

LEONARD MLODINOW

VELKÝ PLÁN



Stephen Hawking je autorom kníh:

Stručná história času

Ešte stručnejšia história času

Black Holes and Baby Universes and Other Essays

(Čierne diery a „detské“ vesmíry a iné eseje)

Ilustrovaná stručná história času

Vesmír v orechovej škrupinke

Pre deti

George's Secret Key to the Universe (Jurajov tajný kľúč k vesmíru)

(s Lucy Hawkingovou)

George's Cosmic Treasure Hunt (Jurajovo hľadanie kozmického

pokladu) (s Lucy Hawkingovou)

Leonard Mlodinow je autorom kníh:

Ešte stručnejšia história času

A Drunkard's Walk (Opilcova prechádzka)

Euklidovo okno: Príbeh geometrie od rovnobežiek po hyperpriestor

Feynman's Rainbow: A Search for Beauty in Physics and in Life

(Feynmanova dúha: Hľadanie krásy vo fyzike a v živote)

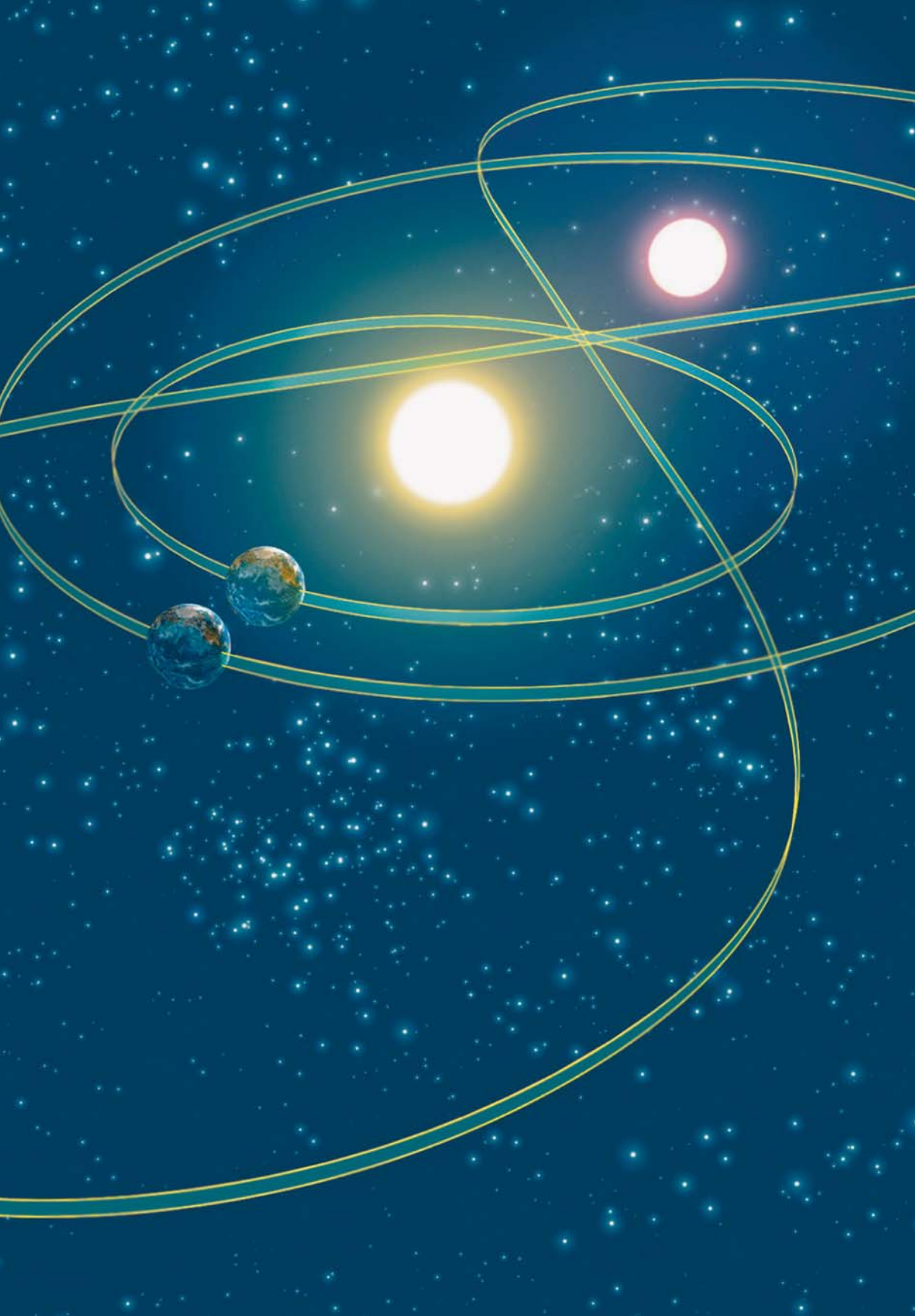
Pre deti

The Last Dinosaur (Posledný dinosaurus) (s Mattom Costellom)

Titanic Cat (Mačka z Titaniku) (s Mattom Costellom)

VELKÝ PLÁN





VELKÝ PLÁN



Stephen Hawking
a Leonard Mlodinow

sloart

Copyright © Stephen W. Hawking a Leonard Mlodinow 2010
Original art copyright © Peter Bollinger 2010

Slovak edition © Vydavateľstvo SLOVART, spol s r. o., Bratislava 2011
Translation © Igor Kapišinský a Zdena Kapišinská

OBSAH



1. Záhada bytia	11
2. Vláda zákona	21
3. Čo je skutočnosť?	45
4. Alternatívne histórie	69
5. Teória všetkého	93
6. Voľba nášho vesmíru	129
7. Zdanlivý zázrak	153
8. Veľký plán	175
Slovníček	189
Poďakovanie	193
Register	195

VELKÝ PLÁN





1. KAPITOLA

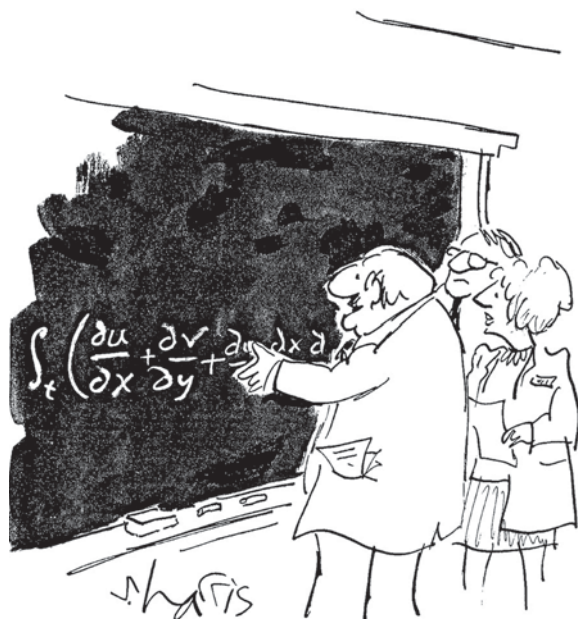


ZÁHADA BYTIA

Každý z nás má na tomto svete vymedzený iba krátky čas existencie, počas ktorej stihneme preskúmať len malú časť celého vesmíru. Ľudia sú však zvedavé bytosti. Rozmýšľame, hľadáme odpovede. Žijeme v tomto obrovskom svete, raz príjemnom, inokedy krutom, hľadáme na nesmiernu nebeskú klenbu nad našimi hlavami a neustále si pritom kladieme množstvo otázok. Ako môžeme pochopiť svet, v ktorom sa nachádzame? Ako sa vesmír správa? Čo je vlastne realita? Odkiaľ toto všetko pochádza? Potreboval vesmír Tvorcu? Mnohí z nás netravia väčšinu svojho času trápením sa nad týmito otázkami, ale takmer všetci z nás sa nimi z času na čas zaoberajú.

Tieto otázky sú tradične adresované filozofii, tá je však mŕtva. Filozofia nestačí držať krok s moderným pokrokom vo vede, predovšetkým vo fyzike. Vedci sa svojimi objavmi stali nositeľmi svetla v našej túžbe po poznaní. Cieľom tejto knihy je poskytnúť odpovede, ktoré predznamenávajú nedávne objavy a teoretický pokrok. Tie nás privádzajú k novému obrazu vesmíru a nášho miesta v ňom, ktorý sa veľmi odlišuje od toho tradičného, a dokonca i od obrazu, ktorý sme si maľovali len pred desaťročím či dvoma. Avšak prvé stopy novej predstavy sveta nás vracajú až jedno storočie do minulosti.

Podľa tradičnej predstavy vesmíru sa objekty pohybujú po dobre definovaných dráhach a majú svoju presnú históriu. V každom momente môžeme zistiť ich presnú polohu. Aj keď táto predstava úplne stačí pre každodennú potrebu, v 20. rokoch 20. storočia sa zistilo, že tento „klasický“ pohľad nemohol vysvetliť zdanlivo bizarné správanie objektov pozorovaných na atómovej a subatómovej škále



„... A to je moja filozofia.“

rozmerov. Preto bolo nevyhnuté osvojiť si celkom odlišný koncept, ktorý nazývame kvantová fyzika. Kvantové teórie sa stali pozoruhodné tým, že presne opisujú javy v týchto škálach, pričom súčasne spĺňajú predpovede starých klasických teórií, ak ich aplikujeme na makroskopický svet každodenného života. Avšak kvantová a klasická fyzika sú založené na veľmi odlišných koncepciách fyzikálnej reality.

Kvantové teórie sa môžu formulovať veľmi odlišnými spôsobmi, ale pravdepodobne najintuitívnejší opis podal Richard (Dick) Feynman (1918-1988), významná osobnosť. Pracoval na Kalifornskom technickom inštitúte (California Institute of Technology) a chodil hrať na bubny bongo do neďalekého striptízového klubu dolu na rohu. Podľa Feynmana systém nemá iba jednu históriu, ale všetky možné histórie. Pri hľadaní našich odpovedí detailne vysvetlíme Feynmanov

prístup a rozšírime ho o myšlienku, že ani samotný vesmír nemá jedinú históriu, a dokonca ani nezávislú existenciu. Možno je to radikálna myšlienka dokonca aj pre mnohých fyzikov. Skutočne sa zdá, že podobne ako mnohé teórie dnešnej vedy odporuje zdravému rozumu. Lenže zdravý rozum je založený na každodennej skúsenosti, a nie na vesmíre, odhaľovanom zázračnou technikou, ktorá nám umožňuje nazrieť hlboko do atómu, alebo späť do raného vesmíru.

Až do nástupu modernej fyziky sa vo všeobecnosti myslelo, že všetky poznatky sveta môžeme získať len prostredníctvom priameho pozorovania, že veci sú také, aké sa javia, keď ich vnímame našimi zmyslami. Veľkolepý úspech modernej fyziky, založenej na myšlienkach podobných Feynmanovým, ktoré odporujú každodennej skúsenosti, však ukázal, že to tak nie je. Preto naivný pohľad na realitu nie je kompatibilný s modernou fyzikou. Aby sme sa vyrovnali s takýmito paradoxami, prijali sme prístup, ktorý nazývame „modelovo závislým realizmom“. Je založený na myšlienke, že náš mozog interpretuje informáciu získanú našimi zmyslami a tak si vytvára model sveta. Keď je takýto model schopný vysvetliť určité javy, máme snahu pripísať mu kvalitu skutočnosti alebo absolútnej pravdy, a to aj elementom i myšlienkam, ktoré k nemu patria. Existujú však rôzne spôsoby, ktorými by človek mohol interpretovať tú istú fyzikálnu situáciu, pričom v každom z nich by sa použili rozdielne základné elementy a koncepty. Lenže ak dve takéto fyzikálne teórie alebo modely rovnako presne predpovedajú rovnaké javy, potom ani o jednej nemôžeme povedať, že je reálnejšia ako druhá; skôr slobodne použijeme ktorúkoľvek z nich, ktorá je najvhodnejšia.

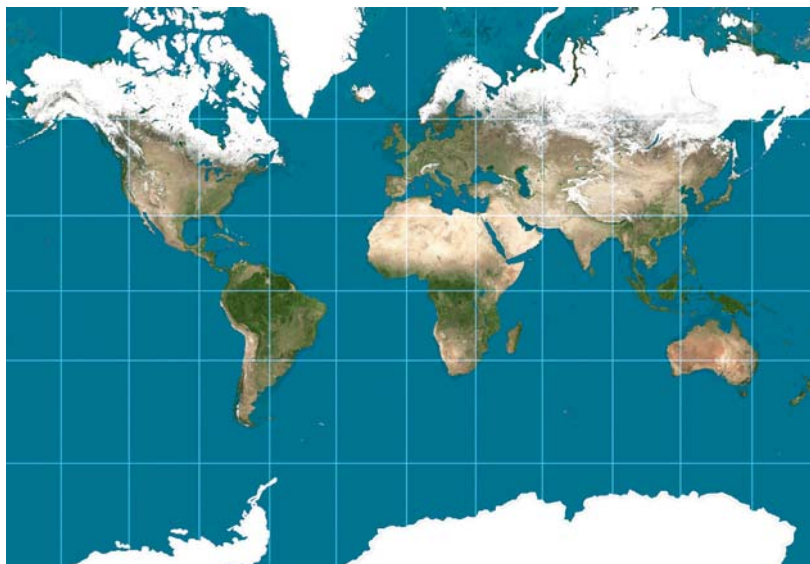
V histórii vedy sa postupne objavovali čoraz lepšie teórie alebo modely, od Platóna cez klasickú teóriu Newtona až po moderné kvantové teórie. Je preto prirodzené pýtať sa: Zavŕši sa nakoniec táto séria teórií nejakou konečnou teóriou vesmíru, ktorá bude zahŕňať všetky sily a predvídať všetky možné pozorovania, alebo navždy budeme

pokračovať v hľadaní lepších teórií, ale nikdy nenájdeme tú, ktorá sa už ďalej nedá zlepšiť? Na túto otázku ešte nemáme definitívnu odpoveď, ale teraz máme kandidáta na konečnú Teóriu všetkého, ak taká teória vôbec existuje. Ten kandidát sa nazýva M-teória. M-teória je jediný model, ktorý má všetky vlastnosti, o ktorých si myslíme, že by ich konečná teória mala mať. Ide o teóriu, na ktorej je založená veľká časť našej ďalšej diskusie.

M-teória nie je však teória v bežnom zmysle slova. Je to celá skupina rozdielnych teórií, z ktorých každá dobre opisuje pozorovania iba určitej triedy fyzikálnych javov. Tak trochu pripomína mapu. Ako dobre vieme, na jednej mape nemôžeme zobraziť celý povrch Zeme. Bežnou Mercatorovou projekciou, ktorá sa používa pri zobrazovaní povrchu Zeme, sa oblasti na ďalekom severe a juhu javia väčšie, a nezobrazíme ňou severný a južný pól. Na verné zmapovanie celého zemského povrchu je potrebné použiť súbor máp, z ktorých každá pokrýva vymedzenú oblasť. Mapy sa navzájom prekrývajú, a tam, kde sa prekrývajú, zobrazujú identickú krajinu. Podobne je to s M-teóriou.

Jednotlivé teórie v skupine M-teórie môžu vyzeráť veľmi odlišne, ale všetky môžeme považovať za aspekty tej istej fundamentálnej teórie. Sú to verzie teórie, ktoré sú aplikovateľné len na vymedzené triedy javov, napríklad keď určité množstvá, povedzme energie, sú malé. Podobne ako prekrývajúce sa mapy v Mercatorovej projekcii, kde sa oblasti rozdielnych verzií prekrývajú, predpovedajú rovnaký jav. Avšak tak ako neexistuje rovinná mapa, ktorá dobre zobrazuje celý povrch Zeme, neexistuje ani žiadna jediná teória, ktorá dobre opisuje pozorovania vo všetkých situáciách.

Ukážeme, aké odpovede na otázky vzniku ponúka M-teória. Podľa M-teórie náš vesmír nie je jediný možný. M-teória namiesto toho predpokladá, že z ničoho vzniklo veľmi veľa vesmírov. Ich kreácia nepotrebuje intervenciu nejakej nadprirodzenej bytosti alebo Boha. Tieto viacnásobné vesmíry vznikli skôr prirodzene, podľa fyzikálnych



Mapa sveta Na zobrazenie vesmíru budú asi potrebné série prekrývajúcich sa teórií, práve tak, ako sú potrebné na zobrazenie povrchu Zeme prekrývajúce sa mapy.

zákonov. Predpovedá ich veda. Každý z vesmírov má veľa možných histórií a veľa možných stavov v neskoršom období, čo znamená, že aj v období, ako je súčasnosť, teda dlho po ich vzniku. Väčšina týchto stavov bude úplne odlišná od vesmíru, ktorý pozorujeme, a budú celkom nevhodné na existenciu akejkoľvek formy života. Len niektoré z nich umožnia vznik bytostí podobných nám. Takto si teda naša prítomnosť vyberá z tohto enormného množstva len tie vesmíry, ktoré sú porovnateľné s naším jestvovaním. Aj keď sme na škále kozmu drobní a bezvýznamní, v tomto zmysle sa stávame Pánmi kreácie – Stvoriteľmi.

Aby sme pochopili vesmír na najhlbšej úrovni, potrebujeme vedieť nielen to, *ako* sa vesmír správa, ale aj *prečo* sa tak správa?

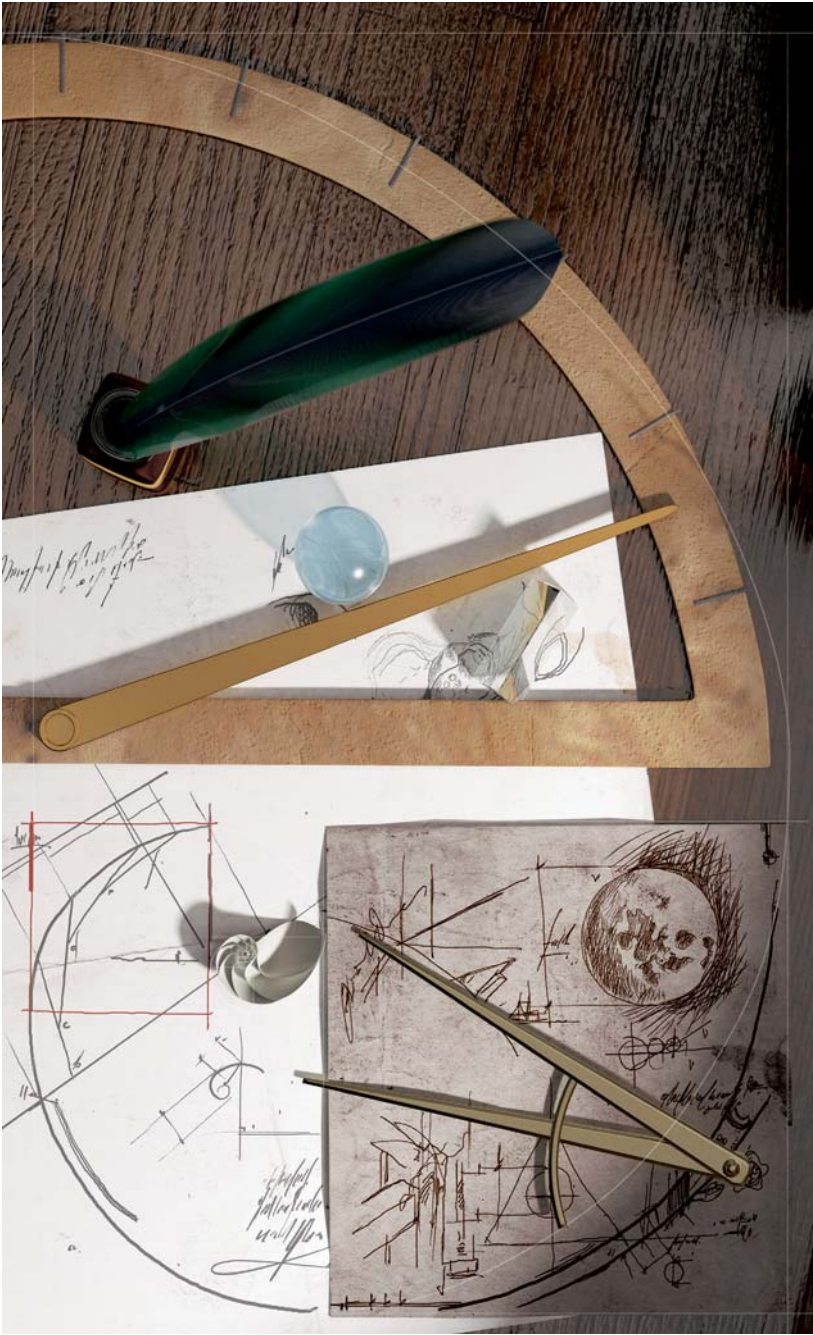
Prečo je tu skôr niečo ako nič?

Prečo existujeme?

Prečo existuje tento určitý súbor zákonov a nie nejaký iný?

Toto je konečná otázka života, vesmíru a všetkého. V tejto knihe sa pokúsime na to odpovedať. Na rozdiel od odpovede z knihy *Stopárov sprievodca galaxiou* však naša odpoveď nebude jednoducho „42“.





2. KAPITOLA



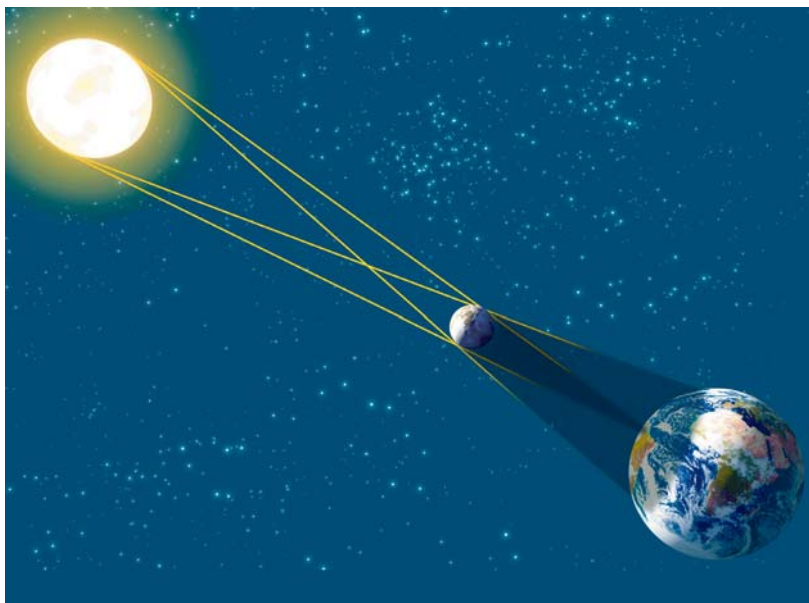
VLÁDA ZÁKONA

*Skoll, vlk, ktorý zastraší Mesiac,
kým preletí do zakliateho lesa,
Hati, vlk, príbuzný Hridvitnira,
ktorý prenasleduje Slnko.*

– Grimnismal, Staršia Edda

V mytológii Vikingov vlci Skoll a Hati prenasledujú Slnko a Mesiac. Keď vlci jedného z nich chytia, nastáva zatmenie. Keď k tomu dôjde, ľudia na Zemi sa ponáhľajú zachrániť Slnko alebo Mesiac tak, že sa snažia urobiť čo najväčší rachot, a dúfajú, že sa ho vlci zľaknú. Aj v iných kultúrach sa tradujú podobné mýty. Po čase však ľudia sami prišli na to, že Slnko a Mesiac sa čoskoro vynoria zo zatmenia, bez ohľadu na to, či pobehovali dookola, kričali a búchali na rôzne predmety. Neskôr zistili i to, že zatmenia sa nevyskytujú iba náhodne: nastávajú v pravidelných cykloch, ktoré sa opakujú. Tieto cykly (periódy) boli najvýraznejšie pre zatmenia Mesiaca a umožnili starovekým Babylončanom predpovedať zatmenia Mesiaca pomerne presne, aj napriek tomu, že si nevedomovali, že vznikajú, keď Zem zatieni svetlo zo Slnka. Predpovedať zatmenia Slnka bolo ťažšie, pretože na Zemi sú viditeľné iba v páse širokom približne 50 kilometrov. No predsa, keď už raz boli pochopené, týmito úkazmi sa vyjasnilo, že zatmenia nezávisia od ľubovoľného rozmaru nadprirodzených bytostí, ale skôr podliehajú zákonom.

Napriek niekoľkým prvým úspešným predpovediam pohybov nebeských telies si naši predkovia mysleli, že väčšinu javov nie je



Zatmenie Ľudia v staroveku nevedeli, čo vyvoláva zatmenia, ale v ich výskyte si všimli určité pravidelnosti.

možné predpovedať. Zdalo sa im, že sopky, zemetrasenia, búrky, mor alebo zarastanie nechtu na nohe sa objavujú bez zjavnej príčiny alebo pravidelnosti. V staroveku sa kruté činy prírody bežne pripisovali panteónu zlomyseľných a nenávisťných božstiev. Pohromy sa často považovali za znak toho, že sme nejakým spôsobom urazili bohov. Približne v roku 5600 pred našim letopočtom napríklad vybuchla sopka Mount Mazama v Oregone, ktorá po celé roky chrlila lávu a žeravý popol, čo viedlo k silným dažďom trvajúcim dlhé obdobie. Atmosférické zrážky nakoniec naplnili kráter sopky, ktorý sa dnes nazýva Kráterové jazero (Crater Lake). Indiáni kmeňa Klamat z Oregonu mali legendu, ktorá sa verne zhoduje s každým geologickým detailom udalosti, je však trochu zdramatizovaná zobrazením človeka ako príčiny tejto katastrofy. Schopnosť človeka pociťovať vinu

je taká, že ľudia si vždy vedia nájsť spôsob, ako obviňiť samých seba. Legenda pokračuje tým, že Liao, pán podsvetia, sa zamiluje do nádhornej ľudskej dcéry náčelníka Klamatov. Ona ho odmieta, a preto sa Liao pokúša zničiť kmeň Klamatov ohňom. Podľa legendy sa našťastie pán nadzemného sveta Skell nad ľuďmi zľutuje a bojuje so svojim protivníkom z podsvetia. Nakoniec zranený Liao padá naspäť do vnútra Mount Mazamy, pričom v ňom vytvorí obrovskú dieru, kráter, ktorý sa nakoniec naplní vodou.

V staroveku si ľudia nevšímali správanie prírody a to ich priviedlo k vymysleniu bohov, ktorí ovládali všetky aspekty ľudského života. Existovali bohovia lásky a vojny, Slnka, Zeme a oblohy, oceánov a riek, dažďa a búrok, dokonca i zemetrasení a sopiek. Keď boli bohovia spokojní, ľudstvo bývalo obdarovávané dobrým počasím, mierom a zbavované prírodných katastrof a chorôb. Keď bohovia boli, naopak, nespokojní, nastávalo sucho, vojny, mor a epidémie. Keďže spojitosť medzi príčinou a následkom v prírode bola pre ľudské oči neviditeľná, títo bohovia sa im javili nevyspytateľní a ľudia im boli vydaní na milosť a nemilosť. Lenže asi pred 2 600 rokmi, v časoch Tálesa (asi 624–asi 546 pred naším letopočtom), sa to začalo meniť. Zrodila sa myšlienka, že príroda sa riadi pevnými princípmi, ktoré možno rozpoznať. A tak sa začal dlhý proces výmeny predstavy o vláde bohov za predstavu vesmíru, ktorý sa riadi zákonmi prírody, no a ten vznikol podľa náčrtu, ktorý sa možno niekedy naučíme čítať.

Pri pohľade na chronológiu ľudskej histórie je vedecké bádanie iba nedávnym úsilím. Náš druh *Homo sapiens* má pôvod v subsaharskej Afrike okolo roku 200 000 pred naším letopočtom. Vznik písma sa datuje len asi do roku 7000 pred naším letopočtom a bolo výsledkom spoločností zoskupených okolo pestovania obilia. (Niektoré najstaršie písomné záznamy sa týkajú povolených denných dávok piva pre každého obyvateľa.) Najstaršie písomné záznamy veľkej civilizácie starovekého Grécka sa datujú do 9. storočia pred naším letopočtom,

ale rozmach tejto civilizácie, t. j. „klasické obdobie“, nastalo až o niekoľko storočí neskôr, s nástupom niečo málo pred rokom 500 pred našim letopočtom. Podľa Aristotela (384–322 pred našim letopočtom) to bolo približne v období, keď Táles prvýkrát rozvinul myšlienku, že svet môžeme pochopiť, že súbor javov okolo nás by sa dal zredukovať na jednoduchšie princípy a vysvetliť ich bez uchýlenia sa k mýtickým alebo teologickým vysvetleniam.

Tálesovi sa pripisuje prvá predpoveď zatmenia Slnka v roku 585 pred našim letopočtom, hoci vysoká presnosť jeho predpovede bola pravdepodobne len vecou šťastného odhadu. Nezanechal po sebe žiadne písomnosti, a preto zostáva pre nás hmlistou postavou. Jeho domovom bolo jedno z intelektuálnych centier v oblasti nazývanej Iónia, ktorú skolonizovali Gréci, a tí svoj vplyv nakoniec rozšírili z Turecka ďalej na západ až do Talianska. Iónska veda sa s výrazným zanietením snažila odkrývať základné zákony, aby sa vysvetlili prírodné javy, čo znamenalo obrovský míľnik v histórii ľudského poznania. Ich prístup bol racionálny a v mnohých prípadoch viedol k záverom prekvapivo podobným tým, ku ktorým dospeli naše sofistikovanejšie metódy, a ktorým veríme aj dnes. Bol to významný začiatok. Väčšina iónskej vedy však v priebehu storočí upadla do zabudnutia – aby bola znovu odhalená alebo znovuobjavená, niekedy nie iba raz, ale viackrát.

Podľa legendy sa prvá matematická formulácia toho, čo by sme mohli dnes nazvať prírodný zákon, pripisuje iónskemu učencovi Pytagorovi (asi 580–490 pred našim letopočtom). Preslávil sa vetou, ktorá nesie jeho meno: štvorec nad preponou (najdlhšou stranou) v pravouhlom trojuholníku sa rovná súčtu štvorcov nad jeho odvesnami. Hovorí sa, že Pytagoras objavil aj číselný vzťah medzi dĺžkou strún používaných v hudobných nástrojoch a harmonickou kombináciou zvukov. Súčasným jazykom by sme tento vzťah vyjadrili takto: frekvencia – počet kmitov za sekundu – struny, ktorá kmitá pri určitom



Iónia Učenci v starovekej Iónii patrili medzi prvých, ktorí vysvetľovali prírodné javy predovšetkým pomocou zákonov prírody, a nie na základe mýtov alebo teológie.

napnutú, je nepriamo úmerná dĺžke struny. Z praktického hľadiska to vysvetľuje, prečo kratšie gitarové struny vydávajú vyšší tón ako dlhšie. V skutočnosti tento vzťah Pytagoras asi neobjavil – asi neobjavil ani vetu, ktorá nesie jeho meno –, ale existuje dôkaz, že v jeho dobe bol známy nejaký vzťah medzi dĺžkou struny a jej tónom. Ak je to tak, túto jednoduchú matematickú vetu by sme mohli uviesť ako prvý príklad toho, čomu v súčasnosti hovoríme teoretická fyzika.

Okrem Pytagorovho zákona o strunách ľudia v staroveku správne chápali len tri fyzikálne zákony, ktoré detailne opísal Archimedes (asi 287–asi 212 pred našim letopočtom), vôbec najuznávanejší fyzik staroveku. V dnešnej terminológii zákon páky vyjadruje, že vynaložením malej sily môžeme zdvihnúť veľké bremená, pretože páka zväčšuje silu podľa pomeru vzdialeností od miesta podpery. Zákon vztľaku

hovorí, že každé teleso ponorené do kvapaliny bude nadľahčované silou, ktorá sa rovná hmotnosti kvapaliny vytlačenej objemom telesa. A zákon odrazu tvrdí, že uhol medzi dopadajúcim svetelným lúčom a zrkadlom sa rovná uhlu medzi zrkadlom a lúčom od neho odrazeným. Archimedes ich však nenazýval zákonmi, ani ich nevysvetľoval vo vzťahu k pozorovaniu a meraniu. Namiesto toho sa s nimi zaoberal, akoby boli čisto matematickými vetami v axiomatickej sústave, čo sa veľmi podobá na axiomatiku, ktorú vytvoril Euklides pre geometriu.

Ako sa rozširoval iónsky vplyv, objavovali sa iní učenci, ktorí videli, že vesmír má svoj vnútorný poriadok, ktorý by sme mohli pochopiť pomocou pozorovania a rozumu. Anaximander (asi 610-asi 546 pred našim letopočtom), Tálesov priateľ a pravdepodobne i jeho žiak, argumentoval, že keďže deti sú pri narodení bezmocné, ani prvý človek, ak by sa nejako objavil na Zemi ako dieťa, by neprežil. Anaximander z toho vyvodil, že ľudia sa museli vyvinúť z iných zvierat, ktorých mláďatá sú odolnejšie, čo môže byť prvým náznakom myšlienky evolučnej teórie. Empedokles zo Sicílie (asi 490-asi 430 pred našim letopočtom) sledoval použitie prístroja, ktorý sa nazýva klepsydra. Sú to vodné hodiny, ktoré sa niekedy sa používali ako naberačka a skladali sa z gule s otvoreným hrdlom a s malými dierkami na dne. Keď ju ponoríme do vody, naplní sa, a ak potom zatvoríme hrdlo, vodu vytiahneme von bez toho, aby vytekla cez dierky. Empedokles si všimol, že ak prikryjeme hrdlo pred ponorením, vodné hodiny sa nenaplnia vodou. Vysvetľoval to tak, že niečo neviditeľné musí brániť vode, aby vstúpila do gule cez dierky - objavil materiálnu substanciu, ktorú dnes nazývame vzduch.

Približne v tom istom období Demokritos (asi 460-asi 370 pred našim letopočtom) z iónskej kolónie na severe Grécka, hľbal nad tým, čo sa stane, ak rozbijeme alebo rozrežeme predmet na kúsky. Argumentoval, že by sme nemali byť schopní pokračovať v tomto procese

neobmedzene dlho. Namiesto toho postuloval, že všetko vrátane všetkých živých bytostí sa skladá z fundamentálnych častíc, ktoré sa už ďalej nemôžu rozdeliť alebo rozbiť na menšie časti. Tieto základné častice nazval atómy, z gréckeho prídavného mena „nedeliteľný“. Demokritos veril, že každý materiálny jav je výsledkom zrážky atómov. Z tohto hľadiska, ktorému sa hovorí atomizmus, sa všetky atómy pohybujú priestorom, a pokiaľ ich neovplyvníme, pohybujú sa vpred bez obmedzenia. Dnes sa táto myšlienka nazýva zákon zotrvačnosti.

Revolučnú myšlienku, že sme iba obyčajní obyvatelia vesmíru, a nie výnimočné bytosti s privilegovaným miestom v jeho strede, ako prvý presadzoval Aristarchos zo Samu (asi 310–asi 230 pred našim letopočtom), jeden z posledných iónskych učencov. Z jeho výpočtov sa zachoval iba jeden, komplexná geometrická analýza dôkladných pozorovaní veľkosti tieňa Zeme na Mesiaci, ktoré vykonal počas lunárnych zatmení. Na základe svojich údajov prišiel k záveru, že Slnko musí byť oveľa väčšie ako Zem. Pravdepodobne sa inšpiroval myšlienkou, že drobné predmety musia obiehať okolo veľkých telies, a nie opačne. Stal sa prvým človekom, ktorý tvrdil, že Zem sa nenachádza v strede našej planetárnej sústavy, ale je pravdepodobnejšie, že spolu s ostatnými planétami obieha okolo oveľa väčšieho Slnka. Je to malý krôčik od zistenia, že Zem je len jednou z planét, k myšlienkou, že ani naše Slnko nie je nič zvláštne. Aristarchos tušil, že je to tak a veril, že aj hviezdy, ktoré vidíme na nočnej oblohe, nie sú v skutočnosti ničím iným ako vzdialené slnká.

Iónska škola bola iba jednou z mnohých v starovekej gréckej filozofii, z ktorých každá mala rozdielne a často protirečivé tradície. Žiaľ, iónsky pohľad na prírodu – že sa môže vysvetliť pomocou všeobecných zákonov a redukovať na jednoduchý súbor princípov – mal silný vplyv len niekoľko storočí. Jedna z príčin bola, že sa často zdalo, že iónske teórie nedávajú priestor pre pojem slobodnej vôle alebo zmyslu, alebo pre myšlienku, že do chodu sveta zasahujú bohovia.