

Panta Rhei: Všetko je v pohybe už viac než 13 miliárd rokov

Mikuláš BÁNÓ

Abstrakt

Článok sa venuje otázke ako možno rozlíšiť hodnotné poznatky od ideí, ktoré sú na prvý pohľad pútavé, ale nikam nevedú. Vychádza z predpokladov Galilea, ktorý zdôraznil, že poznanie je nutné ustavične konfrontovať s prírodou a Karla Poppera, že pre potvrdenie idey nestačí hromadiť experimenty, ktoré sú s ňou v súlade, ale že dôležitejšie sú experimenty, ktoré môžu danú teóriu poprieť. Takýto prístup viedol napr. pri skúmaní Vesmíru od predstavy stacionárneho Vesmíru existujúceho od nekonečnej minulosti k predstave expandujúceho Vesmíru, ktorý má svoj počiatok.

Kľúčové slová: veda, poznanie, Vesmír

Abstract

The article deals with the question of how to distinguish valuable knowledge from ideas that are often very attractive at first glance, but do not lead anywhere. It is based on the assumptions of both Galileo, who emphasized that knowledge must be constantly confronted with nature, and Karl Popper, that to confirm an idea it is not enough to accumulate experiments that are consistent with it, but that experiments that can deny the given theory are more important. Such an approach led e.g. in exploring the Universe from the idea of a stationary Universe existing since the infinite past to the idea of an expanding Universe that has a beginning.

Keywords: science, knowledge, Universe

Úvod

Stojíme v úžase nad schopnosťou človeka poznávať svet okolo seba (a dokonca aj v sebe), triediť poznatky na skutočné a zdanlivé, usporadúvať ich do logických celkov a odovzdávať tieto poznatky aj ďalej. Einstein kedysi

vyjadril myšlienku, že najnepochopiteľnejšie je, že sme vôbec schopní niečo pochopiť.⁵⁵

Pre Pascala naše poznatky sú ako ostrov vedomostí v mori nevedomosti a našou činnosťou sa tento ostrov neustále rozširuje. Vedecká činnosť prebieha na pobreží tohto pomyselného ostrova. Čím väčší je ostrov, tým väčšie je jeho pobrežie a tým viac vidíme na naše nevedomosti. Tento pohľad hovorí o vede, akoby to bol nekonfliktný proces, v ktorom sa neustále rozširujú naše zaručené vedomosti. V skutočnosti je to boj medzi hodnotnými ideami a odpadom, ktorý môže iba pomýliť konzumentov týchto myšlienok. Hodnotné myšlienky ostrov rozširujú o pevný základ, na ktorý sa dá budovať. Odpad vytvára iba močiar, v ktorom môžeme zapadnúť. Veľkou otázkou je, ako môžeme od seba rozlíšiť hodnotné poznatky od ideí, ktoré sú na prvý pohľad často veľmi pútavé, ale nikam nevedú.

Otázka, ktorú som tu na úvod vyjadril, možno trochu poeticky a obrazne, je veľmi široko koncipovaná na dnešnú krátku prednášku a preto sa obmedzím hlavne na prírodné vedy. Ak pominieme starých gréckych filozofov, tak tento príbeh sa začína Galileom, ktorý zdôraznil, že naše poznanie musíme ustavične konfrontovať s prírodou. Na nej musíme testovať, či sú naše poznatky správne. Jeho snaha bola motivovaná stavom vedy v jeho dobe, keď nové poznatky chceli odvodzovať temer výlučne dedukciou z už známych ideí, ktoré sa považovali za zaručené. Tak sa stávala veda jednak sterilná, lebo neprinášala nové myšlienky a hlavne – vzdalovala sa od reality. Pre nápravu bola potrebná spätná väzba a tou mohla byť iba konfrontácia s prírodou.⁵⁶

Najpresnejšiu filozofickú analýzu tohto testovania vykonal až v minulom storočí Karl Popper, ktorý poznal, že pre potvrdenie idey, ktorú tu nazývame teóriou, nestačí hromadiť experimenty, ktoré sú s ňou v súlade, lebo tie môžu byť v súlade aj s inou teóriou.⁵⁷ K tomu ho inšpiroval vývoj vo fyzike, kde klasická fyzika musela ustúpiť do pozadia a prepustiť svoje dominantné postavenie teórii relativity a kvantovej mechanike. Popper poznal, že podstatne

⁵⁵ This research was conducted in participation with *The Matej Bel Conference for Science, Theology and Humane Philosophy* which was held at Matej Bel University in June of 2022 and which was supported by the University of Oxford project 'New Horizons for Science and Religion in Central and Eastern Europe' funded by the John Templeton Foundation. The opinions expressed in the publication are those of the author(s) and do not necessarily reflect the view of the John Templeton Foundation.

⁵⁶ ALPHER, R.A., BETHE, H., GAMOW, G. The Origin of Chemical Elements. In: *Physical Review*. 1948, roč. 73, č. 7.

⁵⁷ POPPER, K. *Logik der Forschung: Zur Erkenntnistheorie der modernen Naturwissenschaft*. Vienna: Springer, 1935.

dôležitejšie sú experimenty, ktoré môžu danú teóriu poprieť. Hodnovernosť teórie je potom tým väčšia, čím lepšie odoláva snahám o svoje popretie. K tomu však musí poskytovať záchytné body, v ktorých by ju bolo možné poprieť, alebo - ako to on nazýval, falzifikovať. Hodnovernosť teoretických konštrukcií je mizivá, ak nie je možné ich falzifikovať. Takéto konštrukcie sú vzdušnými zámkami, na ktoré nie je možné budovať serióznou vedu. Popper to nazýval pavedou.

Ak sa odvolávam na Poppera, tak to nie je z estetických dôvodov. Hranica medzi vedou a pavedou je skutočne podstatná a bohužiaľ dnes sa vo vedecko-populárnej žurnalistike len tak hemžia témy, ktoré je možno klasifikovať ako pavedu, lebo ich tvrdenia nie je možné ani potvrdiť, ani vyvrátiť. Pre „experimentum crucis“ totiž neposkytujú a nemôžu poskytovať možnosti. Často sú však plné fantázie a preto ich obľubujú médiá, ktoré ich široko rozšievajú vo spoločnosti. Sú to otázky spojené napríklad s existenciou paralelných vesmírov, či dianím pred singulárnym bodom pri vzniku Vesmíru. Tu si musíme uvedomiť, že principiálne sa nedá získať vedecká informácia, ktorá by prestúpila hranicu nášho Vesmíru. V prírodných vedách sa vieme hrať iba na vlastnom piesočku a tým piesočkom je náš Vesmír. Môžeme vytvárať hypotézy zaoberajúce sa tým čo je, alebo nie je mimo neho, ale tie majú informačnú hodnotu rozprávky.

Vznik a smerovanie Vesmíru

Pred sto rokmi sa vo vedeckej komunite všeobecne verilo, že náš Vesmír je podobný plynu v nekonečne veľkej nádobe, kde slnká a okolo nich krúžiacie planéty odpovedajú molekulám plynu. Tento Vesmír teda nemal priestorové obmedzenie a nemal ani počiatok v čase. Existoval od nekonečnej minulosti do nekonečnej budúcnosti. Takýto obraz Vesmíru pochádzal ešte od Giordana Bruna a bol náležite spropagovaný v dobe osvietenstva. Vyhovoval vedúcim osobnostiam vedy v tejto dobe, lebo bol relatívne jednoduchý a tiež preto, lebo nikdy nebol stvorený. Ako to vystihol Laplace v rozhovore s Napoleonom - pre svoje úvahy nepotreboval hypotézu Boha. Na tento model sa budem odvolávať ako na stacionárny Vesmír.

Pri analýze sa ukázalo, že so stacionárnym Vesmírom súvisia aspoň dva nevysvetlené problémy. Ten prvý je tzv. Olbersov paradox. Paradox je v tom, že v noci je tma. Obloha, až na niekoľko, temer bodových svetiel, nežiari, zatiaľ čo v stacionárnom Vesmíre by mala byť celá rozjasnená ako Slnko. Vysvetlenie je pomerne prosté – v každom smere v nekonečnom, statickom Vesmíre predsa

nejaké Slnko musí byť – jedno bližšie, druhé ďalej. Je to ako v zimnom bukovom lese, kde v každom smere je nejaký strom a tak na kraj lesa nedovidíme. Takýto Vesmír by bol celý rozpálený ako vyhňa o teplote povrchu slnca. Tok energie by nepohltili ani mraky prachu, lebo aj tie by sa rozpálili. Ďalší problém je teoretický – gravitačný potenciál v stacionárnom Vesmíre by bol nekonečný a v rámci dobových teoretických predstáv by sa nedali riešiť pohybové rovnice nebeskej mechaniky. Tieto nesúlady však mali mizivý vplyv na všeobecne propagovaný model Vesmíru, ktorý sa vyučoval ešte aj v dobe mojich štúdií.

Do tohto stavu vo vede vpadla, ako veľké prekvapenie - najprv špeciálna a potom všeobecná teória relativity Alberta Einsteina. Nech nás nemýli názov, teória relativity vôbec nerelativizuje objektivitu diania vo fyzike. Relatívne je iba to, z akého pohľadu sa práve dívame na svet, ale to, čo sa v ňom deje, to je pevne dané fyzikálnymi zákonmi. Obecná teória relativity je dodnes najpresnejšia formulácia zákonov gravitácie a tak je vhodná na popis dejov prebiehajúcich nielen na úrovni vesmírnych objektov, ale aj celého Vesmíru.⁵⁸

Prvý, kto ukázal, že v jej rámci sa môže vytvoriť aj nestatický model Vesmíru bol už v roku 1922 ruský vedec Alexander Friedman. Ukázal, že Vesmír sa musí rozpínať, alebo scvrkávať, ak jeho model má vyhovovať teórii relativity.⁵⁹ K rovnakému výsledku dospel aj belgický kňaz a astrofyzik Georges Lemaître, ktorý prvý vyslovil aj hypotézu, že Vesmír sa rozpína zo singulárneho bodu už miliardy rokov. Svoju hypotézu podoprel aj niektorými, vtedy ešte nie veľmi preukaznými experimentami.

Táto zmena paradigmy bola silná káva pre celú vedeckú komunitu doby, dokonca ešte aj pre Alberta Einsteina. Ten sa mal v momente prekvapenia vyjadriť, že Lemaîtreho výpočty sú zrejme správne, ale jeho závery sú otrasné. Podobne boli na tom aj ďalšie vplyvné osobnosti, ako anglický astrofyzik Fred Hoyle. Ten nazval novú hypotézu posmešne Big Bang, čiže Veľký Tresk, v jednej svojej popularizačnej prednáške v BBC. Názov sa však ujal, asi pre svoju stručnosť a výstižnosť.

Nová teória definitívne dostala miesto v astrofyzike až vtedy, keď Edwin Hubble v roku 1929 ukázal aj experimentálne, že Vesmír pozostáva z nesmierne veľkého počtu galaxií, ktoré sa od seba vzdiaľujú tým rýchlejšie, čím sú od seba viac vzdialené.

Hubble zmeral aj konštantu úmernosti medzi spomínanou rýchlosťou

⁵⁸ EINSTEIN, A. Science and Religion. In: *Nature*. 1940, roč. 146, č. 3706.

⁵⁹ FRIEDMAN, A. Über die Krümmung des Raumes. In: *Zeitschrift für Physik*. 1922, roč. 10, č. 1.

a vzdialenosťou.⁶⁰ K tomu mu poslúžili ako markery vzdialenosti, cefeidy, ktoré už boli skôr známe. Cefeidy sú pulzujúce hviezdy (pulzary), ktorých svetlo sa zvyšuje a znižuje veľmi pravidelne s frekvenciou spravidla niekoľkých dní. Zmena ich žiarenia nie je väčšia, ako zhruba 1%, a dôležitá je predovšetkým ich frekvencia. Táto frekvencia je presne zviazaná s intenzitou ich vyžarovania, ktoré vieme zmerať a tak určiť ich vzdialenosť. Čím je hviezda s daným žiarením ďalej, tým slabšie ju vidíme. Cefeidy nazývame aj kandelami – sviečkami, ktoré sú rozmiestené vo Vesmíre. Nám najznámejšou cefeidou je Polárka.

Hubble zmeral a vyhodnotil frekvenčné spektrum žiarenia prichádzajúceho od jednotlivých cefeíd a porovnal ho s charakteristickými frekvenciami jednotlivých prvkov, ktoré získame v laboratóriu. Medzi týmito frekvenciami je posun, keď svetlo od cefeíd je posunuté smerom k červenej časti spektra. Toto posunutie je tým väčšie, čím rýchlejšie sa vzdáľuje od nás zdroj svetla – je to tak zvaný Dopplerov efekt, známy aj u zvukových vln.

Zhrnutím týchto poznatkov vyšla Hubbleovi konštanta, ktorá bola viackrát spresňovaná. Po roku 2000 päť nezávislých tímov meralo Hubbleovu konštantu a výsledok ich merania sa zhoduje v rámci štatistických chýb. V spojení s Friedmannovými rovnicami pre expanziu Vesmíru vychádza, že Vesmír vznikol zhruba pred 13,8 miliardami rokov.

Na Hubbla nadviazal Jurij Gamow⁶¹, ktorý teoreticky ukázal, že ranný Vesmír bol stlačený a nesmierne horúci, takže musel vyžarovať elektromagnetické žiarenie. Toto žiarenie sa pri expanzii Vesmíru ochladilo a dnes by malo mať teplotu okolo 5 až 10 stupňov Kelvina. Okrem toho Gamov vypočítal aj to, že ranný Vesmír obsahoval temer výlučne atómy vodíka a hélia v pomere 3:1. Aj poslední pochybovači sa vzdali, keď sa predpovedané žiarenie skutočne experimentálne potvrdilo. Dnes ho nazývame reliktným žiarením, alebo žiarením pozadia a má teplotu 2,73 K. Temer rovnomerne vyplňuje celý Vesmír a k nám prichádza z každého smeru. Aj pomer vodíka a hélia bol potvrdený. Po objave predpovedaného reliktného žiarenia celá relevantná vedecká komunita prijala teóriu Big Bangu.

To bol veľmi stručný popis toho, ako sme od stacionárneho Vesmíru, existujúceho od nekonečnej minulosti, dospeli v priebehu niekoľkých desiatok rokov k expandujúcemu Vesmíru, ktorý má svoj počiatok. To bola veľmi vážna rana pre komunitu ľudí, pre ktorých bola existencia stvorenia a Stvoriteľa neprijateľná.

⁶⁰ HUBBLER, E. A Relation Between Distance and Radial Velocity Among Extra-Galactic Nebulae. In: *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 1929, roč. 15, č. 3.

⁶¹ ALPHER, BETHE, GAMOW, *The Origin of Chemical Elements*.

Ďalší vývoj

Pozrime sa, ako sa vo svetle modernej astrofyziky vyvíjal náš svet od počiatočného Veľkého Tresku až po dnešné dni. V rámci dnešnej fyziky ho vieme dosť spoľahlivo popísať od doby zhruba $t=10^{-11}$ s po počiatku. V tom nám pomáha hlavne fyzika elementárnych častíc, ktorou však nechcem zaťažovať laikov v tejto oblasti. Čo sa dialo pred týmto časom (ale samozrejme po samotnom prvotnom výbuchu), o tom nemáme spoľahlivé modely. Vieme iba to, že sa udial gigantický záblesk energie v zanedbateľne malom priestore a čase. Pre tému prednášky je podstatný ďalší míľnik - tretia minúta, kedy sa v dôsledku expanzie svet ochladil natoľko, že pri teplote okolo miliardy stupňov Kelvina sa začali spájať protóny a neutróny a vznikali najľahšie atómové jadrá – deutérium a hélium. Podstatná časť protónov však ostala ako samostatné jadrá vodíka.⁶² Tu sa ustanovil pomer medzi vodíkom a héliom, ktorý teoreticky určil Gamow.

Ďalším výrazným míľnikom bol čas 380 tisíc rokov po Big Bangu. Teplota vtedy klesla natoľko, že elektróny sa už zachytili pri jadrách a tak vznikajú atómy. Hmota sa stáva priesvitnou a svetlo sa od tej doby osamostatnilo – vtedy vzniká dnešné žiarenie pozadia. Ako som už spomínal, podľa Gamowových teoretických výpočtov svet obsahoval v podstate iba najľahšie atómy – izotopy vodíka a hélia v pomere 3:1, čo sa skvele experimentálne potvrdilo.

Vo Vesmíre sa objavili ich mraky s fluktuáciami hustoty, ktoré sa pôsobením gravitácie a tlaku svetla ďalej zhusťovali, až vznikli prvé galaxie obsahujúce hviezdy 1. generácie. Astronómovia pozorovali takúto galaxiu nazvanú CR7, z ktorej k nám prichádzalo svetlo 12,9 miliárd rokov, teda existovala 800 miliónov rokov po Veľkom Tresku. Stojí za zmienku, že počas jej života sa v jej žiarení ešte nenachádzajú spektrálne čiary ťažších prvkov, teda obsahovala iba ich zanedbateľné množstvo.

Hviezdy prvej generácie, ktoré boli 100 až 1000 krát väčšie než naše Slnko, intenzívne žiarili a za krátku dobu (~ 2 milióny rokov) spotrebovali podstatnú časť svojho jadrového paliva a vybuchli ako supernovy. Vo hviezdach prvej generácie - hlavne pri ich zániku, vznikali v jadrových reakciách už aj ťažšie atómy s hmotnosťami až po železo. Ich obsah sa pomaly hromadil a prudko narástol pri výbuchu, ktorý ich rozmetal vo Vesmíre. Hmotnosť železa bola hraničná - bolo ho zanedbateľne málo a dominovali relatívne ľahké prvky, medzi ktorými spomeniem hlavne uhlík, kyslík a dusík –základné stavebné kamene potrebné pre život. Významný je aj podiel kremíka, základného materiálu hornín a horčíka, ktorý je podstatný pre fungovanie chlorofylu – podstatnej zložky rastlín. Tento osud mali aj ľahšie hviezdy prvej generácie (s

⁶² WEINBERG, S. *The First Three Minutes: A Modern View of the Origin of the Universe*. [s.l.]: Bantam Books, 1977.

výnimkou tých najľahších) aj keď v detailoch sa mohol líšiť. Najpruďší vývoj mali tie najťažšie.

Ďalší vývoj Vesmíru prebiehal tvorbou hviezd 2. generácie.⁶³ Tie sa tvorili z plynu a prachu, ktorý už vznikol vo hviezdach prvej generácie. Budovali sa teda z materiálu, ktorý bol k dispozícii. Ten sa zahusťoval pôsobením gravitačných síl a tlaku žiarenia a okolo hviezd vznikali už aj pevné planéty. Vo hviezdach, hlavne vo finálnej fáze ich života, sa v jadrových reakciách spojovali už existujúce jadrá a tak sa hromadili aj ťažšie prvky – predovšetkým železo, ktorého podiel významne narástol.

Osud aj týchto hviezd sa tiež končil zákonite výbuchom, pri ktorom sa do okolitého priestoru rozmetal stavebný materiál pre ďalšiu generáciu hviezd. K tej už patrilo aj naše Slnko, okolo ktorého sa z hviezdneho prachu sformovali menšie pevné planéty, medzi nimi naša Zem a veľké plynné planéty. Okrem spomínaného mechanizmu tvorby prvkov fyzika pozná aj ďalšie, tie však v takejto krátkej prednáške nie sú predmetom nášho záujmu.

Naša Zem sa sformovala na troskách predošlej generácie hviezd zhruba pred 4,6 miliardami rokov.⁶⁴ Je na nej úžasné to, že má mnohé unikátne vlastnosti, ktoré ju predurčujú na to, aby bola kolískou života. Tu sa spomína hlavne stabilné žiarenie Slnka, správna vzdialenosť od neho, voda, veľká vzdialenosť od nepokojných miest v Galaxii, správny sklon v rovine ekliptiky, železné jadro aj existencia Mesiaca, ktorý stabilizuje jej rotáciu. Vďaka železnému jadru má magnetosféru, ktorá chráni život pred zničujúcim kozmickým žiarením, vďaka správnej teplote voda môže nadobúdať kvapalné, plynné aj pevné skupenstvo. Skutočne unikátne vlastnosti Zeme oceníme hlavne vtedy, keď ju porovnáваме s viac než 5000 planétami, ktoré dosiaľ objavili astronómovia.

Jemné ladenie

Základné fyzikálne konštanty a parametre Veľkého Tresku podľa našich vedomostí nie sú ničím viazané. Napriek tomu musia mať isté hodnoty k tomu, aby sa Vesmír a hmota v ňom mohli vyvíjať tak, aby dospel až k existencii

⁶³ SIEGEL, E. Ask Ethan: How Many Generations Of Stars Formed Before Our Sun? In: *Forbes* [online] [cit. 05.08.2022]. Dostupné na internete: <https://www.forbes.com/sites/startswithabang/2019/10/26/ask-ethan-how-many-generations-of-stars-formed-before-our-sun-did/>.

⁶⁴ MAHNES, G. et al. Lead Isotope Study of Basic-Ultrabasic Layered Complexes: Speculations About the Age of the Earth and Primitive Mantle Characteristics. In: *Earth and Planetary Science Letters*. 1980, roč. 47, č. 3.

človeka. Pre túto účelovosť preto hovoríme o antropickom princípe.⁶⁵ Výpočty ukazujú, že žiadané hodnoty musia byť vo veľmi úzkych medziach.

Napríklad americký astronóm Bob Dicke prišiel s tým, že keby sa po Veľkom Tresku Vesmír rozťahoval príliš rýchle, neboli by v ňom vznikli žiadne nebeské telesá. Dnes by sme z neho nevideli nič. Ak by sa rozťahoval príliš pomaly, tiež by sme z neho nevideli nič, lebo by sa zrútil do seba pod vplyvom gravitačných síl. Požadovaná relatívna presnosť je skutočne úžasná – je to 10^{-50} . Vo fyzike to musíme považovať za neuveriteľnú náhodu.

Takýchto náhod je však viac⁶⁶ a týkajú sa priamo základov fyziky. Ak by gravitačná konštanta bola príliš malá, nemohli by vzniknúť hviezdy a supernovy, v ktorých vznikajú ťažšie jadrá spojením jadier vodíka a hélia. Ak by však táto konštanta bola príliš veľká, vznikli by malé hviezdy, ktoré by rýchle vyhoreli.

Ak by silná interakcia medzi protónmi bola o 2% väčšia, potom by už v prvej generácii hviezd došlo k veľmi prudkej reakcii medzi nimi, za vzniku ${}^2\text{He}$, čo je najľahší izotop hélia. Hviezdy by sa v okamžiku vyparili a celý ďalší vývoj by bol prerušený.

Keby väzba medzi ťažšími jadrami bola silnejšia, tie by boli vznikli príliš skoro a nebol by ostal materiál na vodík a hélium, ktoré sú palivom vo hviezdach. Nezabudnime tiež, že vodík má tiež nezastupiteľnú úlohu v živých organizmoch. V opačnom prípade by nevznikol ani uhlík a kyslík. K uhlíku sa viaže aj ďalšia, akoby náhoda. Pri jeho tvorbe sa najprv spoja dve jadrá hélia na nestabilné berýlium, ku ktorému sa prilepí ďalšie hélium. To by však prebehlo s nepatrnou pravdepodobnosťou, ak by jadro uhlíka nemalo vzbudenú energetickú hladinu presne tam, kde ju teória vypracovaná Fredom Hoyleom očakáva. Tá vzniká ako dôsledok správnej hmotnosti najľahších kvarkov v jadrách. Vďaka tomu je uhlík veľmi rozšírený vo Vesmíre a môže byť základným kameňom života.

Nebudem spomínať ďalšie súhry náhod, týkajúcich sa elektromagnetizmu aj gravitácie.⁶⁷ Nakoniec však ešte spomeniem pomer hmotnosti elektrónu a protónu. Ak by sme s ním pohli, zmenili by sa rozmery chemických väzieb a nemohla by vzniknúť DNK – nositeľka genetickej informácie. Zhrnutie týchto faktov podal Fred Hoyle, vedúca osobnosť anglickej astronómie a pôvodne ateista: „*Triezve posúdenie skutočnosti nás vedie k poznatku, že nejaký super mozog vytvára fyziku, chémiu a biológiu a hovoriť*

⁶⁵ CARTER, B. Large Number Coincidences and the Anthropic Principle in Cosmology. In: LONGAIR, M.S. ed. *Confrontation of Cosmological Theories with Observational Data*. Dordrecht: Springer, 1974.

⁶⁶ GRYGAR, J. *O viedě a víře*. Kostelní Vydří: Karmelitánske, 2001.

⁶⁷ KRUMPOLC, E. *Atropický princíp*. Olomouc: Univerzita Palackého, 2006.

o nejakých slepých silách je nezmysel. ⁶⁸

Netreba hovoriť o tom, že takýto záver bol a je neprijateľný pre zástancov ateizmu. Začali sa horúčkovite vymýšľať hypotézy, že náš svet je práve preto taký, lebo iba v takom svete môžu existovať pozorovatelia, čiže ľudia. Podľa hypotézy však môže vzniknúť nespočetné množstvo svetov – paralelné vesmíry, v ktorých by platili iné fyzikálne zákony s inými konštantami. O tých nikto nevie, lebo v nich nikto nežije a ani nemôže žiť.

Pre mňa, ako fyzika, je zvlášť neprijateľná téza o iných fyzikách, o ktorých sa nikto nemôže dozvedieť. To je popretie 500-ročného vývoja fyziky, ktorá si od doby Galileja zakladá na overovaní hypotéz experimentom. Už som spomínal, že podľa filozofa Poppera základnou požiadavkou pre vedeckú teóriu je jej falzifikovateľnosť, že ju môžeme poprieť. Hodnovernosť teórie je tým vyššia, čím lepšie odoláva snahám o popretie. Ak teória však neposkytuje žiadne záchytné body, v ktorých by bolo možné ju poprieť, potom sa nejedná o vedu, ale pavelu.

A presne to je prípad paralelných svetov, v ktorých neplatí nám známa fyzika, ani jej konštanty. Existujú mimo čas merateľný v našom Vesmíre. Existenciu týchto paralelných svetov nie je možné ani teoreticky, ani experimentálne potvrdiť ani vyvrátiť. Je to ideologicky motivovaná rozprávka. Ateisticky zameraná interpretácia vedy uzavrela kruh. Od odmietania Boha v mene vedy dospeli k poznaniu, že vtedy veda nemôže platiť univerzálne. Ale potom čo platí? Popreli tým svoje vlastné pôvodné pozície.

Materializmus a zákony

Na záver by som chcel pripojiť niekoľko poznámok k materializmu, ako synonymu ateizmu. Jeho názov napovedá, že ako jedinú objektívnu pravdu uznáva existenciu hmoty – matérie. Zamyslíme sa teda nad tým, čo je hmota vo svetle modernej fyziky. Predovšetkým treba povedať, že názov materializmus je mätúci, lebo hmota nie je poznateľná bez priestoru a času. Hmota nemá žiadny zmysel, ak nie je umiestnená v priestore a čase. Iba v priestore vieme stanoviť lokalizáciu hmotných bodov, ktorých základnou vlastnosťou je dynamika a kinematika, čiže pohyb – zmena lokalizácie v priebehu času. Samotný priestor je tiež viazaný na iné hmotné body, čiže podstatná je relatívna poloha. Čas je meraný pohybom iných hmotných bodov, najlepšie nejakým cyklickým. Tieto základné premisy môžeme rozvíjať z rôznych pohľadov, ale výsledok je vždy ten istý - hmota, priestor a čas sú vždy nerozlučne spojené.

Hmota sa nám zdá, ako niečo isté, čo môžeme ohmatať, zatiaľ čo čas a priestor sú trochu imaginatívne pojmy. Hmota sa bežnému človeku zdá ako

⁶⁸ HOYLE, F. The Universe: Past and Present Reflections. In: *Annual Review of Astronomy and Astrophysics*. 1982, roč. 20, č. 1, s. 16.

nepreniknuteľná – kladivo naráža na kovadlinu a odráža sa od nej. Čo je však kladivo – sú to navzájom pospájané kryštály železa, uhlíka a ďalších prímiesí. Kryštály sú usporiadané atómy, atómy pozostávajú z jadier a elektrónových obalov, atómové jadrá pozostávajú z protónov a neutrónov a tie zase z kvarkov a gluónov. Na najnižšom stupni tejto hierarchie sú teda elementárne častice, na ktoré sa v princípe môžeme dívať z dvoch pohľadov. Ak ich budeme ostreľovať veľmi energetickými časticami, potom sa nám javia ako bezrozmerné - bodové a medzi nimi je prázdny priestor. Ak sa na ne budeme dívať ako na častice interagujúce pri nižších energiách, potom v rámci kvantovej mechaniky sú to vlny - nevedno čoho. Z nedostatku lepších pojmov hovoríme im štatistické vlny.

K väčšine častíc existujú aj antičastice, ktoré poznáme podľa toho, že ak sa stretnú, potom za vhodných podmienok dôjde k ich anihilácii – častice zmiznú. Ich energia sa premení na žiarenie a to môže meniť energiu iných častíc. Všetko to sa nám javí ako nádherná hra – niečo je utkané z ničoho a spojivom sú zákony fyziky. Zákony fyziky pri všetkej svojej objektívnosti sú nehmotné, imaginárne. Hmota sa podľa nich môže premeniť na pohyb iných hmotných častíc a naopak. Vo fyzike to nazývame ekvivalenciou hmoty a energie a je to jeden z najväčších a zároveň najkrajších úspechov teórie relativity.

Vo svete, ktorý poznáva fyzika o všetkom rozhodujú zákony, tie nehmotné, neviditeľné zákony fyziky. Podľa materializmu sú zákony fyziky neprekročiteľne, nemôže ich prekročiť ani Boh, keď existuje. Podľa nášho názoru, keď Boh stvoril svet, tak súčasne s hmotou, priestorom a časom stvoril aj zákony, lebo tie určujú vlastnosti hmoty aj časopriestoru⁶⁹. Zákony sú dielom Božím, Boh nimi vládne a nemôže byť im podriadený.

Tak som sa dostal k zákonom, ktoré poznáva moderná veda. Na úrovni nášho života sú podstatné zákony teórie relativity, ktoré v najobecnejšej formulácii popisujú gravitáciu a kvantová mechanika, ktorá popisuje všetko ostatné. Jej zákony sú však zvláštne – sú to zákony štatistické, To znamená, že výsledky experimentov nie sú jednoznačné – majú rozptyl. Ako príklad uvediem rádioaktívny rozpad, kde principiálne nie je možné dopredu povedať, kedy sa rozpadne konkrétne rádioaktívne jadro a ktorým smerom vyletia z neho produkty rozpadu. Vieme povedať iba to, aký je polčas rozpadu, čiže aká je pravdepodobnosť jednotlivých rozpadov.⁷⁰ Z hľadiska popisu veľkého súboru to stačí, ale v našom konkrétnom živote, vôbec nie je jedno, či kvantum žiarenia zasiahne molekulu DNA, ktorou odovzdáme našu genetickú informáciu potomstvu.

Táto nejednoznačnosť je v samotných základoch diania v našom svete. Vo verejnosti sú známe aj Heisenbergove relácie neurčitosti, ktoré určujú

⁶⁹ BÁNÓ, M. *Otvorené horizonty*. Košice: BYZANT, 2016.

⁷⁰ TELLER, Ede. Schrödinger macskája. In: *Fizikai Szemle*. 1997, roč. 7.

nepresnosť, ktorá je tiež principiálna.⁷¹ V najznámejšej podobe – čím presnejšie vieme určiť rýchlosť častice, tým menej presná je jej poloha. Ich presnosť nie je možné vylepšiť kvalitnejšou meracou technikou – jej podstata je totiž v samotnej prírode.⁷²

Na prelome tisícročia bol charakter kvantovej mechaniky predmetom búrlivých diskusií. Otázka stojí tak, či štatistický charakter kvantovej mechaniky je definitívny, alebo v základoch prírody sú deterministické zákony.⁷³ Potom štatistický charakter kvantovej mechaniky by bol iba zdanlivý, lebo nepoznáme to podstatnejšie a v prírode by museli existovať nejaké skryté parametre. Dodnes by sa mohli vedci hádať, ak by sa nenašiel experimentálny spôsob verifikácie. Ten bol nájdený, keď Stuart Bell objavil nerovnosti, ktoré sú dnes pomenované po ňom⁷⁴. Jeho nerovnosti sú jasnou deliacou čiarou medzi kvantovo-mechanickým popisom prírody a hypotetickým popisom s existenciou skrytých parametrov.

Mnohonásobné experimenty bez pochyb potvrdili, že dianie na úrovni mikrosveta sa dá popísať iba v rámci kvantovej mechaniky.⁷⁵ V nej je náhoda principiálne zakomponovaná do základov popisu sveta. Ako keby Boh si chcel ponechať voľnosť pri rozhodovaní o tom, čo sa má udiť – bez toho, aby sa porušili zákony fyziky. Vraj od Einsteina pochádza vyjadrenie, že náhoda je nástrojom Boha, aby mohol ostať nepozorovaný. Tvrdil, že nič sa nestane náhodou.

My k tomu môžeme dodať, že toto nie je viera v Boha medzier v našich vedomostiach, ako to tvrdia niektorí známi ateisti. Podľa nich totiž medzery miznú s postupom poznávania. Medzery, o ktorých hovorím, sú zabudované priamo do základov prírody, sú ich podstatnou, neoddeliteľnou súčasťou a podľa našich dnešných vedomostí nikdy nemôžu byť odstránené. To nie je iba teória, ale experimentálne overený fakt. Problematika úzko súvisí aj s našou slobodnou vôľou, ale to je téma na ďalšiu prednášku. Zaujímavcov o ďalšie štúdium by som odkázal na literatúru týkajúcu sa Bellových nerovností.

Viera

Vyplýva teda z predošlých úvah, že je možné dokázať existenciu Boha priamo z prírodných vied? Určite nie, pomyslíme len na to, ako sa menili v minulosti paradigmy týchto vied. Je to ako s Jamesom Wattom, o ktorom sa

⁷¹ HEISENBERG, W. *Physik und Philosophie*. Stuttgart: S. Hirzel, 1959.

⁷² BOHR, s. *Atomtheorie und Naturbeschreibung*. Berlin: Springer, 1931.

⁷³ NEUMANN, J. von. *Mathematical Foundations of Quantum Mechanics*. Princeton: Princeton University Press, 1955.

⁷⁴ BELL, J.S. On the Einstein Podolsky Rosen Paradox. In: *Physics*. 1964, roč. 1, č. 3.

⁷⁵ GRYGAR J., *O viedě a víře*.

nedozvieme len z toho, že rozoberieme parný stroj a možno, že aj pochopíme jeho funkciu. Ale už celkom určite z prírodných vied nie je možné dokázať, že Boh neexistuje. Širšie súvislosti, ktoré som uviedol v prednáške svedčia o tom, že prírodné vedy sa prikláňajú skôr k transcendentným vysvetleniam. Prírodné vedy opisujú materiálny svet a Boh, jeho tvorca, je mimo neho.⁷⁶

Z nádhery a komplexnosti sveta však vyplýva nájstojčivá otázka – odkiaľ pochádza a prečo vlastne existuje. Odpoveď sa môžeme dozvedieť iba vtedy, ak nám ju Boh sám ukáže – tým, že nás inšpiruje. Inšpirácia môže pochádzať aj z prírodných vied, ale rovnako motivujúci môže byť aj pohľad na kvapku rosy v rannom slnečnom jase. Boh nás však môže usmerniť aj tak, že poruší svoje zákony. Môže to urobiť tak nápadne, že si to nemôžeme nevšimnúť a musíme myslieť na zázrak.

Použitá literatúra

- ALPHER, R. A., BETHE, H., GAMOW, G. The Origin of Chemical Elements. In: *Physical Review*. 1948, roč. 73, č. 7, s. 803-804.
- BÁNÓ, Mikuláš. *Otvorené horizonty*. Košice: BYZANT, 2016.
- BELL, John S. On the Einstein Podolsky Rosen Paradox. In: *Physics*. 1964, roč. 1, č. 3, s. 195-200.
- BOHR, N. *Atomtheorie und Naturbeschreibung*. Berlin: Springer, 1931. ISBN 978-3-642-64946-2.
- CARTER, Brandon. Large Number Coincidences and the Anthropic Principle in Cosmology. In: LONGAIR, M. S. ed. *Confrontation of Cosmological Theories with Observational Data*. Dordrecht: Springer, 1974, s. 291-298. International Astronomical Union / Union Astronomique Internationale. ISBN 978-94-010-2220-0.
- TELLER, Ede. Schrödinger macskája. In: *Fizikai Szemle*. 1997, roč. 7, s. 202.
- EINSTEIN, Albert. Science and Religion. In: *Nature*. 1940, roč. 146, č. 3706, s. 605-607. ISSN 1476-4687.
- FRIEDMAN, Alexander. Über die Krümmung des Raumes. In: *Zeitschrift für Physik*. 1922, roč. 10, č. 1, s. 377-386.
- GIUSTINA, Marissa et al. Bell Violation Using Entangled Photons Without the

⁷⁶ GIUSTINA, M. et al. Bell Violation Using Entangled Photons Without the Fair-Sampling Assumption. In: *Nature*. 2013, roč. 497, č. 7448.

- Fair-Sampling Assumption. In: *Nature*. 2013, roč. 497, č. 7448, s. 227-230. ISSN 1476-4687.
- GRYGAR, Jiří. *O vědě a víře*. Kostelní Vydří: Karmelitánske, 2001. ISBN 80-7192-535-7.
- HEISENBERG, Werner. *Physik und Philosophie*. Stuttgart: S. Hirzel, 1959.
- HOYLE, Fred. The Universe: Past and Present Reflections. In: *Annual Review of Astronomy and Astrophysics*. 1982, roč. 20, č. 1, s. 1-36.
- HUBBLE, Edwin. A Relation Between Distance and Radial Velocity Among Extra-Galactic Nebulae. In: *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 1929, roč. 15, č. 3, s. 168-173.
- KRUMPOLC, E. *Atopický princíp*. Olomouc: Univerzita Palackého, 2006.
- MANTHES, Gérard et al. Lead Isotope Study of Basic-Ultrabasic Layered Complexes: Speculations About the Age of the Earth and Primitive Mantle Characteristics. In: *Earth and Planetary Science Letters*. 1980, roč. 47, č. 3, s. 370-382. ISSN 0012-821X.
- NEUMANN, John von. *Mathematical Foundations of Quantum Mechanics*. Princeton: Princeton University Press, 1955. ISBN 978-0-691-02893-4.
- POPPER, Karl. *Logik der Forschung: Zur Erkenntnistheorie der modernen Naturwissenschaft*. Vienna: Springer, 1935. ISBN 978-3-7091-2021-7.
- SIEGEL, Ethan. Ask Ethan: How Many Generations Of Stars Formed Before Our Sun? In: *Forbes* [online] [cit. 05.08.2022]. Dostupné na internete: <https://www.forbes.com/sites/startswithabang/2019/10/26/ask-ethan-how-many-generations-of-stars-formed-before-our-sun-did/>
- WEINBERG, Steven. *The First Three Minutes: A Modern View of the Origin of the Universe*. New York: Bantam Books, 1977. ISBN 978-0-553-11425-6.

RNDr. Mikuláš BÁNÓ, CSC.
 Ústav experimentálnej fyziky SAV
 Košice