

 GRADA®

MICHIO  
KAKU



BOŽSKÁ  
ROVNICA

HĽADANIE TEÓRIE VŠETKÉHO



MICHIO  
KAKU

BOŽSKÁ  
ROVNICA

HĽADANIE TEÓRIE VŠETKÉHO

# MICHIO KAKU

## BOŽSKÁ ROVNICA

Vydala GRADA Slovakia s.r.o. pod značkou Grada  
Moskovská 29, 811 08 Bratislava 1  
www.grada.sk  
Tel.: +421 2 556 451 89  
ako svoju 134. publikáciu

Z anglického originálu *The God Equation*, vydaného vydavateľstvom Doubleday,  
a division of Penguin Random House LLC, v roku 2021,  
do slovenčiny preložil Martin Lukáč.  
Jazyková redakcia Anetta Letková  
Spracovanie obálky Zuzana Ondrovičová  
Grafická úprava a sadzba Zuzana Ondrovičová  
Zodpovedná redaktorka Zuzana Jančoková

Vydanie 1., 2022  
Počet strán 208  
Tlač FINIDR, s.r.o

Copyright © 2021 Michio Kaku  
All rights reserved. Published in the United States by Doubleday, a division  
of Penguin Random House LLC, New York.  
Jacket design © Michael J. Windsor  
Illustrations © Mapping Specialists Ltd.

Slovak edition © GRADA Slovakia s.r.o., 2022  
Translation © Martin Lukáč, 2022  
Cover photo © AdobeStock/MAKSYM

### **Upozornenie pre čitateľov a používateľov tejto knihy**

*Všetky práva vyhradené. Žiadna časť tejto tlačenej či elektronickej knihy nesmie byť reprodukováná a šírená v papierovej, elektronickej či inej podobe bez predchádzajúceho písomného súhlasu vydavateľa. Neoprávnené použitie tejto knihy bude trestne stíhané.*

ISBN 978-80-8090-333-6 (ePub)  
ISBN 978-80-8090-332-9 (pdf)  
ISBN 978-80-8090-331-2 (print)

*Venované mojej milujúcej manželke Shizue  
a mojim dcéram Dr. Michelle Kaku a Alyson Kaku*



# OBSAH

ÚVOD DO FINÁLNEJ TEÓRIE	9
1 ZJEDNOTENIE – DÁVNÝ SEN	15
2 EINSTEINOVO HĽADANIE ZJEDNOTENIA	40
3 VZOSTUP KVANTA	59
4 TEÓRIA TAKMER VŠETKÉHO	83
5 TMAVÝ VESMÍR	110
6 NÁSTUP TEÓRIE STRÚN: PRÍSLUB A PROBLÉMY	143
7 HĽADANIE ZMYSLU VO VESMÍRE	182
ZÁVER	197
POĎAKOVANIE	199
POZNÁMKY	201
ODPORÚČANÁ LITERATÚRA	207





## ÚVOD DO FINÁLNEJ TEÓRIE

**M**ala to byť finálna teória, konečný rámeček, ktorý by zjednotil všetky sily vesmíru a vniesol choreografiu do všetkého, počínajúc pohybom rozpínajúceho sa vesmíru a končiac najnepatrnejším tancom subatomárnych častíc. Úlohou bolo napísať rovnicu, ktorej matematická elegancia by obsiahla celú fyziku.

Do jej hľadania sa pustili viacerí najvýznamnejší svetoví fyzici. Stephen Hawking dokonca vystúpil s prednáškou s mnohosľubným názvom *Je koniec teoretickej fyziky na dohľad?*

Takáto teória by v prípade svojej úspešnosti bola vrcholným úspechom vedy. Našiel by sa svätý grál fyziky, jediný vzorec, z ktorého by sa v princípe dali odvodiť všetky ostatné rovnice, od Veľkého tresku až po koniec vesmíru. Bol by to konečný produkt vyše dvoch tisícročí vedeckého skúmania, ktoré ubehli odvtedy, čo si starovekí ľudia položili otázku: „Z čoho sa skladá svet?“

Je to úchvatná vízia.

## EINSTEINOV SEN

S výzvou, ktorú tento sen predstavoval, som sa prvýkrát stretol ako osemročný chlapec. Jedného dňa sa v novinách písalo, že práve zomrel veľký vedec. Uvidel som tam nezapomenuteľný obrázok.

Bola to fotografia jeho stola, na ktorom ležal otvorený zápisník. Titulok oznamoval, že najväčší vedec súčasnosti nemohol završiť prácu, ktorú začal. Bol som fascinovaný. Čo by mohlo byť až také zložité, že to nedokázal vyriešiť ani veľký Einstein?

Tá kniha obsahovala jeho nedokončenú teóriu všetkého, ktorú Einstein nazval zjednotenou teóriou poľa. Chcel rovnicu, možno nie dlhšiu ako pár centimetrov, ktorá by mu podľa jeho slov umožnila „čítať v Božej mysli“.

Keďže som si rozsah tohto problému plne neuvedomoval, rozhodol som sa ísť v stopách tohto veľkého muža a dúfal som, že pri završení jeho hľadania zohrám nevelkú úlohu.

Skúšali to však aj mnohí ďalší a zlyhali. Ako raz povedal princetonský fyzik Freeman Dyson, cesta k zjednenej teórii poľa je posiata mŕtvolami neúspešných pokusov.

V súčasnosti však mnohí poprední fyzici veria, že sa konečne približujeme k riešeniu.

Hlavným (a podľa môjho názoru jediným) kandidátom je teória strún, ktorá predpokladá, že vesmír nebol stvorený z bodových častíc, ale z malých vibrujúcich strún, pričom každý tón zodpovedá subatomárnej častici.

Ak by sme disponovali dostatočne výkonným mikroskopom, uvideli by sme, že elektróny, kvarky, neutrína

atď. nie sú ničím iným ako vibráciami na nepatrných slučkách pripomínajúcich gumičky. Ak po gumičke brnkeme dostatočne veľa krát a rôznymi spôsobmi, vytvoríme tak nakoniec všetky známe subatomárne častice vo vesmíre, čo znamená, že všetky fyzikálne zákony možno zredukovať na harmónie týchto strún. Chémia sú melódie, ktoré na nich možno hrať. Vesmír je symfónia. A Božia myseľ, o ktorej vzletne písal Einstein, je kozmickou hudbou rezonujúcou v časopriestore.

Nejde tu len o akademickú otázku. Zakaždým, keď vedci objavili novú silu, zmenilo to smer civilizácie a ovplyvnilo osud ľudstva. Newtonov objav pohybových zákonov a gravitácie napríklad položil základy veku strojov a priemyselnej revolúcie. Michael Faraday a James Clerk Maxwell prišli s vysvetlením elektriny a magnetizmu, ktoré vydláždilo cestu pre osvetlenie našich miest a poskytlo nám výkonné elektromotory a generátory, ako aj okamžitú komunikáciu prostredníctvom televízie a rádia. Einsteinova  $E = mc^2$  objasnila silu hviezd a pomohla odhaliť jadrovú silu. Keď Erwin Schrödinger, Werner Heisenberg a ďalší rozlúštili tajomstvá kvantovej teórie, našartovali pre nás dnešnú high-tech revolúciu so superpočítačmi, s lasermi, internetom a so všetkými tými úžasnými prístrojmi v našich obyvákoch.

Vlastne všetky zázraky modernej techniky vďaka za svoj pôvod vedcom, ktorí postupne odhalili základné sily hýbajúce svetom. Vedci sa teraz možno spoločne približujú k teórii, ktorá tieto štyri prírodné sily – gravitáciu, elektromagnetickú silu a silné a slabé jadrové sily – zjednocuje.

V konečnom dôsledku môže odpovedať na niektoré z najhlbších tajomstiev a otázok, ktoré si veda kladie, ako napríklad:

- Čo sa stalo pred Veľkým treskom? Prečo vlastne vôbec „tresklo“?
- Čo sa nachádza na druhej strane čiernej diery?
- Je možné cestovať v čase?
- Existujú červie diery vedúce do iných vesmírov?
- Existujú vyššie dimenzie?
- Existuje multiverzum paralelných vesmírov?

Táto kniha hovorí o snahe nájsť túto konečnú teóriu a o všetkých bizarných zvratoch, ktoré nepochybne napísali jednu z najzvláštnejších kapitol v histórii fyziky. Zopakujeme si všetky predchádzajúce revolúcie, ktoré stáli za našimi technologickými zázrakmi, od newtonovskej revolúcie cez ovládnutie elektromagnetickej sily, rozvoj teórie relativity a kvantovej teórie až po dnešnú teóriu strún. A vysvetlíme si, ako táto teória môže odhaliť aj najväčšie tajomstvá priestoru a času.

## ARMÁDA KRITIKOV

Prekážky napriek tomu pretrvávajú. Bez ohľadu na všetko to vzrušenie, ktoré teória strún vyvolala, chceli kritici poukázať na jej nedostatky. A po celom tom hurhaji a šialenstve skutočný pokrok zastal na mieste.

Najzreteľnejším problémom je, že napriek všetkému lichoteniu tlače vychvalujúcej krásu a komplexnosť teórie nemáme žiadne spoľahlivé, testovateľné dôkazy. Kedysi sme dúfali, že Veľký hadrónový urýchľovač (LHC) pri Ženeve vo Švajčiarsku, najväčší urýchľovač častíc v histórii, nájde konkrétny dôkaz pre finálnu teóriu, to sa však nepodarilo dosiahnuť. LHC dokázal nájsť Higgsov bozón (alebo Božskú časticu), táto častica však bola len malým chýbajúcim kúskom do mozaiky finálnej teórie.

Napriek tomu, že boli predložené ambiciózne návrhy na výstavbu ešte výkonnejšieho nástupcu LHC, neexistuje žiadna záruka, že tieto finančne veľmi nákladné zariadenia vôbec niečo nájdu. Nikto s istotou nevie, akú energiu musíme vynaložiť na nájdenie nových subatomárnych častíc, ktoré by mohli teóriu overiť.

No najdôležitejšou kritikou teórie strún je, že predpovedá multiverzum vesmírov.

Einstein raz povedal, že kľúčová otázka znela takto: Mal Boh pri stvorení vesmíru na výber? Je vesmír jedinečný? Teória strún je sama osebe jedinečná, pravdepodobne má však nekonečné množstvo riešení. Fyzici túto situáciu – skutočnosť, že náš vesmír môže byť len jedným riešením v oceáne iných rovnako platných riešení – nazývajú problém krajiny. V prípade, ak náš vesmír je jednou z mnohých možností, ktorá je potom tá naša? Prečo žijeme práve v tomto konkrétnom vesmíre a nie v inom? Aká je teda prediktívna sila teórie strún? Je to teória všetkého alebo teória čohokoľvek?

Priznávam, že na tomto hľadaní mám podiel. Teórii strún sa venujem od roku 1968, odkedy sa náhodne,

neohlásene a úplne neočakávane objavila. Videl som pozoruhodný vývoj teórie, ktorá sa z jedného vzorca rozvinula na disciplínu s celou knižnicou prác venovaných jej skúmaniu. Teória strún dnes tvorí základ väčšiny výskumov, ktoré prebiehajú v popredných svetových laboratóriách. Dúfame, že táto kniha vám poskytne vyváženú a objektívnu analýzu jej prelomových zistení a obmedzení.

Vysvetlí tiež, čím toto hľadanie zaujalo predstavivosť špičkových svetových vedcov a prečo teória strún vyvolala toľko vášne a kontroverzií.

# 1

## ZJEDNOTENIE – DÁVNÝ SEN

**P**ri pohľade na neuveriteľnú nádheru nočnej oblohy so všetkými tými žiarivými hviezdami na nebeskej klenbe je ľahké nechať sa premôcť jej čírou majestátnosťou, ktorá vyraža dych. Náš nepokoj sa obracia k niektorým z najzáhadnejších otázok zo všetkých.

Existuje veľkolepý dizajn vesmíru?

Ako máme porozumieť zdanlivo nezmyselnému vesmíru?

Môžeme nájsť nejaký dôvod našej existencie alebo to celé existuje bez vyššieho účelu?

Spomínam si na báseň od Stephena Cranea:

*Človek povedal vesmíru:*

*„Pane, ja existujem!“*

*A vesmír odvetil:*

*„Táto skutočnosť ma však k ničomu nezaväzuje.“*

Starí Gréci boli medzi prvými, ktorí sa vážne pokúsili vniesť poriadok do chaosu sveta okolo nás. Filozofi ako Aristoteles boli presvedčení, že všetko možno zredukovať na zmes štyroch základných zložiek, za ktoré považovali

zem, vzduch, oheň a vodu. Ako však z týchto štyroch prvkov povstáva bohatá zložitosť sveta?

Gréci ponúkli na túto otázku prinajmenšom dve odpovede. S prvou prišiel ešte pred Aristotelom filozof Demokritos. Učil, že všetko sa dá zredukovať na drobné, neviditeľné, nezničiteľné častice, ktoré nazýval atómy (čo v gréčtine znamená „nedeliteľné“). Kritici však poukázali na to, že priame dôkazy o atómoch nebolo možné získať, keďže boli príliš malé na to, aby sa dali pozorovať. Lenže Demokritos mohol poukázať na presvedčivé nepriame dôkazy.

Predstavte si napríklad zlatý prsteň. Počas rokov nosenia začína dochádzať k jeho opotrebovaniu. Stráca hmotu. Každý deň sa z neho ošúchajú nejaké nepatrné odrobinčky zlata. A tak aj napriek tomu, že sú atómy neviditeľné, ich existenciu možno merať nepriamo.

Dokonca aj dnes väčšinu poznatkov našej pokročilej vedy získavame nepriamo. Poznáme zloženie Slnka, podrobnú štruktúru DNA a vek vesmíru, a to všetko vďaka takýmto meraniam. Toto všetko vieme napriek tomu, že sme nikdy nenavštívili hviezdy, nevstúpili do molekuly DNA ani sme naživo nemohli sledovať Veľký tresk. Keď sa pustíme do diskusie o pokusoch dokázať jednotnú teóriu poľa, tento rozdiel medzi priamymi a nepriamymi dôkazmi sa stane nevyhnutným.

Priekopníkom druhého prístupu bol veľký matematik Pytagoras, ktorý mal schopnosť matematicky opisovať svetové javy, napríklad hudbu. Legenda uvádza, že si všimol podobnosti medzi zvukom brnkania na lýre a rezonanciami, ktoré vznikajú pri udieraní na kovovú tyč. Zistil, že vytvorili



hudobné frekvencie, ktoré vibrovali v určitých pomeroch. Niečo také esteticky príjemné ako hudba má teda svoj pôvod v matematike rezonancií. Domnieval sa, že v tom možno nájsť dôkaz, že rozmanitosť predmetov, ktoré vidíme okolo seba, sa musí riadiť rovnakými matematickými pravidlami.

V antickom Grécku teda vznikli prinajmenšom dve veľké teórie nášho sveta: myšlienka, že všetko pozostáva z neviditeľných, nezničiteľných atómov a že rozmanitosť prírody možno opísať matematikou vibrácií.

S kolapsom klasickej civilizácie sa tieto filozofické diskusie a debaty nanešťastie stratili. Koncept, že by mohla existovať paradigma vysvetľujúca vesmír, zostal takmer tisíc rokov zabudnutý. Po západnom svete sa rozšírila temnota a vedecké bádanie z veľkej časti nahradila viera v poveru, mágiu a čarodejníctvo.

## ZNOVUZRODENIE V OBDOBÍ RENESANCIE

V sedemnástom storočí viacerí veľkí vedci povstali, aby spochybnili zavedený poriadok a preskúmali povahu vesmíru, čelili však tvrdému odporu a prenasledovaniu. Johannes Kepler, ktorý ako jeden z prvých aplikoval matematiku na pohyb planét, bol dvorným matematikom a astronómom cisára Rudolfa II. a prenasledovaniu možno unikol vďaka hlboko zbožnému začleneniu náboženských prvkov do svojej vedeckej práce.

Bývalý mních Giordano Bruno také šťastie nemal. V roku 1600 bol súdený a odsúdený na smrť za kacírstvo.

S ústami zapchanými tzv. hruškou ho nahého vodili ulicami Ríma a nakoniec ho na Námestí kvetov upálili na hranici. Jeho hlavný zločin? Vyhlasoval, že život môže existovať na iných planétach obiehajúcich iné hviezdy.

Veľký Galileo, otec experimentálnej vedy, ušiel rovnakému osudu len o vlások. Na rozdiel od Bruna však Galileo svoje teórie v strachu z bolestivej smrti odvolal. So svojím teleskopom, možno najrevolučnejším a najohromujúcejším vynálezom v celej vede, však napriek tomu zanechal trvalé dedičstvo. Pomocou ďalekohľadu ste mohli na vlastné oči vidieť, že Mesiac bol posiaty krátermi; že Venuša mala fázy zhodné s jej obiehaním okolo Slnka; že Jupiter mal mesiace – to všetko boli kacírske myšlienky.

Smutnému osudu sa však nevyhol. Zavreli ho do domáceho väzenia, izolovali od návštevníkov a nakoniec oslepol. (Povrávalo sa, že sa raz ďalekohľadom pozeral priamo do Slnka.) Galileo zomrel ako zlomený človek. Práve v tom roku, keď umrel, sa však v Anglicku narodilo dieťa, ktoré vyrastie, aby dokončilo teórie, ktoré načali Galileo a Kepler, čím nám poskytne jednotnú teóriu nebies.

## NEWTONOVA TEÓRIA SÍL

Isaac Newton je možno najväčším vedcom, aký kedy žil. Vo svete posadnutom čarodejníctvom a mágiou sa odvážil spísať univerzálne nebeské zákony a použiť novú matematiku, ktorú vynašiel na štúdium síl, nazývanú kalkulus (diferenciálny a integrálny počet). Ako napísal fyzik Steven

Weinberg: „Práve s Isaacom Newtonom sa moderný sen o finálnej teórii začína naozaj.“ Vo svojej dobe bola považovaná za teóriu všetkého – teda teóriu, ktorá opisovala všetok pohyb.

Všetko sa to začalo, keď mal dvadsaťtri rokov. Univerzita v Cambridgei bola pre veľkú morovú epidémiu zatvorená. Jedného dňa v roku 1666, keď sa prechádzal po svojom vidieckom panstve, videl padať jablko. Potom si položil otázku, ktorá mohla zmeniť chod ľudských dejín.

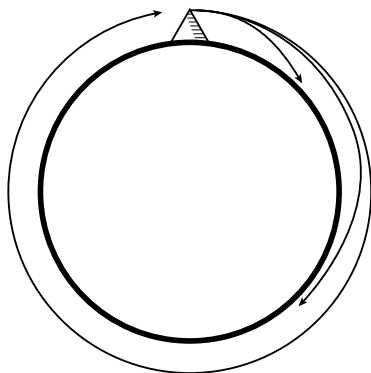
*Ak padá jablko, padá aj Mesiac?*

Pred Newtonom cirkev učila, že existujú dva druhy zákonov. Prvými boli zákony vydané na Zemi a pokazené hriechmi smrteľníkov. Tými druhými boli čisté, dokonalé a harmonické zákony nebies.

Podstatou Newtonovej myšlienky bolo navrhnúť jednotnú teóriu, ktorá by zahŕňala nebesia aj Zem.

Do svojho zápisníka si nakreslil osudový obrázok (pozrite obrázok 1).

Ak je z vrcholu hory vystrelená delová guľa, skôr ako dopadne na zem, preletí určitú vzdialenosť. Ak však delovú guľu vystrelíme rýchlosťami, ktoré sa stále zvyšujú, kým sa vráti na Zem, letí stále ďalej, až nakoniec Zem úplne obehne a vráti sa na vrchol hory.



**Obrázok 1:** Je možné vystreliť delovú guľu, ktorá so zvyšujúcou sa energiou dosiahne rýchlosť, pri ktorej nakoniec obehne celú Zem a vráti sa do svojho východiskového bodu. Newton potom povedal, že týmto sa dá vysvetliť obežná dráha Mesiaca a takto sa fyzikálne zákony na Zemi zjednocujú so zákonmi nebeských telies.

Dospel k záveru, že gravitácia, prírodný zákon, ktorým sa riadia jablká a delové guľe, udržuje aj Mesiac na jeho obežnej dráhe okolo Zeme. Pozemská a nebeská fyzika boli jedno a to isté.

Spôsobom, ktorým to dosiahol, bolo zavedenie koncepcie síl. Objekty sa pohybovali, pretože ich ťahali alebo tlačili sily, ktoré boli univerzálne a dali sa presne a matematicky merať. (Predtým niektorí teológovia zastávali názor, že predmety sa pohybujú pre túžby, padajú teda preto, lebo túžia byť v jednote so Zemou.)

Takto Newton predstavil koncept zjednotenia.

Bol však človekom, ktorý si veľmi potrpel na súkromie a veľkú časť svojej práce držal v tajnosti. Mal málo priateľov, bol neschopný spoločenskej konverzácie a často bol