

OBSAH

Poděkování	8
Předmluva	9
I. ČÁST Vzkročení do pátého rozměru	17
1. Světy vně prostoru a času	18
2. Matematici a mystikové	43
3. Muž, který „viděl“ čtvrtý rozměr	63
4. Tajemství světla: vibrace v pátém rozměru	84
II. ČÁST Sjednocení v deseti rozměrech	109
5. Kvantové kacířství	110
6. Einsteinova pomsta	131
7. Superstruny	144
8. Signály z desátého rozměru	169
9. Před Stvořením	181
III. ČÁST Červí díry: brány do jiných vesmírů	201
10. Černé díry a paralelní vesmíry	202
11. Stavba stroje času	215
12. Vesmíry v kolizi	233
IV. ČÁST Vládci hyperprostoru	249
13. Za budoucností	250
14. Osud vesmíru	276
15. Závěrem	287
Poznámky	308
Doporučená literatura	320
Jmenný rejstřík	322

PODĚKOVÁNÍ

Když jsem psal tuto knihu, měl jsem to štěstí, že mým redaktorem byl Jeffrey Robbins, který se věnoval již třem mým předchozím učebnicím teoretické fyziky o sjednocené teorii pole, teorii superstrun a kvantové teorii pole. *Hyperprostor* je však první populární knihou o přírodních vědách pro širokou veřejnost, kterou jsem psal za jeho redakce. Bylo mi velkou ctí, že jsem s ním mohl úzce spolupracovat.

Rád bych také poděkoval Jennifer Trainerové, která se autorsky podílela i na mých předchozích dvou populárních knihách. Opět využila svých nemalých dovedností, aby výklad byl co nejplynulejší a nejucelenější.

Jsem též vděčný četným dalším lidem, kteří pomáhali zlepšit a posuzovat první náčrty textu: Burtovi Solomonovi, Leslie Meredithové, Eugenu Malloveovi a mému agentovi Stuartu Krichevskému.

A konečně bych chtěl poděkovat za pohostinství princetonskému Ústavu pro pokročilá studia, kde byla kniha většinou napsána. Tento ústav, v němž Einstein strávil dvě poslední desetiletí svého života, byl přiměřeným místem, kde psát o revolučním vývoji, který rozšířil a doplnil mnohé z jeho průkopnické práce.

PŘEDMLUVA

Revoluce ve vědě, téměř z podstaty věci, odporují zdravému rozumu.

Kdyby byly správné všechny představy o vesmíru, které dává zdravý rozum, byla by věda odhalila veškerá tajemství vesmíru před tisíciroky let. Smyslem vědy je odloupnout jevový povrch věcí a dobrat se skutečné podstaty. Vlastně, kdyby se jev a podstata shodovaly, byla by věda zbytečná.

Snad nejpevněji zakořeněná představa zdravého rozumu o světě kolem nás je, že má tři rozměry. Bereme jako samozřejmost, že délka, šířka a hloubka stačí k popisu všech věcí v našem viditelném světě. Pokusy s kojenci i zvířaty ukázaly, že přicházíme na svět s vrozenou představou, že náš svět je třírozměrný. Když přidáme čas jako další rozměr, pak stačí čtyři rozměry k popisu všech událostí ve vesmíru. Ať naše přístroje zkoumaly cokoli, od jader atomů po nejvzdálenější končiny vesmíru, našly se projevy jen těchto čtyř rozměrů. Veřejně tvrdit, že snad existují další rozměry nebo že současně s naším vesmírem jsou i jiné, znamená vystavit se posměchu. A přece se tento hluboce zakořeněný předsudek o našem světě, o němž začali jako první přemýšlet staří řečtí filozofové před dvěma tisíci lety, nyní začíná pod náporem vědeckých pokroků hroutit.

Tato kniha pojednává o revoluci ve vědě vyvolané *teorií hyperprostoru*,¹ která říká, že kromě všeobecně přijímaných čtyř rozměrů prostoru a času existují rozměry další. Fyzikové na celém světě, včetně několika nositelů Nobelovy ceny, začínají připouštět, že vesmír snad ve skutečnosti existuje ve vícerozměrném prostoru. Jestliže se tato teorie potvrdí, způsobí hlubokou koncepční a filozofickou revoluci v našem chápání vesmíru. Ve vědě je teorie vícerozměrnosti známa jako teorie Kaluza-Kleinova a teorie supergravitace. Její nejpokročilejší formulace se nazývá „teorie superstrun“ a předpovídá i přesný počet rozměrů: deset. K obvyklým třem rozměrům prostorovým (délka, šířka, hloubka) a jednomu časovému nyní přistupuje dalších šest prostorových rozměrů.

Musíme upozornit, že teorie hyperprostoru dosud nebyla experimentálně ověřena a vlastně by bylo nesmírně obtížné ji v laboratoři dokázat. Převalila se však již přes hlavní světové fyzikální výzkumné laboratoře, nenávratně změni-

PŘEDMLUVA

la vědecký svět moderní fyziky a dala vzniknout ohromujícímu počtu vědeckých prací (podle některých údajů je jich přes 5000). Pro laickou veřejnost ovšem nebylo napsáno téměř nic, co by jí fascinující vlastnosti vícerozměrného prostoru vysvětlilo. Veřejnost tak o této revoluci cosi jen nejasně tuší, pokud o ní vůbec slyšela. Nezávazné zmínky o dalších rozměrech a paralelních vesmírech v populární kultuře bývají často zavádějící. Je to škoda, protože důležitost této teorie spočívá v její schopnosti sjednotit všechny známé fyzikální jevy do překvapivě jednoduché soustavy. Tato kniha jako první poskytuje vědecky fundovaný a přitom přístupný výklad současného výzkumu hyperprostoru.

Abych vysvětlil, proč teorie hyperprostoru vyvolala ve světě teoretické fyziky takové vzrušení, rozvíjím čtyři základní myšlenky, které se vinou celou knihou a dělí ji na čtyři části.

V I. části rozvíjím ranou teorii hyperprostoru a zdůrazňuji, že přírodní zákony se stávají jednoduššími a elegantnějšími, jestliže se vyjádří ve vyšších rozměrech.

Jak může přidání vyšších rozměrů zjednodušit fyzikální problémy, si ukážeme na následujícím příkladu: pro staré Egypťany bylo počasí naprostou záhadou. Co způsobuje roční období? Proč se otepluje, když cestujeme na jih? Proč vane vítr obvykle z jednoho směru? Vysvětlit počasí bylo z omezeného hlediska starých Egypťanů, jimž se Země jevila jako dvourozměrná plocha, nemožné. Představte si nyní, že Egypťany vyšlete v raketě do meziplanetárního prostoru, odkud uvidí, že Země je koule obíhající kolem Slunce. Najednou jsou odpovědi na tyto otázky zřejmé.

Z kosmu je jasné, že osa otáčení Země je nakloněna o přibližně 23° proti svislici (čímž míníme kolmici na rovinu, v níž leží dráha Země kolem Slunce). Kvůli tomuto sklonu dostává severní polokoule na jedné části své dráhy kolem Slunce mnohem méně slunečního svitu než na druhé části dráhy. Proto máme zimu a léto. A protože rovník dostává více slunečního svitu než severní nebo jižní polární oblast, je blíže k rovníku tepleji. A protože se pro pozorovatele na severním pólu otáčí Země proti směru hodinových ručiček, uhýbá studený polární vzduch při svém pohybu k rovníku do strany. Pohyb teplých a studených vzduchových hmot, způsobený otáčením Země, nám tak pomáhá vysvětlit, proč vítr fouká nejčastěji jedním směrem, podle toho, na kterém místě zemského povrchu se nalézáme.

Celkově vidíme, že dosti záhadným zákonitostem počasí lehko porozumíme, jakmile se podíváme na Zemi z prostoru. Řešením problému je *vznést se*

do prostoru, do *třetího rozměru*. Skutečnosti, kterým nebylo možno porozumět v plochem světě, se náhle stanou zřejmé, když se díváme na Zemi jako třírozměrnou.

Uvedme si jiný příklad. Zákony gravitace a zákony šíření světla vypadají naprosto nepodobně. Splňují různé fyzikální předpoklady a různé matematické rovnice. Pokusy spojit nějak tyto dvě síly vždy selhávaly. Jestliže však přidáme další, *pátý* rozměr k dosavadním čtyřem prostorovým a časovým rozměrům, pak rovnice, jimiž se řídí světlo a gravitace, zapadnou do sebe jako dva dílky skládky. Světlo se dá pak považovat za kmitání v pátém rozměru. Tak vidíme, že se zákony světla a gravitace v pěti rozměrech zjednoduší.

Mnoho fyziků se nyní domnívá, že obvyklá čtyřrozměrná teorie je „příliš malá“, než aby mohla uspokojivě popsat náš vesmír. Ve čtyřrozměrné teorii musí fyzikové směstnat přírodní síly dohromady neobratně a nepřirozeně. Navíc je taková smíšená teorie nesprávná. Když však použijeme více rozměrů než čtyři, získáme „dostatek místa“, abychom vyjádřili základní síly elegantním, hutným způsobem.

V II. části tuto jednoduchou myšlenku dále rozvineme a ukážeme, že teorie hyperprostoru by mohla být schopna sjednotit všechny známé přírodní zákony do teorie jedné. Tak by mohla být teorie hyperprostoru dílem korunujícím dvě tisíciletí vědeckého zkoumání: sjednocením všech známých fyzikálních sil. Mohla by nám přinést „svatý grál“ fyziky, onu „teorii všeho“, která Einsteinovi po tolik desetiletí unikala.

V posledním půlstoletí trápila vědce otázka, proč ony čtyři síly, které drží pohromadě náš vesmír – gravitace, elektromagnetismus, silná a slabá jaderná síla – se navzájem tak velice liší. Pokusy největších mozků dvacátého století najít sjednocující schéma všech těchto známých sil skončily neúspěchem. Teorie hyperprostoru však vede k možnosti vysvětlit vpravdě elegantním způsobem jak čtyři přírodní síly, tak na pohled náhodnou sbírku elementárních částic. V teorii hyperprostoru je možno nahlížet „hmotu“ jako záchvěvy, které běží tkanivem prostoru a času. Tak dostáváme fascinující možnost, že vše, co kolem sebe vidíme, od stromů a hor po hvězdy samé, není nic jiného než *vibrace v hyperprostoru*. Jestliže je tomu tak, dostáváme elegantní, jednoduchý a geometrický prostředek, jak logicky a přehledně popsat celý vesmír.

V III. části budeme zkoumat možnost, že se za extrémních podmínek prostor může deformovat tak, že se natrhne nebo přeruší. Jinými slovy, hyperprostor by nám mohl umožnit provrtat se prostorem a časem. Zdůrazněme, že toto vše je ještě velice spekulativní, fyzikové však vážně zkoumají vlastnosti

„červích děr“, jakýchsi tunelů spojujících vzdálená místa prostoru a času. Fyzikové z Kalifornského technologického institutu (Caltechu) například vážně navrhli, že postaví stroj času, „červí díru“ spojující minulost s budoucností. Stroje času tak nyní opouštějí svět spekulací a fantazie a stávají se legitimním předmětem vědeckého zkoumání.

Kosmologové dokonce předložili překvapující možnost, že náš vesmír je jen jedním z nekonečně mnoha paralelních vesmírů. Tyto vesmíry lze přirovnat k obrovskému souboru mýdlových bublin vznášejících se ve vzduchu. Obvykle je vzájemný kontakt mezi těmito bublinovými vesmíry nemožný, avšak kosmologové zkoumáním Einsteinových rovnic ukázali, že by mohla existovat síť červích děr neboli potrubí spojujících tyto paralelní vesmíry. Na každé z těchto bublin můžeme definovat vlastní prostor a čas platný pouze na jejím povrchu; mimo bubliny nemají prostor a čas smysl.

Byť jsou mnohé důsledky těchto úvah čistě teoretické, cestování v hyperprostoru by mohlo nakonec mít nejpraktičtější možné využití: záchranu inteligentního života včetně našeho před smrtí našeho vesmíru. Všichni vědci jsou přesvědčeni, že vesmír musí jednou zahynout, a s ním všechnen život, který se vyvíjel miliardy let. Například podle současné teorie velkého třesku způsobil kosmický výbuch před 15 až 20 miliardami let rozpínání vesmíru a vyvrhl velkou rychlostí hvězdy a galaxie na všechny strany. Jestliže se však jednoho dne vesmír přestane rozpínat a začne se smršťovat, zhroutlí se posléze v mohutné katastrofě zvané velký křach, kdy se všechnen inteligentní život při fantastických teplotách vypaří. Někteří fyzikové však uvažují, že teorie hyperprostoru by mohla poskytnout inteligentnímu životu možnost záchran. V posledních sekundách smrti vesmíru by se inteligentní život vyhnul zhroucení únikem do hyperprostoru.

Ve IV. části se konečně věnujeme závěrečné praktické otázce: Pokud se prokáže správnost teorie hyperprostoru, kdy ji budeme schopni využít? Nejde o žádnou akademickou otázku, protože v minulosti pochopení byl jen jedné ze čtyř základních sil navždy změnilo průběh dějin lidstva a pozvedlo nás z nevědomosti a bídy staré společnosti k moderní civilizaci. V jistém smyslu můžeme dokonce nahlížet na dějiny lidstva jako na postupné ovládnutí každé z těchto čtyř sil. Dějiny civilizace prodělaly hluboký převrat, jakmile byla každá z těchto sil objevena a ovládnuta.

Když například Isaac Newton zapsal klasické zákony gravitace, rozvinul teorii mechaniky, což nám poskytlo zákony ovládající stroje. To zase podstatně urychlilo průmyslovou revoluci, což uvolnilo politické síly, které nakonec

svrhly evropské feudální dynastie. V šedesátých letech 19. století zapsal James Clerk Maxwell základní zákony elektromagnetické síly, a přivedl tak na scénu elektrický věk, který nám dal dynamo, rozhlas, televizi, radar, domácí spotřebiče, telefon, spotřební elektroniku, počítač, laser a mnoho dalších elektronických zázraků. Bez pochopení a využití elektromagnetické síly by civilizace stagnovala a uvízla v době před žárovkou a elektrickým motorem. Když byla ve čtyřicátých letech 20. století ovládnuta jaderná síla, znamenalo to opět převrat ve světě s vývojem atomové a vodíkové pumy, nejničivějších zbraní planety. Zatím se ani neblížíme sjednocenému pochopení sil ovládajících vesmír, dá se však očekávat, že civilizace, která ovládne teorii hyperprostoru, ovládne i vesmír.

Teorie hyperprostoru je dobře určený soubor matematických rovnic, a tak můžeme přesně spočítat množství energie potřebné k zauzlení času a prostoru do tvaru preclíku nebo k vytvoření červích děr, spojujících vzdálené části vesmíru. Výsledky nás bohužel zklamaly. Potřebné množství energie zdaleka přesahuje vše, co lze na Zemi získat. Je to biliónkrát více než energie našich největších urychlovačů částic. Musíme počkat staletí nebo i tisíciletí, než naše civilizace dosáhne technické schopnosti manipulovat s prostoročasem, nebo doufat v kontakt s jinou pokročilou civilizací, která již ovládla hyperprostor. Kniha tedy končí zkoumáním lákavé, byť spekulativní vědecké otázky, jaké úrovně technologie by bylo k ovládnutí hyperprostoru potřeba.

Teorie hyperprostoru nás zavádí daleko od obyčejných konceptů času a prostoru odpovídajících zdravému rozumu. Umístil jsem proto do textu několik zcela hypotetických příběhů. K této pedagogické technice mě inspiroval laureát Nobelovy ceny Isidore I. Rabi. V jedné přednášce pro fyziky naříkal nad mizernou úrovní výuky přírodních věd ve Spojených státech a vyčínil komunitě fyziků, že zanedbávají svou povinnost popularizovat dobrodružství přírodních věd mezi širokou veřejností. Řekl dokonce, že autoři sci-fi knížek udělali víc než všichni fyzikové dohromady, aby zprostředkovali lidem romantiku přírodních věd.

V jedné z předcházejících knížek, *Beyond Einstein: The Cosmic Quest for the Theory of the Universe* (napsané spolu s Jennifer Trainerovou), jsem se věnoval teorii superstrun, popsal jsem povahu jaderných částic a podrobně se zabýval *viditelným vesmírem* a tím, jak všechny složitosti hmoty by se daly vysvětlit nepatrnými vibrujícími strunami. V této knize jsem rozvinul jiné téma a zkoumám *neviditelný vesmír* – tedy svět geometrie a prostoročasu. Pozornost není věnována elementárním částicím, nýbrž vícerozměrnému prostoru, v němž

PŘEDMLUVA

patrně žijí. Čtenář přitom uvidí, že vícerozměrný prostor není prázdným a pasivním prostředím, jímž se prohánějí kvarky, nýbrž že se ve skutečnosti stává ústředním hráčem dramatu přírody.

Když se budeme zabývat fascinujícími dějinami teorie hyperprostoru, uvidíme, jak dlouhé a obtížné bylo úsilí o pochopení základní podstaty hmoty, zahájené Řeky před dvěma tisíci lety. Až bude jednou budoucími historiky vědy napsána poslední kapitola tohoto dlouhého příběhu, mohlo by se ukázat, že základním průlomem byla porážka teorií tří nebo čtyř rozměrů odpovídajících zdravému rozumu a vítězství teorie hyperprostoru.