

Diskuse s Einsteinem

Teorie relativity¹

(Záznam jednání „Francouzské filosofické společnosti“ z 6. dubna 1922)

Pan Xavier Léon: Datum 6. dubna 1922 se stane mezníkem v dějinách „Francouzské filosofické společnosti“. Je pro nás velkou ctí, že mezi námi můžeme přivítat geniálního autora speciální a obecné teorie relativity.

Jeden z nejvýznačnějších zakladatelů „Francouzské filosofické společnosti“, náš zesnulý učitel Émile Boutroux, v roce 1920 ve svém vystoupení na „Akademii morálních a politických věd“ připomínal, „že se „Filosofická společnost“ již od svého vzniku neustále snažila organizovat četná přátelská setkání, na která vždy zvala nejen filozofy a přátele filosofie, ale také vědce; oběma těmito skupinám také obdobně poskytuje společný prostor v listu *Revue de Métaphysique et de Morale*“. Dnes se tuto tradici daří rozvíjet lépe než kdykoli předtím. A pokud je pravda, jak se domníval pan Boutroux, že při těchto vzájemných diskuzích „není neobvyklé, že v nich myslitel odhaluje svá osobní přesvědčení a stěžejní myšlenky otevřeněji než ve vědeckých spisech“, pak se naší společnosti dosud nikdy nedostalo pozoruhodnější příležitosti k seznámení s novou teorií.

Nerad bych zbytečně oddaloval chvíli, kdy budete mít možnost vyslechnout projev významného a slavného učenice, o němž Langevin trefně prohlásil, že „nám otevřel nové okno do věčnosti“. Avšak považuji za svou povinnost nejprve panu Einsteinovi jménem všech členů naší společnosti vřele poděkovat za to, že tak velkoryse a bez otálení přijal naše pozvání a souhlasil s tím, že nám věnuje svůj čas a účastní se naší diskuze.

1 Přeloženo z francouzského originálu: La théorie de la relativité. Séance du 6 avril 1922. *Bulletin de la Société française de philosophie* [online], n°1922 22 3, s. 349–370. Dostupné na: <https://www.sofrphilos.fr/la-theorie-de-la-relativite/>; [cit. 11. 7. 2022]. Transl. © K. Zapalačová. Pozn. red.

Snad mu mohu sdělit, že pro zde přítomné vědce a filosofy rozhodně není zcela neznámým. Náš kolega Winter vydal na začátku roku 1911 knihu *Métoda ve filosofii matematiky*,² kde jako první upozornil filosofickou veřejnost na převratný význam a hloubku názorů pana Einsteina. Na zasedání 4. Mezinárodního filosofického kongresu v Boloni v dubnu téhož roku Paul Langevin hned na jeho počátku, během prezentace, s níž vystoupil jako první z účastníků, dokonale zasvěceným způsobem odhalil udiveným, ale mimořádně zaujatým filosofům podstatu speciální teorie relativity. Jako apoštol nového evangelia pak v říjnu téhož roku znovu, i když v poněkud nové podobě představil objevy pana Einsteina také členům „Francouzské filosofické společnosti“. A rovněž včera, na naší mimořádné schůzi, na kterou byl pozván i pan Einstein, který se ovšem k velkému zklamání všech přítomných nemohl dostavit, jsme se k tomuto tématu vrátili a nejzajímavějším bodem setkání se stala debata, ve které se slečna Wrinchová a pánové Enriques, Langevin a Painlevé zabývali problematikou nejnovějších podob teorie relativity.

Dnes se s potěšením a zaujetím vracíme právě k této debatě. Máme velké štěstí, že je jejímu pokračování nyní již přítomen sám autor teorie relativity. Naše šťastné pocity kalí pouze smutný fakt, že zde s námi již nemůže diskutovat jeden ze zakládajících členů „Francouzské filosofické společnosti“, geniální vědec Henri Poincaré. Jak všichni víte, právě Poincaré sehrál klíčovou roli při vytváření takzvané nové mechaniky, neboť popsal část pravidla, které je součástí mechaniky klasické, a kromě toho formuloval velmi podnětné myšlenky, které se týkají například hybnosti elektromagnetického pole nebo takzvaného „Poincarého tlaku“.

Velmi inspirující skutečností však navíc pro nás všechny je, že s těmito úspěchy na poli mechaniky se Henri Poincaré nespokojil a ve svých *Přednáškách o elektríně a optice*,³ vydaných v roce 1901, tedy před více než dvaceti lety, podrobil podrobné analýze Hertzovy, Helmholtzovy, Larmorovy, Thomsonovy a Lorentzovy teorie, přičemž za nejpodnětnější považoval právě návrhy posledně jmenovaného, slavného holandského fyzika.

Maje na mysli zejména Michelsonův experiment, napsal Poincaré tyto skutečně prorocké řádky: „Považuji za velmi pravděpodobné, že optické jevy závisejí pouze na *relativních* pohybech hmotných těles, přičemž tento závěr platí nejen pro hodnoty v přiblížení do druhého či třetího řádu, ale obecně. Jakmile se experimenty zdokonalí, bude tento princip ověřen s ještě větší přesností. Správně vystavěná teorie by pak měla najednou umožnit demonstrovat tento princip v celé jeho exaktnosti. Lorentzova teorie to zatím nedovoluje, ze všech navrhovaných řešení je tomu však nejbližší.“

2 Winter, M., *La méthode dans la philosophie des mathématiques*. Paris, F. Alcan 1911. Pozn. překl.

3 Poincaré, H., *Cours de Physique Mathématique. Electricité et optique. La lumière et les théories électrodynamiques*. 2. ed. Paris, Carre et Naud 1901. Pozn. překl.

Řešení, které Poincaré s takovou nadějí očekával, kvalifikovaně objasnil a doložil v roce 1905 ve své monografii o speciální relativitě zde přítomný pan Einstein. Úspěšně tak dovršil revoluci, již předznamenal právě Poincaré, který tak učinil v době, kdy se už už zdálo, že vývoj teoretické fyziky směřuje do slepé uličky.

Jaký by to byl úžasný zážitek, kdyby se dnes v tomto sále mohli setkat tito dva tvůrci světů, synové různých zemí, a jaký záblesk světla by nepochybně vnesli do hledání pravdy, které překračováním stávajících hranic poznání potvrzuje univerzálnost lidského ducha a zasluhuje si nejvyšší míru uznání všech učenců!

Pan Paul Langevin: Teorie relativity je především teorií fyzikální. Vychází ze známých faktů, ale dosahuje až k předvídání faktů nových; je v podstatě experimentální. Vyrostla ze snahy o řešení rozporů, které vyvstaly mezi elektromagnetickou teorií a mechanikou, a je jedinou teorií, která bere v potaz již známá fakta a umožňuje na jejich základě předvídat fakta dosud nepoznaná. Tato teorie není experimentální pouze svým východiskem, ale i svou metodou. Jako abstraktní fyzikální prvky uvádí pouze pozorovatelné veličiny, které jsou podloženy zkušeností, a odmítá jakékoli libovolně stanovené absolutno.

Z důvodů, které tato teorie přdestřela, bylo nutné upustit od klasifikace lidského vědění vytvořené A. Comtem. Comte považoval za základ našich koncepcí absolutní prostor a čas, na kterých vystavěl mechaniku, fyziku, fyzikálně-chemické vědy i jejich biologické důsledky. Pro něj byl dějištěm fyziky euklidovský prostor, kde vládl absolutní čas. Nová koncepce pana Einsteina je zcela odlišná: jedná se o fúzi geometrie a fyziky, což znemožňuje existenci absolutního času a prostoru. Připomeňme si v této souvislosti, že když jsme chtěli dát ideji simultánnosti přesný experimentální výraz, platný pro všechny pozorovatele současně a nezávislý na jejich vzájemných pohybech, vedla tato představa o na sobě navzájem nezávislém prostoru a čase ke zcela paradoxním důsledkům.

Speciální teorie relativity spočívá na dvou základních postulátech: principu relativity a principu konstantní rychlosti světla. Podle prvního principu musí mít rovnice vyjadřující pravidla, kterými se jevy řídí, stejnou formu ve všech *inerciálních vztažných soustavách*, a to v jednotném vyjádření k sobě navzájem. Tento princip, založený na experimentech, byl potvrzen ve všech oblastech fyziky. Izotropie rychlosti světla, jinými slovy konstanta c při přechodu z Galileiho systému do jiného, je důsledkem těch zákonů elektromagnetismu, které si nikdo nemůže dovolit zpochybňovat, a je přímo ověřena experimenty podobnými tomu Michelsonovu. V nové kinematice ztratil čas svoji absolutní povahu – každá inerciální vztažná soustava má totiž svůj

vlastní čas a představa navzájem vzdálených simultánních událostí ztrácí jakýkoli význam. Ostatně princip kauzality není nijak ohrožen, pokud připustíme, že neexistuje žádné působení, které by se mohlo šířit rychlostí vyšší, než je základní rychlost c .

Obecná teorie relativity jde však ještě dále a v průběhu jejího vývoje není filosofie ničím cizorodým. Právě filosofie přivedla Einsteina k myšlence, že realita nemá nic společného se vztažnými soustavami a že zákony přírody mohou mít podobu, do které tyto vztažné soustavy nebudou zasahovat, řečeno jinými slovy, podobu invariantní pro změny souřadnic. Pokud se nad tím vším dobře zamyslíme, naše jediná znalost vnějšího světa spočívá v pozorování absolutních náhod, z nichž každá nese nezávislý význam na jakémkoli systému souřadnic, přičemž determinismus vyžaduje, aby běh událostí nebyl ničím jiným než sledem podobných náhod, které na sebe navzájem navazují; zákony, které odrážejí tento řetězec, musí mít nutně invariantní podobu.

Ve speciální teorii relativity měla každá inerciální vztažná soustava svůj vlastní čas. Naopak v obecné teorii relativity tyto soustavy zanikají, což má za následek nemožnost existence času společného pro celou vztažnou soustavu. Zbývá jen pojem vlastního času měřený obloukem trajektorie, kterou ve vesmíru opíše hmotný bod. Avšak mezi čtyřmi souřadnicemi, které definují situaci události v určitém referenčním systému, nelze jednoznačně navázat vztahy mezi správnými časy různých hmotných bodů. Nebo, což se rovná stejnému závěru, nemůžeme již říci, že jeden z nich představuje čas.

Pojem kauzality se znejasňuje a byl předmětem intenzivní diskuze iniciované Hilbertem. Jako matematik Hilbert zkoumal, jak by měl být rozlišen výběr souřadného systému tak, aby jedna z proměnných mohla sehrát roli času. Tato dekompozice vesmíru na prostor a čas je však možná pouze ve statických případech, ovšem takto získaný prostor není euklidovský; jeho povaha závisí na tom, co obsahuje. V nestatických případech je pak dekompozice na prostor a čas zcela nemožná.

Je zřejmé, jak může být teorie relativity zajímavá pro filosofy, kteří se zabývají nejasnými koncepcemi prostoru a času. Svým axiomatickým hlediskem, tedy povahou principů, z nichž vychází, otevírá ještě další filosofický význam. Již víme, že speciální teorie relativity je vystavena na axiomech relativity, podobně jako v galileovském pojetí, a na principu konstantní rychlosti světla. Pokud jde o obecnou relativitu, Hilbert formuloval dva základní postuláty: 1) Všechny zákony fyziky lze převést do hamiltonovské podoby; jinými slovy, existuje funkce veličin charakterizující stav vesmíru, jež se nazývá tenzorová hustota působení vesmíru a jejíž integrál rozšířený do určité oblasti vesmíru musí v průběhu jevů zůstat stacionární. Tento Hamiltonův princip, který je čistě mechanického původu a byl Larmorem rozšířen o elektromagnetické jevy, je jediným prvkem, který přežil všeobecný rozvrat

fyziky. Bylo proto přirozené přiřknout mu privilegované místo. 2) Předchozí integrál je invariantní pro změny vztažné soustavy.

Současné tendence jdou však ještě dál. Akce (účinek) se skládá ze dvou částí: relativní geometrické části spojené s gravitací, díky které na sebe zákon pohybu volných těles bere geometrickou podobu (každé těleso, které je ponecháno samo sobě, následuje geodetiku časoprostoru, v němž se nachází), a fyzikální části, předkládající zákony spojené s jinými jevy než s gravitací; tato fyzikální část je ostatně elektromagnetická, protože všechny známé jevy kromě gravitace dobře zapadají do elektromagnetického rámce. Abychom dospěli až k tomuto bodu, bylo nutné opustit řadu předchozích postulátů; a můžeme upadnout do pokušení od oněch nových znovu upustit, abychom mohli zajít ještě dál. Weyl a Eddington tak učinili: dvě části, geometrickou a fyzikální, spojili v jednu část geometrické povahy, ale cesta, kterou se vydali, již není (jako je tomu v případě pana Einsteina) čistě experimentální povahy. Jejich cílem bylo najít co nejobecnější geometrii, kterou by bylo možné srovnávat s realitou. Při hledání této geometrie bylo podstatné zavést co nejméně postulátů. Pokud jde o srovnání s fakty, nebylo jej možné provést pomocí obecné metody, pouze bezcílný proces mohl vést ke ztotožnění geometrických entit s těmi fyzikálními. Weylova teorie může být schopna dát fyzikální význam všem geometrickým prvkům, které zavádí. Eddingtonova teorie se naopak zdá být příliš obecná: stále existují geometrické prvky, kterým tento autor nebyl schopen dát fyzikální význam, ale nelze vyloučit, že tyto neznámé prvky odpovídají jevům, o jejichž existenci zatím nemáme tušení.

Na závěr musím říci, že konstrukce vytvořená Einsteinem je v současné době jediná, která je určitě založená na zkušenostech, bere v potaz všechny známé jevy a umožňuje předvídat i jevy další, dosud neznámé.

Pan Jacques Hadamard: Dnešní fyzikové jsou natolik obeznámeni s matematickými otázkami, že se ve svých zkoumáních obejdou i bez matematiků, kteří tím pádem již nemají co říci. Zaměřím se jednoduše na fakt, že v teorii relativity se z logického hlediska všechno děje podivuhodně. Ocítáme se proto nyní v pokušení ji právě z logického hlediska napadnout, je totiž až příliš revoluční a zcela rozvrací naše tradičně děděné pojetí prostoru a času. Pokud jde o fyzikální teorii, vyvstávají tři otázky; alespoň tak mne to kdysi učil profesor filosofie: 1) Je teorie sama o sobě logická, jinými slovy, opravdu si v ničem neodporuje? 2) Shoduje se s fakty? 3) Shoduje se s nimi lépe než již existující teorie? Tak tedy, pokud jde o první otázku, matematik by proti teorii relativity nemohl vznést sebemenší námitku; ve skutečnosti je speciální relativita dokonce logickým důsledkem Maxwellových-Lorentzových rovnic. Pokud by měl existovat rozpor v této teorii, musel by existovat roz-

por i v těchto rovnicích. V elektromagnetických rovnicích však žádný rozpor není. Druhou a třetí otázkou se nemůže zabývat matematik, je tedy na fyzikovi, aby na ně odpověděl.

Pan Albert Einstein: K poznámkám pana Hadamarda bych rád řekl jen pár slov. Pan Hadamard tvrdí, že fyzikální teorie by měla být nejprve logická a následně by měla odpovídat experimentálním faktům. Nemyslím si, že to stačí, a každopádně to není *a priori* zjevné. Prohlásit nějakou teorii za logickou znamená, že se skládá ze symbolů, které jsou prostřednictvím nějakých pravidel navzájem propojeny, a prohlásit tuto teorii za odpovídající zkušenosti znamená, že známe pravidla shody mezi těmito symboly a fakty. Relativita byla nutným důsledkem experimentálních důkazů. Tato teorie je logická v tom smyslu, že jí lze dát deduktivní podobu, ale stále je nutné mít na paměti, že je třeba znát jasná pravidla, díky nimž její prvky odpovídají realitě. Existují tedy tři postuláty, a nikoli dva, jak uvádí pan Hadamard.

Pan Jacques Hadamard: Jinými slovy, zkoumáme logickou teorii a soubor pravidel, díky nimž odpovídá realitě.

Pan Élie Cartan: Pan Einstein formuloval zákony vesmíru na základě určitého matematického výrazu: ds^2 , což je kvadratická diferenciální forma se čtyřmi proměnnými. Pokud jde o analytika, veškerý jeho zájem se vztahuje k diferenciálním invariantům, které se vztahují k tomuto ds^2 . Geometrie se zase konkrétněji zaměřuje na ty nejjednodušší z diferenciálních invariantů, tedy na ty, které definují to, co nazval zakřivením. Pokud jde o fyziky, ti se zabývají pouze invarianty, které lze interpretovat fyzikálně; nazývají je tenzory. Základním tenzorem je tenzor energie-hybnosti,⁴ který je určený experimentem. Geometrie však ukazuje, že existuje i druhý tenzor, který je rovný nule a vyjadřuje, že zákonitosti šíření světla jsou stejné jako v teorii speciální relativity; tento tenzor je rovněž nulový jako v Mieho gravitačním zákonu skalárního potenciálu. Stejně jako tenzor hmoty⁵ má deset složek a je i obdobně jednoduchý v tom smyslu, že neobsahuje derivace potenciálů vyššího řádu než druhého a že derivace druhého řádu do něj vstupují lineárně. Tenzor hmoty je fyzikálně zajímavý, ptám se tedy pana Einsteina, lze tímto způsobem hovořit i o tom druhém? Zatím fyzikální význam nemá a panuje zde snad jakýsi druh neshody mezi geometrií a přírodou.

4 Ve francouzském originále „le tenseur énergie-quantité-de-mouvement“. Pozn. překl.

5 Élie Cartan hovoří o tenzoru energie-hybnosti, zde však používá termín „le tenseur matière“. Pozn. překl.

Pan Albert Einstein: Jaký je to tenzor?

Pan Élie Cartan: Skládá se z reálných a imaginárních částí koeficientů určité ternární kvadratické formy, jíž je obtížné dát význam v hovorovém jazyce.

Pan Paul Painlevé: Je jisté, že ve speciální teorii relativity není možné najít žádný logický rozpor, ale při přechodu z jedné inerciální vztažné soustavy do druhé nastanou značné potíže. Rád bych poukázal na tyto zcela zásadní problémy, jež vyplývají ze skutečnosti, že shoda mezi časem nehybného pozorovatele a časem pozorovatele, který mění inerciální soustavu, již není jednoznačná. Tento nedostatek jednoznačné shody zabraňuje užití úvah o reciprocitě a vytváří základní asymetrii. Rád bych se na tento bod zaměřil, protože se domnívám, že ho nikdo – kromě pana Langevina – dostatečně nezaznamenal.

Pan Paul Langevin: Chtěl bych jen připomenout, že jsem tento nedostatek symetrie zdůraznil již v roce 1911 na Filosofickém kongresu v Boloni, stejně jako ve své přednášce na Collège de France.

Pan Paul Lévy: Jediné pozorovatelné skutečnosti jsou ty, které vyplývají z přítomnosti těles ve vesmíru. Abych zjednodušil prezentaci svých úvah, budu předpokládat nekonečně ploché entity na povrchu koule. Měření, která tyto entity podle pravidel provedou, ukáží, že se nacházejí na povrchu s konstantním zakřivením. Ale můžeme jim říci, že se mýlí a že jsou na povrchu s nulovým zakřivením. Budou si tedy myslet, že jsou to právě jejich nástroje, které se změnily a které jim poskytují neeuklidovskou geometrii. Takže místo prohlášení, že Slunce zakřivuje prostor, je dle mého názoru vhodnější říci, že modifikuje pravidla, která se podrobují podélné kontrakci, když se radiálně přibližují ke Slunci. Otázkou je, který z těchto dvou jazyků je vhodnější. Nechci tvrdit, že ten, který navrhuji, odpovídá realitě lépe než onen druhý. Obávám se pouze, že se druhému jazyku přisuzuje objektivní význam, který nemá.

Pan Albert Einstein: Typ geometrie je volitelná koncepce. Vždy si můžeme svobodně přisvojit jakoukoli geometrii, zejména pak tu euklidovskou. Ale euklidovské koncepty nemají žádný fyzikální význam a nám fyzikům nemohou pomoci. Navíc vztah mezi skutečným kontinuem a imaginárním geometrickým prostorem není jednoznačný, a tudíž nelze říci, že jeden ze způsobů je vhodnější než druhý.

Pan Paul Langevin: Metoda pana Paula Lévyho není ničím jiným než zobrazením neeuklidovského prostoru na prostoru euklidovském. Je to zobrazovací metoda.

Pan Paul Lévy: Zkušenost nám neumožňuje říci, které zobrazení je to nejpravdivější.

Pan Jean-Baptiste Perrin: Zcela se ztotožňuji s názory pana Langevina a myslím si, že teorie je ve všech oblastech fyziky tím nejdůležitějším.

Pan Jean Becquerel: Pokud jde o gravitační pole hmotného bodu, považuji za důležité poukázat na zajímavou práci G. Mieho, která ukázala, že naše logické zobrazení vesmíru je pravoúhlou projekcí (v euklidovském prostoru o deseti rozměrech) z Hilbertova kontinua do každého Minkowského prostoru rovnoběžného s prostorem asymptotickým. Tato interpretace vede k Schwarzschildovu vzorci *bez arbitrární funkce*. Mieův výsledek ukazuje, že díky Schwarzschildem použitým souřadnicím se vzhled vesmíru stává pro fyzika více intuitivním.

Pan Albert Einstein: Vždy si můžete vybrat takové zobrazení, jaké chcete, pokud si myslíte, že je pro Vaši práci vhodnější než jiné. Nemá to však žádný objektivní význam.

Pan Léon Brunswick: Vzhledem k tomu, že přijal pozvání naší společnosti, chtěl pan Einstein sám jistě poukázat na některé problémy, které by nám mohl pomoci trochu objasnit. Zdůraznil zejména vztah mezi teoriemi relativity a kantovským pojetím vědy. Byl jsem požádán, abych zde promluvil právě k tomuto tématu, a pomohl tak případně k jeho důkladnějšímu objasnění. Ale je to pro mne i příležitost jednoduše, ba možná až příliš přímočaře vyjádřit nadšení z toho, že mezi nás zavítal člověk, jenž svou prací vědce a filosofa (a i jiným působením, které zde sice nyní přímo nezmiňuji, ale on dobře ví, že je všichni máme stále na paměti) rozšiřuje naši představu o lidskosti. Jméno Einstein se již právem zařadilo mezi jména těch geniálních myslitelů, kteří nám umožňují přetvářet dle platónského obrazu, který bych v této souvislosti obzvláště rád vyzdvihl, vnímatelné poznání na poznání srozumitelné.

Avšak pokud vezmu kantovský svět jako referenční základnu, chtěl bych se pokusit několika slovy definovat, jaký přínos znamená pro filosofy změna, kterou způsobil objev einsteinovského světa.

Kantovský svět se skládá jednak z *nádob*: času a prostoru, a jednak z *obsahu*: hmoty a síly. Proto je třeba postupně zkoumat dva typy otázek: problematiku *nádob*, která je předmětem *transcendentální estetiky*, a problemati-

ku *obsahu*, která je předmětem *analogií zkušenosti* v *transcendentální logice*. První se týká matematiky, druhá fyziky. Vypořádat se s fyzikálním typem otázek lze ovšem až po vyřešení otázek matematických.

Einsteinovský svět se vyznačuje tím, že již neumožňuje oddělení *nádob* a *obsahu*. Již se nezabývá Kantovým prostorem (normou srozumitelného a shromaždištěm reálného), který by se utvářel sám a uzavíral by se do sebe, zatímco by čekal, až jej věci zaplní, tím méně v *aritmetickém čase*, který je koncipován jako prázdný a homogenní, analogicky s prostorem, který je sám o sobě prázdný a homogenní. A pro fyzika navíc neexistuje vesmír, který by byl definován svým obsahem, bez ohledu na prostorové a časové formy, ve kterých se nachází. Neexistuje tedy žádný problém týkající se hmoty považované za podstatu samu o sobě nebo síly považované za příčinu samu o sobě.

Tato transformace vzbuzuje ve filosofovi intenzivní intelektuální radost, neboť můžeme tomuto světu, díky jediné poznámce, porozumět. Zatímco Kantovo pojetí nás uvrhlo do antinomií, Einsteinovo pojetí nás od nich osvobozuje. První dvě Kantovy antinomie jsou jím pojmenovány jako matematické antinomie: jasně ukazují racionální nutnost a stejně tak racionální nemožnost pojmát prostor a čas jako konečné a předkládat prvek jako jednoduchý a nedělitelný. Matematika tak vystavila účet za nezaplacené služby, které poskytla fyzikální vědě, vytvářejíc pro filosofii fyziky nepřekonatelné překážky. Když totiž došlo na rozhodování o tom, jak by bylo možné realizovat přesun z rámců prostoru a času do reality hmoty a pohybu, narazili jsme na neřešitelné rozpory – Descartův model definující pohyb jako čistý vztah, a přesto s ním zacházející jako s absolutní realitou – Laplaceův model odvolávající se na newtonovskou mechaniku, a přesto považující vesmír za schopný rozpínání nebo zužování, a to aniž by si toho povšimly entity, které by se nějakým zázrakem ocitly vně vesmíru, jehož by se, podle jeho, tak šokujícího vyjádření staly pozorovateli.

Všechny tyto rozpory však, jakoby kouzlem, díky doktrínám relativity mizí. Proč? Protože už neznají čistou matematiku, prostor oddělený od toho, co jej vyplňuje, čas oddělený od toho, co se děje, jedním slovem systém měření, který by byl definován jako *měřicí*. Operace měření spočívá v tom, že proces měření a věc, která má být měřena, jsou uvedeny do tak úzkého vztahu, že by nešlo určit znaky jednoho, aniž bychom se neodkazovali na vnitřní i objektivní vlastnosti druhého. Již neexistuje filosofický problém týkající se prostoru *před hmotou* nebo hmoty *po prostoru* – tím spíše neexistuje žádný problém týkající se entity času, který se stěží vleče v pozadí prostoru. Svět je, podle pana Einsteina, bez místa a bez rubu; je tvořen jediným zástupcem progresivní korelace matematiky a fyziky, který nikdy během intelektuální práce nezanechává *mezeru* ani nevytváří žádnou trhlinu mezi polohou *časoprostorového kontinua* a realitou, která určuje jeho vlastnosti.

Z tohoto pohledu značí nástup relativity velkou revoluci (ovšem z hlediska doslovné metafory, jako završení myšlenkového procesu), která se objevuje s kantovským relativismem, kde je prostor (kvůli paradoxu symetrických objektů) nějakou formou intuice, která pojmenovává obsah, kde příčina vyžaduje zkušenost nezvratného času. Již v Kantově pojetí se paralelismus myšlenek a věcí mění ve spojení, ve vzájemnost. V pojetí pana Einsteina získává toto spojení, tato vzájemnost, netušenou hloubku, protože relativita činí z vyjádření fyzikální reality něco zdánlivě abstraktnějšího a protože zároveň objasňuje význam čistého pracovního nástroje, který patří do matematiky. Pokud je nevyhnutelné, abychom mluvili jako matematici, musíme alespoň myslet jako fyzici. A tak tedy díky solidaritě, která od nynějška platí mezi *transcendentální estetikou* a *analytikou*, zmizí (použijeme-li ještě kantovský jazyk) rozpory *dialektiky*.

Pan Albert Einstein: Pokud jde o Kantovu filosofii, domnívám se, že každý filosof si Kanta vykládá po svém, a nemohu tedy odpovědět na to, co jste právě řekl, neboť oněch pár údajů, které jste uvedl, nestačí k tomu, abych přesně pochopil, jak Kanta interpretujete. Pokud jde o mě, nevěřím, že moje teorie souhlasí ve všech bodech s Kantovým pojetím.

To, co se mi na Kantově filosofii zdá nejdůležitější, je fakt, že hovoří o apriorních konceptech budování vědy. Můžeme však proti sobě postavit dvě hlediska: Kantův apriorismus, jehož některé koncepty již existují v našem vědomí, a Poincarého konvencionalismus. Tato dvě hlediska se shodují v názoru, že věda při budování svého systému potřebuje arbitrární koncepty. Avšak k tomu, zda jsou tyto koncepty dány *a priori*, nebo jsou arbitrárními konvencemi, nemohu říci nic určitého.

Pan Édouard Le Roy: Náš přítel Xavier Léon mě opakovaně a intenzivně žádá, abych k tomuto shromáždění promluvil. Tváří v tvář jeho laskavému naléhání nemohu dost dobře jeho žádost odmítnout. Ale v zásadě nemám nic důležitého na srdci; vysvětlím tedy své stanovisko pouze pár slovy.

Filosof vždy nějakým způsobem chápe prostor a čas, předměty intuice, které existují před provedením měření a které se od tohoto měření liší. Naopak pro fyzika, zejména z pohledu teorie relativity, jsou prostor a čas definovány jejich samotnou mírou: jsou to v konečném důsledku doslova dva soubory měřicích operací. Jak by těmto souborům bylo možné *a priori* předepsat jakýkoli systém vlastností, určení, zákonů nebo vnitřních vztahů? Filosofův i fyzikův pohled na věc je legitimní, oba ale nastolují, za zdánlivě podobných podmínek, dva zcela odlišné problémy.

Především se domnívám, že problém času nechápu pan Einstein a pan Bergson stejně. Tuto tezi je třeba blíže objasnit. Ovšem když je pan Bergson

mezi námi, není na mně, abych tak činil; a doufám tedy, že toto mé vystoupení přiměje k objasňující promluvě samého pana Bergsona.

Pan Henri Bergson: Přišel jsem sem dnes jen poslouchat. Neměl jsem v úmyslu zde mluvit. Ale vyhovím laskavému naléhání „Filosofické společnosti“. A své vystoupení zahájím tím, že zdůrazním, jak moc obdivuji práci pana Einsteina. Zdá se mi, že vyvolává pozornost jak filosofů, tak vědců. Spatřuji v ní nejen novou fyziku, ale v některých ohledech také nový způsob myšlení.

Komplexní zhodnocení této práce, které by mohlo přispět i k jejímu dalšímu rozvíjení, by se mělo přirozeně zaměřit jak na teorii obecné relativity, tak na teorii speciální relativity, na otázku prostoru i času. Vzhledem k nutnosti si vybrat, zmíním ovšem jen problém, který mě zvláště zajímá, a tím je čas. A protože bychom neměli mluvit o čase bez ohledu na hodinu, a hodina už pokročila, omezím se nyní jen na dílčí konstatování, které shrnu v jednom či dvou bodech. To podstatné budu muset pro tuto chvíli ponechat stranou.

Zdravý rozum věří v jediný čas, stejný pro všechny bytosti a pro všechny věci. Odkud pochází tato víra? Každý z nás cítí, že sám o sobě trvá: toto trvání je samotným plynulým a nerozděleným tokem našeho vnitřního života. Naš vnitřní život však zahrnuje i nějaké vjemy, přičemž tyto vjemy se zdají být jak součástí nás samých, tak současně i věcí. Tím rozprostíráme své trvání na naše bezprostřední hmotné okolí. Avšak jelikož je toto okolí samo obklopeno, a takto bychom mohli pokračovat donekonečna, není zde zřejmý žádný důvod, proč by naše trvání nemělo být také trváním všech věcí. To je úvaha, kterou každý z nás matně nastiňuje, řekl bych, že téměř nevědomky. Když ji převedeme na vyšší stupeň jasnosti a přesnosti, představíme si (nad rámec toho, co bychom mohli nazvat obzorem našeho vnějšího vnímání) vědomí, jehož pole vnímání by zasahovalo do toho našeho, a dále, mimo toto vědomí a jeho pole vnímání, další vědomí situované analogicky ve vztahu k němu, a tak dále donekonečna. Všechna tato vědomí, jelikož jsou lidská, zdánlivě prožívají stejné trvání. Všechny jejich vnější zkušenosti by tedy podle tohoto pojetí probíhaly ve stejném čase. A protože všechny tyto zkušenosti, přesahující jedna do druhé, mají v páru společnou část, skončíme s představou jediné zkušenosti odehrávající se v jediném čase. Od tohoto okamžiku můžeme (pokud chceme) eliminovat lidská vědomí, se kterými jsme čas od času nakládali jako s prostředníkem pohybu našeho myšlení: existuje pouze neosobní čas, ve kterém se odehrává vše. To je tatáž úvaha v přesnější formě. Ať už ostatně dobrovolně setrváme v nejasnostech, nebo budeme hledat upřesnění, v obou případech je myšlenka univerzálního času, společného vědomím i věcem, jednoduchou hypotézou.

Dle mého názoru se jedná o hypotézu legitimní, která není neslučitelná s teorií relativity. Nemohu se zde pouštět do podrobného dokazování tohoto

propojení. Nejprve by bylo nutné studovat skutečné trvání a měřitelný čas mnohem pečlivěji, než jsem to právě nastínil. Bylo by nutné vzít jednotlivé koncepty, které vstupují do Lorentzových vzorců, a hledat jejich konkrétní význam. Ukázalo by se pak, že různé časy zkoumané v teorii relativity nemohou ani zdaleka vyjadřovat stejný stupeň reality. Jak bude studium dále postupovat, staneme se svědky toho, jak se relativistická koncepce, která odpovídá hledisku vědy, a koncepce zdravého rozumu, která do značné míry vyjadřuje data intuice nebo vědomí, doplňují a poskytují si vzájemnou podporu. Je nicméně pravda, že během daného zkoumání by bylo nutné rozptýlit velmi vážné nejasnosti, jimž některé běžně přijímané interpretace relativistické teorie vděčí za svou paradoxní podobu. To vše by nás nyní zavedlo příliš daleko.

Protože svá tvrzení nemohu v tuto chvíli dokázat ohledně času obecně, žádám vás o svolení, abych je mohl nastínit alespoň v konkrétním případě simultaneity. Zde snadno uvidíme, že relativistické hledisko nevyklučuje hledisko intuitivní, ba dokonce ho nutně implikuje.

Co se obvykle rozumí simultánností dvou událostí? Pro zjednodušení budu uvažovat o případě dvou událostí, které by netrvaly a které by samy o sobě nebyly toky. Na základě tohoto předpokladu je zřejmé, že simultánnost obnáší dvě věci: 1) okamžité vnímání; 2) možnost naší pozornosti rozdělit se, aniž by došlo k jejímu rozpůlení. Na chvíli otevřu oči: vidím dva okamžité záblesky, které vycházejí ze dvou bodů. Vnímám je jako simultánní, protože jsou *jedním* i *dvěma* zároveň: *jedním*, v míře nedělitelnosti mého aktu vnímání, a *dvěma*, v míře rozdělení mého vnímání mezi ně a jeho rozdvoujení, aniž by se rozštěpilo. Jak může být akt vnímání, libovolně jeden nebo i více, zničehonic a zároveň? Jak vycvičené ucho vnímá v každém okamžiku celkový zvuk vyluzovaný orchestrem, a přece, pokud se mu líbí, rozliší tóny vycházející ze dvou nebo více nástrojů? Nebudu to vysvětlovat, je to jedna ze záhad psychologického života. Pouze to konstatuji; a chtěl bych podotknout, že tím, že prohlašujeme tóny vydávané několika nástroji za simultánní, vyjadřujeme: 1) že jsme schopni okamžitého vnímání celku; 2) že tento celek je dle našeho přání nedělitelný, ale stejně tak i dělitelný: existuje jediné vnímání, ale přesto jich je několik. Taková je simultánnost v běžném slova smyslu. Je dána intuitivně. A je absolutní v tom, že nezávisí na žádné matematické konvenci, na žádné fyzikální operaci, jakou je například nastavení hodin. Uznávám, že je zjištělná jen mezi navzájem blízkými událostmi. Zdravý rozum ji však neváhá rozšířit také na události od sebe navzájem jakkoli vzdálené. Míním tím to, co se instinktivně říká, a sice že vzdálenost není absolutní, že je „velká“ nebo „malá“ podle úhlu pohledu, podle srovnávacího měřítka, podle nástroje nebo orgánu vnímání. Nadčlověk s ohromným zrakem by vnímal simultánnost dvou okamžitých a od sebe navzájem „velmi vzdálených“ udá-

lostí stejně, jako my vnímáme dvě „blízké“ události. Hovoříme-li o absolutní simultánnosti a představíme-li si okamžité řezy vesmíru, které by shromažďovaly, abych tak řekl, definitivní simultánnosti mezi jakkoli vzdálenými událostmi, je to právě ono nadlidské vědomí, koextenzivní v úplnosti věcí, které mám na mysli.

Nelze však popřít, že simultánnost definovaná teorií relativity má úplně jiný řád. O dvou více či méně vzdálených událostech, náležejících do stejného systému S , se zde říká, že jsou simultánní, když se završí ve stejnou dobu, když se shodují s údaji na hodinách příslušných ke každé události. Avšak tyto hodiny byly seřizeny jedny podle druhých prostřednictvím výměny optických nebo obecněji elektromagnetických signálů, a to za předpokladu, že signál urazil stejnou dráhu na cestě tam i zpět. A tak to nepochybně je, přejmeme-li úhel pohledu pozorovatele uvnitř systému, který tento systém považuje za nehybný. Ale pozorovatel uvnitř jiného systému S' , který je v pohybu vzhledem k systému S , si bere za vztažnou soustavu svůj vlastní systém, který považuje za nehybný, přičemž první systém vidí v pohybu. Signály, které odcházejí a přicházejí mezi dvěma hodinami systému S , pro něj zpravidla neurazí stejnou dráhu tam i zpět. A proto události, které se završí v tomto systému, když oboje hodiny označují stejný čas, nevnímá jako simultánní, ale jako po sobě jdoucí. Pokud posuzujeme simultánnost z tohoto hlediska – a to teorie relativity dělá – je jasné, že simultánnost není absolutní a že stejné události jsou simultánní nebo po sobě jdoucí v závislosti na úhlu pohledu, ze kterého jsou posuzovány. Ale pokud stanovíme tuto druhou definici simultánnosti, nejsme povinni přijmout i tu první? Nepřipouštíme implicitně jednu vedle druhé? Nazvěme jako U a U' dvě události, které srovnáváme, a jako H a H' hodiny umístěné vedle každé z nich. Simultánnost ve druhém slova smyslu existuje, když H a H' ukazují stejný čas; a je relativní, protože závisí na postupu, jakým byly tyto dvojice hodin vůči sobě nastaveny. Pokud však jde o simultánnost mezi údaji na hodinách H a H' , jedná se tedy o simultánnost mezi údajem na hodinách H a událostí U a mezi údajem na hodinách H' a událostí U' ? Samozřejmě, že ne. Simultánnost mezi událostí a údajem na hodinách je dána vnímáním, které je spojuje v nedělitelný akt. Spočívá v podstatě ve skutečnosti (nezávisle na jakémkoli nastavení hodin), že tento akt je dle libosti buď *jeden*, nebo jsou *dva*. Pokud by tato simultánnost neexistovala, byly by hodiny k ničemu. Nevyráběli bychom je, nebo by si je alespoň nikdo nekupoval. Protože je kupujeme jen proto, abychom věděli, kolik je hodin; a „vědět, kolik je hodin“ spočívá v konstatování shody nikoli mezi údajem na hodinách a jiným údajem na hodinách, ale mezi údajem na hodinách a okamžikem, kdy se událost odehrává, zkrátka něčím, co není údajem na hodinách.

Budete mi patrně tvrdit, že intuitivně konstatovaná simultánnost mezi jakoukoli událostí a touto konkrétní událostí, která je údajem na hodinách, je simultánností mezi blízkými, opravdu blízkými událostmi a že simultánnost, kterou se obvykle zabýváte, je simultánnost těch událostí, které jsou navzájem vzdálené. Ale ještě jednou: kde začíná blízkost a kde končí vzdálenost? Inteligentní mikroby, z nichž každý by byl umístěn do bodů U a H, by považovaly vzdálenost, která je odděluje, za enormní, to znamená vzdálenost mezi hodinami a událostí Vámi prohlášenou za „blízkou“. Sestrojily by mikrobiální hodiny, které by synchronizovaly výměnou optických signálů. A když jim přijdete říci, že Vaše oko čistě a jednoduše konstatuje simultánnost mezi událostí U a údajem na pro ni „blízkých“ hodinách H, odpoví Vám: „Ach ne, to nepřijímáme! Jsme více Einsteinové než Vy, pane Einsteine. Simultánnost mezi událostí U a údajem na Vašich lidských hodinách H bude existovat pouze tehdy, pokud naše mikrobiální hodiny, umístěné v U a H, budou udávat stejný čas; a tato simultánnost bude moci být pro pozorovatele nacházejícího se mimo náš systém postupností; nebude na ní nic intuitivního ani absolutního.“

Nevznáším žádnou námitku proti Vaší definici simultánnosti ani proti teorii relativity obecně. Poznámky, které jsem právě uvedl (nebo spíše nastínil, protože kdybych jim chtěl dát přesnou formu, musel bych zajít do mnohem větších podrobností), mají zcela jiný cíl. To, co chci dokázat, je jednoduše toto: jakmile bude teorie relativity přijata jako fyzikální teorie, nebude vše u konce.

Zbývá určit filosofický význam pojmů, které zavádí, a také zjistit, do jaké míry se zřiká intuice a do jaké míry k ní zůstává připoutaná. Zbývá přihlídnout k tomu reálnému a konvenčnímu ve výsledcích, které teorie přináší, respektive ke zprostředkovatelům, které zavádí mezi pozicí a řešením problému. Věřím, že si při této práci týkající se času uvědomíme, že teorie relativity neobsahuje nic neslučitelného s idejemi zdravého rozumu.

Pan Albert Einstein: Otázka tedy zní: Je čas filosofa stejný jako čas fyzika? Myslím si, že čas filosofa je časem psychologickým i fyzikálním zároveň; jenže fyzikální čas lze odvodit z času vědomí. Individua mají prvotní představu o simultánnosti vnímání; mohou se tedy mezi sebou dorozumět a shodnout se na něčem, co vnímala; to byla první fáze směřující k objektivní realitě. Existují však objektivní události, které jsou na individuích nezávislé, a tak jsme se od simultánnosti vnímání přesunuli k simultánnosti událostí samých. A takováto simultánnost vlastně po dlouhou dobu nevyvolávala žádný rozpor, a to kvůli vysoké rychlosti šíření světla. Koncept simultánnosti se tak mohl přenést z vjemů na objekty. V tom momentě již nebylo daleko k odvození časového řádu v událostech, a lidský instinkt to dokázal. Ale nic v našem

vědomí nám neumožňuje dospět k závěru, že události jsou simultánní, protože se jedná o pouhé mentální konstrukce, logické entity. A proto čas filosofů neexistuje; existuje pouze psychologický čas, odlišný od času fyzika.

Pan Émile Meyerson: Chtěl bych požádat pana Einsteina o objasnění dvou konkrétních otázek, které se nevztahují ani tak k podstatě jeho koncepcí, jako spíše ke způsobu, jakým jsou často prezentovány, a k závěrům, které z nich lze zřejmě vyvodit.

Často slyšíme o čtyřrozměrném vesmíru, jenž je popisován v pojmech, které naznačují, že tyto čtyři dimenze jsou analogické povahy. Ale tak tomu samozřejmě není. Abychom si to uvědomili, stačí nám konstatování, že v prostoru pojatém podle pana Einsteina (tedy rozhodně ne nekonečném), se musíme, pokračující v přímém pohybu, po zřejmě velmi dlouhé době (jedné miliardy let, jak je řečeno, pokud se budeme pohybovat mezní rychlostí, což je rychlost světla) vrátit na stejné místo. Od této chvíle je evidentní, že pokud by tomu tak mělo být i v případě času, měli bychom v jakkoli vzdálené budoucnosti znovu nalézt přítomný okamžik. Pak by se tedy jednalo o velmi starou koncepci Velkého roku prvních řeckých myslitelů, zejména Hérakleita, o koncepci, jejíž odrazy nacházíme u moderních filosofů a vědců, u Nietzscheho i pana Arrhenia, ale která by se zde představila v celé své šíři a veškeré přesnosti, kterou jí antičtí myslitelé přisuzovali. To vůbec není názor pana Einsteina, jehož vesmír je, jak víte, „válcovitý“, což znamená, že obsahuje zakřivení pro tři prostorové dimenze, zatímco čtvrtá dimenze, ona časová, v tom zapojena není. Ale není to jen tento cyklický návrat (a to i z dlouhodobého hlediska, jak o tom pan Einstein uvažuje z hlediska prostoru), co je pro čas nemožné, je to vlastně – jak všichni víme – každý návrat, každý krok zpět. V čase se pohybujeme úplně jinak než v prostoru. Pravděpodobně se, od stanovení principu relativity, v tomto ohledu něco změnilo. Čas už neplyne pro všechny stejně, a pokud by se nějaký cestovatel vracel z cesty završené rychlostí blížící se rychlosti světla, jeho hodinky by vůbec neodpovídaly hodinám lidí, kteří zůstali na místě. Tato odlišnost by však měla své meze, protože tento cestovatel by nikdy nebyl schopen jít v čase zpět. „Do minulosti se telegrafovat nedá,“ říká nám zcela správně pan Einstein, a princip entropie je, i přes nesmírný převrat, který teorie relativity přináší do zdánlivě pevně zaběhnutých koncepcí, jedním ze dvou velkých principů klasické fyziky, který zůstává v platnosti; ten druhý, jak víte, je princip minimální akce.

Reálná situace je podle mého názoru tato: Einsteinova mechanika zahrnuje reverzibilitu; ale není to rys, který by jí byl vlastní; naopak, v klasické mechanice se jev také ukazuje jako reverzibilní. V obou případech je to samozřejmě důsledek naší hluboce zakořeněné tendence udělovat času *prostorové* atributy, tendence, která je zde vyjádřena jednoduchým konstatová-

ním, že pro jeho znázornění používáme číselné trvání, protože jakékoli číslo může být stejně pravděpodobně sníženo jako zvýšeno. Víte, že v oblasti klasické mechaniky je ireverzibility dosaženo pomocí statistických úvah. Zjevně je lze zachovat i pro einsteinovskou mechaniku. Možná budeme v tomto ideovém řádu moci zkombinovat, jak již bylo řečeno, také princip relativity s *kvantovou* hypotézou. V každém případě se s ohledem na tuto konkrétní strukturu dimenze jeví jako vhodné, abychom se vyhnuli jakékoli dvojznačnosti a abychom hovořili o vesmíru nikoli jako o skutečnosti o čtyřech dimenzích, ale spíše jako o skutečnosti vyznačující se $3 + 1$ dimenzí, jak to ostatně učinil pan Weyl, avšak s ohledem na to, že tato odchylka se netýká pouze skutečnosti, že ve vzorci intervalu předchází časové proměnné jiné znaménko, než je znaménko tří prostorových proměnných, ale týká se také a především této ireverzibility. Náš slavný host nás sám nabádal, abychom skrze symboly vzali v úvahu fyzikální skutečnosti. Toto je však ta prvořadá realita, protože ani v Einsteinově říši, ani v říši Newtonově již nebudeme chodit pozpátku nebo trávit před nasycením.

Druhá otázka, již se chci věnovat, je trochu komplexnější. Teorie relativity je poměrně obecně představována jako dovršení, a svým způsobem i konkretizace, Machova programu. To je v některých ohledech zcela správné, protože pokud jde o dokonalou relativitu pohybů ve vesmíru, Mach byl skutečně jedním z Vašich věrných předchůdců. Promiňte mi, ale rád bych nyní kolegům z „Filosofické společnosti“ stručně připomněl, o co konkrétně jde. Každý zná Newtonův experiment s rotační nádobou: zpočátku, když se stěna již otáčí vysokou rychlostí, ale ještě nepřenesla svůj pohyb na vodu, její hladina zůstává rovná; zatímco poté kapalina, která se postupně otáčí, stoupá ke stěnam. Newton završil svoji teorii prohlášením, že rotační pohyb je absolutní pohyb, a tím pádem, na rozdíl od pohybu, který je způsoben přitažlivostí a který je závislý na hmotách, závisí na vnitřní podstatě samého prostoru. Právě to Mach zpochybnil. Rotační pohyb závisí podle něj také na hmotách přítomných v prostoru. Pokud se odstředivý pohyb vody jeví jako nezávislý na rotaci stěn, je tomu tak proto, že hmotnost těchto stěn je relativně mizivá. „Nikdo nemůže říci, co by se stalo, kdyby stěny byly stále masivnější, až by například dosáhly tloušťky několika kilometrů.“ Právě v tomto bodě objasnila teorie pana Einsteina Machovu koncepci. Gravitace a setrvačný pohyb jsou zde (namísto toho, aby byly úplně odděleny, jako u Newtona) naopak úzce spojeny a je možné vypočítat hmotnosti, které by se musely pohybovat kolem tělesa, aby v něm vyvolaly projevy odstředivé síly zachytitelné našimi měřicími přístroji.

Avšak tento aspekt Machovy teorie, ať už je sebevíc zajímavý, není tím hlavním, a pokud snad očekáváme, že pojetí všech koncepcí tohoto myslitele bude relativistické, je to tím, že přemýšlíme o něčem jiném než o rela-

tivitě vesmíru. Mach je ve skutečnosti především pokračovatelem Augusta Comta. Pro něj, stejně jako pro tohoto zakladatele pozitivismu, je věda pouze souborem pravidel, zákonů. Zná a snaží se objasnit pouze vztahy, vztahy mezi věcmi, a rozhodně nemíní připustit nic, co směřuje k poznání věcí samých, k poznání, které prohlašujeme za metafyzické. Ostatně víte, že pozitivismus, počínaje již prvními žáky Augusta Comta, se často snažil o navázání úzkých vztahů s extrémním idealismem (jako příklad lze uvést například Taina, který usiloval o spojení s Hegelovou doktrínou) tím způsobem, že spojoval nehledání věci s její neexistencí mimo vědomí. Není proto překvapující, a napomáhá tomu i používání poněkud nejednoznačného termínu *relativita*, že se zastánci této doktríny snaží opírat o názory pana Einsteina tím, že prohlašují, že relativita vesmíru dokazuje relativitu našeho vědění ve všech myšlenkových řádech, a ukazuje nám tedy, jak marné by bylo snažit se chtít proniknout do nitra věcí, jak to zdánlivě činí atomové teorie. To je skutečně ten zásadní bod celé otázky. Comte, poháněný svým silným vědeckým instinktem, prohlásil atomismus díky šťastné nelogičnosti za „dobrou teorii“. Ale již John Stuart Mill si povšiml, že aby bylo možné důsledněji dodržovat zásady pozitivismu, bylo nutné abstrahovat předmět a usilovat o navázání přímých vztahů mezi našimi počitky, a Mach se vůči atomovým teoriím stavěl rozhodně nepřátelsky. Pro něj, stejně jako pro stoupence energetismu, kteří ho následovali, je ideálem vědy termodynamika, protože se zdánlivě vzdává jakéhokoli zobrazení hmoty, kterou se zabývá, a omezuje se na odvození svých tvrzení ze dvou abstraktních principů. Tento postoj se velmi výrazně projevil v posledních letech 19. století a na počátku tohoto století během objevů, které odhalily diskontinuitu hmoty, a vyvolaly tak návrat k atomistickým koncepcím. V očích stoupenců energetismu se tento zásadní vývoj, který jasně představoval obrovský pokrok ve znalostech, jevil jako osudný krok zpět. Nebudu se vám zde snažit dokázat, do jaké míry byla tato tvrzení, jimiž se, jak víte, věda podrobně zabývala, mylná. Pouze konstatuji, že mezi Machovými koncepcemi tohoto myšlenkového řádu a teorií pana Einsteina patrně neexistuje žádné opravdu blízké nebo nutné spojení. Člověk může být zastáncem relativity prostoru, a přesto být přesvědčen, jak již prokázal Malebranche, že žádná věda nemůže existovat bez toho, aniž by si nejprve určila předmět mimo vědomí, a že tedy věda pokládá za svou povinnost vysvětlit, jak tento objekt pojímá, a to skrze změny, které její původní představě vnucuje vývoj našeho vědění. Ostatně se mi zdá, že postoj samého pana Einsteina toto pojetí potvrzuje. Pan Einstein skutečně významně přispěl k vývoji směřujícímu k atomismu, o kterém jsem před pár okamžiky hovořil a který se tak znelíbil pravověrným stoupencům energetismu. V roce 1905, téměř zároveň se svými prvními studiemi o teorii relativity, publikoval práci, ve které, aniž by znal Gouyovy výsledky nebo Brownův pohyb obecně,

určil amplitudu molekulárního pohybu, přičemž jeho vzorce byly později, jak víme, využity panem Perrinem. Jeho obdobně originální názor se projevil i během jednání Rady fyziky v roce 1911, kde byl s ohledem na jevy spojené se zářením černého tělesa, tak zvláštním, tak obtěžujícím pro atomovou fyziku, účastníkům navržen čistě fenomenalistický přístup, ale pan Einstein naproti tomu naopak velmi důsledně a energicky trval na nutnosti představit to, co víme o těchto jevech „v konkrétní formě“, to znamená zobrazením v prostoru a pomocí mechanismu, který je skutečně schopen vysvětlit tato zjištění. Poukázal také na to, že tento obraz by měl být co nejúplnější a nejspojitější, a vyzdvihl obtíže a nepravděpodobnosti, na které v tomto myšlenkovém řádu narážíme při přijímání hypotézy pana Plancka. Nemyslím si tedy, že zacházím příliš daleko, když předpokládám, že sám pan Einstein ani zdaleka nesdílí Machovy názory v této oblasti. Ale věřím, že vzhledem ke zvláštnímu zájmu, který tato otázka vzbuzuje, a to nejen z hlediska teoretického zdůvodnění vědeckých poznatků, epistemologie, ale také filosofie obecně, a vzhledem k možnosti nedorozumění, kterou jsem zmínil, by bylo vysvětlení z úst samého autora teorie relativity velmi přínosné.

Pan Albert Einstein: Je jisté, že ve čtyřrozměrném kontinuu nejsou všechny směry ekvivalentní.

Na druhou stranu není z logického hlediska zřejmé, že mezi teorií relativity a Machovou teorií by panoval silný vztah. U Macha je třeba rozlišovat dvě stránky: na jedné straně jsou věci, kterých se nemůžeme dotknout – jsou to bezprostřední data získaná zkušeností; na straně druhé jsou koncepty, které můžeme modifikovat. Machův systém zkoumá vztahy mezi údaji, které jsou dány zkušeností; souborem těchto vztahů je pro Macha věda. Právě to je špatný úhel pohledu. Stručně řečeno, to, co Mach vytvořil, je seznam, a nikoli systém. Jak byl Mach dobrým mechanikem, tak byl mizerným filosofem. Tento krátkozraký pohled na vědu ho vedl k odmítnutí existence atomů. Je pravděpodobné, že kdyby byl dnes ještě naživu, změnil by názor. Chtěl bych k tomuto předpokladu ještě dodat, že v jednom ohledu, totiž v názoru, že koncepty se mohou měnit, se s Machem plně shodují.

Pan Henri Piéron: V souvislosti s rozporem mezi psychologickým trváním a einsteinovským časem, který zmínil pan Bergson, bych rád poukázal na to, že existují případy, kdy je tento rozpor potvrzován experimentálně, dochází k tomu konkrétně tehdy, když psychofyziolog studuje vědeckou metodou vjemy trvání, posloupnosti a simultánnosti.

Astronomové si však již dávno před těmito experimenty uvědomili, že jde-li nám o to, abychom přesně určili fyzikální simultánnost, pak jestliže se jedná (pouze za užití zraku a sluchu) o určení polohy hvězdy ve vlákno-

vém kříži dalekohledu v momentě úderu kyvadla, je nemožné spoléhat se jen na simultánnost psychologickou. Jedná se skutečně o typ konkrétní zkušenosti, na kterou již poukázal pan Bergson, aby jasně ilustroval možný zásah vjemů trvání do fyzikálních časových určení.

Víme, že je fyziologicky nemožné získat přesnou mentální interpretaci fyzikální simultánnosti mezi různorodými smyslovými vjemy. Latence transformace vnějšího podráždění nervového impulsu a doba šíření tohoto impulsu se skutečně mění v závislosti na oblastech lidského těla a smyslových orgánech, a to aniž bychom jakkoli brali v potaz komplexní a nepravidelné změny, které probíhají v mozku. Ale je toho možné připomenout ještě víc: předpokládejme, že dva symetrické body sítnice přijmou vjem světla; zdá se, že za těchto podmínek bude vnímaná simultánnost v mezích dané aproximace jednoznačným ukazatelem simultánnosti fyzikální. Stačí však, aby světelné vjemy neměly stejnou intenzitu, a pak tento ukazatel již neplatí. Podařilo se mi určit rozdíl v intenzitách a zjistil jsem, že nejslabší světelný vzruch, fyzikálně předcházející tomu nejsilnějšímu o několik setin sekundy, je ve skutečnosti jasně vnímán jako pozdější. Určení posloupnosti nebo psychologické simultánnosti tedy nelze v žádném případě použít pro měření fyzikálního času, které vyžaduje prostorovou interpretaci podle vědeckého pravidla, které pan Bergson velmi správně zdůraznil. V souvislosti se shodou či neshodou čar zanechaných signálními zařízeními na povrchu oživeném více či méně rychlým pohybem, posuzujeme fyzikální simultánnost s přihlédnutím ke všem užitečným úpravám. U těchto časových měření, stejně jako u všech ostatních, vstupuje do děje zraková pronikavost. A proto se mi zdá, že bergsonovské trvání bude muset zůstat cizí nejen fyzikálnímu času obecně, ale zvláště pak času einsteinovskému.

Pan Henri Bergson: Naprosto souhlasím s panem Piéronem: konstatování simultánnosti z hlediska psychologie je nutně nepřesné. Aby však bylo možné naše tvrzení stanovit prostřednictvím laboratorních experimentů, musíme se uchýlit k (stále nepřesným) psychologickým konstatováním simultánnosti: bez nich by žádné vyhodnocení funkce přístroje nebylo možné.