

ZÁNIK VŠETKÉHO

[Z ASTROFYZIKÁLNEHO HĽADISKA]

Zaradané
medzi
100 významných
knižných
titulov

KATIE MACKOVÁ

Kniha roka podľa *THE WASHINGTON POST*, *THE ECONOMIST*,
NEW SCIENTIST, *PUBLISHERS WEEKLY* a *THE GUARDIAN*

Katie Macková
Zánik všetkého

ZÁNIK VŠETKÉHO

(Z ASTROFYZIKÁLNEHO HĽADISKA)

KATIE MACKOVÁ

AKTUELL

Dielo je autorsky chránené. Všetky práva, najmä rozmnožovať a rozširovať, rovnako ako právo prekladu, sú vyhradené. Žiadna časť tohto diela sa nesmie bez písomného súhlasu majiteľa autorských práv reprodukovať, spracovávať, rozmnožovať alebo rozširovať vo forme fotokópií, mikrofilmov a ani inými metódami použitia elektronických systémov ukladania do pamäte.

Katie Macková: Zánik všetkého (z astrofyzikálneho hľadiska)

Z anglického originálu *The End of Everything*,
ktorý vydalo vydavateľstvo Scribner,
an imprint of Simon & Schuster, Inc., New York, USA.

Copyright © 2020 by Dr. Katie Mack

All rights reserved.
Všetky práva vyhradené.

Translation © Jozef Ferencz 2024

Cover design © Jaya Miceli

Odborná redakcia: Eduard Koči
Sadzba a zalomenie: Samuel Ryba – Design Ryba

Tlač: FINIDR, s.r.o., Český Těšín, Česká republika

Vydal AKTUELL vydavateľstvo, s.r.o., Bratislava, Slovenská republika
Slovak edition © AKTUELL 2024

ISBN 978-80-89873-37-1

*Venujem svojej mame,
ktorá ma od začiatku podporovala*

Autorka je vďačná Programu verejného porozumenia vedy Nadácie Alfreda P. Sloana (Alfred P. Sloan Foundation Public Understanding of Science program) za všestrannú podporu pri výskume a písaní tejto knihy.

Obsah

| | |
|-------------------------------------|-----|
| 1. Úvod do kozmu | 11 |
| 2. Od veľkého tresku až dodnes..... | 29 |
| 3. Veľký krach | 73 |
| 4. Tepelná smrť | 97 |
| 5. Veľké roztrhanie | 139 |
| 6. Vákuový rozklad..... | 169 |
| 7. Odraz | 203 |
| 8. Budúcnosť budúcnosti | 229 |
| 9. Epilóg | 263 |
| | |
| Poďakovanie | 271 |
| Register | 275 |

PRVÁ KAPITOLA

Úvod do kozmu

Niektorí tvrdia, že svet skončí v plameňoch,
niektorí, že v mraze.

Z toho, čo za túžbu okúsil som
sa prikláňam k tým, že v plameňoch a skaze.

Ale ak by som mal dvakrát skončiť,
tuším nenávisti poznám dosť,

Aby som mráz na skazu mohol odporúčať,
tiež je skvelý

a dostatočne nám dá zabráť.

Robert Frost, 1920

O tom, ako zanikne svet, špekulovali a diskutovali básnici a filozofi v priebehu celých dejín. Isteže, teraz vďaka vede poznáme odpoveď: v plameňoch. Určite v plameňoch. Tak o päť miliárd rokov sa Slnko zväčší a prejde do fázy červeného obra, pohltí obežnú dráhu Merkúra a možno aj Venuše a zo Zeme vytvorí obhorenú skalú bez života pokrytú magmou. Osudom dokonca aj tohto sterilného, tlejúceho pozostatku je nakoniec pravdepodobne to,

že po špirále klesne do vonkajších vrstiev Slnka, kde sa jeho atómy rozptýlia v rozvírenej atmosfére umierajúcej hviezdy.

Čiže: v plameňoch. To by sme mali. Frost mal v úvode pravdu.

Ale nerozmyšľal dostatočne vo veľkom. Som kozmologička. Skúmam vesmír ako celok, v najširšom meradle. Z toho pohľadu je svet malým sentimentálnym zrnkom prachu strateným v obrovskom a rozmanitom vesmíre. Mne osobne aj pracovne záleží na väčšej otázke: Ako zanikne *vesmír*?

Vieme, že vznikol. Asi pred 13,8 miliardy rokov sa vesmír premenil z nepredstaviteľného stavu s vysokou hustotou na všeobsahujúcu vesmírnu ohnivú guľu, chladnúcu, bzučiacu kvapalnú hmotu a energiu, čo zasiała semienka pre hviezdy a galaxie, ktoré dnes okolo seba vidíme. Formovali sa planéty, zrážali sa galaxie a kozmos zaplnilo svetlo. Na hornatej planéte, ktorá obieha okolo obyčajnej hviezdy neďaleko hranice špirálovitej galaxie, sa vyvinul život, počítače, politológia a dlhé a chudé cicavce, ktoré sa zabávali čítaním kníh o fyzike.

Ale čo bude ďalej? Čo sa stane na konci príbehu? Zánik planéty alebo hviezdy sa v podstate dá prežiť. O miliardy rokov by ľudstvo mohlo stále existovať, možno by v nejakej nepoznanej forme odvážne prehľadávalo vzdialené kúty vesmíru, nachádzalo nové domovy a budovalo nové civilizácie. Zánik vesmíru je však definitívny. Ak sa to raz nakoniec celé skončí, čo to znamená pre nás, čo to znamená pre všetko?

VITAJTE NA KONCI

Napriek existencii niektorých klasických (a veľmi zábavných) článkov vo vedeckej literatúre som sa prvý raz s termínom „eschatológia“ – učenie o konci všetkého, stretla pri čítaní o náboženstve.

Eschatológia – alebo presnejšie povedané, koniec sveta – poskytuje mnohým svetovým náboženstvám spôsob, ako do kontextu zasadiť teologické ponaučenia a jasne a s ohromujúcou silou vysvetliť ich význam. Navzdory všetkým teologickým rozdielom medzi kresťanstvom, judaizmom a islamom majú všetky spoločnú vidinu konca, ktorý prináša konečnú reštrukturalizáciu sveta, kde víťazí dobro nad zlom a tí, ktorí sa tešia božej priazni, sú odmenení.¹ Prísľub posledného súdu možno slúži ako nejaká náhrada za nešťastnú skutočnosť, že sa nedá spoľahnúť na to, že náš nedokonalý, nespravodlivý, náhodný fyzikálny svet spríjemní existenciu tým, čo žijú poriadne, a dodá jej zmysel. Rovnako ako román môže zachrániť alebo spätne pokaziť, záverečná kapitola, tak aj mnohé náboženské filozofie, zdanlivo potrebujú koniec sveta, „oprávnený“ koniec, na to, aby mal svet vôbec zmysel.

Isteže, nie všetky eschatológie majú vykupiteľský charakter a nie všetky náboženstvá predpovedajú nejaký koniec. Napriek ošiaľu z konca decembra 2012 bol mayský pohľad na vesmír cyklický tak, ako je to v hinduistických tradíciách, bez konkrétne pomenovaného „konca“. Cykly

¹ Nezhodujú sa však na tom, akým spôsobom a komu sa odmeny rozdeľujú.

v rámci týchto tradícií nie sú len obyčajné opakujúce sa prvky, zahŕňajú totiž možnosť, že to nabudúce dopadne lepšie: všetko vaše utrpenie na tomto svete je zlé, ale nebojte sa, prichádza nový svet a nebude poznamenaný, ba možno vylepšený neprávosťami toho súčasného. Na druhej strane, svetské príbehy o konci obsahujú celú škálu pohľadov od nihilistického, v ktorom vôbec na ničom nezáleží (a nakoniec ničota zvíťazí), až po omamnú predstavu večného znovuzrodenia, kde sa všetko, čo sa už stalo, stane znova, a to presne rovnakým spôsobom, naveky.² Vlastne obe tieto zdanlivo protichodné teórie sa bežne pripisujú Friedrichovi Nietzschemu, ktorý po tom, ako vyhlásil, že akýkoľvek boh, ktorý by mohol priniesť vesmíru poriadok a zmysel, je mŕtvy, zápasil s dôsledkami života v kozme bez konečného vykúpenia.

Nietzsche, samozrejme, nie je jediný, kto uvažoval nad zmyslom existencie. Každý od Aristotela, cez Lao-c'a, de Beauvoirovej, kapitána Kirka až po Buffy, zabíjačku upírov, sa v istej chvíli sám seba spýtal: „Aký to má celý význam?“ Počas písania tejto knihy sme sa zatiaľ ešte nedopracovali ku konsenzu.

Či už podporujeme, alebo nepodporujeme nejaké konkrétne náboženstvo či filozofiu, bolo by ťažké poprieť, že poznanie svojho kozmického osudu musí nejakým spôsobom ovplyvniť to, ako premýšľame nad svojím bytím, či dokonca to, ako žijeme svoje životy. Ak chceme vedieť, či na tom, čo tu robíme, nakoniec záleží, ako prvé sa

² Tento pohľad tiež podporuje, aj keď podrobne filozoficky neskúma seriálová klasika zo začiatku tretieho tisícročia *Hviezdna loď Galactica*.

pýtame: Ako to nakoniec dopadne? Ak nájdeme odpoveď na túto otázku, okamžite nás dovedie k ďalšej: Čo to pre nás teraz znamená? Musíme stále každý utorok vyniesť smeti, ak vesmír jedného dňa zanikne?

Sama som dôkladne preskúmala teologické a filozofické texty, a aj keď som sa počas štúdia dozvedela mnoho fascinujúcich vecí, zmysel existencie medzi ne, bohužiaľ, nepatril. Možno som sa na to skrátka nehodila. Otázky a odpovede, ktoré ma vždy najviac priťahovali, sa dajú zodpovedať vedeckým pozorovaním, matematikou a fyzikálnymi dôkazmi. Hoci sa mi niekedy mohlo zdať, že mať celý príbeh a zmysel života raz a navždy rozpísaný v knihe, je lákavé, vedela som, že by som takúto pravdu skutočne akceptovala len v prípade, že by sa dala matematicky znovu odvodiť.

SLEDUJTE OBLOHU

Za tisícročia, odkedy ľudstvo prvýkrát uvažovalo nad svojou smrteľnosťou, sa filozofické dôsledky tejto otázky nezmenili, no zmenili sa nástroje, ktoré máme k dispozícii na jej zodpovedanie. V súčasnosti je otázka budúcnosti a konečného osudu celkovej skutočnosti jasne vedeckou, pričom odpoveď máme až mučivo na dosah. Nebolo to však vždy tak. V čase, keď žil Robert Frost, v astronómii prebiehali vášnivé diskusie o tom, či by mohol byť vesmír v statickom stave, existovať a byť navždy nemenný. Myšlienka, že náš kozmický domov môže byť statický a pohostinný, bola lákavá: bezpečné

miesto, kde môžeme zostarnúť. Objavenie veľkého tresku a rozpínania vesmíru však túto možnosť vylúčili. Náš vesmír sa mení a len teraz sme začali rozvíjať teórie a pozorovania, aby sme presne pochopili, akým spôsobom. Vývoj situácie za posledných pár rokov, či dokonca mesiacov nám konečne umožňuje vykresliť víziu, ako bude vyzeráť vzdialená budúcnosť kozmu.

Chcem sa s vami o túto víziu podeliť. Naše najlepšie dostupné merania sa zhodujú iba s hrstkou konečných apokalyptických scenárov, pričom niektoré možno potvrdiť či vyvrátiť práve prebiehajúcimi pozorovaniami. Skúmanie týchto možností nám poskytuje letný pohľad na fungovanie špičkovej vedy a umožňuje nám nazerať na ľudstvo v novom kontexte. V takom, ktorý nám podľa mňa prinesie radosť dokonca aj zoči-voči úplnej skaze. Sme druh vyvažujúci vedomie o svojej konečnej bezvýznamnosti schopnosťou dostať sa ďaleko za hranicu našich všedných životov, do prázdnoty, aby sme vyriešili najzákladnejšie záhady kozmu.

Parafrázujem vetu z Tolstého: každý šťastný vesmír je rovnaký; každý nešťastný vesmír je nešťastný svojím vlastným spôsobom. V tejto knihe opisujem, ako drobné úpravy našich súčasných neúplných kozmických znalostí môžu vyústiť do nesmierne odlišných budúcich smerovaní, od vesmíru, čo sa zrúti sám do seba, cez vesmír, ktorý sa sám roztrhá, po vesmír, čo postupne podľahne neodvratnej a rozširujúcej sa bubline záhuby. Zatiaľ čo budeme skúmať vývoj nášho moderného chápania vesmíru a jeho konečného zániku a bojovať s tým, čo to znamená *pre nás*, narazíme na jedny z najdôležitejších

konceptov fyziky a zistíme, ako súvisia nielen s kozmickými apokalypsami, ale aj s fyzikou nášho každodenného života.

KVANTIFIKÁCIA KOZMICKEJ ZÁHUBY

Isteže, pre niektorých z nás sú kozmické apokalypsy súčasťou každodenným obavám.

Veľmi jasne si spomínam na chvíľu, keď som zistila, že vesmír môže zaniknúť v ktorúkoľvek sekundu. Sedela som na podlahe v obývačke profesora Phinneyho spolu s ostatnými spolužiakmi z astronomického krúžku na našom pravidelnom týždennom večere s dezertom, zatiaľ čo profesor sedel v kresle s trojročnou dcérou v lone. Vysvetľoval nám, že náhle zväčšenie naťahujúceho sa priestoru v období raného vesmíru, kozmická inflácia, je naďalej takou záhadou, že netušíme, prečo sa začalo ani prečo sa skončilo, a nemáme ako určiť, či sa znova nezopakuje práve teraz. Nebola žiadna istota, že sa práve v tej chvíli priamo v tej obývačke, zatiaľ čo nevinne jeme keksíky a pijeme čaj, nezačne rýchle, smrteľné trhanie vesmíru.

Cítila som sa úplne zaskočená, akoby som už viac nemohla veriť pevnosti podlahy pod sebou. Navždy sa mi do pamäti vryl obrázok malého dievčatka, ktoré tam sedelo, nič netušiac sa vrtelo v náhle nestabilnom kozme, zatiaľ čo sa profesor trochu zachechtal a prešiel na ďalšiu tému.

Teraz, keď je už zo mňa uznávaná vedkyňa, rozumiem tomu zachechtaniu. Uvažovať o takých mocných

a nezastaviteľných procesoch, ktoré sa zároveň dajú presne matematicky opísať, môže byť morbidne fascinujúce. Potenciálne budúcnosti nášho kozmu boli vymedzené, vypočítané a vyhodnotené podľa pravdepodobnosti na základe najlepších dostupných údajov. Možno s určitosťou nevieme, či by sa práve teraz mohla odohrať intenzívna kozmická inflácia, ale ak sa tak stane, máme pripravené rovnice. Istým spôsobom ide o veľmi upokojujúcu myšlienku: hoci my bezmocní, drobní ľudkovia, nemáme šancu ovplyvniť zánik vesmíru, môžeme ho aspoň začať chápať.

Mnoho ostatných fyzikov až tak nevzrušuje rozsiahlosť kozmu a sily, ktoré sú príliš mocné na to, aby sme ich pochopili. Celé sa to dá zjednodušiť na matematiku, doladiť nejaké rovnice a pokračovať v načatom dni. No na mne zanechal stopy šok a závrat, spôsobené uznaním krehkosti všetkého a svojej bezmocnosti v celom tom procese. Chopiť sa príležitosti brodiť sa kozmickou perspektívou má niečo do seba, je to niečo desivé a zároveň sľubné, ako keď držíte novorodenca a cítite chúlolistivú rovnováhu neistoty života a potenciál pre ešte nepredstaviteľný úspech. Hovorí sa, že astronauti vracajúci sa z vesmíru si so sebou prinášajú zmenený pohľad na svet, tzv. „efekt nadhľadu“. Keďže videli Zem z výšky, plne vnímajú krehkosť našej malej oázy a aj to, akí zjednotení by sme mali byť ako druh, keďže sme možno jediné mysliace bytosti v kozme.

Skrátka, pre mňa je premýšľanie nad konečným zničením vesmíru veľkým zážitkom. Schopnosť uvažovať nad najvzdialenejšími končínami hlbokého času a súvisle sa o nich vyjadrovať predstavuje intelektuálny luxus. Keď si

kladieme otázku: „Môže to všetko skutočne pokračovať naveky?“, nepriamo potvrdzujeme zmysluplnosť svojej vlastnej existencie, čím ju na neurčito predlžujeme do budúcnosti, celkovo hodnotíme situáciu a skúmame svoj odkaz. Uznanie konečného zániku nám dodáva kontext, zmysel, ba dokonca nádej, a paradoxne nám umožňuje ustúpiť od našich každodenných malicherných starostí a zároveň naplno žiť v prítomnosti. Možno toto by mohol byť ten zmysel, ktorý hľadáme.

Určite sa blížíme k odpovedi. Či už sa svet v hocijakú ľubovoľnú chvíľu z politického hľadiska rozpadáva alebo nie, z pohľadu vedy žijeme v zlatej ére. Vďaka nedávnym objavom a novým technologickým a teoretickým nástrojom môžeme vo fyzike robiť veľké pokroky, ktoré boli predtým nemožné. Desaťročia sme cibrili svoje chápanie vesmíru, ale vedecké skúmanie toho, ako vesmír možno zanikne, zažíva renesanciu len teraz. Čerstvé výsledky z výkonných ďalekohľadov a časticových urýchľovačov naznačujú vzrušujúce (hoci desivé) nové možnosti a zmenili náš pohľad na to, čo pravdepodobne nastane či nenastane v rámci vývoja kozmu v ďalekej budúcnosti. V tomto odvetví dochádza k obrovskému pokroku, vďaka čomu máme príležitosť stáť na úplnom okraji priepasti a nazerať do konečnej temnoty. Ibaže, veď viete, kvantifikovateľne.

Kozmológia ako vedný odbor v rámci fyziky nie je vyslovene o nachádzaní zmyslu, ale o odhaľovaní základných právd. Presnými meraniami tvaru vesmíru, rozloženia hmoty a energie v ňom a síl, ktoré určujú jeho vývoj, nachádzame stopy o hlbšej štruktúre reality. Možno si veľké fyzikálne pokroky spájame s experimentmi

v laboratóriách, no mnohé z našich poznatkov o základných pravidlách, ktoré riadia prírodu, nepochádzajú zo samotných experimentov, ale z porozumenia, ako súvisia s pozorovaním oblohy. Keď chceli fyzici napríklad určiť štruktúru atómu, museli vychádzať z výsledkov rádioaktívnych experimentov so vzormi spektrálnych čiar slnečného svetla. Newtonov gravitačný zákon stanovil, že rovnaké sily, ktoré nútia kocku zošuchnúť sa z naklonenej roviny, tiež udržujú Mesiac a planéty na orbitách. To nakoniec viedlo k Einsteinovej všeobecnej teórii relativity, pôsobivému prepracovaniu gravitácie, ktorej platnosť nepotvrdili merania na Zemi, ale pozorovania obežných výstrelkov Merkúra a zdanlivého postavenia hviezd počas úplného zatmenia Slnka.

V súčasnosti prichádzame na to, že modely časticovej fyziky, ktoré sme v priebehu desiatok rokov vyvinuli pomocou dôkladného testovania v najlepších pozemských laboratóriách, sú neúplné. To nám naznačuje obloha. Skúmanie pohybov a rozloženia ďalších galaxií – kozmické konglomeráty, akým je naša Galaxia, ktorá obsahuje miliardy či bilióny hviezd – nás nasmerovalo k veľkým medzerám v našich teóriách časticovej fyziky. Ešte nevieme, aké bude riešenie, ale pokojne sa môžete staviť, že naše skúmanie kozmu v tom zohrá úlohu. Zjednotenie kozmológie a časticovej fyziky nám už teraz umožnilo zmerať základný tvar časopriestoru, zaevidovať súčasti reality a obzrieť sa späť v čase na obdobie, keď neexistovali hviezdy a galaxie, aby sme vystopovali svoj pôvod – nielen nás, žijúcich bytostí, ale aj samotnej hmoty.

Isteže, funguje to oboma smermi. V rovnakej miere, v akej nám kozmológia prináša informácie, aby sme porozumeli tomu veľmi, veľmi malému, časticové teórie a experimenty nám môžu ozrejmiť fungovanie vesmíru v najväčšej mierke. Táto kombinácia prístupu zhora nadol a zdola nahor zapadá do podstaty fyziky. Nech už sa vás populárna kultúra snaží akokoľvek presvedčiť, že veda je o samých veľkých momentoch, keď zakričíte heuréka, a o veľkolepých koncepčných zvratoch, pokroky nášho chápania častejšie prichádzajú tak, že zatlačíme existujúce teórie do extrémov a sledujeme, kedy zlyhajú. Keď Newton kotúlal gule z kopca alebo sledoval, ako sa po oblohe ťahajú planéty, nemohol ani tušiť, že budeme potrebovať všeobecnú teóriu relativity, ktorá si dokáže poradiť aj so zakrivením časopriestoru okolo Slnka či s nepredstaviteľnými gravitačnými silami vnútri čiernych dier. Nikdy by sa mu ani nesnívalo, že jedného dňa budeme dúfať, že odmeriame vplyv gravitácie na jeden neutrón.³ Vesmír je našťastie fakt veľmi veľký a môžeme tak sledovať kopu extrémnych prostredí. Ba čo viac, môžeme skúmať raný vesmír, obdobie, keď bol celý kozmos extrémnym prostredím.

• • •

³ Meranie vykonávame tak, že neutrón odrážame. Naozaj. Najprv neutróny ochladíme na takmer absolútnu nulu, potom ich spomalíme na rýchlosť poklusu a napokon ich odrážame hore a dole ako pingpongovú loptičku na rakete. Rovnako nám to prezrádza niečo aj o tmavej energii, o niečom záhadnom, vďaka čomu sa náš vesmír rýchlejšie rozpína. Fyzika je hustá.

Menšia poznámka k terminológii. Všeobecný vedecký termín *kozmológia* odkazuje na skúmanie vesmíru ako celku od počiatku po zánik vrátane jeho súčastí, vývoja v čase a fundamentálnu fyziku, ktorá ho riadi. V *astrofyzike* je kozmológ každý, kto skúma fakt vzdialené veci, pretože po prvé to znamená, že sa zaoberáte celkom širokým vesmírom a po druhé v astronómii sa ďaleké objekty nachádzajú taktiež v dávnej minulosti, keďže svetlo, ktoré k nám z nich dopadá, dlho putovalo – niekedy až miliardy rokov. Niektorí astrofyzici vyslovene skúmajú vývoj a rané dejiny vesmíru, zatiaľ čo iní sa špecializujú na vzdialené objekty (galaxie, kopy galaxií a tak ďalej) a ich vlastnosti. Vo *fyzike* môže kozmológia skĺznuť do oveľa teoretickejšieho smeru. Napríklad niektorí kozmológovia z oblasti fyziky (na rozdiel od oblasti astronómie) skúmajú alternatívne formulácie časticovej fyziky, ktoré mohli platiť v prvej miliardtine miliardtiny sekundy existencie vesmíru. Iní skúmajú úpravy Einsteinovej všeobecnej teórie relativity, čo by sa mohli týkať takých hypotetických objektov, ako sú čierne diery, ktoré môžu existovať iba vo vyšších dimenziách priestoru. Niektorí kozmológovia dokonca skúmajú celé hypotetické vesmíry, ktoré skutočne nie sú naše – vesmíry, v ktorých má kozmos úplne iný tvar, počet rozmerov a dejiny –, aby prenikli do podstaty matematických štruktúr teórií, čo pre nás *možno* jedného dňa budú relevantné.⁴

⁴ S mnohými z týchto teórií prichádzajú teoretici teórie strún. (Teória strún je zastrešujúci pojem pre teórie, čo sa pokúšajú novými spôsobmi spojiť gravitáciu a časticovú fyziku, ale v súčasnosti sa

Výsledkom toho všetkého je, že kozmológia znamená veľa rôznych vecí pre mnoho rôznych ľudí. Kozmológ skúmajúci vývoj galaxií by možno vôbec netušil, o čom rozpráva kozmológ skúmajúci spôsob, ako môže kvantová teória poľa zapríčiniť vyparenie čiernych dier, a naopak.

Pokiaľ ide o mňa, ja to všetko zbožňujem. O kozmológii som sa prvý raz dozvedela, keď som mala asi desať rokov a narazila som na knihy a prednášky Stephena Hawkinga. Rozprával o čiernych dierach a zakrivenom časopriestore, veľkom tresku a o rôznych veciach, ktoré vo mne navodzovali pocit, že môj mozog skáče saltá dozadu. *Nemohla som sa toho nabažiť.* Keď som zistila, že sám Hawking sa označoval za kozmológa, vedela som, že ním chcem byť aj ja. V priebehu rokov som skúmala veci z celého odvetvia, skákala som medzi fyzikálnymi a astronomickými oblasťami, pozorovala som čierne diery, galaxie, medzigalaktický plyn, spleť veľkého tresku, tmavú hmotu a možnosť, že vesmír by mohol z ničoho nič prestať existovať.⁵ Dokonca som vo svojej premrhanej mladosti na chvíľku koketovala aj s experimentálnou časticovou fyzikou a hrala som sa s laserami

väčšina práce na ich vývoji spolieha skôr na matematické analógie než na čokoľvek vzťahujúce sa na „skutočný“ svet.) Keď sa niekedy zúčastňujem diskusií o teórii strún, musím odolať nutkaniu zdvihnúť ruku a objasniť, že žiadne z týchto výpočtov sa nevzťahujú na *náš* vesmír, keby bol náhodou niekto v miestnosti zmätený, tak ako som bola spočiatku aj ja, keď som začala chodiť na diskusie o teórii strún.
⁵ Samozrejme, ide o jednu z najzábavnejších vecí, na ktorých som kedy pracovala, čoho dôsledkom je táto kniha. Nie som si istá, prečo sa mi to tak veľmi páči. Možno je to zlé znamenie.