
ÚVOD K ROZHOVOROM

V roku 2005 sme pri príležitosti stého výročia Einsteinových objavov skúsili .pod lampou diskutovať dve hodiny o takzvanej ťažkej fyzike. A hoci to bol podľa mnohých risk, napokon z toho bola ocenená diskusia roka. Presne takto sa začala tradícia „vedeckých lúč“, v ktorých ma najmä Martin Mojžiš a Vlado Černý postupne voviedli do čarovného sveta fyziky. Odvtedy prakticky neustále čítam knihy a počúvam video-prednášky o tajomstvách kvantovej fyziky a povahe tohto neuveriteľného vesmíru.

Asi pred rokom a pol som pocítil zvláštny hlad. Za dvadsať rokov sme najmä s Martinom absolvovali množstvo verejných aj súkromných debát na tému fyziky, takže by sa mohlo zdať, že veľa nového sa už povedať nedá – ale ja som nejako cítil, že je čas na novú sériu o zázrakoch fyziky. Martinovi som to navrhol s tým, že zhrnieme všetko, o čom sme počas uplynulých rokov postupne hovorili. Ale počas tých desiatich rozhovorov som znovu a znovu zisťoval takúto vec: povaha sveta je natoľko fascinujúca, že cez Martinove postrehy ma vždy prekvapí niečím úplne novým. Jednak samotnou podstatou toho, ako príroda funguje, ale aj geniálnym spôsobom, akým to fungovanie šikovní ľudia odhalili.

Martin zvolil jednoduchý kľúč - polovicu rozhovorov venovať objavom kvantovej mechaniky cez tých ľudí, ktorí urobili najzásadnejšie kroky, a druhú polovicu venovať rôznym oblastiam nášho reálneho života a sveta okolo nás, v ktorých hrá kvantová mechanika zásadnú úlohu. Bol to dobrý kľúč. Spoznať myslenie velikánov kvantovej fyziky, ale aj ich osobný život, bolo pre mňa zážitkom a fakt, že kvantová mechanika hrá úplne zásadnú úlohu prakticky vo všetkom okolo nás, mi občas až vyrážal dych.

Kvantová mechanika, to znie dosť nudne. Ale v Martinovom podaní je to pre mňa najmä poézia a neustály odkaz na tajomno. Pamätám si, ako nás na strednej škole učili, že atóm je zložený z jadra tvoreného ohraničenými protónmi a neutrónmi, okolo ktorých obiehajú ohraničené elektróny. Znázorňoval to vždy obrázok väčších guľičiek protónov a neutrónov v jadre a menšej guľičky krúžiaceho elektrónu. Tie guľičky som si pritom vždy predstavoval ako niečo supertvrde. Lenže protón a

neutrón nie sú žiadne ohraničené guľičky, elektrón neobieha po kružniciach okolo jadra a nič z toho nie je supertvrde. V skutočnosti je to celé úplne inak. Ako inak, o tom je kvantová mechanika – a aj táto kniha.

Kvantová mechanika je teória toho, z čoho je viditeľný svet tvorený a ako sa jeho súčasti správajú. Teda čo sú to tie slávne častice, ako sa správajú v atónoch alebo samotné napríklad v slávnom dvojštrbinovom experimente. A správajú sa naozaj bizarne. Elektrón v atóme sa nenachádza na nijakom konkrétnom mieste, hoci ak urobíme meranie jeho polohy, vždy ho na nejakom konkrétnom mieste nájdeme. Rozumiete? Ja nie. Častice nie sú vždy častice, niekedy sa správajú ako vlny. Ako môžu byť častice vlnami? A ak sú niekedy vlnami, čo sa to potom vlastne vlní? Nie, nevlňa sa tie supertvrde guľičky. Vlní sa vlna pravdepodobnosti. Rozumiete? Ja nie. Tak toto je tá poézia a tajomno súčasne. Veta Wernera Heisenberga, jedného z objaviteľov kvantovej mechaniky, podľa ktorej „najmenšie jednotky hmoty nie sú v skutočnosti fyzické objekty v bežnom zmysle, sú to skôr formy, idey, ktoré môžu byť jednoznačne vyjadrené len v matematickom jazyku“, je naozaj stretnutím s najhlbším tajomnom, ktoré sa pritom deje v tej najexaktnejšej vede. Aj o tom je táto kniha. Ale je to aj kniha o tom, ako na to všetko ľudia prišli. A to je tiež celkom prekvapujúce. Lebo na začiatku išlo o zdanlivo banálne javy súvisiace so svetlom a teplom. Atómy vošli do hry až neskôr.

Keď potom kvantová mechanika vznikla, bola to v prvom rade teória atómov. Lenže ak sa všetko skladá z atómov, potom je kvantová mechanika teóriou takmer všetkého. Znie to logicky, ale obsah tohto tvrdenia som docenil, až keď ho Martin rozmenil na drobné. Totiž kvantová mechanika opisuje celú chémiu vrátane tabuľky všetkých prvkov, ale aj to, prečo je zlato žlté, lesklé, mäkké a drahé. A opisuje aj jadrové reakcie vnútri Slnka, pevnosť meča, vlastnosti vody a vlastne takmer všetko, s čím sa v živote stretávame.

Prečo sa to takto neučí na školách? Prečo je fyzika stále obávaný predmet, a nie zaujímavé skúmanie sveta okolo nás? Od Novembra 1989 ubehlo už tridsaťpäť rokov, učebnice sa už dlho tvoria slobodne, tak prečo si dodnes vychovávame skôr odporcov najkrajších predmetov, než ich milovníkov? Možné odpovede sú dve. Buď nemáme ľudí, ktorí by vedeli napísať pútavé a pritom exaktné učebnice fyziky, alebo nemáme učiteľov, ktorí by vedeli obsah takých učebníc mladým ľuďom zaujímavo priblížiť. Ani jednému, ani druhému pritom neverím. Ľudí schopných hovoriť a písať pútavo o fyzike a vede všeobecne som za dvadsať rokov

.týždňa a .pod lampou spoznal mnoho. A učiteľov, ktorí vedia zaujímavo učiť, tiež. Mám podozrenie, že správna je tretia odpoveď, ukrytá v spôsobe, akým sa na vzdelanie už desiatky rokov pozerajú tí, ktorí rozhodujú o zákonoch, ministroch, zdrojoch a riadení v školstve. Keďže pohľad na súčasné Slovensko je v tomto až beznádejný, táto kniha je aj naším protestom. A súčasne skromnou ponukou, ako by sa tu o fyzike mohlo začať rozmýšľať, hovoriť a učiť.

Desať rozhovorov s Martinom bolo pre mňa poučným a súčasne veľmi zábavným dobrodružstvom. Želám Vám, aby ste to s našou knihou zažili úplne rovnako.

Štefan Hríb

OBRÁZOK A HIEROGLYFY K ÚVODU

Nie všetko, čo odznelo v rozhovoroch .pod lampou, sa objavilo aj v písomnej verzii uverejnenej v časopise .týždeň. Dobrý novinový alebo knižný rozhovor totiž nevzniká tak, že sa zvuková nahrávka prepíše, ale tak, že sa podľa tej nahrávky napíše.¹

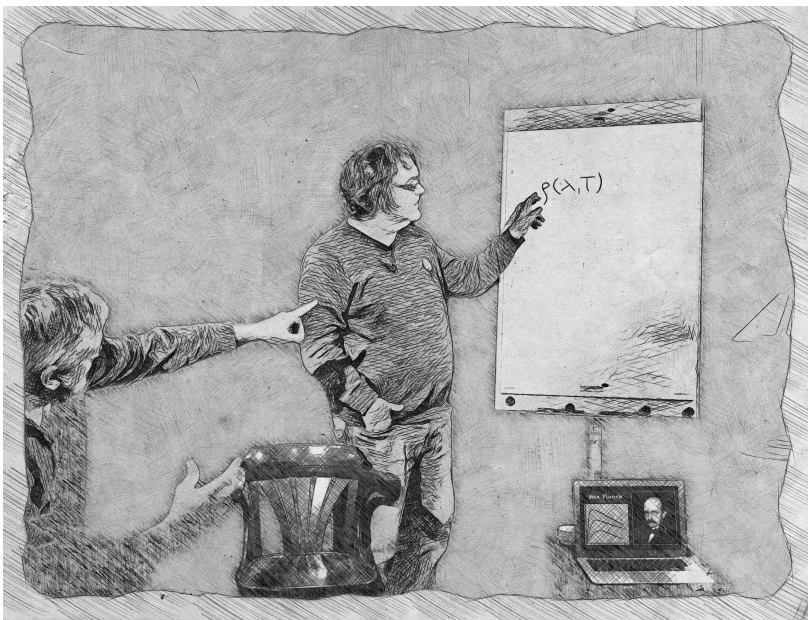
Dve veci, ktoré sa do časopiseckej verzie našich rozhovorov nedostali, vidno na obrázku. Prvou z nich je graf na počítači v pravom dolnom rohu obrázka. Ukazuje závislosť hustoty energie žiarenia čierneho telesa od vlnovej dĺžky pri troch rôznych teplotách. Druhou sú matematické hieroglyfy na tabuli, ktoré vyjadrujú tú istú závislosť – grécke písmeno ρ (ró) tu označuje hustotu energie, grécke písmeno λ (lambda) označuje vlnovú dĺžku a veľké T je teplota.

Tri otázky, ktoré sa v súvislosti s grafmi a matematickými formulami priam natískajú, sú tieto: Prečo sme ich vlastne v relácii .pod lampou používali? Prečo sme ich potom do .týždňa nedali? Prečo sme ich potom do knižky opäť dali?

Odpoveď na prvú otázku je takáto: V každej relácii sme chceli mať jeden graf, ktorý by dostatočne jasne ukazoval, že reč nie je o nejakých ezoterických a tajomných veciach, ale o fyzike bežného sveta okolo nás. Nešlo ani tak o to, aby diváci presne rozumeli, ako závisí veličina na vertikálnej osi od veličiny na horizontálnej osi, ako skôr o to, aby si uvedomili, že tie veličiny sú celkom obyčajné a všeobecne známe veci, ako napríklad energia, intenzita, frekvencia alebo teplota. Okrem toho sme chceli v každej relácii uviesť aspoň základné matematické formulky. Divákom, ktorí rozumejú jazyku týchto formuliek, to malo uľahčiť vytvoriť si jasnú predstavu, o čom presne je reč. A divákom, ktorí tomuto cudziemu jazyku nerozumejú (takých je väčšina), to malo pripomenúť, že aj keď o fyzike sa dá rozprávať aj bez matematiky, v skutočnosti tam tá matematika vždy je, a to veľmi podstatným spôsobom.

Prečo sme obrázky a formulky v .týždni vynechali? Pretože tam tieto rozhovory vychádzali na mieste venovanom rozhovorom s politikmi, umelcami, športovcami... Matematické hieroglyfy by boli predsa len prílišným vybočením z toho, čo bežný čitateľ od rozhovoru očakáva.

¹Toto sú voľne citované slová Jána Štrassera, ktorý má s rozhovormi bohaté skúsenosti.



A prečo sme sa k nim v knižke opäť vrátili? Lebo sa nám zdalo, že elegantným spôsobom umožňujú zhrnúť všetko podstatné, čo pod lampou zaznelo. Nevsunuli sme ich späť do samotného rozhovoru, zaradili sme ich vždy až za rozhovor. Ľuďom zvyknutým na matematický jazyk sme tak chceli dať možnosť rýchlo si v prípade potreby zopakovať obsah príslušného rozhovoru a dozvedieť sa aj niečo navyše. Ľuďom alergickým na matematickú výzdobu sme zas chceli umožniť vyhnúť sa nepriateľovi bez toho, že by museli vynechávať časti samotných rozhovorov.

Dokonca aj pre matematicky vzdelaných čitateľov je možno rozumné tieto časti preskakovať a prípadne sa k nim neskôr vrátiť. Písať a čítať knihu takýmto spôsobom nie je originálny nápad. Jedna z najlepších fyzikálnych učebníc, *Gravitation* od trojice Misner-Thorne-Wheeler, je písaná formou dvoch kníh v jednej. Niektoré kapitoly sú v nej označené číslom 1, iné číslom 2. Tie prvé tvoria základnú učebnicu, tie druhé akúsi jej nadstavbu. Kapitoly sa dajú čítať rad za radom, alebo je možné pri prvom čítaní kapitoly označené číslom 2 preskakovať a vrátiť sa k nim neskôr. Naše obrázky k rozhovorom predstavujú knihu 2, aj keď nie sú označené týmto číslom. Spoznáte ich podľa obrázka.

ÚVOD K NEPOVINNÉMU ČÍTANIU

Ak sa v našich končinách rozhodnete pre dve knihy v jednej, okamžite sa pred vami vynorí brilantná otázka Járy Cimrmana: „A není to málo, Antone Pavloviči?“ Keď mohli Misner, Thorne a Wheeler (traja ľudia) urobiť dve knihy v jednej, prečo by sme nemohli my (dvaja ľudia) urobiť tri knihy v jednej?

Myšlienka na tretiu knihu vznikla takto: V prvej časti série rozhovorov o kvantovej fyzike som Štefanovi povedal, že táto fyzika vyrástla zo spojenia dvoch najvýznamnejších fyzikálnych teórií 19. storočia – termodynamiky a elektrodynamiky. Ako príklad tohto spojenia som uviedol Boltzmannovu analýzu vymysleného tepelného stroja, v ktorom by úlohu pracovného plynu hralo svetlo. Na čo sa Štefan opýtal: „to hovoríme o stroji, v ktorom nie je palivo, ale svetlo?“

Ja som na najzaujímavejšiu časť tejto otázky, ktorá sa skrývala v slove palivo, v podstate nezareagoval. Pri prepisovaní rozhovoru mi to prišlo ľúto, pretože odpoveď považujem za zaujímavú a poučnú. Súvisí totiž s jednou mojou nesprávnou detskou predstavou o fungovaní strojov a nesprávne detské predstavy mávajú veľmi tuhý koreň. Vždy sa preto oplatí čo najpodrobnejšie ich prediskutovať a uvedomiť si, čo je na nich nesprávne – ak to neurobíme, navždy budú kontaminovať naše rozmyšľanie o príbuzných záležitostiach. Štefanova otázka ponúkala vynikajúcu príležitosť na prediskutovanie nie jednej, ale dokonca až dvoch konkrétnych nesprávnych predstáv. Nebol som však dostatočne pohotový a túto šancu som prepásol.

Pri príprave tejto knihy sa príležitosť zopakovala. Do vlastného textu si totiž môžete doplniť čo len chcete. A tak kde sa vzal, tu sa vzal, takýto nápad sa odrazu objavil: čo keby som za príslušný rozhovor (a obrázok k nemu) doplnil ešte krátky komentár, v ktorom by som sa k otázke strojov a paliva vrátil? Z fyzikálneho hľadiska by ten komentár neprevyšoval úroveň rozhovorov, takže pre čitateľa by to mohlo byť len také drobné osvieženie.

A potom som si uvedomil, že keď už bude reč o tepelných strojoch, dalo by sa v komentári povedať ešte všeličo iné, tiež poučné a zaujímavé. O tepelných strojoch, konkrétne o takzvanom Carnotovom cykle, sa mnohí študenti učia už na strednej škole. Nezrozumiteľným spôsobom. Aspoň také bolo celý život moje presvedčenie, či prinajmenšom podo-

zrenie. Nestálo by za to pokúsiť sa v tom komentári vysvetliť, v čom spočíva dôležitosť Carnotovho cyklu? Lebo on je extrémne dôležitý, akurát z toho stredoškolského výkladu (a, žiaľ, aj z mnohých vysokoškolských) vôbec nie je jasné prečo.

Lenže pravda je taká, že nielen o Carnotovom cykle, ale o celej termodynamike má drvivá väčšina ľudí celkom skreslené predstavy. Niet sa čo čudovať – termodynamika je dosť ťažká časť fyziky s extrémne komplikovanou históriou. Nebolo by teda rozumné povedať pár slov o celej termodynamike? Pri rozprávaní o začiatkoch kvantovej fyziky mlčky predpokladáme, že o termodynamike ľudia niečo vedia, ale to väčšinou nie je oprávnený predpoklad. Takto, krok za krokom, vznikla myšlienka pridať k prvému rozhovoru niečo ako krátky populárno-vedecký článok o termodynamike.

A čo mechanika a elektrodynamika? O tých sme tiež v rozhovore predpokladali, že o nich čitatelia niečo vedia, a aj to boli, pravdu povediac, dosť odvážne predpoklady. Takže čo keby sme k rozhovoru pridalí krátke populárno-vedecké články nielen o termodynamike, ale aj o mechanike a elektrodynamike? Mohol by som v nich vysvetliť, čo z mechaniky a termodynamiky považujem za najdôležitejšie a prečo sa to dosť líši od toho, na čo kladú dôraz stredoškolské učebnice a aj mnohé univerzitné kurzy.

Tak vznikla „svieža“ myšlienka akéhosi nepovinného doplnkového čítania k prvému rozhovoru. A okamžite bolo jasné, že aj v ďalších rozhovoroch sa nájdu veci, ktoré si zaslúžia niečo podobné. Teda podobné ako podobné. V skutočnosti sa nepovinné čítania k jednotlivým rozhovorom od seba dosť líšia. Pri druhom rozhovore som si napríklad dovolil úplnú drzosť: pokúšam sa tam vysvetliť, čo sú Taylorove a Fourierove rady, čo je ich podstatou (respektíve „dušou“, ako hovorí Vlado Černý). Desať autorov populárno-vedeckých kníh z desiatich vám pritom povie, že nič také do týchto kníh nepatrí (hovorí sa, že každá matematická formulka v tomto type knihy zníži počet potenciálnych čitateľov na polovicu). Nuž ale práve preto je to vcelku vzrušujúca výzva. Pre autora aj pre čitateľa. A pritom nijaké nebezpečenstvo nikomu nehrozí. Čitateľ môže toto nepovinné čítanie pokojne preskočiť, nič zlé sa tým nestane.

Tretie nepovinné čítanie je zas niečo iné. Zostavil som ho z prekladov častí pôvodných prác autorov, ktorí zásadne prispeli k rozvoju atómovej hypotézy. Sú tam texty (presnejšie povedané časti textov) rôznych ľudí od Lucretia cez Avogadra až po Einsteina. Ak chcete čítať úvod a záver jedného z Einsteinových najslávnejších článkov, nech sa páči.

Väčšina nepovinného čítania však slúži celkom prozaickému cieľu: doplniť k rozhovorom informácie, ktoré v nich nezazneli, ale pritom sa javia ako celkom dôležité. Prínajmenšom pre čitateľov s hlbším záujmom o kvantovú mechaniku. Nie je to vždy úplne jednoduché čítanie, nuž ale pri kvantovej mechanike sa príliš ľahko príliš hlboko dostať nedá. V každom prípade, keď sa to všetko napísalo, celá kniha sa v porovnaní so samotnými rozhovormi viac než zdvojnásobila. V podstate sú to tri knihy – jednak kniha rozhovorov o kvantovej fyzike, popri nej kniha komentovaných obrázkov k rozhovorom a napokon kniha populárno-vedeckých článkov o súvisiacich témach.

A ako sme už hovorili, niektoré z týchto článkov sú na úrovni rozhovorov (čiže na úrovni knihy 1), väčšina je však o čosi zložitejšia (čiže skôr na úrovni knihy 2). Samotné rozhovory sú, prirodzene, na úrovni „vedeckých lúč“ a populárno-vedeckých článkov z .týždňa. Obrázky, hieroglyfy a nepovinné čítanie k rozhovorom sú spravidla zložitejšie a určené sú skôr serióznym záujmom o kvantovú mechaniku. V každom prípade, čitateľ dostáva namiesto jednej knižky tri. No nekúp to.

Martin Mojžiš