

# ÚVOD

## PŘEDMĚT FYZIKY

*Jak se zvětšuje ostrov poznání, délka pobřeží, které hraničí s tajemnem, roste. Když jsou velké teorie vyvráceny, naše jistoty se ztrácejí a poznání vnímá tajemno jinak. Nově odhalená tajemství mohou být pokořující a neuspokojivá, ale to je cena za pravdu. Tvůrčí vědci, filozofové a básníci na tomto pobřeží rozkvétají.*

W. Mark Richardson,  
„A Sceptic’s Sense of Wonder“ (Skeptikův smysl pro údiv), *Science*

Americká fyzikální společnost, dnes přední profesionální organizace fyziků, byla založena roku 1899, když se na Kolumbijské univerzitě sešlo 36 fyziků se záměrem přispět k pokroku a šíření znalostí o fyzice. Podle této společnosti:

Fyzika má rozhodující úlohu pro pochopení světa kolem nás, světa v nás i světa mimo nás. Je to základní, fundamentální věda. Fyzika staví výzvy naší představivosti takovými koncepcemi, jako je relativita nebo strunová teorie, a to vede k velkým objevům, jako jsou například počítače nebo lasery, které mění naše životy. Fyzika zahrnuje poznávání vesmíru od největších galaxií až po nejmenší subatomární částice. Navíc tvoří základ mnoha dalších věd, včetně chemie, oceánografie, seismologie a astronomie.

Skutečně, fyzikové se dnes pohybují v mnoha oborech, studují obrovské množství témat a základních zákonů, aby pochopili chování přírody, vesmíru, podstatu skutečnosti. Fyzikové zvažují vícerozměrné prostory, paralelní vesmíry, možnosti červích děr propojujících různé oblasti času a prostoru. Podle Americké fyzikální společnosti vedou fyzikální objevy často k novým technologiím, dokonce mění i naši filozofii a náš pohled na svět. Například pro mnoho vědců z Heisenbergova principu neurčitosti plyne, že fyzikální vesmír doslova neexistuje v deterministické, příčinné podobě, ale že je spíše tajuplnou sbírkou pravděpodobností. Pokroky v chápání elektromagnetismu přivedly vědce k vynálezu rádia, televize a počítačů. Výzkum termodynamiky vyústil mimo jiné v konstrukci automobilu.

Až si pročtete tuto knihu, bude vám zřejmé, že vlastní předmět fyziky se měnil v průběhu věků a že ho není snadné vymezit. Přistupoval jsem k němu dosti zešířena a zahrnul do něho i taková témata jako fyzikální a inženýrské aplikace, pokroky v poznávání astronomických objektů; a dokonce i některé otázky přímo filozofické. Přes tento široký záběr má většina oblastí fyziky společnou spolehli-

vou oporu v matematických nástrojích, které pomáhají vědcům k porozumění, experimentování a předvídání ve světě přírody.

Albert Einstein kdysi prohlásil, že nejnepochopitelnější vlastností našeho světa je to, že je pochopitelný. Opravdu se zdá, že žijeme ve vesmíru, který může být alespoň přibližně popsán kompaktní matematickou teorií a fyzikálními zákony. Ale než fyzikové tyto zákony přírody objevili, museli se často nořit do nejhlubších a nejobdivnějších představ, o jakých lidský mozek kdy uvažoval – od teorie relativity a kvantové mechaniky až po teorii strun a podstatu velkého třesku. Kvantová mechanika nám dává nahlédnout do světa, který je podivně neintuitivní, klade otázky o prostoru, čase, informaci, příčině a následku. Avšak nehledě na tajuplné závěry plynoucí z kvantové mechaniky, tento obor nachází praktické využití v mnoha oblastech a technologiích, které zahrnují lasery, tranzistory, mikročipy a zobrazování pomocí magnetické rezonance.

Tato kniha je také o *lidech*, kteří stáli za mnoha velkými fyzikálními idejemi. Fyzika tvoří základ moderní vědy a fascinovala muže i ženy po staletí. Pokroku fyziky zasvětili svůj život někteří největší a nejdůvtipnější myslitelé jako Isaac Newton, James Clerk Maxwell, Marie Curie-Sklodowska, Albert Einstein, Richard Feynman a Stephen Hawking. Tito lidé nám pomohli změnit naše chápání vesmíru.

Fyzika je jedna z nejobtížnějších věd. Náš popis vesmíru vycházející z fyzikálních představ se stále rozrůstá, ale možnosti našeho mozku a vyjadřování zůstávají omezeny. V průběhu času se před námi otevírají stále nové oblasti fyziky, ale potřebujeme k tomu také nové, svěží způsoby myšlení a chápání. Když německý teoretický fyzik Werner Heisenberg (1901–1976) vyjádřil obavu, že lidské bytosti nebudou možná nikdy schopny pochopit atomy, dánský fyzik Niels Bohr (1885–1962) projevil optimismus. Začátkem 20. let 20. století prohlásil: „Myslím, že bychom to přece mohli dokázat. Ale v průběhu tohoto procesu bychom si museli ujasnit, co slovo *pochopit* vlastně znamená.“ Dnes používáme počítače, aby nám pomáhaly uvažovat za hranicemi naší intuice. Experimenty s počítači přivádějí fyziky k teoriím a názorům, o nichž v době před hromadným nasazením výpočetní techniky nikdo ani nesnil.

Řada předních fyziků dnes uvažuje o tom, že vedle našeho vesmíru existují paralelní vesmíry, buď jako slupky cibule, nebo jako bubliny plynu v pěně. Podle některých teorií paralelních vesmírů by se nám mohlo podařit existenci takových vesmírů zjistit podle gravitace, která jakoby prosakuje z jednoho vesmíru do sousedního. Například světlo přicházející od vzdálených hvězd by mohlo být ovlivněno gravitací neviditelných objektů, které se nacházejí v paralelních vesmírech vzdálených pouze několik milimetrů. Samotná myšlenka mnoha vesmírů není zase tak absurdní, jak by se mohlo zdát. Podle ankety, kterou americký výzkumník David Raub oslovil 72 předních fyziků a uveřejnil ji v roce 1998, 58 % fyziků (včetně Stephena Hawkinga) věří v nějakou verzi teorie mnoha vesmírů.

*Kniha o fyzice* uvádí široké spektrum témat, od teoretických i vysoce praktických až po velmi podivná a matoucí. V jaké jiné knize o fyzice byste našli hypotézu z roku 1964 o existenci subatomární „Božské částice“ a zároveň vyprávění o vynálezu superpružného míčku v roce 1965, který vyvolal vlnu módního šílenství napříč Amerikou. Setkáme se se záhadnou temnou energií, která by mohla jednoho dne rozervat galaxie a ukončit existenci vesmíru jedním strašným kosmickým trhnutím, a také se zákonem o záření absolutně černého tělesa, který nastartoval vznik kvantové fyziky. Budeme se usmívat nad Fermiho paradoxem, jenž se týká komunikace s mimozemšťany, a zamýšlet nad prehistorickým jaderným reaktorem, který byl objeven v Africe a vznikl před 2 miliardami let. Účastníme se diskuse o soutěži, jak vytvořit nejčernější černou barvu, více než stokrát tmavší, než je lak na černém autě. Tato superčerná barva by mohla být jednoho dne využívána k účinnějšímu zachytu sluneční energie nebo ke konstrukci mimořádně citlivých optických přístrojů.

Všechny vstupy v této knize jsou krátké, nanejvýš několik odstavců. Takový formát umožňuje čtenáři rychle vyhledat požadované téma, aniž by se musel prodírat houštinou slov. Kdy lidé poprvé spatřili odvrácenou stranu Měsíce? Pro první stručnou informaci si nalistujte kapitolu „Odvrácená strana Měsíce“. V čem spočívá záhada starověké baterie z Bagdádu nebo co jsou to černé diamanty? Takové a podobné provokující náměty najdete na příslušných stránkách. Podíváme se i na otázku, zda skutečnost je něco víc než umělá konstrukce - jak se dozvídáme stále víc o vesmíru a jsme schopni simulovat komplexní světy na počítačích, dokonce i seriózní vědci se začínají ptát, co je vlastně podstatou skutečnosti. Je možné, že žijeme jen v počítačové simulaci?

V naší vlastní kapsičce vesmíru jsme už vyvinuli počítače, které pomocí softwaru a matematických pravidel dokážou simulovat chování podobné životu. Jednoho dne bychom mohli vytvořit myslící bytosti, jež žijí v simulovaných prostorech - v ekosystémech tak komplexních a vzrušujících, jako je madagaskarský deštný prales. Třeba dokážeme simulovat samu skutečnost a možná, že pokročilejší bytosti někde ve vesmíru to už dělají.

## CÍL A CHRONOLOGIE

Příklady fyzikálních principů jsou všude kolem nás. Mým úkolem při psaní *Knihy o fyzice* bylo poskytnout širší veřejnosti stručného průvodce důležitými fyzikálními myšlenkami a přehled myslitelů v řadě krátkých kapitol, které lze strávit během několika minut. Vybíral jsem hlavně témata, která zajímají mne osobně, a bohužel nebylo možno do knihy zahrnout všechny velké milníky fyziky, aby kniha nenašla příliš na objemu. Proto jsem byl nucen při oslavě zázraků fyziky v prostorově omezeném svazku vynechat mnoho důležitých fyzikálních skvostů. Jsem nicméně přesvědčen, že jsem zahrnul většinu z toho, co mělo historický význam a rozhod-

jící vliv na fyziku, společnost a lidské myšlení. Některé ze vstupů jsou praktické, nebo dokonce žertovné, počínaje kladkami, dynamitem a lasery až k integrovaným obvodům, bumerangům a chytré plastelině. Příležitostně jsem zařadil některé podivné nebo šileně vyhlížející filozofické úvahy a představy, které však mohou být přesto významné, jako například kvantová nesmrtelnost, antropický princip nebo tachyony. Občas se špetka informace opakuje, aby se každý vstup dal číst samostatně. Malý oddíl nadepsaný „Viz také“ ke konci každé kapitoly pomáhá čtenáři utkat z jednotlivých vstupů pavučinu souvislostí a přeměnit knihu na hravé pátrání po objevech.

*Kniha o fyzice* odráží také moje vlastní intelektuální nedostatky, a přestože jsem se snažil prostudovat co nejvíce oblastí fyziky, je obtížné zvládnout tuto látku ve všech aspektech. Kniha zřejmě vyjadřuje mé osobní zájmy a silné i slabé stránky a jen já sám nesu odpovědnost za výběr zařazených klíčových hesel (a ovšem i za všechny omyly a nešťastné formulace). Spíše než jako všeobsahující odborné pojednání je kniha míněna jako oddechové čtení pro studenty přírodních věd a matematiky i zainteresované laiky. Uvítám zpětnou vazbu a návrhy na zdokonalení od čtenářů, protože tento projekt je výrazem mé záliby a považuji ho za otevřený.

Kniha je uspořádána chronologicky, podle roků spojených s jednotlivými objevy. Pro většinu položek jsem použil data spojená s vlastním objevem nebo prozkoumáním vlastností jevu, pouze v oddílech „JEVIŠTĚ SE PŘIPRAVUJE“ a „OPONA SE UZAVÍRÁ“ jsem použil časové údaje týkající se skutečné (či hypotetické) události, například kosmologické nebo astronomické.

Datování vstupů může být samozřejmě problematické v případech, kdy k objevu přispělo několik objevitelů. Často jsem použil nejstarší relevantní časový údaj, ale někdy jsem se po poradě s kolegy a dalšími vědci rozhodl uvést rok, v němž objev nabyl mimořádného významu. Například heslu „Černé díry“ lze přiřadit mnoho časových údajů, neboť určitý druh černých děr se mohl vytvořit už v dobách velkého třesku před 13,7 miliardy let. Ovšem název „černá díra“ se začal používat až v roce 1967, kdy ho zavedl teoretický fyzik John Wheeler. Po důkladné analýze jsem se však rozhodl použít časový údaj, kdy lidský důvtip poprvé umožnil vědcům představu černých děr rigorózně formulovat, a zvolil jsem rok 1783, v němž geolog John Michell (1724-1793) diskutoval o možnosti existence tak hmotných astronomických objektů, že jim jejich gravitace nedovoluje vyzařovat světlo. Pojem „Temná hmota“ jsem umístil do roku 1933, neboť v tomto roce švýcarský astrofyzik Fritz Zwicky (1898-1974) pozoroval první známky možné existence tajuplných, nevyzařujících, a tedy neviditelných částic. Rok 1998 jsem přisoudil termínu „Temná energie“, neboť v tomto roce byl tento název nejen zaveden, ale pozorování některých supernov naznačilo možnost, že se rozpínání vesmíru zrychluje.

Mnoho dávných časových údajů v této knize je pouze přibližných (například datování baterie z Bagdádu, Archimedova šroubu a další). Místo toho, abych před

těmito údaji uváděl termín „přibližně“, předem upozorňuji čtenáře, že velmi staré časové údaje – stejně jako údaje o vzdálené budoucnosti – jsou pouze hrubými odhady.

Čtenář si jistě všimne, že významný počet základních fyzikálních objevů umožnil vytvořit nové postupy v medicíně, pomohl zmírnit lidské útrapy a zachraňovat životy. Spisovatel a vědec John G. Simmons poznamenává: „Medicína dluží za většinu prostředků k zobrazování lidského těla fyzice 20. století. Tajuplné paprsky X Wilhelma Conrada Röntgena objevené v roce 1895 začaly být během několika týdnů využívány k lékařským diagnózám. O několik desetiletí později vznikly laserové technologie jako praktický důsledek objevů kvantové fyziky. Ultrasonografie vznikla jako vedlejší produkt výzkumu možností detekce ponorek a skenování CT vděčí za svůj vznik rozvoji počítačových technologií. Jedna z nejvýznamnějších moderních metod detailního prostorového zviditelňování nitra lidského těla je založena na zobrazování pomocí magnetické rezonance (MRI).“

Čtenář si také jistě povšimne, že podstatný počet základních objevů vznikl právě ve 20. století. Abychom viděli události ve správné perspektivě, musíme si uvědomit sled vědeckých revolucí. První probíhala zhruba v období mezi lety 1543 a 1687. V roce 1543 uveřejnil Mikuláš Koperník svou heliocentrickou teorii sluneční soustavy. Mezi roky 1609 a 1619 Johannes Kepler stanovil své tři zákony, které popisují dráhy planet při jejich oběhu kolem Slunce, a roku 1687 Isaac Newton publikoval své základní zákony pohybu a zákon gravitační. Druhá vědecká revoluce proběhla mezi lety 1850 a 1865, kdy vědci zavedli a rozpracovali různé koncepty týkající se energie a entropie. Začaly se rozvíjet takové oblasti studia jako termodynamika, statistická mechanika a kinetická teorie plynů. Ke třetí došlo ve 20. století, kdy kvantová teorie a speciální a obecná teorie relativity patřily k nejdůležitějším průlomům vědy, které změnily naše názory na skutečnost.

V jednotlivých heslech této knihy jsou někdy citováni vědečtí publicisté nebo významní objevitelé, ale z důvodů stručnosti nejsou na místě uváděny zdroje citátů. Předem se omlouvám za takový zhuštěný přístup; poznámky v závěru knihy pomohou čtenáři vyjasnit autorství citátů přesněji.

Protože jsou hesla v této knize řazena chronologicky, používejte rejstřík, chcete-li najít nějaký pojem, který může být probíráán na místě, kde byste to neočekávali. Například pojem „kvantová mechanika“ je tak bohatý a různorodý, že nemůže být shrnut v jednom chronologicky datovaném vstupu. Čtenář spíše najde jeho klíčové a dráždivé aspekty pod hesly jako „Zákon záření černého tělesa“, „Schrödingerova vlnová rovnice“, „Schrödingerova kočka“, „Paralelní vesmíry“, „Boseův-Einsteinův kondenzát“, „Pauliho vylučovací princip“, „Kvantová teleportace“ a další.

Kdo ví, co nám přinese fyzika v budoucnosti? Ke konci 19. století prominentní fyzik William Thomson, známý také jako lord Kelvin, prohlásil vývoj fyziky za ukončený. Nedokázal předvídat nástup kvantové fyziky a relativity ani dramatické změny, které tyto oblasti budou pro fyziku znamenat. Fyzik Ernest Rutherford

prohlásil začátkem 30. let 20. století o atomové energii: „Každý, kdo očekává, že transformace atomových jader by se mohla stát zdrojem energie, se oddává čiré iluzi.“ Předpovídání budoucnosti myšlenek a aplikací fyziky je zkrátka obtížné, ne-li nemožné.

Na závěr poznamenejme, že fyzikální objevy nám poskytují rámeček, v němž můžeme zkoumat subatomární a supragalaktická království, a že fyzikální koncepce umožňují vědcům předvídat budoucnost vesmíru. Je to také pole, kde se filozofické úvahy mohou stát stimulem vědeckých průlomů. Objevy popsány v této knize patří k největším duševním a vědeckým výkonům lidstva. Mne fyzika udržuje ve stavu neustálého údivu nad schopnostmi lidského myšlení, nad fungováním vesmíru a nad možnostmi úvah o našem místě v obrovské prostoročasové krajině, kterou nazýváme domovem.