
Recenze

O relativnosti pohybu a súčasnosti

Martin Schmidt – Miloš Taliga: Filozofia prírodných vied

Bratislava, Aleph 2013. 254 s.

Roku 2013 vyšla kniha Martina Schmidta a Miloša Taligu *Filozofia prírodných vied*, zamýšľaná ako vysokoškolská učebnica filozofie a metodológie vedy. Kniha spája prehľad oboru s prezentáciou výsledkov vlastnej vedeckej práce, takže čitateľa privedie v niektorých otázkach až na hranicu súčasnej diskusie. Aj v prehľadových kapitolách cítiť preferencie autorov, takže celá kniha je napísaná z osobného hľadiska, ktoré však neskresľuje prebraný materiál, skôr ho oživuje. Každá kapitola obsahuje súbor otázok, vyzývajúcich k porovnaniu prebraných pozícií a zhodnoteniu presvedčivosti argumentov ich zástancov. Rozsiahly glosár na konci knihy obsahuje vymedzenia kľúčových termínov. Celkove možno konštatovať, že autori majú problematiku aj didakticky dobre premyslenú.

Nebudem rozoberať náplň jednotlivých kapitol, ktorá je do veľkej miery štandardná. Stačí pripomenúť ich názvy (1. *Vedecký realizmus*, 2. *Problém indukcie*, 3. *Problém demarkácie*, 4. *Metóda falzifikácie*, 5. *Čas, priestor a časopriestor*, 6. *Kauzalita*) a uviesť, že kapitoly majú približne rovnaký rozsah 30 strán, na ktorých autori jasne vysvetlia problém, prezentujú jednotlivé pozície a uvedú argumenty pre a proti. Výberu diskutovaných autorov možno snáď vytknúť, že chýbajú mená ako Imre Lakatos, Ian Hacking, Nancy Cartwrightová či Mario Bunge, ktorí písali o témach rozoberaných v knihe. Na registri zarazí, že Popper má 65 vstupov, kým Quine 19 a Kuhn dokonca iba 10. To, že David Miller ich má 32, síce odráža preferencie autorov, ale je otázne, či to v učebnici nie je skresľujúce.

To však nebol dôvod k napísaniu tejto recenzie. Tým je niekoľko tvrdení, ktoré by mohli pôsobiť zavádzajúco. Zdá sa, že Martin Schmidt sa nechal uniesť k napísaniu niekoľkých tvrdení, ktoré nie je možné obhájiť. Prvým je: „*S relativitou pohybu sa spája aj relativita súčasnosti*“ (s. 161; stránkové odkazy v zátvorkách sa vzťahujú k recenzovanej publikácii).¹ Toto tvrdenie podrobnejšie rozvádza na nasledujúcich stranách bez toho, aby relativnosť súčasnosti dal do súvisu s konštantnou rýchlosťou svetla, čím vzniká dojem, ako keby relativnosť súčasnosti bola analogická s relativitou pohybu, čo určite nie je. Druhým problematickým tvrdením je:

1 V ďalšom texte budem používať termín *relativnosť súčasnosti*, ktorý je vo fyzikálnej literatúre viac vžitý.

„Z tohto dôvodu je možné, že pozorovateľ **b** koexistuje s (je simultánny s) udalosťami, ktoré sú pre iného pozorovateľa budúcnosťou. To je však možné len vtedy, ak udalosti nevznikajú a ani nezanikajú, ale jednoducho (v atemporálnom význame) sú. V tomto zmysle sa v štvorrozmernom svete nič nedeje a budúcnosť je zatvorená. Štvordimenzionálny svet ako celok bol raz a navždy stvorený, pričom jeho časová dimenzia, podobne ako priestorové, je statická. Toto všetko sú však znaky fatalizmu: ak všetky udalosti vo svete sú, nijako ich nemôžete ovplyvniť a náš život je vopred určený. Ak jedna z vašich budúcich temporálnych častí ukradla peniaze, tento čin už existuje (vidí ho iný pozorovateľ) a vy to nemôžete zmeniť.“ (s. 171)

1. Relatívnosť súčasnosti

S relatívnosťou pohybu nie je zviazaná relatívnosť súčasnosti. Newtonovská fyzika má relatívny pohyb, ale súčasnosť je v nej absolútna. Pritom to nie je otázka Newtonovej filozofickej predpojatosti, ale je to *takmer fakt* jeho fyziky.² Newton si absolútnosť súčasnosti nevymyslel. Objasnenie tohto problému vyžaduje trocha námahy, ale verím, že sa to vyplatí.

A. Keby malo svetlo *nekonečnú rýchlosť*, mali by sme absolútnu súčasnosť. Udalosti, ktoré by sme videli ako súčasné, by aj skutočne súčasné boli, pretože svetlo by od nich doletelo do nášho oka za nulový čas, a teda by sme všetky udalosti videli v okamihu, kedy sa skutočne odohrali. Keby sa odohrali súčasne, videli by sme ich ako súčasné, a každý by ich tak videl. Dve súčasné udalosti by boli súčasné pre každého pozorovateľa, teda súčasnosť by mala absolútny charakter. A bolo by jedno, či by mechanika bola galileovská alebo aristotelovská, teda či by samotný pohyb bol alebo nebol relatívny.

B. Ako vieme, svetlo má *konečnú rýchlosť* $c = 299\,792$ kilometrov za sekundu. To je závažná rýchlosť, obvod Zeme (40 073 kilometrov) obehne svetlo za jednu sekundu vyše 7 krát. Rýchlosť svetla prekračuje všetku našu skúsenosť s pohybom. Keďže nekonečná rýchlosť svetla je spojená s absolútnou súčasnosťou, mohlo by sa zdať, že jeho konečná rýchlosť povedie *automaticky* k nejakej forme relatívnosti súčasnosti. Nie je to však tak jednoduché.

B.1 Narcistická relatívnosť súčasnosti – fyzici ani filozofi nie sú ušetrení narcizmu (i keď filozofi preň vymýšľajú rôzne krycie názvy, ako napríklad solipsizmus). Preto sa niekto, označme ho N, môže postaviť na stanovisko, že súčasné sú tie udalosti, ktoré *on vidí ako súčasné*. Samozrejme, tento pojem súčasnosti je relatívny, pretože niekto iný, povedzme S, zastávajúci rovnakú filozofiu ako N, by považoval za súčasné iné udalosti ako N. Samozrejme nie tu na Zemi, lebo aj keby bývali na

2 Píšem „*takmer fakt*“, pretože vzhľadom k platnosti teórie relativity absolútnosť súčasnosti faktom byť nemôže. Ale na úrovni presnosti meraní newtonovskej fyziky je to najlepší výklad experimentálnych faktov.

opačných koncoch Zeme, vplyvom obrovskej rýchlosti svetla by si asi (bez náročnej aparatury) nič nevšimli. Ale keby sa S odšťahoval do inej galaxie, dve udalosti – jedna v našej slnečnej sústave a druhá v blízkom okolí S –, ktoré sú pre N súčasné, pre S súčasné byť nemusia.

Prebrať od narcistu N jeho pojem súčasnosti by bolo nepraktické. Rozumnejšie je zaviesť korekcie. Keď sme určitú udalosť spozorovali v okamihu t , a vieme, že sa odohrala v galaxii, ktorá je od nás vo vzdialenosti h , tak za okamih, kedy sa udalosť skutočne udiala, je rozumné vziať ($t - h/c$), teda od času, kedy sme udalosť pozorovali, musíme odčítať dobu, ktorú svetlo potrebovalo na to, aby k nám dorazilo. Keď túto korekciu urobíme pre všetky udalosti a urobia ju všetci pozorovatelia, dospejeme k novému pojmu času. Otázka znie, či preň súčasnosť bude absolútna alebo relatívna. Aby sme to mohli rozhodnúť, potrebujeme doplniť ďalšie informácie ohľadne svetla – a to, ako sa svetlo spája s mechanickým pohybom.

C. Newtonovské svetlo. Predpokladajme, že svetlo sa šíri konečnou rýchlosťou 299 792 km/s a častice svetla sa správajú tak, ako ostatné pohybujúce sa častice: ak zdroj svetla letí voči nehybnému pozorovateľovi rýchlosťou povedzme $c/2$ a vysieľa v smere svojho pohybu svetelný lúč, ktorý opúšťa tento zdroj rýchlosťou c , tak výsledná rýchlosť svetelného lúča voči pozorovateľovi bude $3c/2$. Inak povedané, predpokladajme, že svetlo spĺňa zákon skladania rýchlostí platný pre (nerelativistický) mechanický pohyb.³ V 17. storočí, kedy Newton písal *Principie*, nebolo dôvodu pochybovať o tom, že svetlo sa skutočne takto správa. Kant povýšil princípy newtonovskej fyziky, vrátane zákona skladania rýchlostí, na syntetické apriórne poznanie, teda poznanie, ktoré je nevyhnutné a prísne všeobecné.

C.1 Absolútnosť newtonovskej súčasnosti. Vladimír Černý napísal sériu článkov,⁴ v ktorých vyložil základné princípy špeciálnej teórie relativity spôsobom zrovnateľným s výkladmi renomovaných autorov, ako sú George Gamov, Lev Landau a Jurij Rumer či Adwin Taylor a John Wheeler.⁵ Základná vec, ktorú Černý zaviedol, bol súbor *trpasličkov s digitálnymi hodinkami*. Keď chceme rozhodnúť, či pojem súčasnosti je relatívny alebo absolútny, musíme porovnávať rôzne udalosti pozorované z hľadiska navzájom sa pohybujúcich súradnicových sústav. Predstavme si preto, že v každom bode priestoru sedí trpaslíček a na ruke má digitálky. Trpaslíčkovia nie sú narcisti, a teda sa rozhodli zaviesť si jednotný čas podľa pokynov, ako treba prekonať narcistický pojem súčasnosti. Každý trpaslík si odmeria svoju

3 Takéto svetlo nazývam newtonovským, lebo Newton bol jedným z prvých, kto sformuloval zákon skladania rýchlostí (pre všeobecný prípad) pomocou rovnobežníka rýchlostí.

4 Černý, V., Relativita – vec jednoduchá, ale rafinovaná. *Rozhľedy matematicko-fyzikální*, 60, 1981, č. 7, s. 301–307, č. 8, s. 348–361 a č. 9, s. 445–449.

5 Gamov, G., *Paň Tompkins v šíši divů*. Prel. J. Bičák a J. Klíma. Praha, Mladá fronta 1986. Landau, L. D. – Rumer, J. B., *Čo je teória relativity*. Prel. J. Chrapan. Bratislava, SNTL 1966. Taylor, A. F. – Wheeler, J. A., *Fyzika priestoročasu. Úvod do špeciálnej teórie relativity*. Prel. S. Tuleja, J. Hanč, J. Rusz a M. Repašan. Nitra, Enigma 2012.

vzdialenosť h od počiatku, digitálky si zastaví a nastaví si, aby ukazovali h/c . V okamihu o šéf trpaslíčkov blikne v počiatku sústavy súradníc baterkou a v okamihu, kedy svetelný signál dorazí k trpaslíčkovi v bode h , ten svoje hodinky dá do chodu. Keďže svetlu trvalo dobu h/c sekúnd doletieť z počiatku k danému trpaslíčkovi, šéf trpaslíčkov bude mať v okamihu dorazenia svetelného lúča k trpaslíčkovi h na svojich hodinkách rovnaký údaj ako tento trpaslíček. Keď budú ostatní trpaslíčkovia postupovať rovnako, na svojich hodinkách bude mať každý trpaslíček ten istý údaj ako šéf v počiatku súradníc. Teda ich hodinky budú dokonale synchronizované. Preto je jasné, čo znamená, že dve udalosti A a B , ktoré sa udiali v rôznych miestach priestoru, sú súčasné. Súčasné sú vtedy, ak digitálky trpaslíčka, ktorý sa *nachádzal v mieste, kde sa udiala udalosť A* , ukazovali v *momente, kedy sa tam táto udalosť udiala*, čas t_A a digitálky trpaslíčka, ktorý sa *nachádzal v mieste, kde sa udiala udalosť B* , ukazovali v *momente, kedy sa tam táto udalosť udiala*, čas t_B , pričom platí $t_A = t_B$. Uvedení trpaslíčkovia môžu byť od seba na svetelné roky vzdialení. To nevedí. Na papierik napíšu čas, ktorý ukazovali ich digitálky v okamihu, kedy sa príslušné udalosti udiali, a lístok pošlú do centrály. Centrála overí príslušnú rovnosť.

Doposiaľ sme nevzali do hry relativnosť pohybu. Predstavme si, že proces synchronizácie digitálok nehybných trpaslíčkov pozoruje trpaslíček (alebo radšej celý štáb trpaslíčkov) s digitálkami letiaci v smere osi x rýchlosťou $c/2$. **Ak by bolo svetlo newtonovské**, tak trpaslíček by videl (resp. trpaslíčkovia letiaceho štábu by videli), že pozdĺž osi x letí lúč svetla rýchlosťou $c/2$, teda polovičnou rýchlosťou, než s akou počítal trpaslíček h pri synchronizácii svojich digitálok. Ale súčasne by videl (resp. videli), že trpaslíček h letí oproti svetelnému lúču rovnakou rýchlosťou $c/2$. Preto ak svetlo dorazí k trpaslíčkovi h v okamihu t , tak platí, že lúč svetla urazil vzdialenosť $t \cdot c/2$ a trpaslík za rovnakú dobu uletel vzdialenosť $t \cdot c/2$. Obaja, lúč i trpaslíček h , leteli rovnakými rýchlosťami z opačných koncov úsečky dĺžky h , teda v okamihu, keď trpaslík h zaregistruje dopad svetla, platí, že

$$t \cdot c/2 + t \cdot c/2 = h,$$

teda $t = h/c$. To znamená, že aj z pohľadu pohybujúceho sa trpaslíčka (resp. ich štábu) sú v nehybnej sústave hodinky zosynchronizované správne. Preto pohybujúci sa trpaslíčkovia si môžu svoje hodinky zosynchronizovať tak, aby im išli rovnako ako trpaslíčkovi v počiatku nehybnej sústavy. V dôsledku toho, že svetlo je newtonovské, sú všetky synchronizácie kompatibilné, a teda všetci majú rovnaký pojem súčasnosti. Ak sú dve udalosti súčasné pre trpaslíčkov v nehybnej sústave, sú rovnako súčasné aj pre trpaslíčkov každej pohybujúcej sa sústavy. **Newtonovská súčasnosť je teda absolútna.**

D. Skutočné svetlo. Vieme, že svetlo nie je newtonovské. Keď zdroj letiaci rýchlosťou $c/2$ vypustí v smere svojho pohybu lúč svetla rýchlosťou c , ten sa bude voči nehybnému pozorovateľovi pohybovať rýchlosťou c (a nie $3c/2$, ako tomu je v prí-

pade newtonovského svetla). A táto podivná vlastnosť svetla je príčinou relatívnosti súčasnosti ako aj ostatných zvláštností prírody objasnených špeciálnou teóriou relativity.

D.1 Relatívnosť súčasnosti. Nebudeme čitateľa unúvať odvodením relatívnosti súčasnosti. Jednak je zrejmé, že ak *súlada* medzi synchronizáciou hodínok z pohľadu nehybnej a pohybujúcej sa sústavy súradníc (resp. trpaslíčkov) existoval pre newtonovské svetlo, tak pre skutočné svetlo platiť nemôže. Okrem toho existujú práce Černého, Gamova, Landaua a Ramera či Taylora a Wheelera, čo sú erudovanejšie autori.

E. Zhrnutie. Dostávame sa tak k prvej vážnejšej výhrade voči knihe Schmidta a Taligu. Keď sa pokúšajú o filozofickú analýzu určitého aspektu vedy, bolo by vhodné pozrieť sa, ako o tom probléme píše samotní vedci (napríklad tí, ktorých som zmienil vyššie, prípadne sám autor teórie relativity).⁶ Samozrejme, úvodnú učebnicu z filozofie vedy nemožno zahltiť rozborom vedeckých prác, ale pomohlo by, keby ku každej kapitole vedľa otázok (ktoré považujem za zdarilé), doplnili aj odkazy na texty samotných vedcov, kde príslušné problémy reflektujú.

2. Možnosť vidieť život druhého naraz

Druhý problém, ktorý nastoľuje Martin Schmidt, teda možnosť, že udalosti, ktoré pre jedného pozorovateľa tvoria jeho život, by druhý pozorovateľ videl naraz ako súčasné udalosti, už nebudem podrobne rozoberať. Stačí iba poznamenať, že to možné nie je. Intervaly medzi udalosťami tvoriacimi život niekoho sú totiž *časopodobné*, kým intervaly medzi udalosťami existujúcimi naraz vedľa seba, sú *priestoropodobné*. Jedny ležia vo vnútri, druhé zvonka svetelného kužeľa. Tento ich charakter nie je možné zmeniť zmenou súradnej sústavy, z hľadiska ktorej ich opisujeme. Preto zo žiadneho pohľadu život človeka nemôže byť súborom súčasných udalostí, takže teória relativity nevedie k fatalizmu.

3. Záver

Výhrady proti dvom formuláciám samozrejme nemôžu zmeniť celkový vysoko pozitívny dojem z knihy Schmidta a Taligu. To, že som ich tak podrobne rozoberal, nie je dané významom týchto formulácií, ale výlučne zložitou ich fyzikálnou obsahom. Ono je prirodzené, že keď sa autori pokúšajú povedať niečo nové a vlastné, nie vždy sa to podarí povedať presne a jednoznačne. Ale to je osud každého z nás, preto uvedené výhrady sú vedené snahou vylepšiť dielo, a nie zasiahnuť autorov. Chyby neurobí len ten, kto nemá vlastný názor a nepokúša sa ho verejne formulovať.

6 Einstein, A., *Teorie relativity*. Přel. V. Štíbr. Brno, VUTIUUM 2005.

Kniha je napísaná so zaujatím pre hľadanie pravdy a sformulovanie vlastnej pozície, a to jedna z jej hlavných predností. Študent sa tak jej štúdiom učí nielen filozofiu prírodných vied, ale i radosť z filozofovania. Preto ju vrelo odporúčam ako študentom filozofie, tak jej prednášateľom. Asi ju nebude môcť používať každý pri prednášaní kurzu filozofie vedy. Na to je písaná príliš osobne a výber materiálu príliš zohľadňuje záujmy autorov. Ale každý sa môže pokúsiť napísať učebnicu s rovnakým zaujatím pre problém, presvedčivosťou výkladu vlastnej pozície, presnosťou prezentácie alternatívnych názorov a jasnosťou formulácií argumentov pre a proti.

Ladislav Kvasz