astronomie se používaly hvězdné hodiny: zejména byla objevena Newtonův gravitační zákon a princip zachování energie. Tyto výsledky jsou však neslučitelné s konstantností hvězdného dne, neboť podle nich musí přílivy působit jako brzda na rotaci Země. Takže použití hvězdných hodin vede k důsledkům, které vynucují přijetí nových hodin ⁽³⁾. Není pochyb o tom, že pokrok fyziky směřuje k tomu, aby nám světelné hodiny – mám na mysli šíření světla – představil jako limitující hodiny, které jsou konečným bodem všech těchto postupných aproximací. Teorie relativity tento výsledek zaznamenává. A protože podstatou fyziky je ztotožňovat věc s jejím měřením, "světelná čára" bude zároveň měřítkem času i časem samotným. Potom však, protože se světelná čára prodlužuje, zatímco zůstává sama sebou, když si představujeme pohyb a přitom necháváme v klidu systém, kde je pozorována, budeme mít mnohočetné časy, rovnocenné; a hypotéza plurality časů, charakteristická pro teorii relativity, se nám bude jevit jako podmínka vývoje fyziky vůbec. Takto definované časy budou skutečně fyzikálními časy ⁽⁴⁾. Budou to ostatně pouze konceptuální časy, s výjimkou jednoho, který je skutečně vnímaný. Ten, stále týž, je časem zdravého rozumu.

⁽¹⁾ *Revue de métaphysique* (květen–červen 1918 a říjen–prosinec 1920). Viz *La Théorie de la relativité*, Lausanne, 1921.

⁽²⁾ *Bulletin de la Société française de philosophie*, únor 1905.

⁽³⁾ Viz *tamtéž*, *L'espace et le temps*, s. 25.

⁽⁴⁾ V průběhu této eseje jsme je nazývali *matematickými*, abychom předešli záměně. Neustále je totiž srovnáváme s časem *psychologickým*. K tomu však bylo nutné je odlišit a tuto distinkci mít stále na paměti. Rozdíl mezi *psychologickým* a *matematickým* je zřetelný; mnohem méně pak mezi *psychologickým* a *fyzikálním*. Výraz "*fyzikální čas*" by mohl být někdy dvojznačný; s označením "*matematický čas*" nemůže být žádná nejednoznačnost.

KAPITOLA 8.4.

Skutečná povaha Einsteinova času

Shrňme si to stručně. Teorie relativity nahrazuje čas selského rozumu, který lze vždy převést na psychologické trvání a je tedy reálný z definice, časem, jenž lze převést na psychologické trvání pouze v případě nehybnosti systému. Ve všech ostatních případech tento čas, jenž byl zároveň světelnou čarou i trváním, už není ničím jiným než světelnou čarou – pružnou čarou, která se natahuje s rostoucí rychlostí přisuzovanou systému. Nemůže odpovídat novému psychologickému trvání, protože nadále zabírá totéž trvání. Ale na tom nezáleží: teorie relativity je fyzikální teorií; rozhoduje se zanedbat veškeré psychologické trvání, a to jak v prvním případě, tak ve všech ostatních, a uchovává z času pouze světelnou čáru. Protože se tato čára prodlužuje nebo zkracuje

podle rychlosti systému, získáváme tak současně mnohonásobné časy. A to se nám zdá paradoxní, protože nás stále pronásleduje reálné trvání. Naopak to však bude velmi jednoduché a přirozené, pokud vezmeme za náhražku času roztažitelnou světelnou čáru a nazveme současnost a následnost případy rovnosti či nerovnosti mezi světelnými čarami, jejichž vzájemný vztah se zjevně mění podle stavu klidu či pohybu systému.

Tyto úvahy o světelných čarách by však byly neúplné, kdybychom se omezili na samostatné zkoumání příčného a podélného účinku. Nyní musíme sledovat jejich složení. Uvidíme, jak vztah, který musí vždy existovat mezi podélnými a příčnými světelnými čarami bez ohledu na rychlost systému, přináší určité důsledky týkající se tuhosti a následně i rozprostraněnosti. Takto přímo uchopíme propojení prostoru a času v teorii relativity. Toto propojení se zřetelně ukazuje teprve tehdy, když je čas redukován na světelnou čáru. Se světelnou čarou, která je časem, ale zůstává podložena prostorem, která se prodlužuje pohybem systému a tak sbírá po cestě prostor, s nímž vytváří čas, uchopíme konkrétně v čase a prostoru všech velmi jednoduchý počáteční fakt, který se projevuje koncepcí čtyřrozměrného prostoročasu v teorii relativity.

3° Příčno-podélný účinek neboli "Lorentzova kontrakce". Jak jsme řekli, podstata speciální teorie relativity spočívá v tom, že si představujeme dvojitou světelnou čáru BOA , pak ji deformujeme do obrazců jako $O_1 B_1 A_1 O_1'$ pohybem systému a nakonec necháme všechny tyto obrazce vzájemně vstupovat a vystupovat, zvykáme si myslet, že jsou zároveň prvotním obrazcem i obrazci z něj vzešlymi. Stručně řečeno, s postupně udělovanými všemi možnými rychlostmi systému si představujeme všechny možné pohledy na jednu a tutéž věc, přičemž se předpokládá, že tato věc splývá se všemi těmito pohledy. Ale věc, o kterou jde, je v podstatě světelná čára. Uvažujme tři body O, B, A našeho prvního obrazce. Obvykle, když je nazýváme pevnými body, zacházíme s nimi, jako by byly vzájemně spojeny tuhými tyčemi. V teorii relativity se spojení stává světelným smyčkovým paprskem, který by byl vyslán z O do B tak, aby se vrátil zpět a byl zachycen v O , další světelný smyčkový paprsek mezi O a A , který se pouze dotkne A , aby se vrátil do O . To znamená, že čas se nyní sloučí s prostorem. V hypotéze tuhých tyčí byly tři body vzájemně spojeny v okamžiku nebo, chcete-li, v věčnosti, zkrátka mimo čas: jejich vztah v prostoru byl neměnný. Zde, s pružnými a deformovatelnými světelnými tyčemi, které reprezentují čas nebo spíše jsou časem samotným, vztah tří bodů v prostoru podléhá času.

Abychom správně pochopili "kontrakci", která z toho vyplývá, stačí prozkoumat postupně světelné obrazce s přihlédnutím k tomu, že jde o obrazce, tedy světelné křivky uvažované naráz, a že jejich čáry je však třeba považovat za čas. Protože jsou dány pouze tyto světelné čáry, musíme myšlenkou rekonstruovat prostorové čáry, které se obecně v obrazci již neobjeví. Mohou být pouze odvozeny, chci říci rekonstruovány myšlenkou. Přirozeně výjimkou je světelný obrazec systému považovaného za nehybný: tak v našem prvním obrazci jsou OB a OA zároveň pružné světelné čáry i tuhé prostorové čáry, přičemž aparát BOA je považován za v klidu. Ale v našem druhém světelném obrazci, jak si máme představit aparát, dvě tuhé prostorové čáry nesoucí dvě zrcadla? Uvažujme polohu aparátu odpovídající okamžiku, kdy B zaujal místo B_1 . Spustíme-li kolmici $B_1 O_1''$ na $O_1 A_1$, lze říci, že obrazec $B_1 O_1'' A_1$ je obrazcem aparátu? Zjevně ne, neboť pokud nás rovnost světelných čar $O_1 B_1$ a $O_1' B_1$ ujišťuje, že okamžiky O_1 a B_1 jsou skutečně současné, pokud tedy $O_1'' B_1$ zachovává charakter tuhé prostorové čáry, a tudíž $O_1'' B_1$ představuje jedno

rameno aparátu, naopak nerovnost světelných čar $O_1 A_1$ a $O_1' A_1'$ nám ukazuje, že dva okamžiky O_1'' a A_1 jsou po sobě jdoucí. Délka $O_1'' A_1$ tedy představuje druhé rameno aparátu plus prostor, který aparát překonal během časového intervalu mezi okamžikem O_1'' a okamžikem A_1 . Pro získání délky tohoto druhého ramene tedy musíme vzít rozdíl mezi $O_1'' A_1$ a uraženým prostorem. Ten lze snadno vypočítat. Délka $O_1'' A_1$ je aritmetickým průměrem mezi $O_1 A_1$ a $O_1' A_1'$, a protože součet těchto dvou délek je roven $\frac{2l}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$, jelikož celková čára $O_1 A_1 O_1'$ představuje stejný čas jako čára $O_1 B_1 O_1'$, vidíme, že $O_1'' A_1$ má délku $\frac{l}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$. Pokud jde o prostor, který aparát překonal v časovém intervalu mezi okamžiky O_1'' a A_1 , ten okamžitě vyhodnotíme pozorováním, že tento interval je měřen zpožděním hodin umístěných na konci jednoho ramene aparátu oproti hodinám umístěným na druhém, tedy $\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \cdot \frac{lv}{c}$. Uražená dráha je pak $\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \cdot \frac{lv^2}{c}$. A proto délka ramene, která byla l v klidu, se stala

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

, tedy $l\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$. Takto znovu nacházíme "Lorentzovu kontrakci".

Chápeme, co znamená kontrakce. Identifikace času se světelnou čarou způsobuje, že pohyb systému vytváří dvojí efekt v čase: dilataci sekundy a dislokaci současnosti. V rozdílu

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

první člen odpovídá efektu dilatace, druhý efektu dislokace. V obou případech bychom mohli říci, že jde pouze o čas (fiktivní čas). Ale kombinace těchto efektů v Čase dává to, čemu říkáme kontrakce délky v Prostoru.

KAPITOLA 8.5.

Přechod k teorii prostoročasu

Takto pochopíme samotnou podstatu teorie speciální relativity. Lidově řečeno: „Je-li v klidu dána koincidence tuhého prostorového obrazce s poddajným obrazcem světla, a je-li dále dáno ideální oddělení těchto dvou obrazců účinkem pohybu, který myšlenka připisuje systému, pak na deformacích poddajného světelného obrazce různými rychlostmi záleží výhradně: tuhý prostorový obrazec se přizpůsobí, jak dokáže.“ Ve skutečnosti vidíme, že při pohybu systému musí cikcak podélné světelné linie zachovat stejnou délku jako cikcak příčné světelné linie, neboť rovnost těchto dvou časů je prvořadá. Protože za těchto podmínek nemohou obě tuhé prostorové linie – podélná i příčná – zůstat stejně dlouhé, musí prostor ustoupit. Ustoupí nutně, neboť tuhá kresba v liniích čistého prostoru je považována pouze za záznam celkového účinku různých modifikací poddajného obrazce, tedy světelných linií.

KAPITOLA 9.

Prostoročas o čtyřech dimenzích

Jak vzniká představa čtvrté dimenze

Nyní opustme náš světelný obrazec s jeho postupnými deformacemi. Měli jsme jej použít k zhmotnění abstrakcí teorie relativity a k odhalení jejích předpokladů. Vztah mezi mnohonásobnými časy a psychologickým časem, který jsme dříve stanovili, se tím snad objasnil. A snad jsme zahlédli dveře, jimiž do teorie vstupuje idea čtyřdimenzionálního prostoročasu. Právě tímto prostoročasem se nyní budeme zabývat.

Právě provedená analýza ukázala, jak tato teorie pojímá vztah mezi věcí a jejím vyjádřením. Věc je to, co je vnímáno; vyjádření je to, co mysl klade na místo věci, aby ji podrobila výpočtu. Věc je dána ve skutečném vidění; vyjádření odpovídá nanejvýš tomu, co nazýváme fantazijním viděním. Obvykle si představujeme fantazijní vidění jako prchavě obklopující stabilní jádro skutečného vidění. Ale podstatou teorie relativity je stavět všechna tato vidění na stejnou úroveň. Skutečné vidění by bylo jen jedním z fantazijních vidění. Souhlasím, v tom smyslu, že neexistuje způsob, jak matematicky vyjádřit rozdíl mezi nimi. Ale neměli bychom z toho vyvozovat podobnost povahy. Přesto se tak děje, když se Minkowského kontinua a Einsteinova čtyřdimenzionálního prostoročasu připisuje metafyzický význam. Podívejme se tedy, jak idea tohoto prostoročasu vzniká.

K tomu stačí přesně určit povahu „*fantazijních vidění*“ v případě, kdy pozorovatel uvnitř systému S' , který skutečně vnímal neměnnou délku l , si tuto neměnnost představuje tím, že se myšlenkově přenese mimo systém a předpokládá, že systém je uveden do všech možných rychlostí. Řekl by si: „Protože linie $A'B'$ pohybujícího se systému S' , procházející přede mnou v nehybném systému S , kde se nacházím, splývá s délkou l tohoto systému, znamená to, že tato linie by v klidu byla rovna $\frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \cdot l$. Uvažujme čtverec $L^2 = \frac{1}{1-\frac{v^2}{c^2}} \cdot l^2$ této velikosti. O kolik převyšuje čtverec l^2 ? O veličinu $\frac{1}{1-\frac{v^2}{c^2}} \cdot \frac{l^2 v^2}{c^2}$, kterou lze zapsat jako $c^2 \left[\frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \cdot \frac{lv}{c} \right]^2$. Přitom $\frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \cdot \frac{lv}{c}$ přesně měří časový interval T , který pro mě, přeneseného do systému S , uplyne mezi dvěma událostmi v bodech A' a B' , jež by se mi jevily jako současné, kdybych byl v systému S' . Tedy jak rychlost S' roste od nuly, časový interval T mezi těmito dvěma událostmi v bodech A' a B' , které jsou v S' dány jako současné, se zvětšuje; ale věci se dějí tak, že rozdíl $L^2 - c^2 T^2$ zůstává konstantní. Tento rozdíl jsem dříve nazýval l^2 .“ Tedy, bereme-li c za jednotku času, můžeme říci, že to, co je skutečnému pozorovateli v S' dáno jako stálost prostorové veličiny, jako neměnnost čtverce l^2 , by se fiktivnímu pozorovateli v S jevilo jako stálost rozdílu mezi čtvercem prostoru a čtvercem času.

Dosud jsme se však zabývali pouze konkrétním případem. Zobecněme nyní otázku a ptejme se nejprve, jak se vyjadřuje vzdálenost mezi dvěma body systému vzhledem k pravoúhlým osám uvnitř hmotného systému S' . Poté zkoumejme, jak se bude vyjadřovat vzhledem k osám v systému S , vůči němuž by S' byl v pohybu.

Kdyby náš prostor byl dvoudimenzionální, redukovaný na tuto stránku papíru, a kdyby uvažované body byly A' a B' , jejichž vzdálenosti k oběma osám $O'Y'$ a $O'X'$ jsou x'_1, y'_1 a x'_2, y'_2 , je jasné, že bychom měli

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

Mohli bychom pak vzít jakýkoli jiný systém os pevných vůči prvním a přiřadit tak x'_1, x'_2, y'_1, y'_2 hodnoty, které by se obecně lišily od původních: součet dvou čtverců $(x'_2 - x'_1)^2$ a $(y'_2 - y'_1)^2$ by zůstal stejný, protože by byl vždy roven $A'B'^2$. Podobně v trojdimenzionálním prostoru, kde body A' a B' již neleží v rovině $X'O'Y'$ a jsou tentokrát definovány svými vzdálenostmi $x'_1, y'_1, z'_1, x'_2, y'_2, z'_2$ ke třem stěnám pravoúhlého trojstěnu s vrcholem O' , bychom konstatovali invariantnost součtu

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

Právě touto invariantností by se vyjadřovala stálost vzdálenosti mezi A' a B' pro pozorovatele v S' .

Předpokládejme však, že se náš pozorovatel myšlenkově přenesl do systému S , vůči němuž je systém S' považován za pohybující se. Předpokládejme také, že body A' a B' vztáhne k osám umístěným v tomto novém systému, přičemž se navíc umístí do zjednodušených podmínek, které jsme popsali výše při odvozování Lorentzových rovnic. Vzdálenosti bodů A' a B' ke třem vzájemně kolmým rovinám protínajícím se v S budou nyní $x_1, y_1, z_1; x_2, y_2, z_2$. Druhá mocnina vzdálenosti $A'B'^2$ mezi našimi dvěma body nám bude navíc dána součtem tří druhých mocnin, který bude

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

Avšak podle Lorentzových rovnic, pokud jsou poslední dva členy tohoto součtu shodné s posledními dvěma předchozího, není tomu tak u prvního, neboť tyto rovnice nám dávají pro x_1 a x_2 hodnoty $\frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}(x'_1 + vt'_1)$ a $\frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}(x'_2 + vt'_2)$; takže první člen bude $\frac{1}{1-\frac{v^2}{c^2}}(x'_2 - x'_1)^2$. Přirozeně se ocitáme před konkrétním případem, který jsme zkoumali před chvílí. Uvažovali jsme totiž v systému S' určitou délku $A'B'$, tedy vzdálenost mezi dvěma okamžitými a současnými událostmi odehrávajícími se v A' a B' . Nyní však chceme otázku zobecnit. Předpokládejme tedy, že obě události jsou pro pozorovatele v S' následné. Pokud jedna nastane v okamžiku t'_1 a druhá v okamžiku t'_2 , Lorentzovy rovnice nám dají

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

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

, takže náš první člen se stane

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

a naše původní suma tří čtverců bude nahrazena

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

, což je veličina závislá na v a již není invariantní. Pokud však v tomto výrazu uvažujeme první člen $\frac{1}{1 - \frac{v^2}{c^2}} [(x'_2 - x'_1) + v(t'_2 - t'_1)]^2$, který nám dává hodnotu $(x_2 - x_1)^2$, vidíme, že převyšuje $(x'_2 - x'_1)^2$ o hodnotu:

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

Lorentzovy rovnice však dávají:

$$\frac{1}{1 - \frac{v^2}{c^2}} [(t'_2 - t'_1) + \frac{v(x'_2 - x'_1)}{c^2}]^2 = (t_2 - t_1)^2$$

Máme tedy

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

nebo

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

nebo konečně

$$(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2 + (z_2 - z_1)^2 - c^2 (t_2 - t_1)^2 = (x'_2 - x'_1)^2 + (y'_2 - y'_1)^2 + (z'_2 - z'_1)^2$$

Výsledek, který by se dal formulovat následovně: Kdyby pozorovatel v S' místo součtu tří čtverců

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

uvažoval výraz

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

obsahující čtvrtý čtverec, obnovil by zavedením času invariantnost, která přestala existovat v Prostoru.

Náš výpočet může působit poněkud neohrabaně. A takový skutečně je. Nic by nebylo jednodušší než okamžitě konstatovat, že výraz

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

se nemění, když aplikujeme Lorentzovu transformaci na jeho členy. To by však znamenalo stavět na stejnou úroveň všechny systémy, v nichž byly údajně provedena všechna měření. Matematik a fyzik to musí udělat, protože nesnaží interpretovat v pojmech reality Prostorčas teorie relativity, ale jednoduše jej používat. Naproti tomu naším cílem je právě tato interpretace. Museli jsme tedy vycházet z měření provedených v systému S' pozorovatelem v S' – jediných skutečných měření přisuzovaných skutečnému pozorovateli – a považovat měření provedená v jiných systémech za změny či deformace těchto měření, změny či deformace vzájemně koordinované tak, aby určité

vztahy mezi měřeními zůstaly stejné. Abychom zachovali ústřední postavení pozorovatele v S' a připravili tak analýzu Prostor času, kterou provedeme za chvíli, byla nutná tato oklika. Bylo také třeba, jak uvidíme, stanovit rozdíl mezi případem, kdy pozorovatel v S' vnímal události A' a B' jako současné, a případem, kdy je zaznamenává jako následné. Tento rozdíl by zmizel, kdybychom současnost považovali pouze za zvláštní případ, kdy platí $t_2' - t_1' = 0$; tak bychom ji pohltili do následnosti; jakýkoli rozdíl v povaze by byl zrušen mezi měřeními skutečně provedenými pozorovatelem v S' a měřeními pouze myšlenými, která by provedli pozorovatelé vně systému. Ale na tom teď nezáleží. Ukažme prostě, jak teorie relativity vede výše uvedenými úvahami k postulování čtyřrozměrného Prostor času.

Říkali jsme, že vyjádření druhé mocniny vzdálenosti mezi dvěma body A' a B' vztáhnutými ke dvěma pravouhlým osám v dvourozměrném prostoru je $(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2$, nazveme-li x_1, y_1, x_2, y_2 jejich vzdálenosti k těmto dvěma osám. Dodávali jsme, že v trojrozměrném prostoru by to bylo $(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2 + (z_2 - z_1)^2$. Nic nám nebrání představit si prostory o 4, 5, 6, ... , n rozměrech. Druhá mocnina vzdálenosti mezi dvěma body by tam byla dána součtem 4, 5, 6, ... , n čtverců, přičemž každý z těchto čtverců by byl druhou mocninou rozdílu vzdáleností bodů A' a B' k jedné z 4, 5, 6, ... , n rovin. Uvažujme nyní náš výraz

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

Pokud by součet prvních tří členů byl invariantní, mohl by vyjadřovat invariantnost vzdálenosti, jak jsme ji chápali v našem trojrozměrném prostoru před teorií relativity. Ta však v podstatě říká, že je třeba zavést čtvrtý člen, abychom získali invariantnost. Proč by tento čtvrtý člen nemohl odpovídat čtvrtému rozměru? Dvě úvahy se tomu zprvu zdánlivě brání, pokud zůstaneme u našeho vyjádření vzdálenosti: jednak je čtverec $(t_2 - t_1)^2$ před znaménkem *minus* místo *plus*, a jednak je ovlivněn koeficientem c^2 odlišným od jedničky. Ale protože na čtvrté ose, která by reprezentovala čas, by se časy nutně musely vynášet jako délky, můžeme stanovit, že sekunda tam bude mít délku c : náš koeficient se tak stane jednotkou. Navíc, uvažujme-li čas τ takový, že platí $t = \tau\sqrt{-1}$, a obecně nahradíme-li t imaginární veličinou $\tau\sqrt{-1}$, náš čtvrtý čtverec bude $-\tau^2$, a budeme mít skutečně co do činění se součtem čtyř čtverců. Dohodněme se, že $\Delta x, \Delta y, \Delta z, \Delta \tau$ označují čtyři rozdíly $x_2 - x_1, y_2 - y_1, z_2 - z_1, \tau_2 - \tau_1$, které jsou přírůstky x, y, z, τ při přechodu z x_1 na $x_2, z y_1$ na $y_2, z z_1$ na $z_2, z \tau_1$ na τ_2 , a nazvěme Δs interval mezi dvěma body A' a B' . Budeme mít:

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

A od té chvíle nám nic nebude bránit říci, že s je vzdálenost, nebo lépe interval, v prostoru a čase zároveň: čtvrtý čtverec by odpovídal čtvrtému rozměru kontinua Prostor času, kde by se Čas a Prostor sloučily dohromady.

Nic nám také nebrání předpokládat dva body A' a B' nekonečně blízké, takže $A'B'$ může být také elementem křivky. Konečný přírůstek jako Δx se pak stane nekonečně malým přírůstkem dx , a budeme mít diferenciální rovnici:

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

, z níž můžeme integraci nekonečně malých prvků, „integraci“, přejít k intervalu s mezi dvěma body libovolné křivky, zaujímající současně Prostor a Čas, kterou nazveme AB. Zapišeme ji:

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

, což je výraz, který je třeba znát, ale na který se nebudeme v následujícím odvolávat. Bude lépe přímo využít úvah, které k němu vedly ⁽¹⁾.

⁽¹⁾ Matematicky vzdělaný čtenář si povšimne, že výraz $ds^2 = dx^2 + dy^2 + dz^2 - c^2 dt^2$ lze přímo považovat za odpovídající hyperbolickému prostoročasu. Minkowského postup, popsáný výše, spočívá v převedení tohoto prostoročasu do eukleidovské podoby substitucí imaginární proměnné $ct\sqrt{-1}$ za proměnnou t .

Právě jsme viděli, jak se zápis čtvrté dimenze jaksi samovolně vnucuje do teorie relativity. Odtud bezpochyby pramení často vyslovovaný názor, že této teorii vděčíme za první představu čtyřrozměrného prostředí zahrnujícího čas a prostor. Co však nebylo dostatečně zohledněno, je skutečnost, že čtvrtá prostorová dimenze je naznačena každou prostorizací času: byla tedy vždy implikována naší vědou a naším jazykem. Ba co víc, z běžného pojetí času bychom ji dokonce vydělili v přesnější, nebo přinejmenším názornější podobě než z teorie relativity. Jenže v běžné teorii je asimilace času na čtvrtou dimenzi pouze podtónem, zatímco fyzika relativity je nucena ji zavádět do svých výpočtů. A to díky dvojímu jevu endosmozy a exosmozy mezi časem a prostorem, vzájemnému přelévání jednoho do druhého, které se zdají vyjadřovat Lorentzovy rovnice: zde se stává nezbytným pro určení polohy bodu explicitně uvést jeho pozici v čase stejně jako v prostoru. Nicméně zůstává, že Minkowského a Einsteinův prostoročas je *druhem*, jehož rodem je běžná prostorizace času v čtyřrozměrném prostoru. Následující postup je tedy předem daný. Musíme nejprve zkoumat, co obecně znamená zavedení čtyřrozměrného prostředí spojujícího čas a prostor. Poté se budeme ptát, co se k němu přidává či z něj ubírá, když chápeme vztah mezi prostorovými dimenzemi a časovou dimenzí způsobem Minkowského a Einsteina. Již nyní tušíme, že pokud běžná představa prostoru doprovázeného prostorizovaným časem přirozeně nabývá pro mysl podoby čtyřrozměrného prostředí, a pokud je toto prostředí fiktivní tím, že pouze symbolizuje konvenci prostorizace času, totéž bude platit pro druhy, jejichž rodem bylo toto čtyřrozměrné prostředí. V každém případě budou druh i rod mít patrně stejný stupeň reality, a prostoročas teorie relativity pravděpodobně nebude neslučitelný s naším tradičním pojetím trvání o nic více než čtyřrozměrný prostor-čas symbolizující zároveň běžný prostor i prostorizovaný čas. Přesto se nevyhneme podrobnějšímu zkoumání Minkowského a Einsteinova prostoročasu, jakmile se budeme zabývat obecným čtyřrozměrným prostorem-časem. Přístupme nejprve k němu.

KAPITOLA 9.2.

Obecná představa čtyřrozměrného prostoru-času

Představit si novou dimenzi je obtížné, vycházíme-li z trojrozměrného prostoru, neboť zkušenost nám žádnou čtvrtou neukazuje. Ale nic není jednoduššího, pokud obdaříme dvojrozměrný prostor touto dodatečnou dimenzí. Můžeme si představit ploché bytosti žijící na povrchu, splývající s ním, znající jen dvě prostorové dimenze. Jedna z nich mohla být svými výpočty dovedena k postulování existence třetí dimenze. Povrchní v obojím smyslu slova, její druhové ji patrně následovat

nebudou; ona sama nedokáže představit to, co její intelekt dokázal pochopit. My však, žijící v trojrozměrném prostoru, bychom měli bezprostřední zkušenost s tím, co si ona pouze představovala jako možné: přesně bychom chápali, co by přidala zavedením nové dimenze. A jelikož něco podobného bychom dělali i my sami, kdybychom – omezení na tři dimenze jako nyní – předpokládali, že jsme ponořeni do čtyřrozměrného prostředí, téměř bychom si tak tuto čtvrtou dimenzi, zprvu nepředstavitelnou, dokázali představit. Nebylo by to však úplně totéž. Neboť prostor o více než třech dimenzích je čistou koncepcí ducha a nemusí odpovídat žádné realitě. Zatímco trojrozměrný prostor je předmětem naší zkušenosti. Když tedy v následujícím využijeme náš bezprostředně vnímaný trojrozměrný prostor k tomu, abychom vtiskli tělesnost představám matematika připoutaného k plochému vesmíru – představám pro něj pochopitelným, nikoli však představitelným –, neznamená to, že existuje či může existovat čtyřrozměrný prostor schopný zase naopak realizovat v konkrétní podobě naše vlastní matematické koncepce přesahující náš trojrozměrný svět. To by příliš nahrávalo těm, kdo teorii relativity okamžitě vykládají metafyzicky. Postup, který použijeme, má za jediný cíl poskytnout teorii obraznou oporu, učinit ji tak srozumitelnější a lépe odhalit omyly, do nichž by nás svedly ukvapené závěry.

Vraťme se tedy prostě k hypotéze, od níž jsme vyšli, když jsme narýsovali dvě kolmé osy a uvažovali přímkou $A'B'$ v jejich rovině. Měli jsme jen plochu listu papíru. Tento dvojrozměrný svět obdařuje teorie relativity dodatečnou dimenzí, kterou by byl čas: invariantem již nebude $dx^2 + dy^2$, nýbrž $dx^2 + dy^2 - c^2 dt^2$. Tato dodatečná dimenze je jistě zvláštní povahy, neboť invariant by byl $dx^2 + dy^2 + dt^2$, aniž by bylo třeba písemného triku k jeho uvedení do této podoby, kdyby čas byl dimenzí jako ostatní. Budeme muset vzít v úvahu tento charakteristický rozdíl, který nás již znepokojoval a na nějž se za chvíli plně soustředíme. Prozatím jej však ponecháme stranou, neboť k tomu nás vybízí samotná teorie relativity: pokud zde použila trik a zavedla imaginární čas, bylo to právě proto, aby její invariant zachoval podobu součtu čtyř čtverců, všechny s koeficientem jedna, a aby nová dimenze byla dočasně ztotožnitelná s ostatními. Ptejme se tedy obecně, co se přidává, a co se možná také ubírá dvojrozměrnému vesmíru, když se jeho čas učiní dodatečnou dimenzí. Až poté zohledníme zvláštní roli, kterou tato nová dimenze hraje v teorii relativity.

Nelze to opakovat příliš často: čas matematika je nutně čas, který se měří, a tedy čas prostorizovaný. Není třeba se stavět do hypotézy Relativity: v každém případě (jak jsme před více než třiceti lety poznamenali) lze matematický čas chápat jako dodatečný rozměr prostoru. Předpokládejme povrchový vesmír redukováný na rovinu P a uvažujme v této rovině pohybující se těleso M , které opisuje libovolnou čáru, například kružnici, od určitého bodu, který vezmeme za počátek. My, kteří obýváme trojrozměrný svět, si můžeme představit těleso M , které s sebou táhne přímkou MN kolmou k rovině a jejíž proměnná délka měří v každém okamžiku čas uplynulý od počátku. Koncový bod N této přímky bude v trojrozměrném prostoru opisovat křivku, která bude v tomto případě helikoidálního tvaru. Je snadné vidět, že tato křivka nakreslená v trojrozměrném prostoru nám poskytuje všechny časové zvláštnosti změny, která nastala v dvourozměrném prostoru P . Vzdálenost libovolného bodu šroubovice od roviny P nám totiž udává časový okamžik, s nímž máme co do činění, a tečna ke křivce v tomto bodě nám dává podle svého sklonu k rovině P rychlost pohybujícího se tělesa v daném okamžiku⁽¹⁾. Tak se řekne, že „dvourozměrná křivka“⁽²⁾ zachycuje jen část reality pozorované v rovině P , protože je pouze prostorem ve smyslu, jaký jí

přisuzují obyvatelé P . Naproti tomu „třírozměrná křivka“ obsahuje tuto realitu celou: pro nás má tři rozměry prostoru; pro matematika žijícího v rovině P , který si nedokáže představit třetí rozměr a je pohybem veden k jeho pojmovému uchopení a analytickému vyjádření, by to byl prostor a čas o třech rozměrech. Mohl by se pak od nás dozvědět, že třírozměrná křivka skutečně existuje jako obraz.

⁽¹⁾ Velmi jednoduchý výpočet by to ukázal.

⁽²⁾ Jsme nuceni používat tyto stěží správné výrazy „dvourozměrná křivka“, „třírozměrná křivka“, abychom zde označili rovinnou křivku a křivku prostorovou. Neexistuje jiný způsob, jak naznačit prostorové a časové implikace jedné i druhé.

Jakmile je ostatně třírozměrná křivka stanovena, prostor a čas v jednom, jevila by se matematikovi plochého vesmíru jako pouhý průmět této křivky do roviny, kterou obývá. Byla by jen povrchovým a prostorovým aspektem pevné reality, která by se měla nazývat čas a prostor zároveň.

Stručně řečeno, tvar třírozměrné křivky nás zde informuje jak o rovinné trajektorii, tak o časových zvláštностech pohybu probíhajícího v dvourozměrném prostoru. Obecněji, *co je dáno jako pohyb v prostoru libovolného počtu rozměrů, může být reprezentováno jako tvar v prostoru o rozměru větším o jeden.*

Ale je tato reprezentace skutečně přiměřená reprezentovanému? Obsahuje přesně to, co on obsahuje? Na první pohled by se to mohlo zdát, jak jsme právě řekli. Pravda však je, že obsahuje více na jedné straně, méně na druhé, a že pokud se obě věci zdají zaměnitelné, je to proto, že naše mysl podprahově ubírá z reprezentace to, co je navíc, a nenápadně vnáší to, co chybí.

KAPITOLA 9.3.

Jak se nehybnost vyjadřuje v pojmech pohybu

Pro začátek druhého bodu je zřejmé, že vlastní *stávání se* bylo eliminováno. Je to proto, že věda s ním v daném případě nemá co dělat. Jaký je její cíl? Jednoduše vědět, kde se pohybující se těleso bude nacházet v libovolném okamžiku své dráhy. Věda se tedy nezměnitelně přenáší na konec již proběhlého intervalu; zajímá se pouze o výsledek, jakmile je jednou získán: pokud si dokáže naráz představit všechny výsledky získané ve všech okamžicích a tak, aby věděla, který výsledek odpovídá kterému okamžiku, dosáhla stejného úspěchu jako dítě, které je schopno číst slovo naráz místo aby ho hláskovalo písmeno po písmenu. To se děje v případě naší kružnice a šroubovice, které si vzájemně odpovídají bod po bodu. Ale tato shoda má význam jen proto, že naše mysl *prochází* křivkou a *postupně* zaujímá její body. Když jsme mohli nahradit posloupnost vedle sebe, skutečný čas časem prostorizovaným, *stávání se stávajícím se*, je to proto, že si v sobě uchováváme *stávání se*, skutečnou délku: když dítě čte slovo právě naráz, virtuálně ho hláskuje písmeno po písmenu. Nepředstavujme si tedy, že naše třírozměrná křivka nám předává, jaksi společně zkrystalizovaný, pohyb, jímž se rovinná křivka kreslí, a tuto rovinnou křivku samotnou. Ta jednoduše extrahovala ze *stávání se* to, co zajímá vědu, a věda ostatně tento extrakt bude moci použít jen proto, že naše mysl obnoví eliminované *stávání se* nebo se bude cítit schopna to udělat. V tomto smyslu křivka o $n + 1$ rozměrech *celá nakreslená*, která by byla ekvivalentem křivky o n rozměrech *kreslící se*, skutečně reprezentuje méně, než co si nárokuje reprezentovat.

Ale v jiném smyslu reprezentuje více. Ubírajíc zde, přidávajíc tam, je dvojnásobně neadekvátní.

Získali jsme ji totiž dobře definovaným postupem kruhovým pohybem bodu M v rovině P , přičemž tento bod táhl za sebou přímkou proměnné délky MN úměrnou uplynulému času. Tato rovina, kružnice, přímka a pohyb jsou přesně určené prvky operace, kterou se figura vytvářela. Ale hotová figura nutně neimplikuje tento způsob vzniku. I kdyby jej stále obsahovala, mohla být výsledkem pohybu jiné přímky, kolmé k jiné rovině, jejíž konec M by v této rovině opisoval rychlostmi zcela odlišnými křivku, která nebyla kružnicí. Vezměme si libovolnou rovinu a promítneme na ni naši šroubovici: ta bude stejně dobře reprezentovat novou rovinnou křivku, probíhanou novými rychlostmi, spojenou s novými časy. Jestliže tedy, ve smyslu naší předchozí definice, šroubovice obsahuje méně než kružnice a pohyb, který se v ní předpokládá, v jiném smyslu obsahuje více: jakmile je přijata jako spojení určité rovinné figury s určitým způsobem pohybu, objevily by se v ní stejně dobře nekonečné jiné rovinné figury doplněné nekonečnými jinými pohyby. Zkrátka, jak jsme avizovali, reprezentace je dvojnásobně neadekvátní: nedosahuje dost a zároveň přesahuje. A lze uhadnout důvod. Přidáním dimenze k prostoru, v němž se nacházíme, lze nepochybně znázornit věci v tomto novém prostoru proces či dění dané v tom původním. Ale protože se nahradilo hotové tím, co vnímáme jako vznikající, na jedné straně se vyloučilo dění vlastní času, a na druhé straně se uvedla možnost nekonečna jiných procesů, jimiž by věc mohla být stejně dobře vytvořena. Po celou dobu, kdy bylo pozorováno postupné vznikání této věci, existoval přesně určený způsob vzniku; ale v novém prostoru, rozšířeném o dimenzi, kde se věc naráz rozprostírá připojením času k původnímu prostoru, lze volně představovat nekonečno stejně možných způsobů vzniku; a ten, který byl skutečně pozorován, ačkoli je jediný reálný, se již nejeví jako privilegovaný: bude se klást – chybně – na stejnou úroveň jako ostatní.

KAPITOLA 9.4.

Jak se čas zdánlivě splývá s prostorem

Již nyní lze tušit dvojí nebezpečí, kterému se vystavujeme, když čas symbolizujeme čtvrtou dimenzí prostoru. Na jedné straně hrozí, že vezmeme rozvinutí celé minulé, přítomné a budoucí historie vesmíru za pouhou pouť našeho vědomí podél této historie dané naráz v věčnosti: události by již neplynuly před námi, nýbrž my bychom procházeli před jejich seřazením. A na druhé straně v takto vytvořeném Prostoru-času nebo Prostorochasu se budeme cítit svobodni volit mezi nekonečným množstvím rozdělení prostoru a času. Přitom byl tento Prostorochas vytvořen s přesně určeným prostorem a časem: jediné určité konkrétní rozdělení na prostor a čas bylo reálné. Ale nečiní se rozdíl mezi ním a všemi ostatními možnými rozděleními: lépe řečeno, nevidí se již nic než nekonečno možných rozdělení, přičemž to reálné je jen jedním z nich. Zkrátka zapomíná se, že měřitelný čas je nutně symbolizován prostorem, a že v dimenzi prostoru brané jako symbol je zároveň více i méně než v samotném čase.

Tyto dva body však vyniknou jasněji následujícím způsobem. Předpokládali jsme vesmír o dvou dimenzích. Bude to rovina P , neomezeně rozprostřená. Každý z po sobě jdoucích stavů vesmíru bude okamžitý obraz, zaujímající celou rovinu a zahrnující souhrn všech objektů, všech plochých, z nichž se vesmír skládá. Rovina bude tedy jako plátno, na němž by se odvíjela kinematografie

vesmíru, s tím rozdílem, že zde není vnějšího kinematografu k plátnu, žádné fotografie promítané zvenci: obraz se na plátně kreslí samovolně. Nyní se mohou obyvatelé roviny P představovat po sobě jdoucí filmové obrazy ve svém prostoru dvojím způsobem. Rozdělí se do dvou táborů podle toho, zda dají přednost údajům zkušenosti nebo symbolismu vědy.

První budou soudit, že sice existují obrazy po sobě jdoucí, ale že nikde nejsou tyto obrazy seřazeny podél filmového pásu; a to ze dvou důvodů: 1° Kde by se filmový pás mohl nacházet? Každý obraz, pokrývající sám o sobě plátno, vyplňuje podle předpokladu celý možná nekonečný prostor, celý prostor vesmíru. Tyto obrazy jsou tedy nuceny existovat pouze postupně; nemohou být dány globálně. Čas se navíc našemu vědomí jeví jako trvání a posloupnost, atributy neredukovatelné na jakékoli jiné a odlišné od juxtapozice. 2° Na filmovém pásu by vše bylo předurčeno nebo, chcete-li, determinováno. Naše vědomí volby, jednání, tvoření by tedy bylo iluzorní. Jestliže existuje posloupnost a trvání, je to právě proto, že realita váhá, tápe, postupně vytváří nepředvídatelnou novost. Jistě, podíl absolutní determinace ve vesmíru je velký; právě proto je možná matematická fyzika. Ale to, co je předurčeno, je virtuálně již hotové a trvá jen svou soudržností s tím, co se děje, s tím, co je reálné trvání a posloupnost: je třeba vzít v úvahu toto propojení, a pak je zřejmé, že minulé, přítomná a budoucí historie vesmíru nemůže být dána globálně podél filmového pásu ⁽¹⁾.

⁽¹⁾ V tomto bodě, o tom, co jsme nazývali kinematografickým mechanismem myšlení, a o našem bezprostředním znázornění věcí, viz kapitola IV knihy *L'Évolution créatrice*, Paříž, 1907.

Druzí by odpověděli: „Zaprvé, vaše údajná nepředvídatelnost nás nezajímá. Úkolem vědy je počítat, a tedy předvídat: proto váš pocit neurčitosti, který je možná jen iluzí, zanedbáme. Nyní tvrdíte, že ve vesmíru není místo pro obrazy jiné než ten nazývaný přítomný. To by platilo, kdyby byl vesmír odsouzen mít jen své dvě dimenze. My mu však můžeme přisoudit třetí, kterou naše smysly nedosáhnou, a skrze niž by právě cestovalo naše vědomí, když se odvíjí v ‚Čase‘. Díky této třetí dimenzi Prostoru jsou všechny obrazy tvořící všechny minulé i budoucí momenty vesmíru dány naráz s přítomným obrazem, nikoli uspořádány vzájemně jako fotografie na filmovém pásu (pro to by opravdu nebylo místo), nýbrž seřazeny v jiném pořadí, které si nedovedeme představit, ale můžeme jej konceptuálně uchopit. Žít v Čase znamená procházet touto třetí dimenzí, tedy ji rozčleňovat, spatřovat jeden po druhém obrazy, které umožňují juxtapozici. Zjevná neurčitost toho, co právě vnímáme, spočívá prostě v tom, že ještě nebylo vnímáno: je to objektivace naší nevědomosti ⁽¹⁾. Domníváme se, že obrazy vznikají při svém objevení, právě proto, že se nám zdá, že se objevují, tedy že se před námi a pro nás vytvářejí, přicházejí k nám. Nesmíme však zapomínat, že každý pohyb je vzájemný či relativní: vnímáme-li je, jak k nám přicházejí, je stejně pravdivé říci, že my jdeme k nim. Ve skutečnosti jsou zde; čekají na nás, seřazeny; procházíme podél fronty. Neříkejme tedy, že nám události či nehody přicházejí; to my k nim přicházíme. A přesvědčili bychom se o tom okamžitě, kdybychom třetí dimenzi znali jako ty ostatní.“

⁽¹⁾ V kapitolách věnovaných „kinematografickému mechanismu myšlení“ jsme kdysi ukázali, že tento způsob uvažování je lidskému duchu přirozený. (*L'Évolution créatrice*, kap. IV.)

Nyní, předpokládám, že bych byl zvolen za rozhodčího mezi oběma tábory. Obrátil bych se k těm, kteří právě hovořili, a řekl bych: „Dovolte mi nejprve poblahopřát vám k tomu, že máte jen dvě dimenze, neboť tak pro svou tezi získáte potvrzení, které bych já marně hledal, kdybych vedl podobnou úvahu v prostoru, do něhož mě osud zavál. Já totiž obývám trojrozměrný prostor; a když připouštím tomu či onomu filosofovi, že by v něm mohla být i čtvrtá dimenze, říkám něco, co je samo o sobě možná

absurdní, byť matematicky představitelné. Nadčlověk, kterého bych si zvolil za rozhodčího mezi nimi a sebou, by nám snad vysvětlil, že idea čtvrté dimenze vzniká prodloužením jistých matematických návyků získaných v našem Prostoru (zcela jako jste vy získali ideu třetí dimenze), ale že tato idea tentokrát neodpovídá a nemůže odpovídat žádné realitě. Nicméně existuje trojrozměrný prostor, v němž se právě nacházíme: to je pro vás štěstí a mohu vám poskytnout informace. Ano, uhodli jste správně, když jste věřili v možnost koexistence obrazů, jako jsou ty vaše, z nichž každý pokrývá nekonečnou ‚plochu‘, zatímco v osekáném Prostoru se vám celý váš vesmír zdá být obsažen v každém okamžiku. Stačí, aby se tyto obrazy — nazývané námi ‚ploché‘ — navršily, jak říkáme, jeden na druhý. Hle, navršeny. Vidím váš vesmír jako ‚pevný‘, podle našeho vyjadřování; je tvořen nánosem všech vašich plochých obrazů, minulých, přítomných i budoucích. Vidím také vaše vědomí putující kolmo k těmto ‚rovinám‘, nikdy nepojímající nic než tu, kterou právě prochází, vnímající ji jako přítomnost, pak si vzpomínající na tu, kterou zanechalo vzadu, ale nevědomé si těch, které jsou vpředu a které postupně vstupují do jeho přítomnosti, aby ji obohatily.“

Přesto mě zde něco udivuje.

Vzal jsem libovolné obrazy, či spíše nepotištěné filmové pásy, abych znázornil vaši budoucnost, kterou neznám. Tak jsem na současný stav vašeho vesmíru navršil budoucí stavy, které pro mě zůstávají prázdné: tvoří protějšek minulých stavů na druhé straně současného stavu, které já vidím jako určité obrazy. Nejsem si však vůbec jist, že vaše budoucnost takto s vaší přítomností koexistuje. Vy mi to říkáte. Sestavil jsem svůj obraz podle vašich pokynů, ale vaše hypotéza zůstává hypotézou. Nezapomeňte, že je to hypotéza, a že jednoduše vyjadřuje jisté vlastnosti zcela konkrétních faktů, vyňatých z nesmírná skutečnosti, jimiž se zabývá fyzikální věda. Nyní vám mohu říci, s přihlédnutím k mé zkušenosti s třetí dimenzí, že vaše reprezentace času prostorem vám poskytne zároveň více i méně, než chcete znázornit.

Poskytne vám méně, neboť hromada naskládaných obrazů, která tvoří celkovost stavů vesmíru, neobsahuje nic, co by implikovalo či vysvětlovalo pohyb, jímž váš Prostor P je postupně zaujímá, nebo jímž (což je podle vás totéž) postupně zaplňují Prostor P , v němž se nacházíte. Víím dobře, že tento pohyb se vám nezdá důležitý. Jelikož jsou všechny obrazy virtuálně dány — a to je vaše přesvědčení — jelikož bychom teoreticky měli být schopni vzít si kterýkoli z nich z přední části hromady (v tom spočívá výpočet či předpověď události), pohyb, který by vás nutil projít nejprve podél mezilehlých obrazů mezi tímto obrazem a obrazem přítomným — pohyb, který by byl právě časem — se vám jeví jako pouhé ‚zpoždění‘ či překážka kladená ve skutečnosti vidění, které by mělo být bezprostřední v principu; šlo by zde jen o deficit vaší empirické znalosti, přesně vyrovnaný vaší matematickou vědou. Nakonec by to bylo negativní; a člověk by si nedával více, nýbrž méně, než měl, když předpokládá následnost, tedy nutnost listovat v albu, zatímco všechny listy jsou přítomny. Ale já, který zakouším tento trojrozměrný vesmír a který v něm mohu skutečně vnímat pohyb, který jste si představili, vás musím varovat, že uvažujete jen o jednom aspektu pohyblivosti, a tedy trvání: ten druhý, podstatný, vám uniká. Lze nepochybně považovat za teoreticky naskládané na sebe, předem dané v principu, všechny části všech budoucích stavů vesmíru, které jsou předurčeny: tím se jen vyjadřuje jejich předurčenost. Ale tyto části, tvořící to, čemu říkáme fyzický svět, jsou zasazeny do jiných, na které váš výpočet dosud nedosáhl, a které prohlašujete za vypočitatelné na základě zcela hypotetického přirovnání: existuje organické, existuje vědomé. Já, který jsem včleněn do organizovaného světa svým tělem, do vědomého světa

duchem, vnímám postup vpřed jako postupné obohacování, jako kontinuum vynalézání a tvoření. Čas je pro mne to nejreálnější a nejnutenější; je základní podmínkou činnosti; – co říkám? je činností samotnou; a povinnost, kterou mám jej prožívat, nemožnost kdykoli přeskočit budoucí časový interval, by mi stačila k prokázání – kdybych to neměl bezprostřední pocit – že budoucnost je skutečně otevřená, nepředvídatelná, neurčená. Nepovažujte mě za metafyzika, pokud tím myslíte člověka dialektických konstrukcí. Nic jsem nekonstruoval, pouze jsem konstatoval. Předkládám vám to, co se nabízí mým smyslům a mému vědomí: bezprostředně dané musí být považováno za skutečné, dokud nebylo přesvědčivě prokázáno, že je pouhým zdáním; na vás tedy, pokud v tom vidíte iluzi, je přinést důkaz. Vy však tam iluzi podezíráte jen proto, že sami děláte metafyzickou konstrukci. Nebo spíše konstrukce je již hotová: pochází od Platóna, který považoval čas za pouhou absenci věčnosti; a většina starověkých i moderních metafyziků ji přijala tak, jak je, protože skutečně odpovídá základnímu požadavku lidského rozumu. Stvořený k vytváření zákonů, tedy k vyjímání z proměnlivého toku věcí určitých neměnných vztahů, je náš rozum přirozeně nakloněn vidět jen je; jen ony pro něj existují; plní tedy svou funkci, odpovídá svému určení tím, že se staví mimo čas, který plyne a trvá. Ale myšlení, které přesahuje čistý rozum, dobře ví, že pokud má rozum podstatu v odhalování zákonů, je to proto, aby naše činnost měla něco, na co se spolehnout, aby naše vůle měla větší vliv na věci: rozum zachází s trváním jako s deficitem, jako s čirou negací, abychom mohli pracovat s co největší účinností v tomto trvání, které je přesto tím nejpozitivnějším na světě. Metafyzika většiny metafyziků není tedy ničím jiným než samotným zákonem fungování rozumu, který je jednou z myslitelských schopností, nikoli však myslitelstvím samotným. To ve své úplnosti bere v úvahu úplnost naší zkušenosti, a úplností naší zkušenosti je trvání. Ať tedy děláte cokoli, něco eliminujete, a dokonce to podstatné, když nahradíte jednou položeným blokem stavy vesmíru, které se střídají⁽¹⁾.

⁽¹⁾ O vztahu, který metafyzikové stanovili mezi blokem a obrazy danými postupně, jsme se podrobně rozepsali v knize *L'Évolution créatrice*, kap. IV.

Tím si dáváte méně, než je třeba. Ale v jiném smyslu si dáváte více, než je třeba.

Chcete totiž, aby vaše rovina P procházela všemi obrazy, které tam čekají na vás, ze všech po sobě jdoucích okamžiků vesmíru. Nebo – což je totéž – chcete, aby všechny tyto obrazy dané v okamžiku či ve věčnosti byly odsouzeny, kvůli nedokonalosti vašeho vnímání, k tomu, aby se vám jevily jako postupně procházející vaší rovinou P . Mimochodem, nezáleží na tom, zda se vyjadřujete tak či onak: v obou případech existuje rovina P – to je Prostor – a posun této roviny rovnoběžně sama se sebou – to je Čas – díky čemuž rovina prochází celým blokem daným jednou provždy. Pokud je však blok skutečně dán, můžete jej stejně dobře protnout libovolnou jinou rovinou P' , která se opět pohybuje rovnoběžně sama se sebou a tak prochází celou skutečností jiným směrem⁽¹⁾. Vytvoříte tak nové rozdělení prostoru a času, stejně legitimní jako to první, neboť pouze pevný blok má absolutní realitu. To je skutečně vaše hypotéza. Představujete si, že jste získali přidáním další dimenze trojrozměrný Prostor-čas, který se může dělit na prostor a čas nekonečným množstvím způsobů; ten váš, který zažíváte, by byl jen jedním z nich; byl by na stejné úrovni jako všechny ostatní. Já však, který *vidím*, jaké by byly všechny zkušenosti, které jste si jen představili, pozorovatelů připoutaných k vašim rovinám P' a pohybujících se s nimi, vám mohu říci, že by žil v nesourodosti a absurditě. Měl by v každém okamžiku vidění obrazu složeného z bodů vypůjčených ze všech skutečných okamžiků vesmíru. Souhrn těchto

nesourodných a absurdních obrazů skutečně reprodukuje blok, ale jen proto, že blok byl vytvořen zcela jiným způsobem – určitou rovinou pohybující se určitým směrem – teprve pak blok existuje a teprve pak si můžeme dopřát fantazii jeho rekonstrukce myšlenkou pomocí libovolné jiné roviny pohybující se jiným směrem. Stavět tyto fantazie na stejnou úroveň jako realitu, tvrdit, že pohyb skutečně generující blok je jen jedním z možných, znamená přehlížet druhý bod, na který jsem právě upozornil: v *hotovém* bloku, osvobozeném od trvání, v němž se *utvářel*, výsledek jednou dosažený a oddělený již nenese výslovnou stopu práce, kterou byl získán. Tisíc různých operací, provedených myšlenkou, by jej mohlo stejně dobře ideálně znovu složit, ačkoli byl složen určitým a jedinečným způsobem. Když bude dům postaven, naše představivost jím projde všemi směry a znovu jej postaví stejně dobře tak, že nejprve umístí střechu a pak k ní postupně přidá patra. Kdo by tuto metodu stavěl na stejnou úroveň jako architektovu a považoval ji za rovnocennou? Při bližším pohledu bychom viděli, že architektova metoda je jediným účinným prostředkem k sestavení celku, tedy k jeho vytvoření; ostatní, navzdory zdání, jsou jen prostředky k jeho rozložení, tedy v podstatě k jeho zničení; je jich tedy tolik, kolik si přejeme. To, co mohlo být postaveno pouze v určitém pořadí, může být zničeno libovolně.

⁽¹⁾ Je pravda, že v obvyklé koncepci zprostorovatěného Času nikdy nenapadne nikoho posunout film v časovém směru a představit si nové rozdělení čtyřrozměrného kontinua na čas a prostor: nepřineslo by to žádnou výhodu a vedlo by k nesourodným výsledkům, zatímco v teorii relativity se tato operace zdá být nezbytná. Přesto by se amalgám času s prostorem, který uvádíme jako charakteristický pro tuto teorii, dal v zásadě koncipovat, jak vidíme, i v běžné teorii, i když by v ní nabyl jiného vzhledu.

KAPITOLA 9.5.

Dvojí klam, jemuž se vystavujeme

To jsou dva body, na které nesmíme nikdy zapomenout, když připojíme čas k prostoru tím, že mu přidáme další rozměr. Zabývali jsme se dosud nejobecnějším případem; dosud jsme nezvažovali zvláštní aspekt, který tento nový rozměr nabývá v teorii relativity. Teoretici relativity totiž pokaždé, když vystoupili z čisté vědy, aby nám poskytli představu o metafyzické realitě, kterou tato matematika vyjadřuje, implicitně předpokládali, že čtvrtý rozměr má alespoň atributy ostatních tří, i když přináší něco navíc. Hovořili o svém prostoročasu a považovali za samozřejmé následující dva body: 1° Všechna rozdělení na prostor a čas, která v něm lze provést, musí být stavěna na stejnou úroveň (je pravda, že tato rozdělení lze v hypotéze relativity provádět pouze podle zvláštního zákona, k němuž se ještě vrátíme); 2° naše zkušenost s následujícími událostmi pouze osvětluje jeden po druhém body linie dané naráz. Zdá se, že nebrali v úvahu, že matematické vyjádření času, které mu nutně propůjčuje vlastnosti prostoru a vyžaduje, aby čtvrtý rozměr, ať už má jakékoli vlastní kvality, měl především ty ostatní, bude chybné jak nedostatkem, tak nadbytkem zároveň, jak jsme právě ukázali. Kdokoli zde nepřinese dvojí korekci, riskuje, že se zmýlí v filosofickém významu teorie relativity a povýší matematické vyjádření na transcendentní realitu. Přesvědčíme se o tom, když se přeneseme k určitým pasážím již klasické knihy pana Eddingtona: „*Události se nedějí; jsou tam a my je potkáváme na své cestě. ‚Formalita události‘ je prostě indikací, že pozorovatel na své průzkumné cestě prošel do absolutní budoucnosti dané události, a nemá velký význam*“⁽¹⁾.“ Již v jedné z prvních knih o teorii relativity, od Silbersteina, se psalo, že pan Wells tuto teorii úžasně předjal, když nechal svého ‚cestovatele časem‘ říci: *Mezi časem a prostorem není žádný rozdíl, kromě toho, že podél času se pohybuje naše vědomí*⁽²⁾.

⁽¹⁾ Eddington, *Espace, Temps et Gravitation*, trad. fr., p. 51.

⁽²⁾ Silberstein, *The Theory of Relativity*, p. 130.

KAPITOLA 9.6.

Zvláštní rysy tohoto vyjádření v teorii relativity

Nyní se však musíme zabývat zvláštním charakterem, který čtvrtá dimenze nabývá v prostoročase Minkowského a Einsteina. Zde invariant ds^2 již není součtem čtyř čtverců, z nichž každý má koeficient jedna, jak by tomu bylo, kdyby čas byl dimenzí podobnou ostatním: čtvrtý čtverec, opatřený koeficientem c^2 , musí být odečten od součtu tří předchozích, a zaujímá tak zvláštní postavení. Vhodným trikem lze tuto zvláštnost matematického vyjádření setřít: přesto však v pojmu samém přetrvává, a matematik nás na ni upozorňuje tím, že první tři dimenze nazývá ‚reálnými‘ a čtvrtou ‚imaginární‘. Přistupme tedy co nejbliže k tomuto prostoročasu zvláštní formy.

KAPITOLA 9.7.

Speciální iluze, která z toho může vyplynout

Hned však oznamme výsledek, k němuž směřujeme. Nutně se bude velmi podobat tomu, který jsme získali při zkoumání mnohosti časů; ostatně nemůže být ničím jiným než jejich novým vyjádřením. Proti zdravému rozumu a filosofické tradici, které se přiklánějí k jedinému času, se teorie relativity zprvu zdála tvrdit mnohost časů. Při bližším pohledu jsme však nikdy nenašli více než jeden skutečný čas, čas fyzika, který buduje vědu: ostatní jsou časy virtuální, chci říci fiktivní, připisované jim virtuálním pozorovatelům, chci říci fantomům. Každý z těchto pozorovatelů-fantomů, kdyby se náhle oživil, by se usadil ve skutečném trvání bývalého skutečného pozorovatele, který se sám stal fantomem. Takže obvyklá představa skutečného času prostě přetrvává, doplněná navíc konstrukcí myslí, jejímž účelem je znázornit, že při aplikaci Lorentzových vzorců zůstává matematické vyjádření elektromagnetických jevů stejné pro pozorovatele považovaného za nehybného i pro pozorovatele, který si přisuzuje libovolný rovnoměrný pohyb. A prostoročas Minkowského a Einsteina neznamena nic jiného. Chápeme-li pod prostoročasem o čtyřech dimenzích skutečné prostředí, v němž se pohybují skutečné bytosti a předměty, pak prostoročas teorie relativity je společný všem, neboť všichni naznačujeme gesto vytvoření prostoročasu o čtyřech dimenzích, jakmile čas prostorizujeme, a nemůžeme měřit čas, nemůžeme o něm ani mluvit, aniž bychom jej prostorizovali⁽¹⁾. V tomto prostoročase však čas a prostor zůstávají oddělené: prostor nemůže vydávat čas ani čas vracet prostor. Pokud se navzájem prolínají a v proměnlivém poměru podle rychlosti systému (což se děje v Einsteinově prostoročase), pak jde pouze o virtuální prostoročas, prostoročas fyzika představovaného jako experimentující, nikoli fyzika, který experimentuje. Neboť tento poslední prostoročas je v klidu, a v prostoročase, který je v klidu, zůstávají čas a prostor od sebe jasně odděleny; prolínají se, jak uvidíme, pouze při pohybu systému; ale systém je v pohybu pouze tehdy, pokud jej fyzik, který se v něm nacházel, opustí. Ten jej však nemůže opustit, aniž by se neusadil v jiném systému: ten, který je pak v klidu, bude mít prostor a čas jasně oddělené jako naše. Takže prostor, který pohlcuje čas, a

čas, který zase pohlcuje prostor, jsou vždy pouze virtuální a pouze předpokládané, nikdy aktuální a uskutečněné. Je pravda, že představa tohoto prostoročasu pak působí na vnímání aktuálního prostoru a času. Skrze čas a prostor, které jsme vždy znali jako oddělené, a proto beztvaré, spatříme jakoby průhledně článkovaný organismus prostoročasu. Matematické vyjádření těchto článků, provedené na virtuálním a dovedené do nejvyššího stupně obecnosti, nám poskytnou nečekaný vhled do skutečnosti. Budeme mít v rukou mocný prostředek zkoumání, princip výzkumu, o němž lze již dnes předpovědět, že se ho lidský duch nevzdá, i kdyby zkušenost vnutila teorii relativity novou formu.

⁽¹⁾ Toto jsme vyjádřili v jiné formě (str. 76 a násl.), když jsme říkali, že věda nemá žádný prostředek, jak rozlišit mezi časem rozvinutým a časem svinutým. Prostorizuje jej tím samotným, že jej měří.

KAPITOLA 9.8.

Co skutečně představuje amalgám prostoročasu

Abychom ukázali, jak se prostor a čas začínají prolínat teprve ve chvíli, kdy se oba stávají fiktivními, vraťme se k našemu systému S' a pozorovateli, který se v něm skutečně nachází, ale myšlenkově se přenáší do jiného systému S , který znehybní a předpokládá pak, že S' je uveden do všech možných rychlostí. Chceme zjistit, co konkrétně znamená v teorii relativity propojení prostoru s časem chápaným jako další dimenze. Pro zjednodušení výkladu předpokládejme, že prostor systémů S a S' je redukován na jedinou dimenzi, na přímku, a že pozorovatel v S' , mající červovitý tvar, obývá část této přímky. V podstatě se vrátíme k podmínkám, které jsme si dříve stanovili (s. 190). Říkali jsme, že náš pozorovatel, dokud udržuje svou mysl v S' , kde se nachází, prostě a jednoduše konstatuje stálost délky $A'B'$ označené jako l . Jakmile však jeho mysl přejde do S , zapomene na konkrétně pozorovanou stálost délky $A'B'$ nebo jejího čtverce l^2 ; představuje si ji nyní pouze abstraktně jako neměnnost rozdílu mezi dvěma čtverci L^2 a $c^2 T^2$, které by byly jediné dané (kde L označuje prodloužený prostor $\frac{l}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$ a T časový interval $\frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \cdot \frac{lv}{c^2}$, který se vsunul mezi dvě události A' a B' vnímané uvnitř systému S' jako současné). My, kteří známe prostory o více než jedné dimenzi, nemáme potíže geometrickým způsobem vyjádřit rozdíl mezi těmito dvěma pojetími; v dvoudimenzionálním prostoru, který pro nás obklopuje přímku $A'B'$, stačí na ni vztyčit kolmici $B'C'$ rovnou cT , a ihned si všimneme, že skutečný pozorovatel v S' skutečně vnímá stranu $A'B'$ pravoúhlého trojúhelníka jako neměnnou, zatímco fiktivní pozorovatel v S přímo vnímá (nebo spíše si představuje) pouze druhou stranu $B'C'$ a přeponu $A'C'$ tohoto trojúhelníka: přímka $A'B'$ by pro něj pak byla jen mentální konstrukcí, kterou doplňuje trojúhelník, obrazným vyjádřením $\sqrt{A'C'^2 - B'C'^2}$. Nyní předpokládejme, že zázračný zásah umístí našeho pozorovatele, skutečného v S' a fiktivního v S , do podmínek, v nichž jsme my sami, a umožní mu vnímat nebo si představit prostor o více než jedné dimenzi. Jako skutečný pozorovatel v S' spatří přímku $A'B'$: to je skutečné. Jako fiktivní fyzik v S spatří nebo si představí lomenou čáru $A'C'B'$: to je pouze virtuální; je to přímka $A'B'$, jež se jeví prodloužená a

zdvojená v zrcadle pohybu. Přímka $A'B'$ je však prostor. Lomená čára $A'C'B'$ je však prostor a čas; a totéž by platilo pro nekonečnou řadu dalších lomených čar $A'D'B'$, $A'E'B'$... atd., odpovídajících různým rychlostem systému S' , zatímco přímka $A'B'$ zůstává prostorem. Tyto lomené čáry prostoročasu, čistě virtuální, vznikají z přímky prostoru pouhým pohybem, který mysl vnucuje systému. Všechny podléhají zákonu, že čtverec jejich prostorové části, snížený o čtverec jejich časové části (bylo dohodnuto brát za jednotku času rychlost světla), dává zbytek rovnající se neměnnému čtverci přímky $A'B'$, která je čistě prostorovou, ale skutečnou přímkou. Vidíme tedy přesně vztah mezi amalgámem prostoročasu a prostorem a časem oddělenými, které zde byly vždy ponechány vedle sebe, i když se čas prostorizací stal další dimenzí prostoru. Tento vztah se stává zcela zřejmým v konkrétním případě, který jsme záměrně zvolili, kdy přímka $A'B'$, vnímaná pozorovatelem umístěným v S' , spojuje dvě události A' a B' v tomto systému považované za současné. Zde jsou čas a prostor tak odlišné, že čas mizí, zůstává jen prostor: prostor $A'B'$, to je vše, co je konstatováno, to je skutečné. Tato skutečnost však může být virtuálně rekonstruována amalgámem virtuálního prostoru a virtuálního času, přičemž tento prostor a čas se prodlužují s rostoucí virtuální rychlostí udělenou systému pozorovatelem, který se od něj myšlenkově odpojí. Takto získáváme nekonečnou řadu amalgámů prostoru a času pouhých myšlenek, všechny rovnocenné čistému a jednoduchému prostoru, vnímanému a skutečnému.

Avšak podstatou teorie relativity je stavět na stejnou úroveň skutečný pohled a virtuální pohledy.

Skutečné by bylo jen zvláštním případem virtuálního. Mezi vnímáním přímky $A'B'$ uvnitř systému S' a představou lomené čáry $A'C'B'$, když se předpokládáme uvnitř systému S , by nebyl žádný rozdíl v podstatě. Přímka $A'B'$ by byla lomenou čarou jako $A'C'B'$ s nulovým segmentem $C'B'$, přičemž hodnota nula přiřazená zde $c^2 T^2$ by byla hodnotou jako každá jiná. Matematik a fyzik mají jistě právo se takto vyjadřovat. Filozof však, který musí rozlišovat skutečné od symbolického, promluví jinak. Spokojí se s popisem toho, co se právě stalo. Existuje vnímaná, skutečná délka $A'B'$. A pokud se dohodneme brát pouze ji, přičemž $A'B'$ a B' považujeme za okamžité a současné, existuje prostě, podle hypotézy, tento prostorový rozměr *plus nicota* času. Pohyb vnucený myšlenkou systému však způsobí, že původně uvažovaný prostor se bude zdát nabývat na čase: l^2 se stane L^2 , tedy $l^2 + c^2 T^2$. Pak bude nutné, aby nový prostor vydal čas, aby L^2 bylo sníženo o $c^2 T^2$, a tak se našlo l^2 .

Tak se vracíme k našim předchozím závěrům. Ukazovalo se nám, že dvě události, současné pro osobu, která je pozoruje uvnitř svého systému, by byly následné pro toho, kdo by si představoval systém zvenčí v pohybu. Souhlasili jsme, ale poznamenali jsme, že interval mezi dvěma událostmi, které se staly následnými, by marně nesl název času, nemohl by obsahovat žádnou událost: je to, jak jsme říkali, *roztažená nicota*⁽¹⁾. Zde jsme svědky roztažení. Pro pozorovatele v S' byla vzdálenost mezi A' a B' délka prostoru l zvýšená o časovou nulu. Když se skutečnost l^2 stane virtualitou L^2 , časová nula skutečnosti rozkvetne ve virtuální čas $c^2 T^2$. Tento interval virtuálního času je však jen nicotou původního času, vytvářející nevím jaký optický efekt v zrcadle pohybu. Myšlenka by v něm nemohla umístit žádnou událost, byť sebemenší, stejně jako bychom nepostrkovali nábytek do salonu spatřeného v hloubi zrcadla.

(1) Viz výše, strana 154.

Zatím jsme však uvažovali pouze konkrétní případ, kdy jsou události v A' a B' vnímány uvnitř systému S' jako současné. Zdálo se nám, že to je nejlepší způsob, jak analyzovat operaci, při níž se prostor přidává k času a čas k prostoru v teorii relativity. Nyní si vezmeme obecnější případ, kdy se události A' a B' odehrávají v různých časech pro pozorovatele v S' . Vrátime se k naší původní notaci: čas události A' označíme jako t'_1 a čas události B' jako t'_2 ; vzdálenost mezi A' a B' v prostoru označíme jako $x'_2 - x'_1$, přičemž x'_1 a x'_2 jsou vzdálenosti A' a B' od počátečního bodu O' . Pro zjednodušení opět předpokládáme prostor redukovaný na jedinou dimenzi. Tentokrát se však budeme ptát, jak by si pozorovatel uvnitř S' , který v tomto systému konstatuje stálost prostorové délky $x'_2 - x'_1$ a časového intervalu $t'_2 - t'_1$ pro všechny možné rychlosti systému, tuto stálost představoval, kdyby se myšlenkově přenesl do nehybného systému S . Víme⁽¹⁾, že $(x'_2 - x'_1)^2$ by se k tomu musel rozšířit na

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

, což je hodnota převyšující $(x'_2 - x'_1)^2$ o

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

Zde opět vidíme, jak by čas přišel nafouknout prostor.

Na druhou stranu se k času přidal prostor, neboť to, co bylo původně $(t'_2 - t'_1)^2$, se stalo⁽²⁾

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

, což je hodnota převyšující $(t'_2 - t'_1)^2$ o

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

(1) Viz str. 193

(2) Viz str. 194

Čtverec času se tak zvětšil o hodnotu, která po vynásobení c^2 dává přírůstek čtverce prostoru. Tak před našima očima vzniká prostor nabývající času a čas nabývající prostoru, přičemž rozdíl $(x'_2 - x'_1)^2 - c^2(t'_2 - t'_1)^2$ zůstává invariantní pro všechny přisuzované rychlosti systému.

Tento amalgám prostoru a času se však pro pozorovatele v S' začíná vytvářet teprve v okamžiku, kdy jeho myšlenka uvede systém do pohybu. A amalgám existuje pouze v jeho mysli. Skutečné, tedy pozorované nebo pozorovatelné, jsou prostor a čas jakožto odlišné entity, s nimiž se setkává ve svém systému. Může je spojit v kontinuu o čtyřech dimenzích: to děláme všichni, více či méně zmateně, když prostorizujeme čas, a prostorizujeme jej, jakmile jej měříme. Prostor a čas však zůstávají odděleně invariantní. Splynou vjedno, nebo přesněji řečeno, invariantnost bude přenesena na rozdíl $(x'_2 - x'_1)^2 - c^2(t'_2 - t'_1)^2$ teprve pro naše fantastické pozorovatele.

Skutečný pozorovatel to nechá být, neboť je naprosto klidný: jelikož každý z jeho dvou členů $x_2 - x_1$ a $t_2 - t_1$, prostorová délka a časový interval, je invariantní bez ohledu na to, odkud je uvnitř svého systému posuzuje, ponechává je fantastickému pozorovateli, aby je podle libosti zapojil do vyjádření svého invariantu; předem tuto formulaci přijímá, předem ví, že bude vyhovovat jeho systému tak, jak jej sám chápe, neboť vztah mezi konstantními členy je nutně konstantní. A mnoho tím získá, neboť výraz, který mu je předkládán, vyjadřuje novou fyzikální pravdu: ukazuje, jak se "přenos" světla chová vůči "pohybu" těles.

Poučuje jej však o vztahu tohoto přenosu k tomuto pohybu, neříká mu nic nového o prostoru a čase: ty zůstávají tím, čím byly, odlišné, neschopné vzájemného pronikání jinak než účinkem matematické fikce určené k symbolizaci fyzikální pravdy. Neboť tento prostor a čas, které se vzájemně pronikají, nejsou prostorem a časem žádného skutečného fyzika nebo fyzika pojatého jako takový. Skutečný fyzik provádí měření v systému, v němž se nachází, a který znehybňuje tím, že jej přijímá jako vztažnou soustavu: čas a prostor zde zůstávají odlišné, vzájemně neproniknutelné. Prostor a čas se pronikají pouze v pohybujících se systémech, kde skutečný fyzik není, kde přebývají pouze fyzikové jím představovaní - představovaní pro větší dobro vědy. Tito fyzikové však nejsou představováni jako skuteční nebo jako potenciálně skuteční: předpokládat jejich skutečnost, přisuzovat jim vědomí, by znamenalo povýšit jejich systém na vztažnou soustavu, přenést sebe sama tam a splynout s nimi, v každém případě prohlásit, že jejich čas a prostor přestaly být vzájemně prostoupeny.

Tak se dlouhou oklikou vracíme na naše výchozí místo. O prostoru převoditelném na čas a čase zpětně převoditelném na prostor jednoduše opakujeme to, co jsme řekli o mnohosti časů, o následnosti a současnosti považovaných za zaměnitelné. A to je zcela přirozené, neboť v obou případech jde o totéž. Invariance výrazu $dx^2 + dy^2 + dz^2 - c^2 dt^2$ bezprostředně vyplývá z Lorentzových rovnic. A prostoročas Minkowského a Einsteina pouze symbolizuje tuto invariantnost, stejně jako hypotéza mnohých časů a současností převoditelných na následnosti pouze tyto rovnice překládá.

KAPITOLA 10.

Závěrečná poznámka

Jsme u konce naší studie. Měla pojednávat o času a o paradoxech týkajících se času, které se běžně spojují s teorií relativity. Omezí se tedy na speciální relativitu. Zůstaneme kvůli tomu v abstraktnu? Jistěže ne, a neměli bychom co podstatného dodat o čase, kdybychom do zjednodušené reality, jíž jsme se dosud zabývali, zavedli gravitační pole. Podle teorie obecné relativity totiž nelze v gravitačním poli definovat synchronizaci hodin ani tvrdit, že rychlost světla je konstantní. Následkem toho přísně vzato optická definice času mizí. Jakmile pak budeme chtít dát smysl souřadnici 'čas', budeme se nutně muset ocitnout v podmínkách speciální relativity, případně je hledat v nekonečnu.

V každém okamžiku je vesmír speciální relativity tečný k vesmíru obecné relativity. Na druhou stranu nikdy nemusíme uvažovat rychlosti srovnatelné s rychlostí světla ani gravitační pole, která

by byla intenzivní úměrně. Obecně tedy můžeme s dostatečnou přesností převzít pojem času ze speciální relativity a zachovat jej takový, jaký je. V tomto smyslu čas náleží speciální relativitě, jako prostor obecné relativitě.

Přesto nelze říci, že čas speciální relativity a prostor obecné relativity mají stejný stupeň reality. Důkladné prozkoumání tohoto bodu by bylo pro filosofa mimořádně poučné. Potvrdilo by zásadní rozdílnost povahy mezi skutečným časem a čistým prostorem, které tradiční filosofie neoprávněně považovala za analogické. A možná by nebylo bez zajímavosti ani pro fyzika. Odhalilo by, že teorie speciální relativity a teorie obecné relativity nejsou vedeny přesně stejným duchem a nemají úplně stejný význam. První navíc vznikla kolektivním úsilím, zatímco druhá odráží Einsteinův vlastní génus. Ta první nám přináší především nový vzorec pro již získané výsledky; je v pravém slova smyslu teorií, způsobem reprezentace. Ta druhá je v podstatě metodou zkoumání, nástrojem objevování. Nemáme však za úkol srovnávat je mezi sebou. Řekněme jen pár slov o rozdílu mezi časem v jedné a prostorem v druhé. Tím se vrátíme k myšlence opakovaně vyjádřené v tomto eseji.

Když fyzik obecné relativity určuje strukturu prostoru, mluví o prostoru, ve kterém se skutečně nachází. Vše, co tvrdí, by ověřil vhodnými měřicími přístroji. Část prostoru, jehož zakřivení definuje, může být libovolně vzdálená: teoreticky by se tam přemístil, teoreticky by nás nechal být svědky ověření jeho vzorce. Stručně řečeno, prostor obecné relativity vykazuje vlastnosti, které nejsou pouze koncipovány, ale které by byly stejně tak vnímatelné. Týkají se systému, v němž fyzik sídlí.

Avšak časové vlastnosti, zejména mnohočetnost časů v teorii speciální relativity, nejenže unikají faktickému pozorování fyzika, který je stanovuje: jsou principiálně neověřitelné. Zatímco prostor obecné relativity je prostorem, v němž jsme, časy speciální relativity jsou definovány tak, aby všechny kromě jednoho byly časy, v nichž nejsme. Nemohli bychom v nich být, neboť kamkoli jdeme, přinášíme s sebou čas, který ostatní vytlačuje, jako sluneční svit doprovázející poutníka při každém kroku odhání mlhu. Ani si sebe v nich nedovedeme představit, neboť přenést se myšlenkou do jednoho z dilatovaných časů by znamenalo přijmout systém, k němuž patří, učinit z něj svou vztažnou soustavu: okamžitě by se tento čas smrštil a vrátil by se k času, který prožíváme uvnitř systému, k času, o němž nemáme důvod nevěřit, že je ve všech systémech stejný.

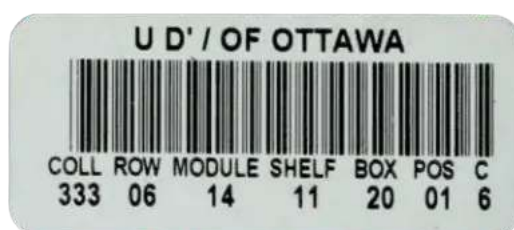
Dilatované a dislokované časy jsou tedy pomocné časy, vkládané fyzikovou myšlenkou mezi výchozí bod výpočtu, jímž je skutečný čas, a konečný bod, jímž je opět tentýž skutečný čas. V něm byly pořízeny měření, s nimiž se pracuje; na něj se aplikují výsledky operace. Ostatní jsou prostředníky mezi zadáním a řešením problému.



Fyzik je všechny staví na stejnou úroveň, nazývá je stejným jménem, zachází s nimi stejným způsobem. A má pravdu. Všechny jsou totiž měřeními času; a jelikož měření věci je ve fyzice samotnou věcí, všechny musí být pro fyzika časem. Ale pouze v jednom z nich – myslíme, že jsme to dokázali – dochází k následnosti. Pouze jeden z nich trvá; ostatní netrvají. Zatímco tento čas je nepochybně opřen o délku, která jej měří, ale od ní odlišný, ostatní jsou pouze délkami. Přesněji řečeno, tento je zároveň časem a „světelnou čarou“; ostatní jsou pouze světelnými čarami. Ale protože tyto poslední čáry vznikají prodloužením první, a protože první byla přilepena k času, říká

se o nich, že jsou prodlouženými časy. Odtud všechny časy, v neomezeném počtu, speciální relativity. Jejich mnohost, místo aby vylučovala jednotu skutečného času, ji předpokládá.

Paradox začíná, když se tvrdí, že všechny tyto časy jsou realitami, tedy věcmi, které vnímáme nebo bychom mohli vnímat, které prožíváme nebo bychom mohli prožívat. Implicitně se předpokládá opak pro všechny – kromě jednoho – když byl čas ztotožněn se světelnou čarou. To je rozpor, který naše mysl tuší, když jej jasně nevidí. Není navíc přičitatelný žádnému fyzikovi jako fyzikovi: vznikne teprve ve fyzice, která by se povýšila na metafyziku. Naši mysl se této rozporuplnosti nemůže přizpůsobit. Chybně bylo připisováno jejímu odporu předsudkům zdravého rozumu. Předsudky mizí nebo se alespoň oslabují při reflexi. Ale v tomto případě reflexe upevňuje naše přesvědčení a nakonec jej činí neotřesitelným, protože nám odhaluje ve časech speciální relativity – s výjimkou jednoho z nich – časy bez trvání, v nichž se události nemohou následovat, věci trvat, ani bytosti stárnout.

Stárnutí a trvání náleží k řádu kvality. Žádná analytická snaha je nerozloží na čistou kvantitu. Věc zde zůstává odlišná od svého měření, které se navíc týká prostoru reprezentujícího čas spíše než času samotného. Ale s prostorem je tomu zcela jinak. Jeho měření vyčerpává jeho podstatu. Tentokrát vlastnosti objevené a definované fyzikou náleží věci samotné a nikoli pohledu ducha na ni. Řekněme lépe: jsou samotnou realitou; věc je tentokrát *vztahem*. Descartes redukoval hmotu – uvažovanou v okamžiku – na rozlehlost: fyzika podle něj dosahovala skutečnosti potud, pokud byla geometrická. Studium obecné relativity, paralelní s tím, které jsme provedli u relativity speciální, by ukázalo, že redukce gravitace na setrvačnost byla právě eliminací hotových pojmů, které se vkládaly mezi fyzika a jeho objekt, mezi ducha a vztahy konstituující věc, a bránily zde fyzice být geometrií. Z tohoto hlediska je Einstein pokračovatelem Descartese.



S poděkováním  Archive.org a Univerzitě v Ottawě,  Kanada za zpřístupnění fyzické kopie prvního vydání na internetu. Navštivte jejich filozofické oddělení na uottawa.ca/faculty-arts/philosophy



CosmicPhilosophy.org

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

Vytištěno 22. listopadu 2025

Naše další projekty:

- ▶ [GMODebate.org](https://gmodebate.org/): Projekt zkoumající filozofické základy eugeniky, scientismu, hnutí za „emancipaci vědy od filozofie“, protivědecké narativy a moderní podoby vědecké inkvizice.