

2. KAPITOLA

TEORIE VESMÍRU

[Einsteinova teorie relativity] je asi největším úspěchem syntetizujícího lidského rozumu do dnešní doby.

BERTRAND RUSSEL

Je to, jako kdyby se zhroutila zeď, která nás oddělovala od Pravdy. Hledajícimu oku vědění jsou nyní otevřeny rozlehlejší prostory a větší hlubiny, oblasti, o nichž jsme neměli ani tušení. Přivedlo nás to mnohem blíže k pochopení onoho plánu, který stojí v pozadí všech fyzikálních dějů.

HERMANN WEYL

Ale roky nedočkavého hledání v temnotách, hledání pravdy, kterou člověk cítí, ale nedokáže vyjádřit, silnou touhu a střídání sebedůvěry a pochyb a konečně okamžik, kdy se vše vyjasní – pouze ti, kdo to zažili, je dokáží ocenit.

ALBERT EINSTEIN

Je nemožné pohybovat se rychleji než světlo a určitě to není žádoucí, jelikož vítr člověku neustále strhává klobouk.

WOODY ALLEN

Počátkem 20. století kosmologové vytvořili a otestovali celou řadu modelů vesmíru. Ověřované modely vznikaly, když fyzikové začínali jasněji chápat vesmír a vědecké zákony, které za ním stojí. Jaké látky tvoří vesmír a jak se chovají? Co vyvolává gravitační sílu a jak gravitace určuje vzájemné působení mezi hvězdami a planetami? A když vesmír sestává z prostoru a vyvíjí se v čase, co přesně myslí fyzikové prostorem a časem? Klíčovým problémem bylo, že odpovědět na všechny tyto fundamentální otázky bylo možné, teprve když fyzikové získali odpověď na zdánlivě jednoduchou a nevinnou otázku: jaká je rychlost světla?

Když zahlédneme blesk, je to díky tomu, že vydává světlo, které muselo možná cestou k nám urazit několik kilometrů, než nám dopadlo do očí. Starověcí filozofové přemýšleli o tom, jak rychlost světla ovlivňuje proces vidění. Pohybuje-li se světlo konečnou rychlostí, potrvá nějakou dobu, než se k nám dostane, takže v okamžiku, kdy blesk vidíme, už možná ve skutečnosti neexistuje. Jestliže se však světlo pohybuje nekonečně rychle, potom do našich očí dopadne okamžitě a my vidíme blesk v tom okamžiku, kdy uhořel. Starověké civilizace patrně nebyly s to rozhodnout, který z těchto scénářů je správný.

Stejnou otázku bychom si mohli položit v případě zvuku, ale tentokrát je odpověď zřejmější. Hřmění a blesk vznikají současně, ale hrom zaslechneme teprve poté, co zahlédneme blesk. Starověkým filozofům přišlo rozumné předpokládat, že zvuk má konečnou rychlost a nepochybně se šíří mnohem pomaleji než světlo. Rozvinuli tedy teorii světla a zvuku vycházející z následujícího neúplného řetězce úvah:

1. Úder blesku způsobuje vznik světla a zvuku.
2. Světlo se k nám pohybuje buď velice rychle, anebo nekonečně rychle.
3. Blesk zahlédneme velice brzy poté, co uhořel, nebo okamžitě.
4. Zvuk se pohybuje nižší rychlostí (zhruba 1 000 km/h).
5. Hrom proto slyšíme o něco později podle vzdálenosti od místa, kde blesk uhořel.

Základní otázka týkající se rychlosti světla – zda je konečná, nebo nekonečná – ale i nadále zaměstnávala největší mozky lidstva po celá staletí. Ve 4. století př. n. l. dokazoval Aristoteles, že světlo se pohybuje nekonečnou rychlostí, takže daná událost a její pozorování budou současně. V 11. století n.l. muslimští vědci Abú Alí Ibn Síná a Abú Alí al-Hasan ibn al-Haytham (Avicenna a Alhazen) zaujali opačné stanovisko. Rychlost světla je podle nich konečná, ač nesmírně vysoká, a tak lze libovolnou událost pozorovat teprve nějakou dobu potom, co nastala.

Názory se zjevně lišily, ale tak či onak zůstávala tato debata čistě na filozofické úrovni až do roku 1638, kdy Galileo navrhl metodu měření rychlosti světla. Dva pozorovatelé s lucernami a stínítky budou stát v určité vzdálenosti od sebe. První pozorovatel odešle bliknutím lucerny signál druhému, který pak okamžitě pošle dalším bliknutím signál zpět. První pozorovatel může potom rychlost světla odhadnout tak, že změří čas od odeslání do příjmu signálu.

Když Galileo s tímto nápadem přišel, byl již bohužel slepý a v domácím vězení, takže svůj experiment nemohl provést.

Roku 1667, dvacet pět let po Galileově smrti, se proslulá florentská Accademia del Cimento rozhodla podrobit jeho myšlenku zkoušce. Nejprve stáli tito dva pozorovatelé poměrně blízko u sebe. Jeden posvítil lucernou na druhého, ten signál zahlédl a bliknul zpátky. První muž odhadl dobu od vyslání původního záblesku do zachycení odpovědi a výsledkem byl interval trvající zlomek sekundy. Ten však bylo možné připisovat rychlosti jejich reakce. Pokus byl znovu a znovu opakován, přičemž se od sebe oba muži pořád vzdalovali a dobu do zachycení zpětného záblesku měřili na rostoucích vzdálenostech. Kdyby doba do příchodu zpětného signálu narůstala se vzdáleností, naznačovalo by to poměrně nízkou a konečnou rychlost světla. Tato doba ovšem zůstávala neměnná. Z toho vyplývalo, že rychlost světla je buď nekonečná, nebo tak vysoká, že čas, který potřebuje světlo na cestu mezi oběma pozorovateli, je nepatrný v porovnání s rychlostí jejich reakce. Experimentátoři mohli vyvodit pouze skromný závěr, že rychlost světla leží někde mezi 10 000 km/h a nekonečnem. Kdyby byla i jen o maličko nižší, zaznamenali by plynule narůstající zpoždění, jak se od sebe oba muži vzdalovali.

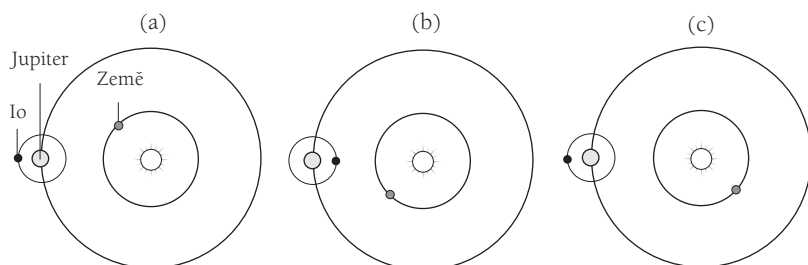
To, zda je rychlost světla konečná nebo nekonečná, zůstávalo otevřenou otázkou, dokud se touto problematikou o několik let později nezačal zabývat dánský astronom jménem Ole Römer. Jako mladík pracoval na bývalé hvězdárně Tycho Brahe v Uraniborgu, kde měřil její přesnou polohu, aby Tycho nova pozorování mohla být porovnávána s dalšími měřeními prováděnými jinde v Evropě. Roku 1672, když už si vybudoval pověst vynikajícího znalce nebe, mu bylo nabídnuto místo na prestižní Akademii věd v Paříži, která byla založena, aby se vědci mohli věnovat nezávislému výzkumu a byli zbaveni nutnosti podbízet se vrtochům králů, královen či papežů. Právě v Paříži přiměl Römera jeho kolega akademik Giovanni Domenico Cassini k tomu, aby zkoumal podivnou anomálii týkající se Jupiterových měsíců a zvláště Io. Všechny měsíce by měly Jupiter obíhat s dokonalou pravidelností, právě tak jako náš Měsíc obíhá pravidelně Zemí, takže astronomové byli zděšeni, když zjistili, že časy naměřené v případě Io jsou lehce nepravidelné. Někdy se tento měsíc zpoza Jupiteru vynořil s několikaminutovým předstihem, zatímco jindy měl několik minut zpoždění. Takto by se měsíc chovat neměl, a všichni byli proto přezíravým chováním Io zmateni.

Römer se pustil do zkoumání této záhady a velice podrobně studoval tabulku poloh Io a odpovídajících časů, které zaznamenal Cassini. Nic nedávalo

TEORIE VESMÍRU

smysl, dokud Römerovi postupně nedošlo, že to vše dokáže vysvětlit, pokud má světlo konečnou rychlost, jak je znázorněno na obrázku 19. Někdy leží Země a Jupiter na téže straně od Slunce, kdežto jindy se nacházejí na opačných stranách a jsou dál od sebe. Když jsou Země s Jupiterem od sebe nejdál, musí světlo z Io před dopadem na Zem urazit o 300 000 000 km delší dráhu než v případě, kdy jsou k sobě obě planety nejbližší. Pokud by světlo mělo konečnou rychlost, trvala by mu cesta kvůli této dodatečné vzdálenosti déle a vypadalo by to, jako by měsíc měl zpoždění. Podle Römera se Io zkrátka chová dokonale pravidelně a zdánlivá nepravidelnost je klam způsobovaný tím, že světlu z Io trvá různě dlouho, než překoná měnící se vzdálenost k Zemi.

Pro lepší představu si zkuste představit, že stojíte poblíž děla, z něž se každou celou hodinu střílí. Až uslyšíte výstřel, zapnete stopky a rychlostí 100 km/h vyjedete autem přímým směrem pryč, takže až se z děla opět vystřelí, budete 100 km daleko. Zastavíte auto a velice slabě zaslechnete výstřel z děla. Vezme-li v úvahu, že zvuk se pohybuje zhruba rychlostí 1 000 km/h, zaznamenáte, že mezi první a druhou dělovou ránou uplynulo 66 a nikoli 60 minut. Těch 66 minut zahrnuje 60 minut skutečné doby mezi výstřely a 6 minut, které



Obrázek 19 Ole Römer změřil rychlost světla tak, že sledoval pohyby Jupiterova měsíce Io. Tyto diagramy představují lehce odlišnou variantu metody, kterou tehdy použil. V diagramu (a) se Io chystá skrýt za Jupiterem; v diagramu (b) dokončil již měsíc polovinu oběhu, a proto je před Jupiterem. Mezitím se Jupiter sotva pohnul, zatímco Země se posunula hodně, neboť Země obíhá Slunce dvanáctkrát rychleji než Jupiter. Astronom na Zemi změří dobu, jež uplynula mezi okamžiky (a) a (b), tedy dobu, které Io trvalo dokončení poloviny oběhu.

V diagramu (c) dokončil měsíc další polovinu oběhu a dostal se opět tam, odkud vyrážel, zatímco Země se teď posunula do polohy, kde je od Jupiteru dál. Astronom změří dobu mezi okamžiky (b) a (c), která by měla být stejná jako doba mezi okamžiky (a) a (b), ale ve skutečnosti se ukazuje, že je výrazně delší. Příčinou prodloužení této doby je to, že světlu z Io trvá o trochu déle, než překoná onu dodatečnou vzdálenost k Zemi zachycenou v diagramu (c) - Země je nyní od Jupiteru dál. Toto zpoždění a vzdálenost mezi Zemí a Jupiterem lze použít k odhadu rychlosti světla. (Vzdálenost, o níž se Země posunula, je v těchto diagramech zveličena, protože Io oběhne Jupiter za méně než dva dny. A konečně i poloha Jupiteru se ve skutečnosti mění a celou záležitost komplikuje.)

zvuku druhého výstřelu trvá, než překoná oněch 100 km a dorazí k vám. Dělo střílí naprosto pravidelně, ale vy kvůli konečné rychlosti zvuku a své nové poloze zaznamenáte zpoždění 6 minut.

Po třech letech strávených rozborem pozorovaných časů průchodů Io a vzájemných poloh Země a Jupiteru dokázal Römer odhadnout rychlost světla na 190 000 km/s. Skutečná hodnota je téměř 300 000 km/s, ale důležité bylo, že Römer ukázal, že světlo má konečnou rychlost, a odvodil její hodnotu, která nebyla tak zcela nepřesná. Odvěká debata tak byla konečně vyřešena.

Když však Römer svůj výsledek oznámil, Cassini se rozčilil, protože jej Römer vůbec necitoval, i když jeho výpočet vycházel převážně z Cassiniho pozorovacích dat. Z Cassiniho se stal Römerův ostrý kritik a hlasitý mluvčí většiny vědců, která dál tvrdila, že rychlost světla je nekonečná. Römer se ale nedal, použil svou konečnou hodnotu rychlosti světla a předpověděl, že zatmění Io dne 9. listopadu 1676 nastane o 10 minut později, než předpovídali jeho odpůrci. Šlo o klasickou situaci typu „Já jsem vám to říkal!“ - zatmění Io opravdu nastalo s několikaminutovým zpožděním. Prokázalo se, že Römer měl pravdu, a tak uveřejnil další článek, v němž své měření rychlosti světla potvrdil.

Předpověď tohoto zatmění by bývala měla probíhající spor vyřešit jednou provždy. Jak jsme však již viděli v případě debaty o heliocentrickém a geocentrickém systému, vědecký konsenzus někdy ovlivňují faktory stojící mimo čistou logiku a rozum. Cassini byl starší než Römer a navíc jej i přežil, a tak svým politickým vlivem a jednoduše tím, že byl dosud naživu, dokázal obrátit názor vědců proti Römerovu tvrzení, že světlo má konečnou rychlost. O několik desetiletí později ale Cassini se svými kolegy ustoupil nové generaci vědců, kteří se na Römerův závěr dívali nestranně, sami jej ověřili a přijali jej.

Jakmile vědci prokázali, že rychlost světla je konečná, pustili se do řešení další záhady spojené se šířením světla: jaké médium zajišťuje jeho přenos? Věděli, že zvuk se může šířit v řadě prostředí - my, upovídání lidé, vysíláme zvukové vlny v prostředí plynného vzduchu, velryby na sebe zpívají v prostředí tekuté vody a drkotání vlastních zubů slyšíme prostřednictvím pevných kostí mezi zuby a ušima. Světlo se také může šířit v plynech, tekutinách i pevných látkách, jako je vzduch, voda a sklo. Mezi světlem a zvukem je však zásadní rozdíl, jak názorně ukázal Otto von Guericke, purkmistr německého Magdeburgu, který roku 1657 uskutečnil celou řadu slavných pokusů.

Von Guericke vynalezl vývěvu a nadšeně zkoumal podivné vlastnosti vakua. Při jednom pokusu spojil dvě veliké mosazné polokoule a vyčerpал vzduch mezi nimi, takže se chovaly jako dvě nesmírně silné přísavky. Následovala

úžasná ukázka vědecké show, kdy von Guericke demonstroval, že ani dvě koňská osmispřeží tyto polokoule nedokážou odtrhnout od sebe.

I když tato koňská přetahovaná prokázala sílu vakua, o podstatě světla neříkala nic. Touto otázkou se zabýval poněkud delikátnější experiment, během něž von Guericke vyčerpал vzduch ze skleněného džbánu, v němž byl rozhoupaný zvonek. Když vývěva vzduch ze džbánu vysála, diváci již zvonění neslyšeli, ale stále viděli úder srdce zvonku. Bylo proto jasné, že zvuk se vakuem šířit nemůže. Současně tento pokus ukázal, že světlo vakuem procházet může, protože zvon nezmizel a džbán nepotemněl. Vypadalo to podivně: pokud světlo může procházet vakuem, potom se něco může pohybovat ničím.

Když před vědci tento zdánlivý paradox vyvstal, začali si lámat hlavu, zda je vakuum skutečně prázdné. Ze džbánu byl vyčerpán vzduch, ale třeba uvnitř něco zbylo – něco, co tvoří prostředí přenášející světlo. V 19. století přišli fyzikové s představou, že celým vesmírem prostupuje látka, kterou pojmenovali *světlonosný éter* a která nějak působí jako prostředí přenášející světlo. Jak upozornil velký viktoriánský vědec lord Kelvin, musela mít tato hypotetická látka jisté pozoruhodné vlastnosti:

Co to tedy vlastně je ten světlonosný éter? Jde o hmotu mnohem řidší než vzduch – je mnohamilionkrát méně hustá než vzduch. O jejich vlastnostech si dokážeme utvořit jakousi představu. Domníváme se, že jde o reálný objekt, který je v porovnání se svou hustotou ohromně tuhý: lze jej nechat vibrovat s frekvencí 400 milionů milionů kmitů za sekundu, a přece má tak nízkou hustotu, že žádnému tělesu, jež jím prochází, neklade sebemenší odpor.

Jinými slovy byl éter neuvěřitelně pevný, a přesto podivně nehmotný. Byl také průhledný, nevykazoval tření a nereagoval chemicky. Byl všude kolem nás, a přece bylo zjevně obtížné jej zaznamenat, protože jej nikdy nikdo neviděl, nesáhl si na něj, ani do něj nevrátil. Albert Michelson, první americký nositel Nobelovy ceny za fyziku, byl navzdory tomu přesvědčen, že jeho existenci může dokázat.

Michelsonovi rodiče byli prusí Židé, kteří z rodné země uprchli před pronásledováním roku 1854, když byly jejich synovi pouhé dva roky. Michelson vyrůstal a studoval v San Francisku a potom se přihlásil na americkou Námořní akademii, kterou absolvoval jako stěžejí pětadvacátý v námořnictví, ale nejlepší v optice. To přimělo ředitele Akademie k poznámce: „Kdybyste v bu-

doucnu věnoval méně pozornosti těm vědeckým záležitostem a více pozornosti námořnímu dělostřelectví, možná by nadešel čas, kdy byste toho věděl dost na to, abyste mohl posloužit své vlasti.“ Michelson moudře přešel k výzkumu optiky na plný úvazek a roku 1878 ve věku pouhých dvaceti pěti let určil, že rychlost světla je $299\,910 \pm 50$ km/s, což byla dvacetkrát přesnější hodnota než všechny předchozí odhady.

Roku 1880 potom Michelson vymyslel experiment, který, jak doufal, prokáže existenci světlo přenášejícího éteru. Jeho zařízení rozdělvalo jediný paprsek světla do dvou oddělených kolmých svazků. Jeden paprsek se šířil tímž směrem, kterým se vesmírem pohybuje Země, zatímco druhý paprsek se pohyboval ve směru kolmém k prvnímu svazku. Oba paprsky urazily stejnou vzdálenost, odrazily se od zrcadel a potom se vrátily, aby se opět spojily do svazku jediného. Při tomto skládání paprsků došlo k procesu známému jako interference, který Michelsonovi umožnil oba svazky porovnat a zjistit jakoukoli případnou odchylku v trvání jejich pohybu.

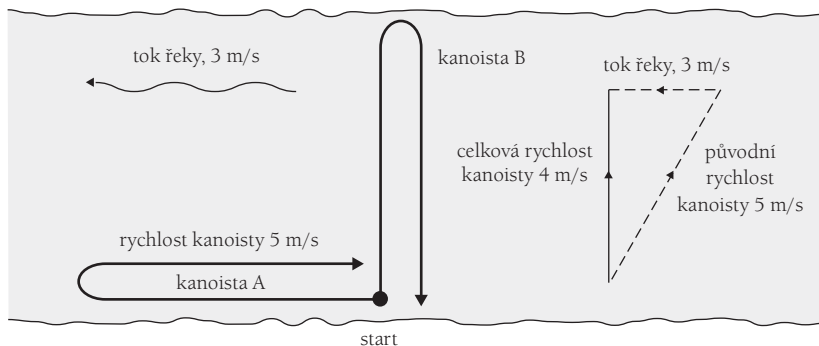
Michelson věděl, že Země se kolem Slunce pohybuje rychlostí zhruba 100 000 km/h, což podle všeho znamenalo, že touto rychlostí také prochází éterem. Jelikož éter měl být pevným prostředím, které proniká celým vesmírem, měl pohyb Země vesmírem způsobovat jakýsi *éterový vítr*. Ten by se podobal onomu nepravému větru, který byste cítili, kdybyste v bezvětrný den uháněli v otevřeném kabrioletu – žádný skutečný vítr by nefoukal, ale díky vašemu vlastnímu pohybu by se zdálo, že přece jen nějaký vítr fouká. Pokud je tedy světlo přenášeno v éteru a éterem, měla by být jeho rychlost éterovým větrem ovlivněna. Konkrétně v Michelsonově pokusu by se jeden světelný paprsek pohyboval ve směru éterového větru a proti němu, a jeho rychlost by tudíž měla být výrazně ovlivněna, zatímco druhý paprsek by cestoval napříč éterovým větrem a jeho rychlost by měla být ovlivněna méně. Kdyby se doba letu obou paprsků lišila, Michelson by tuto odchylku mohl použít jako silný důkaz ve prospěch existence éteru.

Tento experiment snažící se zachytit éterový vítr byl složitý, takže Michelson jeho základní předpoklady vysvětloval pomocí hádanky:

Představte si, že máme řeku o šířce 100 metrů a dva kanoisty, kteří oba pádlují stejnou rychlostí řekněme 5 metrů za sekundu. Řeka teče stálou rychlostí 3 metry za sekundu. Muži spolu závodí podle těchto pravidel: oba vyrážejí ze stejného místa na jednom břehu. Jeden pádluje přímo přes řeku do nejbližšího bodu na opačném břehu, tam se otočí a vrací se

zpátky. Druhý zůstává na své straně řeky, upádluje po proudu vzdálenost přesně rovnou šířce řeky (měřeno podél břehu), a potom se také vrací zpět na start. Kdo vyhraje? [Řešení - viz obrázek 20.]

Pro svůj experiment zakoupil Michelson nejlepší možné zdroje světla a zrcadla a při sestavování přístroje postupoval s nejvyšší myslitelnou péčí. Vše bylo pečlivě seřízeno, vyrovnáno a naleštěno. Ve snaze zvýšit citlivost svého



Obrázek 20 Albert Michelson k vysvětlení svého pokusu s éterem použil tuto kanoistickou hádanku. Dva závodníci hrají stejnou roli jako ony paprsky světla: oba zamíří pryč v kolmých směrech a potom se vrací do téhož počátečního bodu. Jeden z nich pádluje nejprve po proudu a potom proti němu, zatímco ten druhý pádluje napříč proudem – úplně stejně jako se jeden světelný paprsek pohybuje ve směru éterového větru a potom proti němu, a ten druhý napříč. Úkol spočívá v tom, že máme vypočítat, který kanoista zvítězí v závodě na vzdálenost 200 metrů, když ve stojaté vodě se oba pohybují rychlostí 5 metrů za sekundu. Kanoista A urazí 100 metrů po proudu a potom pádluje zpátky 100 metrů proti proudu, kdežto kanoista B pádluje tam a zpátky přes řeku a urazí také dva úseky o délce 100 metrů. Říční proud má rychlost 3 m/s.

Čas kanoisty A, který pádluje nejprve po proudu a potom proti němu, si rozebereme snadno. Spolu s proudem má muž celkovou rychlost 8 m/s ($5 + 3$ m/s), takže těch 100 metrů mu trvá jen 12,5 sekundy. Jelikož se vrací proti proudu, znamená to, že pádluje rychlostí pouze 2 m/s ($5 - 3$ m/s), takže těchto 100 metrů mu trvá 50 sekund. Celkový čas, který potřeboval ke zdolání 200 metrů, je tedy 62,5 sekund.

Kanoista B, který se vydal přes řeku, musí pádlovat šikmo, aby vyrovnával proud. Pythagorova věta nám říká, že pokud se pohybuje rychlostí 5 m/s pod správným úhlem, bude složka jeho rychlosti proti směru proudu rovná 3 m/s a vyruší působení proudu a složka napříč proudem bude 4 m/s. Proto prvních 100 metrů urazí za pouhých 25 sekund a návrat mu potom bude trvat dalších 25 sekund, což dává celkový čas 50 sekund, během nichž ujede 200 metrů.

Přestože by se oba závodníci ve stojaté vodě pohybovali stejnou rychlostí, ten, který pádluje napříč proudem, v tomto závodě porazí soupeře, který se vydal po proudu a potom proti němu. Michelson tudíž předpokládal, že světelný paprsek pohybující se napříč éterovým větrem bude na dokončení cesty potřebovat kratší dobu než paprsek pohybující se nejprve ve směru éterového větru a pak proti němu. Michelson proto navrhl pokus, jenž měl ukázat, zda tomu tak skutečně je.

zařízení a minimalizovat chyby nechal dokonce tělo přístroje plavat v obrovské rtuťové lázni, čímž jej izoloval od vnějších vlivů - například chvění vyvolaného kroky vzdálených chodců. Smyslem celého pokusu bylo dokázat existenci éteru a Michelson učinil vše pro to, aby šanci na jeho zachycení maximalizoval - proto byl také tak překvapen úplným a naprostým neúspěchem, když se mu nepodařilo zaznamenat jakýkoli rozdíl mezi okamžiky dopadu obou kolmých světelných paprsků. Po éteru nebylo ani stopy. Byl to šokující výsledek.

Michelson se zoufale snažil zjistit, co se nepovedlo, a spojil se s chemikem Edwardem Morleyem. Společně celý přístroj přebudovali a zdokonalili všechny součásti zařízení tak, aby byl experiment ještě citlivější. Pak měření znovu a znovu opakovali. Po sedmi letech pokusů nakonec roku 1887 uveřejnili konečné výsledky. Po éteru stále nebylo ani památky. Byli tedy nuceni dojít k závěru, že éter neexistuje.

Vezmeme-li v úvahu absurdní souhrn vlastností éteru - měl být nejřidší, avšak současně nejpevnější látkou ve vesmíru - nemělo by nás překvapit, že šlo o pouhou fikci. Vědci jej však odložili jen velmi zdráhavě, protože to byl jediný myslitelný způsob, jak vysvětlit přenos světla. Dokonce i Michelsonovi činilo potíže vyrovnat se se svým vlastním závěrem. Jednou se nostalgicky zmínil o tom „starém milovaném éteru, který je nyní opuštěn, ačkoli já osobně k němu dosud trochu tíhnu“.

Krizi kolem neexistujícího éteru ještě prohloubila skutečnost, že éter měl kromě přenosu světla zajišťovat i přenos elektrických a magnetických polí. Tuto chmurnou situaci hezky shrnul popularizátor vědy a fyzik Banesh Hoffmann:

Nejprve jsme měli světlonosný éter,
potom elektromagnetický éter,
a teď nemáme žádné z těchto monster.

Na konci 19. století tedy Michelson dokázal, že éter neexistuje. Je ironií osudu, že svou kariéru vybudoval na celé řadě úspěšných pokusů týkajících se optiky, ale jeho největším úspěchem byl výsledek experimentu, který nevyšel. Celou tu dobu bylo jeho cílem dokázat existenci éteru, nikoli jeho neexistence. Fyzikové teď museli uznat, že světlo se nějak dokáže šířit vakuem - prostorem prostým jakékoli látky.

Michelsonův objev vyžadoval nákladný, specializovaný experimentální přístroj a roky obětavého úsilí. Zhruba ve stejnou dobu došel jeden osamělý mla-

dičký student, který o Michelsonově experimentálním průlomu nic netušil, k témuž závěru, že éter neexistuje, ale na základě výlučně teoretických argumentů. Jmenoval se Albert Einstein.

EINSTEINOVY MYŠLENKOVÉ EXPERIMENTY

Einsteinovy výkony zamlada i jeho později plně rozvinutý génius pramenily převážně z toho, že se nesmírně zajímal o okolní svět. Po celou svou plodnou, revoluční a vizionářskou životní dráhu nikdy nepřestal hloubat nad základními zákony, jimiž se řídí vesmír. Dokonce už ve věku pěti let jej zaujaly tajuplné vlastnosti kompasu, který mu dal otec. Jakápak neviditelná síla to tahá za střelku a proč ta střelka vždycky míří k severu? Podstata magnetismu jej fascinovala celý život, což bylo typické pro Einsteinovu nenasytnou chuť zkoumat zdánlivě všední jevy.

Jak jednou Einstein řekl svému životopisci Carlu Seligovi: „Nemám žádné zvláštní nadání. Jsem pouze náruživě zvědavý.“ Poznamenal též: „Důležité je nepřestat se ptát. Zvědavost má svůj vlastní důvod k existenci. Člověk si nemůže pomoci a jen žasne, když rozjímá nad záhadami věčnosti, života a úchvatné struktury reality. Úplně stačí, když se každý den snaží pochopit jen maličký kousek tohoto tajemství.“ Nositel Nobelovy ceny Isidor Isaac Rabi tento postřeh ještě zdůraznil: „Myslím si, že fyzikové jsou takoví Petři Panové lidstva. Nikdy nedospějí a uchovávají si zvědavost.“

V tomto ohledu měl Einstein hodně společného s Galileem. Einstein kdysi napsal: „Jsme v situaci malého dítěte, které vstoupí do veliké knihovny, jejíž stěny až ke stropu lemují knihy v mnoha různých jazycích.“ Galileo použil podobnou analogii, ale celou knihovnu přírody zhustil do jediné majestátní knihy a jediného jazyka, který mu jeho zvědavost velela rozluštit: „Je psána jazykem matematiky a jejími písmeny jsou trojúhelníky, kružnice a další geometrické obrazce, bez nichž není v lidských silách porozumět jedinému jejímu slovu; bez nich člověk jen bloudí v temném labyrintu.“

Další spojnicí mezi Galileem a Einsteinem byl jejich zájem o princip relativity. Galileo princip relativity objevil, ale byl to Einstein, kdo jej nakonec plně využil. Galileovská relativita zjednodušeně řečeno tvrdí, že veškerý pohyb je relativní, což znamená, že není možné zjistit, zda se pohybujete, aniž byste se odvolali na nějakou vnější vztažnou soustavu. V *Rozpravě* Galileo živě popisuje, co relativitou myslí: