

## O superstrunách s Richardem Feynmanem

Richard Phillips Feynman byl profesorem na katedře fyziky Kalifornského technologického institutu (*Caltech*). Přisuzuje se mu zásluha za položení teoretických základů velké části moderní částicové fyziky a kvantové teorie pole. Jelikož patřil mezi velmi významné postavy moderní fyziky, byla jeho skepse vůči superstrunám obzvláště zajímavá. Zemřel počátkem roku 1988. Následující rozhovor s profesorem Feynmanem se objevil v knize P. Daviese a J. Browna *Superstrings: A Theory of Everything?*, vydané v Cambridge University Press v roce 1988.

*Před pár lety Stephen Hawking řekl, že si myslí, že konec teoretické fyziky by mohl být v dohledu. Odvolával se přitom na nedávné úspěchy v pokusech sjednotit celou fyziku do jediného schématu. Toto tvrzení je velmi provokativní. Jaký máte názor vy, který jste pokusům sjednotit různé aspekty fyziky věnoval kus života?*

Život jsem prožil s lidmi, kteří věřili, že odpověď je hned za rohem. Pokaždé však přišel neúspěch. Třeba Eddington, který si myslel, že s teorií elektronu a kvantovou bude vědet vše, protože se to zdá být jednoduché, ale nevyřešil nic. Nebo Einstein, který si také myslel, že má sjednocenou teorii hned za rohem, avšak nevěděl nic o jádrech a samozřejmě je nemohl zahrnout do svých prací. A dnes máme mnoho věcí, kterým nerozumíme. Úplně si to neuvědomujeme a lidstvo si myslí, že je velmi blízko odpovědi. Sám však tento názor nesdílím.

*Myslíte si, že máme nějaké právo předpokládat, že příroda je na své nejhlubší úrovni sjednocena, že existují jednoduchá matematická tvzení, která mohou shrnout celou její podstatu?*

V našem oboru máme právo dělat, cokoliv chceme. Je to jen sázka. Jestliže předpokládáte, že všechno může být shrnuto do malého počtu zákonů, máte právo to zkusit. Nemáte se čeho bát, protože experimentem zjistíte, jestli je to dobře nebo špatně. Ve tvorbě hypotéz nespo-

čivá žádná nebezpečí. Může tady být pouze jisté psychologické nebezpečí, jestliže zaměříte příliš mnoho úsilí špatným směrem. Zda má nebo nemá příroda základní, jednoduchou, sjednocenou, krásnou formu, je otevřená otázka a já nechci říct, že je to tak či onak. Chtěl bych to zjistit, i když na to asi nebudu žít dostatečně dlouho. Chci zjistit o přírodě tolik, kolik mohu, ale nechci předbíhat čas.

*Jedním z problémů testování nových myšlenek experimentem je fakt, že se sjednocení může projevit jen při mimořádně vysokých energiích. Myslíte si, že jsme na konci cesty vysokoenergetické částicové fyziky, pokud se týká urychlovačů? Je těžké odhadnout vývoj další generace experimentů, protože neznáme, jaké budou finanční podmínky. Myslíte si, že z těchto důvodů teoretická fyzika zdegeneruje ve filozofii?*

Možná teoretická fyzika zdegeneruje, ale nevím v co. Dovolte mi nejprve něco říci. Když jsem byl mladší, všiml jsem si, že mnoho starších vědců nemohlo porozumět novým myšlenkám a bránili se jim za každou cenu. A že byli velmi pošetilí, když říkali, že tyto myšlenky jsou špatné – jako např. Einstein nebyl schopen uznat kvantovou mechaniku. Dnes jsem starý muž já a dnešní nové myšlenky se mi zdají bláznivé a připadají mi, jako by šly špatným směrem. Teď vím, že jiní starší muži byli velmi pošetilí, když říkali takové věci a já bych byl velmi pošetilý říci, že je to nesmysl. Budu pošetilý, protože silně cítím, že to je nesmysl! Nemohu si pomoci, ačkoli znám nebezpečí takového názoru. Takže pravděpodobně pobavím budoucí historiky výrokem: „Myslím si, že celé tyhle superstruny jsou nesmyslem a že je to špatný směr výzkumu.“

*Co na nich nemáte rád?*

Nemám rád, že nic nepočítají. Nelíbí se mi, že neověřují své myšlenky. Nelíbí se mi, že když cokoliv nesouhlasí s experimentem, tvůrci spíchnou vysvětlení: „Dobře, ještě stále to může být pravda.“ Tato teorie například potřebuje deset dimenzí. Existuje způsob srolování těch šesti přebytečných. Ano, je to možné matematicky, ale proč ne sedmi? Když píšou svou rovnici, měla by rozhodnout, kolik z těchto věcí se sroluje, a ne si přát souhlas s experimentem. Jinými slovy, v teorii superstrun není

důvod pro nic. Takže fakt, že by to nemuselo souhlasit se zkušeností, je zcela nepodstatný, neříká nic. A to bychom museli promíjet po celou dobu.

*Je to problém stylu zkoumání nebo je to podstatou věcí, o které se pokouší?*

Nevím, jestli bych to nazýval stylem zkoumání. Spíše jde o otázku ověřování myšlenek experimentem a o to, zda je teorie dostatečně precizní. Je precizní matematicky, ale matematika je příliš obtížná pro ty, kteří to dělají a oni vyslovují své závěry bez jakéhokoliv důkazu. Takže jenom hádají.

*Říkáte, že svou práci dělají nedbale?*

Ne, to není nedbalost, je to jenom moc složité. Prostě nejsou schopni dělat přesné předpovědi. A navzdory přidávání domněnek říkají, že je to dobrá teorie. „Nyní bychom mohli srolovat šest rozměrů, a to by mohlo způsobit zase jinou věc atd.“ Rovněž je v této teorii velký počet částic, mnohem víc, než známe. Tak řekneme dobře, ty, které neznáme, se možná objevují až při vysoké, tzv. Planckově energii, které nemůžeme dosáhnout. Ale proč jsou to tyhle částice a ne ty druhé? Na to by měla jejich teorie odpovědět, nikdo z nich to však není schopen ukázat. Jinými slovy řečeno, není tu reálné srovnání s experimentem.

Konečně, ačkoliv lidé říkají, že nejsou experimenty, které by nás vedly, není to pravda. Máme nějakých čtyřiaadvacet nebo více, neznám přesné číslo, záhadných čísel spojených s hmotností. Proč je hmotnost mionu 206krát, nebo kolik to je, větší než elektronu? Proč jsou hmotnosti kvarků takové, jaké jsou? Žádné z těchto čtyřiaadvaceti čísel nemá v teorii superstrun vysvětlení. Současně neznám ani nějakou jinou teoretickou konstrukci, která by ho podávala. Je to problém pro teoretickou fyziku a teorii superstrun přitom vůbec neoslovuje.

Mám dojem, že projekty tohoto druhu jsou založeny na velmi obecných představách. V tomto případě je to představa, že je nějaká jednoduchá, elegantní matematika, která by všechno popsala, a je podaná s možností, že ji nikdy nebudeme pozorovat. Až dodatečně se teorie super-

strun zajímá o nízkoenergetickou oblast a pokouší se tato čísla fitovat, to však už není ono.

*Myslíte si, že tento druh filozofického přístupu – myšlenka nějakého velkého sjednocení, jenž je základem všeho – je dobrá inspirace fyziků? Samozřejmě inspiruje mnoho fyziků, ale nemůže být zavádějící přistupovat k fyzice tímto způsobem?*

Na tuto otázku jsem už odpověděl – dělejte, cokoliv chcete. Jediné nebezpečí hrozí tehdy, když všichni budou dělat totéž! Možná, že je nějaký sjednocující princip a věci, které předpokládáme, jsou správné. Bylo by pěkné, kdybychom to mohli demonstrovat. Ale mohou být i jiné možnosti. Pouhé tvrzení, že by měl být nějaký druh sjednocení, neříká jaký. Možnosti je mnoho a kterákoliv může být správná, nebo taky žádná. Měli bychom je prozkoumat všechny.

*A co myšlenka použití strun místo částic, strun jako fundamentálních objektů. Myslíte si, že tato myšlenka má nějaké přitažlivé rysy?*

Nijak zvlášt. Ne, otázkou není, zda jedna či druhá myšlenka nebo co je na dané myšlence přitažlivého. Otázkou je dostat co nejvíc různých myšlenek a dovést je tam, kde rozhodne experiment. Ještě na MIT mi jeden přítel řekl: „Myslím si, že problém v teoretické fyzice je dokázat, že nemáš pravdu, nejrychleji, jak je to možné!“ Strunoví teoretici nedokazují svůj omyl, protože si ve svých rovnicích dovolují svobodu. Říkají: „Třeba se roluje šest dimenzí z deseti a dá to čtyři,“ bez důkazu, že se roluje šest a bez uvážení rolování sedmi. Neprověřují své myšlenky dostatečně tvrdě experimentem z důvodu obtížnosti cokoliv spočítat. Staví vzdušné zámky, které mne příliš nezajímají.

*Mnoho lidí pracujících na superstrunách věří, že jedním z hlavních důvodů pro jejich studium je to, že slibují vyřešení problému nekonečen a divergencí, které trápily fyziku po desetiletí. Myslíte si, že byste uvítal teorie, které jednou provždy vyřeší problém nekonečen.*

Zda něco uvítáme nebo ne, závisí na tom, jestli je to v souladu s jevy v přírodě. Samozřejmě by bylo potěšující, kdyby teorie superstrun vskutku odstranila nekonečna. Ale mám takový pocit – ovšemže se

mohu úplně mýlit – že musí být více způsobů, jak stáhnout kočku z kůže, jak se zbavit nekonečen. Nemyslím, že požadavek konečnosti vede jediné k této teorii. Měl by nás vést různými směry. Lidská představivost je veliká, jistě najde celou spoustu dalších. Fakt, že se teorie zbaví nekonečen, pro mě není postačujícím důvodem pro víru v její jedinečnost. To je můj názor. Je pravděpodobně nesprávný, jak jsem se snažil vysvětlit – jsem starý člověk. Možná ti hoši vědí lépe než já, že jiná cesta, kterou se vydat, neexistuje.

*Nekonečna trápila kvantovou teorii pole po více než jednu generaci. Myslíte si, že je fundamentální teorie různých interakcí mezi částicemi může obsahovat, nebo že měl pravdu Dirac, když říkal, že teorii obsahující nekonečna nelze věřit?*

V pozorováních samozřejmě žádná nekonečna nejsou – hmotnost elektronu není nekonečná. Vezmeme-li však elektrodynamiku v konvenčním smyslu (bez dodání všech nových modifikací), napíšeme rovnici a spočítáme hmotnost elektronu, pak zjistíme, že je nekonečná. V tu chvíli uděláme podvod a řekneme, že takto se hmotnost vlastně nepočítá. Vymyslíme si jiná pravidla, která nazveme *renormalizací*, a ta umožní vznik teorie konečné a souhlasící s experimentem. Zajímavé však je, že jsme dosud nedokázali, že tato renormalizační forma teorie je matematicky konzistentní.

Předpokládejme však na chvíli, že konzistentní je. Výpočty pak vypadají asi takto: „Napište tyto rovnice a když dostanete nekonečna, zahrajte si tu odčítací hru z roku 1947. Vezměte limitu, vyhleďte ji a dostanete konečnou odpověď.“ Pak by mělo být možné, aby jednoho dne někdo nějakým jiným způsobem mnohem pečlivěji vypracoval soustavu rovnic, ve kterých nejsou žádná nekonečna a které mají stejné důsledky. Nemyslím tím vymýšlení nové fyziky, ale spíše reorganizaci toho, co existuje. Změnit výpočty tak, aby byly elegantnější. Možná jsou nekonečna pouze formální záležitosti.

Není-li však elektrodynamika konzistentní, není řešení záležitostí matematické techniky a problém je z fyzikálního hlediska mnohem váž-

nější. Museli bychom se o přírodě naučit víc a zjistit, jak elektrodynamiku modifikovat. Na pomoc bychom se mohli obrátit k teorii obdobné, jako je kvantová chromodynamika, která zahrnuje kvarky a gluony, vysvětluje vlastnosti protonů atd. U ní umíme dokázat, že je konzistentní.

*Velice obtížné problémy s nekonečny jsou v gravitaci. Některým lidem se může zdát zvláštní, že se ji snažíme zahrnout do částicové fyziky – vždyť v atomovém měřítku je tak slabá. Lze nějak jednoduše vysvětlit, proč je v těchto problémech tak důležitá?*

Jsem překvapen, že si myslíte, že by gravitace mohla být nedůležitá. Vždyť je to jeden z fyzikálních zákonů! Když se velké hmoty dají dohromady, přitahují jedna druhou. Fyzikální popis světa, který nedokáže vysvětlit, proč se velké hmoty přitahují, není zřejmě správný!

*Ale myslíte si, že potřebujeme gravitaci, abychom dali do pořádku částicovou fyziku, pokud jde o divergence?*

Nemám nejmenší tušení, možná. Gravitaci však potřebujeme proto, že je tady. Chceme teorii, která vysvětluje co vidíme, a proto do ní musíme zahrnout gravitaci bez ohledu na otázku zbavení se nekonečen.

Jinou otázkou je, zda gravitace musí být kvantově mechanickou teorií. Zřejmě nemůžeme mít svět zčásti klasický a zčásti kvantový. Proto by tedy měl být v gravitaci použit například princip neučitosti. Neměli bychom být schopni používat gravitační síly k určení polohy a hybnosti částice pod určitou přesností, protože bychom se dostali do nesrovnalostí. V pokusech modifikovat teorii gravitace na kvantovou teorii objevíme nekonečna stejně jako v elektrodynamice. Jsou však mnohem obtížněji odstranitelná.

V kvantové teorii pole je energie spojená s tím, co nazýváme vakuum, ve kterém se všechno uspořádá na nejnižší energii (ta energie není podle teorie nulová). Předpokládá se, že gravitace interaguje s každou formou energie a měla by pak interagovat i s touto energií vakua. A proto by vakuum mělo mít hmotnost ekvivalentní vakuové energii a mělo by vytvářet gravitační pole. Ale nevytváří. Gravitační pole vytvářené energií elektromagnetického pole ve vakuu – kde není světlo, jen

ticho, nic – by mělo být ohromné. Tak ohromné, že by bylo zřejmé. A přitom je nulové! Nebo velmi malé, což naprosto nesouhlasí s očekáváním teorie pole.

Tento problém je někdy nazýván problémem kosmologické konstanty. Snad v naší formulaci teorie gravitace něco postrádáme. I když je možné, že příčina potíží tkví v gravitační interakci s vlastní energií vakua. Myslím tedy, že bychom ze všeho nejdříve měli umět formulovat gravitaci tak, aby neinteragovala s energií vakua. Nebo možná potřebujeme formulovat teorii pole tak, aby energie vakua byla nulová. Jinak řečeno, existují jistá tajemství spojená s problémem kvantování gravitace, která jdou nad rámec divergencí.

*Mnoho lidí pracujících v této oblasti plně souhlasí s tzv. „mnohovesmírovou“ interpretací kvantové mechaniky. Co si o ní myslíte?*

Nemám představu. Víte, v našem oboru máme ohromnou výhodu oproti jiným, protože své myšlenky prověřujeme experimentem. Když totiž řeknete: „Nekonečna nejsou možná, budu muset udělat novou teorii,“ třeba se hluboce mýlíte. Vy však zkusíte tu novou teorii vytvořit a ona může souhlasit s experimentem nehledě na to, zda myšlenka, která vás k ní přivedla, je či není správná. Fakt, že nová teorie souhlasí s experimentem, je pěkný a vy jste něco objevili. Myšlenky, které jsme před chvílí vedli o tom, co je filozoficky konzistentní či filozoficky nutné, jsou pouze psychologické tlaky. Například když jsem byl mladý, vedla mne vpřed představa, že elektron nemůže působit sám na sebe. Představa, která se později ukázala nepotřebnou.

*Máte tedy velice pragmatický pohled na věci?*

Připouštím, že byste ho mohl nazývat pragmatický ve smyslu, že jedině, co mě zajímá, je najít soubor pravidel, která by souhlasila s chováním přírody a nezkoušet jít příliš daleko za to. Zjistil jsem, že většina filozofických diskusí je psychologicky užitečná, ale nakonec, když se podíváte zpátky do historie, zjistíte, že to, co bylo kdysi řečeno s takovou pádností, je téměř vždy – do jisté míry – nesmyslné!

*Předpokládejme, že se věci vyvinou tak, jak věří optimisté a za pár let se ukáže, že myšlenka superstrun je ta správná a všechny dřívější problémy budou vyřešeny. V jakém stavu se bude teoretická fyzika nacházet? Měli bychom mít teorii, která by měla na první pohled vysvětlovat všechno, co se ve vesmíru stane. Ale doopravdy tomu věříte? Myslíte si, že by tato teorie v principu mohla vyřešit všechno, např. problém původu života a původu vědomí?*

Řekl jste mnoho věcí najednou a já se k nim musím vrátit jednotlivě. Začneme nejprve s problémem fyziky. Je to určitě možné, že jednoho dne budeme mít teorii, pravděpodobně teorii superstrun, která vysvětlí všechna naše pozorování. Ukáže např. že poměr hmotnosti mionu a elektronu je právě takový, jaký jej pozorujeme. Zkrátka předpoví správně všechny jevy v přírodě a bude v sobě pravděpodobně obsahovat nejlepší popis původu vesmíru, O. K.? V reálném světě ale existují vlny narážející na pobřeží, bouřky, blesky, vítr, hluk a tak dále, které nemůžeme analyzovat přesně, i kdybychom znali všechny zákony fyziky. Ve skutečnosti dnes známe dost fyzikálních zákonů, pomocí kterých bychom měli být v principu schopni analyzovat všechny tyto jevy. Ale detaily interakce větru, vody, atd. jsou komplikované a je pro nás těžké analyzovat je precizně.

*Je to jen tou komplikovaností nebo mohou vyvstat nějaké nové fundamentální věci?*

Porozumění všem těmto jevům nevyžaduje žádnou „pokročilou“ fyziku, o které jsme předtím mluvili. Zákony kvantové mechaniky, atomů, atd. (bez uvážení vlivu jádra) stačí k vysvětlení počasí, ale my ho přesto nemůžeme vysvětlit kvůli jeho složitosti. Používám často analogii ze šachu: můžete se naučit všechna pravidla hry, ale nebudete vědět jak hrát dobře. Stejně tak se můžete naučit všechna pravidla fyziky. Ve skutečnosti je známe s dostatečnou přesností v říši normálních pozemských jevů. Ale to neznamená, že můžeme analyzovat všechno. Ve skutečnosti jsou přírodní jevy tak složité, že to zkrátka nejde. Já věřím, že původ života je právě jeden z těch komplikovaných. Fyzika pomohla v porozu-



mění toho, co se může dít s molekulami. Tento pokrok jsme už udělali. To, co zkoušíme dělat s fundamentálními zákony má spíše více do činění s historií vesmíru a konečným pochopením každého základního pravidla. Současná situace ve fyzice je taková, jako kdybychom znali šachy kromě jednoho nebo dvou pravidel. Ale tato chybějící pravidla pro nás nejsou v této fázi tak důležitá a my se bez nich obejdeme velice dobře. Řekl bych, že to je způsob, jak uvažovat o jevech v životě, vědomí a tak dál. Jakým způsobem a jak se tyto problémy vyřeší po filozofické stránce je sice pěkná otázka, ale není to otázka, která čeká na fyziky. Známe zákony, kterými se řídí atomy a které umožňují za určitých podmínek život na Zemi.

*Ale existují lidé, kteří zastávají názor, že když zkoumáte systém, který je přiměřeně složitý, vynoří se nové principy – principy, které samy o sobě mohou být docela jednoduché, ale které nejsou obsaženy ve fundamentálních základech fyziky.*

Všechno je v pořádku až na Vaši poslední větu. Lidé to mohou říkat, ale já nevidím žádný důvod, proč tomu věřit. To je určitě pravda, že když se věci stanou složitější, používáme nové principy, které nám je pomohou analyzovat. Např. v šachu přesunutí figurek do centra šachovnice zvyšuje jejich „sílu“. To je princip, který není v pravidlech explicitně obsažen, když si je čtete. Ale můžete ho pochopit nepřímou. Je jen důsledkem těchto pravidel a ničeho jiného. Ano, existují nádherné „principy uspořádání“ jako např. myšlenka valence, zvuku, tlaku a další, které nám pomáhají porozumět složité situaci. Ale říci, že nejsou obsaženy ve fundamentálních zákonech, je neporozumění. Tyto zákony mají v sobě všechno. Je to jen otázka nalezení vhodných metod pro analýzu složitých systémů.

*Ano. Já jsem neměl na mysli, že tyto nové principy by mohly být neslučitelné se základními zákony, jenom to, že tyto zákony jsou nedostatečné, aby je zahrnovaly.*

Nevím, co to znamená.

*No to, že principy by mohly například obsahovat detaily o hraničních podmínkách, o aktuálním stavu systémů, které by nebyly přítomny v zákonech samy o sobě.*

Nevím. To si nemyslím. Můžete udělat mnoho analogií, např. s počítačem. Zjistíte, že máte-li určitý druh prvků jako NAND hradla, pak je můžete dát dohromady a vytvořit jakýkoliv počítač. Ale na konci toho je nádherná myšlenka, vytvořit koncept procesoru, paměti atd., abyste rozuměli počítači. Ačkoli je stále pravda, že všechny tyto části mohou být vytvořeny z NAND hradel, je velmi užitečné mít tyto zobecňující a uspořádávající principy. U takových věcí jako je vítr, místo abyste se starali o pohyb jednotlivých molekul, je mnohem užitečnější sledovat velký počet molekul pohybujících se přibližně stejným směrem. Můžeme je reprezentovat střední rychlostí a tak dál a dostáváme myšlenku větru, která není v zákonech obsažena explicitně. Slovo „vítr“ není ve fundamentálních zákonech, ale tyto zákony obsahují koncept větru. Myslím, že tak to funguje.

*Problém, který jsem měl na mysli, byl vztah mezi fyzikou a kosmologií. Přestože můžeme velmi dobře chápat jak vesmír expandoval v big bangu, nezdá se, že zákony vysvětlují, jak začal. Musíme zadat speciální počáteční podmínky. Myslíte si, že můžeme vesmír pochopit jako celek pomocí fyziky nebo k tomu potřebujeme nějaké dodatečné principy?*

To je velmi zajímavá otázka, protože doposud měla fyzika tento rys: soubor zákonů je dán v takové formě, že zadáte-li podmínky, můžete říci, co se stane. Jinak řečeno, umístíte-li zde tři atomy jistého druhu a tam pět jiných, můžete říci, co se stane. Tyto zákony mají fakticky tu vlastnost, že nezávisí na absolutním čase. Jsou stejně potom jako teď. Doposud fyzika nikdy nevyvolala historickou otázku jak zákony získaly tuto podobu. Newtonovy zákony společně s jeho zákonem gravitace neříkají například nic o tom, kdy máte provést měření nebo jaké budou v daném časovém okamžiku. Stejně jako zákony elektromagnetismu, kvantová mechanika, atd. Řekl bych, že jsou lokální v čase, můžete je použít kdykoli. Proto nemohou být aplikovány v kosmologii, protože kosmologie

musí něco dodat – jak věci začaly. Jenom tehdy můžete něco vypočítat. Je možné, že fyzikální zákony tohoto typu jsou neúplné. Možná se mění v čase, např. gravitace se mění v čase a gravitační zákon převráceného čtverce vzdálenosti závisí na tom, jak velká doba uplynula od počátku času. Jinak řečeno, je možné, že v budoucnosti toho budeme chápat více a fyzika bude doplněna o údaje, jak věci začaly.

*Takže nesouhlasíte s myšlenkou Johna Wheelera, že fyzikální zákony jsou odpovědné za přivedení vesmíru do jeho počátku? Vy si myslíte, že potřebujeme ještě něco kromě těchto zákonů?*

Musíte být opatrný, co John Wheeler říká, protože já nevím, jestli míní, že fyzikální zákony jsou nebo by měly být za to odpovědné. Teď nejsou. I když jsem si jistý, že by Wheeler souhlasil s tím, že současné fyzikální zákony nám neříkají, jak věci začaly – nemohou, protože tak nejsou napsané. Zním Wheeler a to, co pravděpodobně řekl, je, že zákony fyziky, až je budeme úplně chápat, nám to řeknou. To je docela možné. A je to přesně to, co jsem říkal i já – možná budoucí zákony fyziky v úplně podobě nebudou stejné v čase, ale budou popisovat celou historii vesmíru bez potřeby nějakého vnějšího předpokladu, jak věci začaly. Ale dnes to není možné.

*Jak byste potom nahlížel na zákony fyziky? Platónským způsobem jako na něco, co existuje nezávisle na vesmíru, na něco, co má právo na abstraktní existenci?*

Mluvíte o přítomnosti nebo o budoucnosti?

*O obojím.*

Řekněme teď.

*Dobře.*

Problém existence je velice zajímavý, ale také jeden z těch složitých. Děláte-li matematiku, objevíte třeba zvláštní věc, když budete sčítat třetí mocniny přirozených čísel. Jedna na třetí je jedna, dvě na třetí jsou dvě krát dvě krát dvě, to je osm. A tři na třetí jsou tři krát tři krát tři, to je dvacet sedm. Budete-li sčítat tyto třetí mocniny, tj. jedna plus osm plus dvacet sedm a tak dál a někde se zastavíte, řekněme tady, dostanete třicet

šest. A to je kvadrát jiného čísla, čísla šest, které je součtem našich čísel jedna, dvě a tři. Můžeme zkusit jiné číslo, třeba pět. Jedna plus dvě plus tři plus čtyři plus pět a pak to umocněte na druhou. Dostanete stejnou odpověď, jako kdybyste umocnil na třetí čísla od jedné do pěti a pak je sečetl. Ano? To, co jsem Vám teď řekl, jste možná předtím nevěděl. Mohl byste říci, kde to je, co to je, jaký druh reality tomu odpovídá. A přece jen jste udělal krok vpřed. Když objevíte takovéto věci, máte pocit, že byly takové i dřív, než jste na ně přišel Vy. Takže dostanete nápad, že někdy někde existovaly a neexistuje pro ně nikdy. Je to jenom pocit. Je to lidské – duševně se namáháme, abychom tomu porozuměli. Objevíme všechny tyto nádherné věci, např. Besselovy funkce a relace mezi nimi nebo Fourierovu transformaci. Všechny jsou opravdu tady a my jsme postoupili vpřed. V případě fyziky máme dvojí problém. Všechny tyto matematické vztahy jsou aplikovány na vesmír, takže problém je dvojnásobně matoucí. V matematice máme jen malé obavy, že tyhle Besselovy funkce a relace mezi nimi nebyly nikde, musely být objeveny, ale že nějak existovaly, než jsme je objevili. V případě fyziky, poněvadž její zákony jsou aplikovány na svět, je to mnohem těžší říci, kde jsou. Ale mohou být bližší realitě než matematické zákony. To jsou filozofické otázky, na které nevím, jak bych odpověděl. Můžete toho ve fyzice hodně udělat, aniž byste si takové otázky kladl. Ale je zábavné o nich přemýšlet.

*Kdysi lidé věřili, že Bůh vysvětlí celý vesmír. Teď se zdá, že tuto roli Boha hrají zákony fyziky, že jsou všemohoucí a vševedoucí.*

Naopak. Bůh byl vždy vymyšlen proto, aby vysvětlil tajemství, aby vysvětlil ty věci, kterým nerozumíme. Teď, když konečně objevíte, jak něco funguje, dostanete nějaké zákony, které berete Bohu; na to ho už nepotřebujete. Ale potřebujete ho kvůli jiným záhadám. Proto ho tedy necháte vytvořit vesmír, protože my jsme na to ještě nepřišli. Potřebujete ho pro porozumění těm věcem, o kterých si myslíte nebo věříte, že je zákony nevysvětlí, jako je vědomí nebo proč žijeme jen určitou dobu, proč je život a smrt. Bůh je vždy spojen s takovými věcmi, kterým ne-

rozumíme. Proto si nemyslím, že zákony jsou jako Bůh, protože byly vymyšleny.

*Ale zdá se, že jsou všechny tak mocné a přesahují fyzikální vesmír.*

Ne. Fyzikální vesmír jim vyhovuje. Nevím, co myslíte tím, že jej přesahují.

*Jestliže počátek existence vesmíru může být vysvětlen těmito zákony, jak jste říkal, pak tyto zákony musely existovat v jistém smyslu i předtím, než vesmír vznikl.*

Ale my ty zákony ještě nemáme. Mluvíte o hypotetické situaci, že by fyzikální zákony popisovaly, jak všechno začalo?

Ano.

Až budeme takové zákony mít, budu to s Vámi diskutovat, ale nemohu na to odpovědět, aniž bych je viděl.

*Ale věříte, že takové zákony existují?*

Nevím.

*Dobře. Myslíte si, že pracujeme na zákonech, ve kterých jsou naše současné teorie jen aproximací?*

Ano, samozřejmě. Mám pocit, že objevuji zákony, které jsou „někde tady kolem“, podobně jako má tento pocit matematik, když objeví zákony, o kterých si myslí, že „někde“ jsou. Ale ví, že neexistuje fyzikální místo, kde jeho zákony jsou. Ví, že mé zákony jsou užitečné pro předpověď toho, jak se vesmír chová, ale opět říkám, že si nejsem moc jistý tím, kde jsou. To je otázka, na kterou nemusím odpovídat. Mohl jsem dělat fyziku právě tak úspěšně, aniž bych si tuto otázku zodpověděl. To neznamená, že o tom nepřemýšlím, protože vidíte, že přemýšlím. Přemýšlel jsem o analogii. Shledal jsem to velmi zábavným a rozkošným, ale ne nezbytně důležitým.