

ZÁSADNÍ OTÁZKY

STOJÍME PŘED MYSTÉRIEM EXISTENCE

Po tisíce let uvažovaly lidské bytosti o světě kolem sebe a kladly si důležité otázky ohledně existence: Proč jsme zde? Jak vznikl vesmír? Jak skončí? S čeho je poskládán svět? Proč je takový, jaký je? Po celou zaznamenanou historii lidstva jsme hledali odpovědi na takovéto „fundamentální“ otázky v náboženství a filozofii, nebo jsme prohlašovali, že leží zcela mimo lidské chápání. Dnes jsou však mnohé z těchto obtížných otázek součástí vědy a někteří vědci tvrdí, že se možná přiblížili k nalezení odpovědí.

Přesvědčení vědců, že mají odpovědi na dosah ruky, posílily dva velké úspěchy. Prvním je nesmírný pokrok, jehož bylo dosaženo v kosmologii – výzkumu velkorozměrové struktury a vývoje vesmíru. Pozorování uskutečněná pomocí družic, Hubbleova vesmírného teleskopu a důmyslných pozemských přístrojů společně změnila náš pohled na vesmír a místo lidských bytostí v něm. Druhým úspěchem jsou naše prohlubující se znalosti mikroskopického světa uvnitř atomu – jde o obor známý jako fyzika částic o vysokých energiích. Tento obor většinou pracuje s gigantickými přístroji na urychlování částic (jimž se kdysi říkalo „drtiče atomů“) podobnými těm, které se nacházejí ve Fermilabu u Chicaga a v laboratořích CERN těsně u Ženevy. Když se tyto dva obory – vědní disciplína zabývající se hodně velkým a vědní disciplína zabývající se hodně malým – sloučí, dráždivě nám naznačují, že mikrosvět a makrosvět svazují dříve netušené vztahy. Kosmologové rádi říkají, že velký třesk, z něž se před miliardami let zrodil vesmír, byl největším experimentem částicové fyziky všech dob. Velkolepý rozvoj obou oborů moderní fyziky naznačuje i mnohem hlubší syntézu: nejde o nic menšího než o úplný a sjednocený popis přírody, definitivní „teorii všeho“, jež v jediném vševysvětlujícím schématu podává dokonalý obraz celého hmotného světa.

VESMÍR JE VSTŘÍCNÝ K ŽIVOTU

Jedním z nejvýznamnějších faktů – možná tím *nejvýznamnějším* faktem vůbec – o vesmíru je to, že jsme jeho součástí. Měl bych říct hned na začátku, že velmi mnoho vědců a filozofů s tímto tvrzením vášnivě nesouhlasí: nemyslí si tedy, že by život či vědomí měly ve velkolepém kosmickém řádu věcí být i jen nepatrný význam. Můj názor však je, že život a mysl (tedy vědomí) beru vážně, a to z důvodů, které vysvětlím dále. Život se na první pohled zdá být pro obor kosmologie nepodstatný. Jistěže život změnil povrch Země, ale v ohromné rozloze kosmu je naše planeta pouhou nepatrnou tečkou. V jistém nepřímém smyslu však existence života ve vesmíru je důležitým kosmologickým faktem. Aby život vznikl a dále se rozvinul v bytosti uvědomující si sebe sama, jako jsme my, musí být splněny jisté podmínky. Mezi četné předpoklady života – přinejmenším života, jak jej známe – patří i slušná zásoba různých chemických prvků nutných k tomu, aby vznikla biomasa. Uhlík je klíčovým životodárným prvkem, ale kyslík, vodík, dusík, síra a fosfor jsou také zásadní. Další nezbytnou ingrediencí je tekutá voda. Život vyžaduje rovněž zdroj energie a stálé prostředí, jež v našem případě poskytuje Slunce. Aby se život rozvinul dál než jen na úroveň jednoduchých mikroorganismů, musí tyto život povzbuzující poměry zůstat příznivé velmi dlouhou dobu; trvalo miliardy let, než život na Zemi dospěl k inteligenci.

Z globálnějšího pohledu musí být vesmír dostatečně starý a chladný, aby mohly probíhat složité chemické procesy. Musí být dostatečně uspořádaný, aby umožňoval nezpomalovaný vznik galaxií a hvězd. Mezi částicemi hmoty musí působit správné druhy sil, aby vytvářely stabilní atomy, složité molekuly, planety a hvězdy. Kdyby byl prakticky kterýkoli ze základních rysů vesmíru – od vlastností atomů až po rozložení galaxií – odlišný, život by velmi pravděpodobně nebyl možný.¹ Aby základní fyzikální zákony, jimiž se vesmír řídí, dostály všem těmto různorodým požadavkům, musí splňovat jisté přísné podmínky. Tyto podmínky jsou vlastně tak omezující, že vesmír příhodný pro život vypadá jako výsledek fixlování – neboli jako „bouda“, abychom použili jaderný popis zesnulého britského kosmologa Freda Hoylea. Hoyleovi připadalo, jako by se ve fyzikálních zákonech „hrabala“ nějaká vyšší inteligence.² Jeho dojem byl správný. Vesmír skutečně na první pohled *vypadá*, jako by jej navrhl nějaký inteligentní stvořitel speciálně za účelem zrození vnímajících bytostí. Stejně jako šibalská řešení chytré horákyň se i vesmír zdá být „přesně tím pravým“ místem pro život – a to hned v mnoha překvapivých ohledech. Žádné vědecké

vysvětlení vesmíru nelze považovat za úplné, pokud toto zdání promyšleného plánu neobjasní.

Vědci až donedávna „faktor chytré horákyně“ téměř zcela opomíjeli. To se však rychle mění. Jak o tom budeme mluvit v následujících kapitolách, věda se konečně chystá pustit do vysvětlení záhady, proč je vesmír tak podivuhodně vhodný pro život. Vysvětlit ji znamená pochopit, jak vesmír vznikl a vyvinul se do své současné podoby, a zjistit, z čeho je hmota, jak ji různé přírodní síly formují a jakou jí dávají strukturu. Především však musíme prozkoumat samu podstatu fyzikálních zákonů.

KOSMICKÁ ŠIFRA

Již od počátku dějin byli přední myslitelé vždy přesvědčeni, že všední svět, který pozorujeme prostřednictvím smyslů, představuje pouze vnější projev jakési hlubší skryté reality, kde bychom měli hledat odpovědi na zásadní otázky týkající se existence. Tato víra byla natolik podmanivá, že často určovala povahu celých společností. Hledači pravdy dodržovali složité rituály a obřady, používali drogy a meditaci, aby se dostali do stavu podobného transu, a radili se s šaman-y, mystiky a kněžími, aby se pokusili poodhrnout závoj halící onen šerý svět, jenž se skrývá za světem, který vnímáme. Slovo *okultní* znamenalo původně „skrytý“ a hledání brány do sféry okultismu bylo v popředí zájmu všech kultur od Snového času australských Aboriginců až po mýtus o Adamovi a Evě, kteří ochutnali zakázané ovoce ze stromu poznání.

Vzestup racionální argumentace a logiky svůdnou představu skryté reality nikterak nerozptýlil. Starořecký filozof Platon přirovnal svět jevů ke stínům mi-hotajícím se na stěně jeskyně. Přívrženci Pythagora byli přesvědčeni, že čísla mají mystický význam. I Bible je plná numerologie: jde například o častý výskyt čísel 7 a 40 nebo o spojování čísla 666 se Satanem. Význam čísel vedl k přesvědčení, že jistá celá čísla, geometrické tvary a vzorce mohou otevřít spojení s nadpřirozenou sférou a že některé skryté šifry známé pouze zasvěcencům jim mohou odhalit velká kosmická tajemství.³ Pozůstatky starověké numerologie přežívají dodnes: někteří pověřiví lidé stále věří, že jistá čísla - například 8 a 13 - jsou šťastná či nešťastná.

Snahy získat užitečné informace o světě prostřednictvím magie, mysticismu a tajných matematických šifer většinou nikam nevedly. Před asi třemi sty padesáti lety však největší mág všech dob konečně narazil na klíč k pochopení

vesmíru – na kosmickou šifru, jež měla otevřít stavidla poznání. Byl to Isaac Newton – mystik, teolog a alchymista, který však navzdory svým sklonům k mysticismu přispěl víc než kdokoli jiný k ukončení věku magie a nástupu éry vědy. Newton spolu s několika málo dalšími vědeckými osvícenci, mezi něž patřili Mikuláš Koperník, Johannes Kepler a Galileo Galilei, stál u zrodu moderní vědecké doby. Slovo pro vědu je v mnoha evropských jazycích odvozeno od latinského výrazu scientia, které znamená prostě „znalost“, a české slovo věda souvisí se sanskrtským slovem „véda“, jež se zpravidla překládá jako „vědění“. Původně šlo jen o jednu z mnoha tajemných metod používaných ke zkoumání sfér ležících mimo dosah našich smyslů, která dávala naději, že získáme přístup k neviditelné realitě. Druh „magie“, jež první vědci konkrétně používali, zahrnoval do té doby neznámé a velmi specializované postupy, jako jsou úpravy matematických symbolů na kouscích papíru a pokusy přimět hmotu, aby se chovala nějakým neobvyklým způsobem. Dnes máme tyto metody za samozřejmé a nazýváme je vědecká teorie a experiment. Vědecká metoda zkoumání již není považována za obor magie, za jakési obskurní výplody uzavřené a privilegované vrstvy kněží. Povědomí o něčem však s sebou přináší přehlížení a význam vědeckého procesu bývá dnes často nedeceňován. Lidé se zejména příliš nediví, že věda skutečně funguje a že opravdu držíme v rukou klíč k vesmíru. Starověké národy měly pravdu: pod složitým povrchem přírody se skrývá vzkaz psaný důmyslnou matematickou šifrou. Tato kosmická šifra⁴ obsahuje tajná pravidla, podle nichž funguje vesmír. Newton, Galileo i další z prvních vědců přistupovali ke svému výzkumu jako ke zbožnému poslání. Domnívali se, že při odhalování vzorů vetkaných do osnovy přírodních dějů skutečně spatřují božskou vůli.⁵ Moderní vědci většinou pobožní nejsou, a přece uznávají představu, že v pozadí chodu přírody stojí srozumitelný rukopis. Kdyby tomu totiž nevěřili, podrývali by sám motiv, který je vede k výzkumu – snahu objevovat o světě něco užitečného, co ještě nevíme.

Nalezení klíče k vesmíru nebylo v žádném případě nevyhnutelné. Tak především neexistuje žádný logický důvod, proč by příroda měla mít nějaký skrytý matematický význam. A i kdyby jej měla, není žádný zřejmý důvod, proč by lidé měli být schopni mu porozumět. Při pohledu na hmotný svět byste nikdy neuhodli, že se pod nepřehlednou vnější slupkou přírodních jevů skrývá abstraktní řád, který nelze spatřit či slyšet nebo cítit, ale lze jej *odvodit*. Ani ty největší mozky by pouze na základě každodenní zkušenos-

ti nedokázaly rozpoznat, že rozličné fyzikální systémy, které tvoří kosmos, jsou kdesi vskrytu svázány sítí šifrovaných matematických vztahů. Věda však existenci této skryté matematické sféry odhalila. My, lidské bytosti, jsme byli zasvěceni do nejhlubších tajemství chodu vesmíru. Stejně přírodní jevy jako my pozorují i další živočichové, ale *vysvětlit* je dokáže ze všech tvorů na této planetě pouze *Homo sapiens*.

Jak k tomu došlo? Vesmír nějak zařídil nejen to, že si je vědom sám sebe, ale i to, že sám sobě *rozumí*. Nevědomé, tápající atomy se spojily a vytvořily nejen život, nejen vědomí, ale i *pochopení*. Rozvíjející se kosmos zplodil bytosti, které dokážou nejen celé představení sledovat, ale i rozluštit jeho zápletku. Co je tím, co umožňuje něčemu tak malému a křehkému a přizpůsobenému pozemskému životu, jako je lidský mozek, zabývat se celým kosmem a tichou matematickou melodií, podle níž vesmír tančí? Podle všeho je to v celé historii vesmíru poprvé, kdy mysl zahlédla kosmickou šifru. Kdyby lidstvo jediným mžikem pomyslného kosmického oka vyhaslo, nikdy už se to nemusí opakovat. Vesmír může přetrvat třeba bilion let zcela zahalen tajemstvím vyjma prchavého záblesku osvětlení na jedné malé planetě poblíž jedné průměrné hvězdy v jedné obyčejné galaxii 13,7 miliardy let poté, co to všechno začalo.

Mohlo by jít o pouhou shodu okolností? Mohla by skutečnost, že nejhlubší úroveň reality se spojila se zvláštním přírodním jevem, jenž nazýváme „lidská mysl“, představovat pouhou bizarní a dočasnou úchylku v absurdním a bezúčelném vesmíru? Nebo se tu odehrává ještě skrytější, vedlejší zápletky?

POJEM ZÁKONŮ

Možná jsem vyvolal dojem, že Newton patřil k jakési úzké sektě, která po mystickém bádání zčistajasna vykouzlila vědu. Tak to nebylo. Jejich práce neprobíhala v kulturním vakuu: šlo o důsledek mnoha starodávných tradic. Jednou z nich byla řecká filozofie, která podporovala přesvědčení, že svět lze vysvětlit pomocí logiky, úvah a matematiky. Další bylo zemědělství, které lidi poučilo o řádu a chaosu pozorováním cyklů a rytmů přírody přerušovaných náhlými a nepředvídatelnými pohromami. A potom tu byla náboženství, zvláště monoteistické víry, jež povzbuzovaly víru ve stvoření řádu světa. Základním předpokladem vědy je to, že hmotný vesmír není ani nahodilý, ani absurdní; nejde jen o změt objektů a jevů nahodile a beze smyslu naskládaných vedle sebe. *Systém věcí* je naopak logický. To často vyjadřujeme jednoduchým afo-

rismem, že příroda má řád. Vědci se však dostali dál než pouze k tomuto mlhavému pojmu a zformulovali soustavu přesně definovaných *zákonů*.

Existence přírodních zákonů je výchozím bodem této knihy a vlastně i výchozím bodem vědy samé. Hned na začátku se však setkáváme se zjevnou a velikou záhadou:

Kde se berou přírodní zákony?

Jak jsem již poznamenal, Galileo, Newton i jejich současníci považovali zákony za úvahy božské mysli a jejich elegantní matematickou podobu za projev racionálního záměru, jenž Bůh s vesmírem má. Dnes by jen málo vědců popisovalo přírodní zákony takto malebným jazykem. Otázkou však zůstává, čím tyto zákony jsou a proč mají právě tu podobu, kterou mají. Nejsou-li výtvorem božské prozřetelnosti, jak je možné je vysvětlit?

Původně se o přírodních zákonech hovořilo v analogii s občanským právem, které vzniklo jako prostředek řízení lidské společnosti. Občanské právo je pojem, který pochází již z doby prvních trvale usazených komunit, kdy byla zapotřebí jistá forma autority, jež by zabránila společenským nepokojům. Místní despotic-
ký vůdce si obvykle vymyslel soubor pravidel a vyzval obyvatelstvo, aby se jimi řídilo. Jelikož pravidla jedné osoby mohou být trnem v oku osobě jiné, odvolávali se vládci často na božskou vůli, aby svou moc zaštitili. V některých městech mohl být bůh skutečně kamennou sochou na náměstí, přičemž byl jmenován kněz, jenž měl vykládat božská přikázání. Představa, že se při odůvodňování občanských zákonů odvoláme na nějakou vyšší, nehmotnou moc, je základem Desatera a dále ji vytrýbila židovská Tóra. Pozůstatky tohoto způsobu myšlení přežily až do moderní doby v podobě představy božských práv králů.

Lidé se na neviditelnou vyšší moc odvolávali také proto, aby odůvodnili přírodní zákony. Ve 4. století př. n. l. popisoval stoický filozof Kleanthes „univerzální Přírodu, jež řídí vše dle Zákona“.⁶ Řád přírody byl asi nejlépe patrný na nebi - v samé sféře bohů. Slovo *astronomie* vlastně znamená „zákon hvězd“. Římský básník Lukrecius se v 1. století př. n. l. zmiňoval o tom, jak příroda vyžaduje, aby „každá věc dodržovala zákon, jenž řídí její vznik“.⁷ V 1. století n. l. se Marcus Manilius výslovně vyjádřil o zdroji přírodního řádu, když napsal, že „Bůh vtiskl celému vesmíru zákon“.⁸ Šlo o postoj, který bezvýhradně přijala monoteistická náboženství: Bůh Stvořitel byl též Bohem Zákonnodárcem, jenž rozkazoval přírodě podle svých božských záměrů. Proto raný křesťanský teolog svatý Augustin z Hippa napsal, že „běžný koloběh přírody v celku stvoření má jisté přirozené zákony“.⁹

Ve 13. století evropští teologové a učenci, jako byl Roger Bacon, dospěli k závěru, že přírodní zákony mají matematický základ, což byla představa, která pochází již od pythagorejců. Oxfordská univerzita se stala centrem učenců, kteří používali matematickou filozofii ke zkoumání přírody. Jedním z těchto takzvaných „oxfordských kalkulatorů“ byl Thomas Bradwardine (1295-1349), který se později stal arcibiskupem v Canterbury. Bradwardineovi je připisována první vědecká práce, která oznámila objev obecného, matematicky formulovaného fyzikálního zákona v moderním smyslu. Vzhledem k těmto souvislostem není překvapením, že když v křesťanské Evropě v 16. a 17. století vznikla moderní věda, bylo zcela přirozené, že první vědci věřili, že zákony, jež objevují na nebi i na Zemi, jsou matematickým projevem důmyslného božského díla.

ZVLÁŠTNÍ POSTAVENÍ FYZIKÁLNÍCH ZÁKONŮ

Dnes mají fyzikální zákony ve vědě ústřední postavení: zaujaly vlastně samy o sobě téměř božské postavení a jsou často označovány za základ fyzikální reality. Uveďme si příklad z každodenního života. Pojedete-li do italské Pisy, uvidíte tam slavnou šikmou věž (dnes jí již podpůrná konstrukce vrátila bezpečný náklon). Traduje se, že Galileo z vršku této věže házel koule, aby ukázal, jak působením gravitace padají. Ať už to je či není pravda, nepochybně pečlivé pokusy s padajícími tělesy prováděl a dospěl tak k objevu následujícího zákona. Upustíte-li ze střechy vysoké budovy kouli, změříte, jak hluboko spadne za jednu sekundu, a potom měření zopakujete pro případ dvou sekund, tří sekund a tak dále, zjistíte, že vzdálenost, kterou koule urazí, roste se *čtvercem* času. Koule za dvě sekundy spadne čtyřikrát hlouběji než za jednu sekundu, devětkrát hlouběji za tři sekundy a tak dále. Školáci se o tomto zákonu učí jako o „přírodní skutečnosti“ a obyčejně pokračují dál, aniž by se nad tím hlouběji zamysleli. Já se však chci zastavit hned tady a položit si otázku *proč*. Proč pro padající tělesa platí takovéto matematické pravidlo? Kde se to pravidlo bere? A proč platí právě toto pravidlo, a ne nějaké jiné?

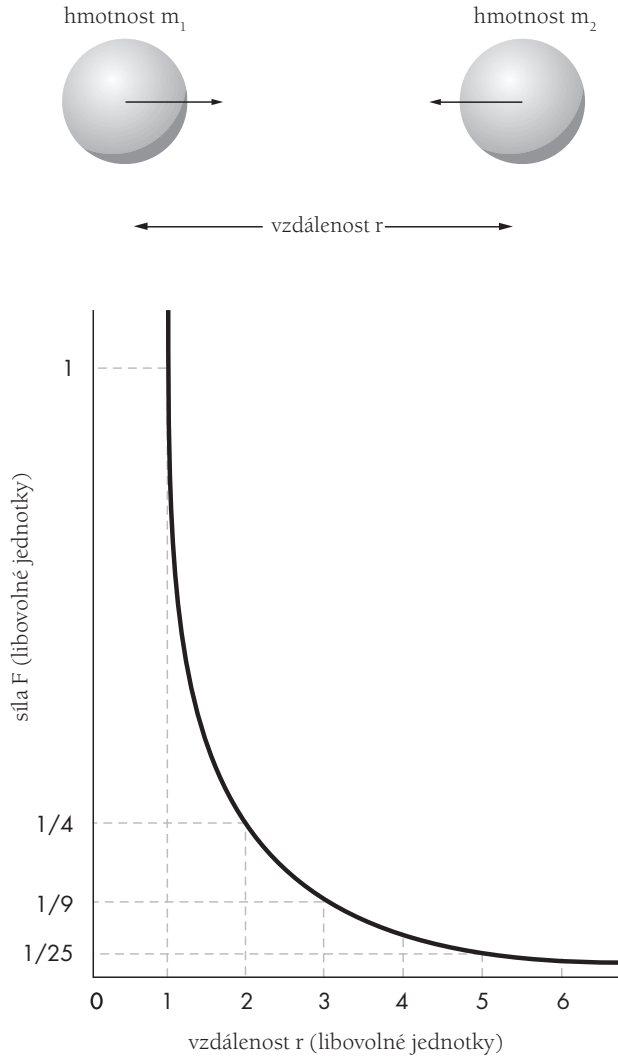
Uveďme si jiný příklad fyzikálního zákona, tentokrát příklad, který na mě za mých školních let zvláště hluboce zapůsobil. Jde o to, jak rychle klesá vzájemné působení magnetů s rostoucí vzdáleností. Srovnajte je vedle sebe a proměřujte působící sílu při zvětšující se vzdálenosti. Zjistíte, že tato

síla se zmenšuje se *čtvrtou* mocninou vzdálenosti, což znamená, že pokud vzdálenost mezi magnety zdvojnásobíme, klesne síla na $1/16$, ztrojnásobíme-li vzdálenost, síla bude $1/81$ a tak dále. Zase si musím položit otázku *proč*.

Některé fyzikální zákony nesou jméno svého objevitele – například Boyleův zákon pro plyny, který nám říká, že když zdvojnásobíme objem plynu o dané hmotnosti a současně udržíme jeho teplotu neměnnou, jeho tlak klesne na polovinu. Nebo Keplerovy zákony planetárního pohybu, z nichž jeden říká, že čtverec doby oběhu je úměrný třetí mocnině poloměru oběžné dráhy. Snad nejnámějšími zákony jsou Newtonův pohybový a gravitační zákon, přičemž inspirací k druhému z nich údajně bylo jablko padající ze stromu. Tento zákon říká, že přitažlivost mezi dvěma tělesy klesá se *čtvercem* jejich vzdálenosti. To znamená, že síla, jež váže Zemi ke Slunci a brání jí odletět pryč a putovat osaměle napříč Galaxií, by měla pouze čtvrtinovou velikost, kdyby oběžná dráha Země byla dvakrát tak velká. Tomu se říká zákon převrácené hodnoty kvadrátu. Na obrázku 1 jsem tuto situaci znázornil v grafu.

Skutečnost, že se hmotný svět řídí matematickými zákony, přivedla Galileea ke slavnému výroku: „Velkou knihu přírody,“ napsal, „mohou číst jen ti, kdo znají jazyk, jímž byla psána. A tímto jazykem je matematika.“¹⁰ Stejný názor vyjádřil ještě otevíraji o tři století později anglický kosmolog James Jeans: „Zdá se, že vesmír navrhoval ryzí matematik.“¹¹ Právě matematická stránka přírody umožňuje konstruovat to, co fyzikové označují často špatně chápaným slovem – *teorie*. Teoretická fyzika znamená de facto sepisování rovnic, které zachycují (neboli modelují, jak říkají vědci) skutečný svět našich zkušeností v matematickém světě čísel a algebraických vzorců. Úpravami matematických symbolů lze potom vypočítat, co se stane ve skutečném světě, aniž bychom doopravdy příslušné pozorování provedli. To znamená, že použije-li rovnice, jež vyjadřují zákony vztahující se ke studovanému problému, dokáže teoretický fyzik předpovědět výsledek. Například pomocí Newtonova pohybového a gravitačního zákona mohou technici zjistit, kdy kosmická loď vypuštěná ze Země doletí k Marsu. Mohou také předem, před samotným letem, vypočítat hmotnost potřebného paliva, nejhodnější dráhu lodi i spoustu dalších věcí. A ono to funguje! Daný matematický model věrně popisuje, co se skutečně odehrává v reálném světě. (Samozřejmě že v praxi bude možná potřeba model zjednodušit, abychom ušetřili čas a náklady potřebné k provedení příslušného rozboru a výpočtu, takže předpovědi budou správné jen do určité míry aproximace, ale to není chyba příslušných zákonů.)

FAKTOR CHYTRÉ HORÁKYNĚ



Obr. 1: Gravitační zákon s převrácenou hodnotou kvadrátu vzdálenosti

Gravitační síla mezi dvěma tělesy o hmotnostech m_1 a m_2 (může jít třeba o hvězdy či planety) klesá s rostoucí vzdáleností jejich těžišť podle jednoduché křivky znázorněné na obrázku.

Když jsem chodil do školy, zalíbila se mi jedna slečna z naší třídy jménem Lindsay. Moc jsem ji nevídal, protože studovala hlavně umělecké předměty a já

jsem chodil na přírodní vědy a matematiku. Čas od času jsme se však setkávali ve školní knihovně. Jednou jsem se pilně zabýval jakýmsi výpočtem. Dokonce si pamatuji, o co tehdy šlo: hodíte-li určitou rychlostí a pod určitým úhlem do vzduchu míč, umožňují vám Newtonovy zákony určit, jak daleko doletí, než dopadne na zem. Příslušné rovnice vám říkají, že k tomu, abyste docílili největšího doletu, byste měli míč vyhodit pod úhlem 45° vůči horizontu. Zvedá-li se však povrch, na němž stojíte, vzhůru, musí být tento úhel větší – o kolik větší, to závisí na velikosti sklonu. Byl jsem právě hluboce zabrán do výpočtu největšího doletu na šikmé ploše, když Lindsay vzhlédla a zeptala se mě, co dělám. Vysvětlil jsem jí to. Tvářila se zmateně a nedůvěřivě. „Jak bys zapisováním čehosi na list papíru mohl zjistit, co udělá nějaký míč?“ zeptala se. Tehdy jsem její otázku pustil z hlavy jako pošetilou – koneckonců nás to takhle učili. V průběhu let jsem ale přišel nato, že její spontánní reakce přesně vystihuje jednu z největších záhad vědy: proč matematická realita napodobuje přírodu? Proč teoretická fyzika vůbec funguje?¹²

KOLIK JE ZÁKONŮ?

Jak vědci zkoumali běh přírody stále hlouběji, vycházely najevo všemožné zákony, které z letmého pohledu na svět nejsou vůbec patrné. Jde například o zákony, jimiž se řídí částice tvořící atom nebo struktura hvězd. Množství těchto zákonů vyvolává další obtížnou otázku: jak dlouhý bude jejich úplný seznam? Bude obsahovat deset zákonů? Dvacet? Dvě stě? Mohl by jejich seznam být i nekonečně dlouhý?

Ne všechny zákony jsou vzájemně nezávislé. Nedlouho poté, co Galileo, Kepler, Newton a Boyle začali objevovat fyzikální zákony, našli další vědci jejich vzájemné souvislosti. Například z Newtonových zákonů vyplývají tři Keplerovy zákony pohybu planet, a proto jsou Newtonovy zákony v jistém smyslu hlubší a významnější. Z Newtonových pohybových zákonů plyne i Boyleův zákon pro plyny, pokud je použijeme jako statistiku pro velký soubor chaoticky se pohybujících molekul.

Za čtyři staletí, jež uplynula od doby, kdy byly objeveny první fyzikální zákony, vycházely na světlo stále další z nich, ale všímali jsme si také stále víc jejich souvislostí. Zjistilo se například, že zákony elektřiny souvisejí se zákony magnetismu, což posléze vysvětlilo i zákony šíření světla. Tato vzájemná provázanost vedla tak trochu ke zmatku ohledně toho, které zákony jsou „prvot-

ní“ a které lze odvodit z jiných. Fyzikové začali mluvit o „fundamentálních“ zákonech a „druhotných“ zákonech, z čehož plynulo, že ty druhé byly zformulovány jen pro usnadnění jejich práce. Fyzikové jim někdy říkají „efektivní zákony“, aby je odlišili od „skutečných“ fundamentálních zákonů, pod něž lze přinejmenším v principu všechny efektivní neboli druhotné zákony zahrnout. Z tohoto hlediska se fyzikální zákony výrazně odlišují od zákonů lidské společnosti, které jsou neprostupnou džunglí různých nařízení bujících bez omezení. Abychom si uvedli extrémní případ: daňové zákony ve většině zemí obnášejí miliony slov textu. Srovnajme to s Velkou knihou pravidel přírody (přinejmenším, jak je chápeme dnes), jež by se pohodlně vešla na jedinou stránku. Tento proces zeštíhlování a nových formulací – nalézání souvislosti mezi zákony a jejich redukce na stále fundamentálnější poučky – pokračuje rychlým tempem. Svádí to k přesvědčení, že sám základ vesmíru tvoří pouhá hrstka *opravdu* fundamentálních zákonů, možná dokonce i jen jediný superzákon, z něž jsou odvozeny všechny ostatní.

Uvážíme-li, že fyzikální zákony jsou pilířem veškerého vědeckého bádání, je zvláštní, že jen velmi málo vědců se obtěžuje ptát se, co tyto zákony vlastně znamenají. Popovídejte si s fyziky a většina z nich bude mluvit tak, jako by zákony byly *reálnými objekty* – samozřejmě nikoli materiálními objekty, ale abstraktními vztahy mezi materiálními entitami. Důležité je ale to, že jde o vztahy, které skutečně „kdesi“ na světě existují a nejsou jen v naší hlavě.

V zájmu stručnosti jsem byl trošičku ledabylý, co se týče terminologie. Kdybyste se setkali s nějakým fyzikem a vyzvali jej: „Ukažte mi fyzikální zákony!“, odkázal by vás na celý soubor textů – učebnice mechaniky, gravitace, elektromagnetismu, jaderné fyziky a tak dále. Výstižnou otázkou ale je, zda zákony, které v těchto knihách najdete, jsou *skutečnými* fyzikálními zákony, nebo jen dobrým pokusem o ně. Jen málo fyziků by prohlásilo, že zákon, který najdeme v knize, jež jde do tisku dnes, bude posledním slovem k danému tématu; všechny zákony v učebnicích jsou pravděpodobně jen jakousi aproximací skutečných zákonů. Většina fyziků se nicméně domnívá, že jak se bude věda rozvíjet, budou se i zákony z učebnic blížit těm skutečným čím dál tím víc.¹³

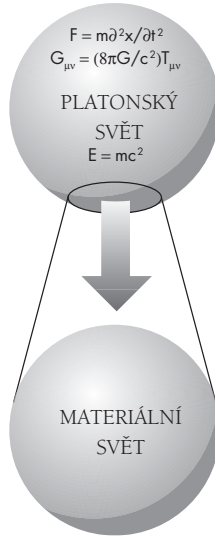
JSOU ZÁKONY SKUTEČNÉ?

V tom všem se skrývá jistý detail, který, jak se ukáže, bude mít prvořadý význam, až budeme mluvit o původu zákonů. Představa zákonů vznikla jako způsob, jak

formalizovat v přírodě existující pravidla, která spojují různé fyzikální události. Fyzikové se se zákony natolik szili, že nakonec samy zákony - na rozdíl od událostí, jež popisují - byly povýšeny na realitu. Zákony začaly žít svým vlastním životem. Pro laiky je význam tohoto kroku obtížné pochopit. Jednou z analogií by mohl být svět financí. Peníze v kapse znamenají mince a bankovky - skutečné, hmotné objekty, které lze vyměnit za skutečné, hmotné zboží nebo služby. Abstraktní peníze však také začaly žít svým vlastním životem. Investoři mohou peníze množit (nebo v mém případě ztrácet), aniž by kdy kupovali či prodávali cokoli hmotného. Existují například pravidla pro nakládání s různými měnami, která se skutečným nakupováním ve vašem obchůdku na rohu mají pramálo společného. V oběhu je vlastně mnohem víc „peněz“, než by bylo kdy možné nahromadit v podobě mincí a bankovek, a většina z nich víří kyberprostorem prostřednictvím internetu. V podobném duchu říkáme, že i fyzikální zákony obývají jakousi abstraktní sféru a hmotného světa se dotknou pouze tehdy, když „působí“. Vypadá to skoro, jako by zákony cíhaly za bukem, připravené ujmout se vlády nad nějakým fyzikálním procesem a přimět jej k poslušnosti, právě tak, jako směnárská pravidla „platí“, i když nikdo ve skutečnosti nic nesměňuje. Tento pohled na fyzikální zákony jako na „předpisy“, které mají moc nad přírodou, není bez odpůrců (jmenovitě jde o filozofy upřednostňující „popisný“ pohled).¹⁴ Většina fyziků, kteří pracují na fundamentálních tématech, však patří do tábora obhájců předpisů, ač se k tomu třeba otevřeně nehlásí.

Nyní tedy máme představu reálně existujících fyzikálních zákonů sídlících na jakémsi transcendentním Olympu, z něž panují nad bídou hmotou. Jedna příčina tohoto způsobu uvažování o zákonech souvisí s úlohou matematiky. Číslo byla zpočátku způsobem označování a počítání skutečných věcí, například korálků či ovčí. Jak se matematika jako obor rozvíjela a rozšiřovala z jednoduché aritmetiky i na geometrii, algebru, diferenciální a integrální počet a tak dále, nabyly tyto matematické objekty a vztahy samostatné existence. Matematici se domnívají, že výroky jako „ $3 \times 5 = 15$ “ a „11 je prvočíslo“ jsou ze své podstaty pravdivé - v jistém absolutním a obecném smyslu - aniž by se omezovaly na „tři ovce“ či „jedenáct korálků“.

O postavení matematických objektů uvažoval i Platon a rozhodl se zařadit čísla a idealizované geometrické tvary do abstraktní sféry dokonalých forem (idejí). V tomto platonském ráji bychom našli například dokonalé kružnice - na rozdíl od kružnic, s nimiž se setkáváme ve skutečném světě, jež budou vždy nedokonalými aproximacemi ideálu. Mnozí moderní matematici jsou platonici



Obr. 2: Kde sídlí fyzikální zákony?

Platon věřil, že matematické objekty skutečně existují, ale nenacházejí se v materiálním světě jevů, nýbrž v abstraktní sféře idealizovaných forem, jež je přístupná rozumu. Teoretičtí fyzikové, kteří fyzikální zákony vyjadřují pomocí matematických rovnic, k této tradici tíhnou. Rádi si představují, že fyzikální zákony skutečně existují, avšak *materiální* realitu přesahují.

(přinejmenším o víkendech). Věří, že matematické objekty reálně existují, neleží však v materiálním vesmíru. Teoretičtí fyzikové, kteří jsou platonskou tradicí odkojeni, mají také za přirozené řadit matematické zákony fyziky do platonské sféry. Toto uspořádání jsem schematicky znázornil na obrázku 2. V závěrečné kapitole se kriticky podíváme na podstatu fyzikálních zákonů a položíme si otázku, zda se ve snaze porozumět matematickému základu vesmíru nestal platonský pohled jen jakousi utkvělou myšlenkou.

SBOHEM, BOŽE?

Náboženství bylo prvním systematickým pokusem vysvětlit vyčerpávajícím způsobem vesmír. Svět nám ukazovalo jako produkt mysli či myslí, nadpřirozených původců, kteří mohli přírodu uspořádávat či uvádět ji v chaos podle své libosti. V hinduismu je Brahma stvořitelem a Šiva ničitelem. V judaismu je Jahve jak stvořitelem, tak ničitelem. Podle původních aboriginských obyvatel

australského Kimberley jednaly obě jejich stvořitelské bytosti ve vzájemné součinnosti. Wallanganda, mužská vesmírná bytost, stříkla vodu na Wunn-gud, ženu-hada, která ležela stočená v jakémsi rosolu, a tak vytvořili Yorro Yorro – svět, který vidíme.¹⁵ Ve schématech tohoto druhu jsou věci tak, jak jsou, protože se nějaký bůh (nebo bohové) rozhodl, že by takové být měly. Hlavní světová náboženství zasvětila celá staletí bádání ve snaze dodat těmto teistickým vysvětlením pádnost a soudržnost. Dokonce i dnes opírají miliony lidí svůj názor na svět o náboženskou interpretaci přírody.

Druhým velkým pokusem o výklad světa byla věda. Tentokrát vysvětlení pracovalo s neosobními silami a přirozenými, fyzikálními procesy, a nikoli s účelovými, nadpřirozenými činiteli. Bylo-li vědecké vysvětlení někdy s náboženským v rozporu, náboženství bez výjimky bitvu vždy prohrálo. Teologové se většinou stáhli a soustředili se na sociální a etické záležitosti, jako je duchovní osvícení, a s radostí přenechali výklad materiálního vesmíru vědcům. Lidé, kteří věří, že dešť způsobují bohové deště, a nikoli atmosférické procesy, dosud sice existují, ale jejich šance v debatě s meteorologem bych hodnotit nechtěl. Co se týče skutečných fyzikálních jevů, poráží věda bohy a zázraky levou zadní. Tím nechci říct, že by věda vysvětlila vše. Zůstává několik pořádně velkých mezer: vědci například neví, jak vznikl život, a téměř úplnou hádankou je pro ně vědomí. Dokonce ani některým běžným jevům, například vířícím tekutinám, nerozumíme úplně. To ale neznamená, že je nutné odvolávat se na magii či zázraky, abychom tyto mezery zaplnili; co potřebujeme, je rozvoj vědeckého poznání. To je téma, kterému se budeme podrobně věnovat v 10. kapitole.

Co se týče metafyzických otázek jako „Proč existují přírodní zákony?“, je situace méně přehledná. Tohoto druhu otázek se příliš nedotýkají konkrétní vědecké objevy: mnoho skutečně zásadních otázek zůstává stále stejných již od zrodu civilizace a trápí nás ještě dnes. Rozličné náboženské tradice měly stovky let, kdy o nich hluboce dumaly. Církevní učenci, jako byl Anselm z Canterbury a Tomáš Akvinský, nebyli zbožnými prostáčky, ale intelektuálními přeborníky své doby.

Mnozí vědci, kteří usilují o formulaci zcela vyčerpávající teorie materiálního vesmíru, otevřeně přiznávají, že součástí jejich motivace je konečně se zbavit Boha, kterého vnímají jako nebezpečný a dětinský klam. A nejen Boha, ale i veškerých známek odkazů na Boha, jako je „smysl“ nebo „účel“ či „plán“ přírody. Tito vědci vidí náboženství jako natolik falešné a temné, že nepomůže nic menšího než naprosté očištění od teologie. Nepřipouštějí žádnou střední cestu a považují vědu a náboženství za dva nesmiřitelně protichůdné pohledy na

svět. Předpokládají, že nevyhnutelným důsledkem intelektuální převahy a výkonné metodologie vědy bude jejich vítězství.

Odporoučí se však Bůh v tichosti? Dokonce i v rámci světa organizovaného náboženství znamená pojem „Bůh“ pro různé lidi mnoho různých věcí. Na úrovni populárního křesťanství z nedělní školy je Bůh vylíčen zjednodušujícím způsobem jako jakýsi kosmický čaroděj, jenž vykouzčil svět z ničeho a čas od času koná zázraky, aby řešil různé problémy. Takováto bytost je očividně v křiklavém rozporu s vědeckým pohledem na svět. Bůh vědecké teologie je naopak obsazen do role moudrého vesmírného architekta, jehož existence se projevuje racionálním řádem kosmu, řádem, který vlastně *odhaluje* věda. Tento druh Boha je vůči útokům vědy do značné míry imunní.

JE VESMÍR BEZÚČELNÝ?

Dokonce i ateističtí vědci budou přímo básnit o rozměrech, vznešenosti, harmonii, eleganci a čiré důmyslnosti vesmíru, jehož tak malou a křehkou část tvoří. Jak se před námi odvíjí velké kosmické drama, začíná to vypadat, jako by mělo nějaký „scénář“ – plán věcí – jímž se jeho vývoj řídí. Potom se musíme ptát, kdo nebo co tento scénář napsal. Nebo se ten scénář nějakým zázrakem napsal sám? Je tento velký kosmický text předepsán jednou provždy, nebo jej vesmír či jeho neviditelný autor vymýšlí za pochodu? Jde o jediné drama, které dávají, nebo je náš vesmír jen jednou z mnoha místních show?

Skutečnost, že se vesmír řídí nějakým uspořádaným schématem a není pouze nahodilou spleť událostí, přiměje člověka k úvahám, zda – ať s Bohem či bez něj – nestojí za tím vším jakýsi význam či smysl. Mnozí vědci se však bez váhání vyjadřují opovržlivě i o tomto slabším tvrzení. Richard Feynman, pravděpodobně nejlepší teoretický fyzik poloviny 20. století, se domníval, že „ohromné množství znalostí o tom, jak se chová hmotný svět, člověka jen utvrzuje v tom, že na tomto chování je cosi nesmyslného“.¹⁶ Tento pocit sdílí i teoretický fyzik a kosmolog Steven Weinberg: „Čím srozumitelnější se vesmír jeví, tím se zdá i bezúčelnější.“¹⁷ Za tuto poznámku se Weinberg ocitl pod palbou ze strany svých kolegů – nikoliv protože by popíral, že vesmír má účel, ale protože byl i jen naznačil, že *by* vesmír účel mít mohl.

Jistěže pojmy jako „význam“ a „účel“ jsou kategorie zavedené lidmi a musíme dávat pozor, když se je pokoušíme přenést na materiální vesmír. *Všechny* pokusy o vědecký popis vesmíru ale vycházejí z lidských pojmů: věda postu-

ZÁSADNÍ OTÁZKY

puje přesně tak, že vezme pojmy, které lidé vymysleli často na základě každodenní zkušenosti, a použije je na přírodu. Dělat vědu znamená vymýšlet, co se odehrává ve světě - na co se vesmír „chystá“, „o co“ v něm jde. „Nešlo-li“ by v něm o nic, neexistoval by především žádný dobrý důvod, proč se pouštět do vědeckého bádání, protože bychom neměli proč se racionálně domnívat, že bychom tak mohli odhalit další skutečnosti, které by byly logické a měly by smysl. Proto bychom Weinbergův výrok mohli oprávněně obrátit a říct, že čím bezúčelnější se vesmír jeví, tím se také zdá nepochopitelnější. Samozřejmě že vědci by si také své přesvědčení, že objevují systematická a logická fakta o běhu přírody, mohli jen namlouvat. Mohli bychom to být i my, kdo spřádá oslnivé a intelektuálně elegantní obrazce z čehosi, co není ničím víc než jen banalitou. Nakonec nemusí existovat vůbec žádný důvod, proč jsou věci tak, jak jsou. To by ale z vesmíru dělalo po čertech chytrý varietní trik. Může skutečně absurdní vesmír tak přesvědčivě napodobovat vesmír, který má smysl? Toto je nejzávažnější z významných otázek existence, která před námi bude stát, až se pustíme do zkoumání života, vesmíru a vůbec všeho.

KLÍČOVÉ BODY

- Na pořadu vědeckého zkoumání jsou nyní mnohé zásadní otázky existence.
- Skutečně zásadní otázkou je, proč je vesmír vhodný pro život: vypadá „zfixlovaně“.
- Vesmír dodržuje matematické zákony: jsou jako vzkaz skrytý v přírodě. Abyste tuto knihu ocenili, musíte si na tuto myšlenku zvyknout.
- Za vším stojí matematické zákony fyziky. Mnoho fyziků si myslí, že tyto zákony reálně existují a obývají transcendentní platonskou sféru.
- Věda odhaluje, že existuje jistý logický systém věcí, ale vědci tuto skutečnost neinterpretují nutně jako důkaz smyslu či účelu vesmíru. Většina vědců, ale rozhodně ne všichni, jsou ateisté nebo agnostici.
- A já mám tohle všechno nějak vysvětlit.