

JIŘÍ
HORÁK

KNIHA

O NOVÉ FYZICE



ZÁKLADY TEORIE
KVANTOVÉ GRAVITACE


máj

**JIŘÍ
HORÁK**

KNIHA

**O NOVÉ
FYZICE**

**ZÁKLADY TEORIE
KVANTOVÉ GRAVITACE**

OBSAH

Úplné zatmění Slunce	7
Úplné zatmění Měsíce	54
Gravitační vlny Země	87
Gravitony	126

Úplné zatmění Slunce

V dějinách fyziky jsou nejdůležitější ty okamžiky, kdy jsme nuceni revidovat základní vědecké koncepce.

Pjotr L. Kapica: Moje vzpomínky na lorda Rutherforda, 1966

Na sklonku dvacátého století, ve středu 11. srpna roku 1999 zastihlo Evropu úplné zatmění Slunce. Znamenalo to, že Měsíc byl toho dne v novu a krátce po poledni (u nás v letním čase) na své oběžné dráze kolem Země procházel mezi Sluncem a Zemí právě tím místem, odkud lidem maximálně na dvě a půl minuty jeho kotouč zcela zastínil sluneční disk. Úplné zatmění Slunce je viditelné jen z velice užoučkého pásu na povrchu Země, tvořeného posouvajícím se plným stínem Měsíce, což je způsobeno neustálým pohybem všech tří nebeských těles. Z mnohem širšího polostínu po obou stranách plného pásu je možné pozorovat pouze zatmění částečné, při kterém je Slunce vidět, jako kdyby bylo více či méně okrouhle vykousnuté. V Praze bylo toto zatmění jen devadesátipětiprocentní fází úplného zatmění. Celý průběh úplného zatmění Slunce, od prvního doteku slunečního disku, od počátku jeho zaclonění měsíčním kotoučem do jejich posledního vizuálního kontaktu může

trvat až čtyři hodiny. Úplná zatmění Slunce se ve velkých časových cyklech pravidelně opakují. Již starověkým civilizacím, obývajícím území od Číny přes Mezopotámii až po starý Egypt, byla známa perioda 223 synodických měsíců, nazvaná Chaldejci *saros* (opakování), která představuje dobu osmnácti let a jedenácti dnů, během kterých nastane na celé Zemi celkem *jedenáctýřicet* úplných zatmění Slunce. Při každém následném, opakujícím se zatmění Slunce se však pás stínu Měsíce na Zemi posouvá asi o třetinu obvodu Země dále na severozápad, takže se úplná zatmění postupně stávají částečnými a naopak. Proto také po sobě následující zatmění Slunce nemohou být na Zemi viditelná ze stejného místa a všechna zatmění Slunce v tomto období samozřejmě také nejsou vždy úplná. Poslední úplné zatmění Slunce bylo v Praze vidět naposledy 7. června roku 1415 a v Čechách 12. května v roce 1706. Příští úplné zatmění Slunce, viditelné opět v Praze, nastane 13. června v roce 2075. Ta neúplná, částečná či prstencová zatmění Slunce jsou samozřejmě mnohem častější.

Od časů čtyř titánů astronomie Mikuláše Koperníka, Galilea Galileiho, Johannese Keplera a Isaaca Newtona se všichni astronomové začali postupně shodovat v názoru, že na tomto velkolepém přírodním úkazu není nic až tak mimořádného ani pozoruhodného, neboť se jedná pouze o přechodný prostorový zákryt tří nebeských těles bez jakýchkoliv záhad, tajemství a následků. „Zatmění samo o sobě pro profesionální astronomy příliš zajímavé není. Zatmění je dostatečně dobře objasněné, takže se o něm ve skutečnosti pozorováním ze Země nedá nic nového zjistit.“ (Peter Coles: Einstein a úplné zatmění, 1999) Proto máme bez výhrad věřit, že příroda nám demonstruje tento očividně nepřehlédnutelný nebeský úkaz jenom tak, zcela náhodně, z pouhého rozmaru, protože to umí a může, tak-

že nám, užaslým pozemšťanům, s neskonale trpělivou vytrvalostí, každé generaci znovu daruje naprosto výjimečný nebeský spektakl pro pouhé potěšení oka, rozjitření labilních myslí anebo k připomenutí si pozapomenutých školních vědomostí.

Zásadní otázka zní: Opravdu se to všechno děje jen proto, aby Slunce na pár minut vyznačilo na povrchu Země kolečko měsíčního stínu o maximálním průměru 309 kilometrů? Anebo jsme ve skutečnosti tímto způsobem opticky a vizuálně velice nápadně a důrazně upozorňováni na něco mnohem závažnějšího? Totiž na to, co se při tom sice doopravdy odehrává, ale co nelze žádným způsobem spatřit, pocítit, zaznamenat, takže to nedokážeme nijak odhalit přímo svými smysly, avšak můžeme k tomu dospět hlubokou revizí a zásadním přehodnocením dosud stereotypně opakovaných poznatků o tomto jevu, ovšem za předpokladu, že začneme o tak známém nebeském úkazu uvažovat podstatně jinak, z hlediska veškerých našich ostatních vědomostí a znalostí, které s tímto výjimečným nebeským úkazem na první ani druhý pohled nijak nesouvisejí. Vždyť přece máme v sobě poučné dědictví obdobné zkušenosti, neboť něco velice podobného už lidé kdysi zažili, když museli zásluhou polského astronoma Mikuláše Koperníka (1473–1543) logickou rozumovou konstrukcí přehodnotit každodenní smyslovou zkušenost, zbavit se tím geocentrického světónázoru a nahradit ho světónázorem heliocentrickým. Až dnes to pociťujeme jako obrovský kvalitativní skok v lidském myšlení: lokální, smyslově vnímaný svět, ohraničený do té doby obzorem ráno vycházejícího a večer zapadajícího Slunce, se lidem rozšířil na vědomí jejich příslušnosti k celé sluneční soustavě a jejím prostřednictvím pak k veškerému existujícímu kosmu. Tuto sounáležitost si ovšem začali lidé naplno se všemi důsledky uvědomovat se značným zpoždě-

ním, vlastně až od druhé poloviny dvacátého století. (Henry Skolimowski: Účastná mysl, 1994)

Úplnému zatmění Slunce v Evropě předcházela v tisku obvyklá osvěta se spoustou informačních článků, doprovázených obrázky a nákresy natolik názornými, že bylo příjemné zažívat očekávání události v naději a čase tiše stojícím, odkud že se tentokrát rozletí do světa zpráva, která odstartuje poslední etapu onoho způsobu poznávání světa vezdejšího, zahájeného téměř o více než sto let předtím, v pátek 14. prosince roku 1900, německým fyzikem Maxem Planckem (1858–1947). Ten *navrhl* počítat množství tepla, dělit teplo na dávky anebo částčky tak maličké, že již nebyly dále dělitelné. Zároveň *určil* jejich velikost na stotisícinu gramu a nazval je *účinkovými kvanty*.

Situace fyziky na začátku dvacátého a jedenadvacátého století se v něčem obdobném nápadně shoduje. Na počátku dvacátého století panoval ve fyzice nepředstavitelný zmatek. Většina fyziků dosud věřila na všudypřítomný éter, znala gravitaci, mechaniku pohybových zákonů, akustiku, optiku, termodynamiku, elektromagnetismus, rádiové vlny, atomy i elektrony. Věděla již také o dvou nejčerstvějších novinkách – o rentgenovém a radioaktivním záření. Co si s tím vším měl jeden obor přírodních věd počít? Jak a kde hledat v tomto neuvěřitelném chaosu dílčích poznatků a nijak nesouvisejících oblastí fyziky něco sjednocujícího a všemu tomu společného? Přinesl to právě Planckův postulát kvant, navržený sice původně jen jako algoritmus, který se však po čase jako zázrakem ukázal být počátkem skutečnosti nejskutečnější, nejenom pro teplo, světlo a ostatní druhy elektromagnetického záření, ale pro všechny síly a látkové hmotné částice celé budoucí subatomární fyziky.

To byl výchozí bod a skutečný počátek převratné demonstrace veškeré klasické newtonovské mechaniky, tedy celé až

do konce devatenáctého století uznávané a platné fyziky, směrem k její postupné proměně na *kvantovou mechaniku* základních přírodních sil a všech podob elementárních částic látkové hmoty. Od zrodu účinkového kvanta tepelného záření Maxe Plancka 14. prosince 1900 k formulaci základních principů kvantové mechaniky asi do roku 1930 byla cesta k teoretickým základům nové fyziky více než pozvolná, velice nejistá, a navíc dvakrát mocně zbrzděna. Ještě v prvních desetiletích dvacátého století se mnohým fyzikům zdálo, že klasická Newtonova mechanika bude nahrazena relativistickou fyzikou Alberta Einsteina (1879–1955), nejprve jako speciální (O elektrodynamice pohybujících se těles, 1905) a později jako obecná teorie relativity (1916), která však nijak nepostihovala právě objevovaný subatomární svět mikročástic a namísto tvorby kvantové statistiky směřovala do kosmického makrosvěta. Neblahé důsledky vyplývající z teorie relativity začaly obohacovat teoretickou fyziku teprve ve druhé polovině dvacátého století o spoustu nádherných nesmyslů, až se nakonec speciální teorie relativity i se všemi jejími důsledky těsně před koncem dvacátého století matematicky náraz zhroutila. (Arthur Bolstein: Obyčejné selhání jedné neobyčejné teorie, 1999)

Na počátku jedenadvacátého století ovšem panuje ve fyzice ještě větší zmatení myslí než před sto lety. Většina fyziků dosud věří na speciální a obecnou teorii relativity, na dominantní jazyk matematiky, na čtyři rozměry prostoročasu, na absolutní rychlost světla a spoustu dalších předsudků, které jim zcela znemožňují jakkoliv ve fyzice tvořivě uvažovat.

Z celé stavby někdejší klasické mechaniky však v průběhu dvacátého století v nové teorii kvantové mechaniky zůstával trčet zcela nedotčený její původní opěrný sloup, teorie mechanické gravitace Isaaca Newtona (1642–1727). To dlouho svádělo k mylnému názoru, že bude dříve či pozdě-

ji v této podobě včleněna rovněž do kvantové mechaniky, patrně obdobným *matematickým postupem*, jakým kdysi spojil skotský fyzik James C. Maxwell (1831–1879) klasickou mechaniku s elektromagnetismem, a tím bude celá nová kvantová mechanika završena. Vleklý omyl teoretické fyziky dvacátého století o možném spojení klasické mechaniky s mechanikou kvantovou živilo mnoho předsudků, počínaje slepou vírou v zázračné schopnosti matematiky, ale především prostá skutečnost, že Newtonův zákon všeobecné gravitace společně s jeho třemi pohybovými zákony z klasické mechaniky spolehlivě odolávaly času, neboť naprosto přesně odpovídaly všem známým mechanickým projevům hmotných těles v celé naší sluneční soustavě. V plném souladu s nimi dodnes startují do kosmu rakety, na orbitách létají družice a z jabloní padají jablka vždycky k zemi.

Teprve od poloviny dvacátého století začalo být všem zasvěcenějším fyzikům zjevné, že budoucí kvantovou gravitaci nelze žádným způsobem odvodit z Newtonova zákona všeobecné gravitace ani z jeho tří pohybových zákonů, podobně jako z nich ani v klasické mechanice například nevyplyvalo naprosto nic o mnohých dílčích detailech, například o rotaci nebeských těles, a proto bude nutné nalézt takové přírodní úkazy a jevy, na nichž bude možné zkoumat a poznávat nové projevy, vlastnosti a charakteristiky gravitační síly, než jak je známe dosud. Jenomže sama potřeba či nutnost jejich hledání byla předem paralyzována chybným předpokladem, že k tomu bude třeba nejprve vyvinout mohutnější a ještě výkonnější urychlovače, než jsou všechny stávající, neboť ve dvacátém století již prostě nelze jiným způsobem objevit žádné zjevné, dosud neznámé přírodní úkazy či jevy vypovídající o gravitaci něco nového, co ještě neznáme z Newtonovy klasické mechaniky. Tím vším spo-

lečně teoretická fyzika druhé poloviny dvacátého století naprosto ztratila nejenom jakoukoli orientaci, ale i veškerou naději či víru, že pro soudobou a tím i budoucí kvantovou mechaniku existuje naprosto jasný, základní či hlavní směr bádání, a vše ostatní, oč usilovala, byť se to jevilo sebevíce atraktivním, bylo jen ono proslulé Rutherfordovo „sbírání známek“.

Pro fyziku jako takovou bylo deprimující, že tak veleúspěšná kvantová mechanika po celé dvacaté století nedokázala vytvořit ani jen počátek či náznak budoucí podoby *kvantové teorie gravitace* a kromě předpovědí o gravitonu, nehmotném virtuálním nositeli gravitační síly se spinem 2, zcela chybných představách o tvorbě gravitačních polí a vágních, ničím nepodložených představách o gravitačních vlnách nepostoupila ani o krůček vpřed. Celá kvantová fyzika se tím nutně ocitla v hluboké a vleklé ideové krizi, z níž již do konce století nevybředla. „Léta, která uplynula od roku – řekněme – 1975, tvoří v historii elementárních částic období největší frustrace.“ (Steven Weinberg: *Snění o finální teorii*, 1993) Erudovaní fyzici se v té době zabývají kosmologií, fantaziemi o sjednocení všech sil, počátečními podmínkami vesmíru, singularitou, velkými třesky, černými dírami, existencí jiných kosmů, mnohorozměrnými prostory, červími dírami, lovem exotických částic v extrémních energiích, cestováním časem, chaosem apod. Příznačné pro konec dvacátého století bylo, že nejhodnotnější práce o teorii kvantové mechaniky té doby se vůbec netýkaly nových poznatků, ale převažovaly v nich sumarizující anebo bilanční rekapitulace, což zřejmě zcela logicky souviselo s odchodem posledních mohykánů z první generace tvůrců kvantové mechaniky, a tedy se završením celé doposud nejvýznamnější a zároveň také aplikačně nejúspěšnější etapy teoretické fyziky.

Teorie kvantové mechaniky se tak na počátku jedenadvacátého století ocitla ve stejném, možná dokonce v ještě větším zmatku, než tomu bylo s klasickou mechanikou na počátku století dvacátého. Nepřehledné množství jednotlivých, útržkovitých a nesourodých poznatků zůstává vedle sebe osamoceno bez jakékoliv kontinuity či společného jmenovatele. Znalost, vědění či poznání nahradila informace, celek jednotlivost, detail. Základní problém je stále stejný jako na začátku dvacátého století. Svět kvantové mechaniky není žádným způsobem přímo ani zprostředkovaně vnímatelný, takže fragmenty dosaženého poznání v kvantové fyzice namísto skutečnosti suplují schémata, modely, či dokonce jen matematické vztahy, které nevypovídají naprosto nic o podstatě kvantové reality samé. Rakouský fyzik Ernst Mach (1838–1916) si přál nejprve atom spatřit, teprve potom byl ochoten v jeho existenci uvěřit. Dodnes nikdo žádný atom neviděl, popravdě řečeno vůbec netušíme, jak vypadá, avšak na jeho existenci skálopevně věříme, byť nám kvantová mechanika doposud nabízí pouze celou řadu teoreticky účelových modelů (rozinkový, solární, planetární, slupkový, prstencový apod.). Při pokusu o proniknutí do kvantové reality kvantového světa dříve či později narazíme na neřešitelnou záhadu, která se našemu vrozenému smyslovému nazírání skutečnosti jeví nepochopitelná až absurdní, ať už je to například průchod jednoho fotonu současně dvěma štěrbinami, jeho dualita jako částice a vlny, jeho schopnost sám se sebou interferovat apod. Anebo u elektronu již sama záhada jeho látkově hmotné substance, absence jeho rotační osy na orbitě při reálném stáčení jeho spinu atd. Podobné málo anebo zcela nepochopitelné či paradoxní jevy z kvantové mechaniky během dvacátého století nevytizely, nevytratily se, ale zůstávají jen více zasuté v pozadí pod přívalem dalších dílčích a doplňujících poznatků. V té-

to souvislosti bývá citován výrok rakouského fyzika Erwina Schrödingera (1887–1961) z roku 1926, který se s kvantovou mechanikou zcela rozešel, aby se nadále věnoval pouze filozofii: „Celé se mi to nelíbí a lituji, že jsem s tím vůbec kdy měl něco společného.“ Obdobnou averzi ke kvantové mechanice, především pro její nedeterminovanost („Bůh nehraje v kostky!“), choval rovněž Albert Einstein, který po své porážce v sérii myšlenkových experimentů o samu oprávněnost kvantové mechaniky s dánským fyzikem Nielsem Bohrem (1885–1962) na Slovanské konferenci v Bruselu v roce 1932 se naposled pokusil zpochybnit celé nově zrozené pojetí kvantové mechaniky (Einsteinův–Podolského–Rosenův paradox, 1935), čímž však přispěl jen dalším dílčím aspektem k potvrzení její celkové nelogičnosti.

Kámen úrazu s kvantovou mechanikou totiž nespočívá pouze v tom, že na rozdíl od klasické fyziky není deterministická, anebo v její relaci neurčitosti (Werner Heisenberg, 1927) či v celé sérii jejích rychle přibývajících paradoxů, jak se zprvu soudilo a jak se nám vlastně od počátku stále jeví. Její základní a trvalý problém je mnohem závažnější, neboť kvantová mechanika doposud nevytváří žádný systém, soustavu či strukturu, takže ji nelze pochopit, porozumět jí jako celku, protože prostě takovým celkem není, nevytváří jej. Lze ji tudíž pouze buď přijmout, anebo nepřijmout. Asi tak jako když určitá ideologie či věrouka, přestože není všeplatnou a všezahrnující soustavou, filozofií či světonázorem, musí být přijata i se všemi svými dogmaty, která jsou její organickou součástí, neboť drží vše pohromadě. Ta však nejsou nijak ověřitelná, a tudíž zůstávají rozumovým schopnostem člověka nedostupná. Proto také každý, kdo by chtěl kvantovou mechaniku pochopit, porozumět některému z jejích konkrétních nelogismů, dostane se z podobných důvodů dříve nebo později do neřešitelných rozporů s tím,

čemu říkáme kauzalita, logika, empirie, smyslová zkušenost apod., a to především v souvislostech, v návaznosti či ve spojení byť jen jednoho jediného takového konkrétního nelogismu či paradoxu s veškerým ostatním věděním anebo poznáním.

Tento podivný stav kvantové mechaniky naprosto nepatří minulosti jako jakési její dávné dětské nemoci, ale táhne se v plné závažnosti problému přes celé dvacáté století. Jeho tíhu je cítit tím více a naléhavěji, čím více se blížíme k nejsoučasnější tvůrčí vědecké práci. „Asi tak před rokem, když jsem čekal na výtah s Philipem Candelasem (z fyzikálního oddělení Texaské univerzity), stočila se naše řeč na mladého teoretika, který byl slibným postgraduálním studentem, než zmizel z očí. Ptal jsem se Phila, co překáželo tomuto bývalému studentovi ve výzkumu. Phil smutně potřásl hlavou a řekl: „Snažil se pochopit kvantovou mechaniku.““ (Steven Weinberg: Snění o finální teorii, 1993) Za všechny další možné příklady si ocitujme tristní bilanci jednoho z nejpožalovanějších: „A to je vše o zbytku kvantové fyziky. Je to hrozný mišmaš a asi si říkáte, že se fyzici dopracovali do pěkného maléru. Ale takhle to vypadalo vždycky.“ (Richard P. Feynman: Neobyčejná teorie světla a látky, 1985)

Protože celé moderní fyzice stále chybí jakákoliv výchozí společná základna, nemůže být ani kvantová mechanika jednotným systémem. Obrazně řečeno, je to úžasná, ohromující stavba, která však má na první pohled jednu velice prapodivnou zvláštnost: začíná prvním patrem. Nejenže neznáme její vlastní základy, ale neznáme její souvztažnost s klasickou fyzikou, a tím ani její návaznost na smyslově vnímanou realitu. Odtud pak pochází absence logického hodnocení nových poznatků, vytváření kauzálních vztahů a nemožnost jejich přiřazování k již poznanému či ověřenému dosavadnímu celku vědění. Není to stavba, kde bychom

mohli přidávat cihlu po cihle další poznatky ke společnému dílu. Z více než čtyř set experimentálně prokázaných částic kvantová fyzika na počátku jedenadvacátého století není schopna rozlišit, které z nich jsou skutečně fundamentálními, opravdu základními stavebními kameny látkové hmoty a které vznikají až demontáží těchto částic, čili jsou jejich vnitřní součástí, avšak samy o sobě nemohou izolovaně existovat.

Uvnitř každého protonu či neutronu, z nichž jsou tvořeny nukleony, jádra atomů, je trojice drobných, ale velice hutných, energetických, chceme-li tvrdých bodů, jadérek, peciček, zrn. Americký fyzik Richard Feynman je nazýval patrony, čínští fyzici jim říkali stratony, jejich zcela opomenutý spoluobjevitel George Zweig esa. Pojmenovány byly posléze kvarky (Murray Gell-Mann, 1963), které se jeví jako substancí hmoty nabitě bodové objekty, v nichž je koncentrována převážná část hmotnosti protonů či neutronů do té míry, že se nám jeví, jako kdyby v nich byla soustředěna veškerá hmotnost nukleonů. Julian Schwinger soudil, že kvarky jsou „bodové částice bez vnitřní stavby“, tedy s nulovým průměrem, a že jsou vůči antikvarkům symetrické.

Nejvíce fyziky ovšem zaráželo a mátlo, že kvarky neměly celočíselný elektromagnetický náboj. Každý ze tří kvarků tedy obsahuje buď třetinový, či dvoutřetinový kladný elektromagnetický náboj a vzájemným spojením budí a vyrovnávají záporné elektromagnetické náboje elektronů.

Teprve v roce 1985 americká fyzička Chien-Shung Wuová zjistila, že se kvarky z neutronů či protonů nedají žádným způsobem vyjmout, uvolnit či osamostatnit. Když je chtěla izolovat, oddělit od zbytku částice, po nepatrné toleranci prudce stupňovaly sílu svého odporu, aby tomu zabránily, a čím více je chtěla odtáhnout, tím větší odpor jí kladly.