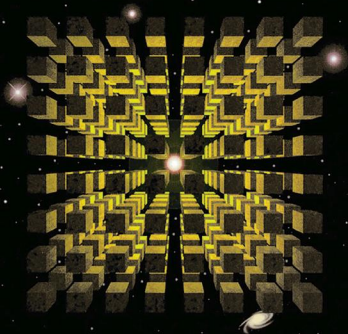


ILUSTROVANÁ STRUČNÁ HISTÓRIA ČASU



STEPHEN
HAWKING

AKTUALIZOVANÉ A ROZŠÍRENÉ VYDANIE

ILUSTROVANÁ
STRUČNÁ
HISTÓRIA ČASU

ILUSTROVANÁ STRUČNÁ HISTÓRIA ČASU

AKTUALIZOVANÉ A ROZŠÍRENÉ VYDANIE

STEPHEN HAWKING

slovar

Stephen W. Hawking
Ilustrovaná stručná história času

Copyright © 1988, 1996 by Stephen Hawking
Original illustrations copyright © 1996 by MoonRunner Design, U. K.
Slovak edition © 2004, 2010 by Vydavateľstvo SLOVART, spol. s r. o., Bratislava
Translation © 2004 by Anton Šurda and Igor Kapišinský

Druhé slovenské vydanie
z anglického originálu *The Illustrated A Brief History of Time*,
ktorý vyšiel vo vydavateľstve Bantam Books roku 1996,
preložili RNDr. Anton Šurda, CSc. a RNDr. Igor Kapišinský, CSc. (predhovor a kap. 10).
Zodpovedná redaktorka Ing. Eva Budjačová
Editorka Zita Ročkárová
Typografia Studio Marvil, s. r. o.
Tlač FINIDR, s. r. o., Český Těšín

Všetky práva vyhradené

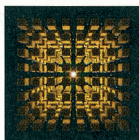
ISBN 978-80-8085-920-6

10 9 8 7 6 5

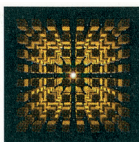
www.slovart.sk

OBSAH

Predhovor	7
1. Náš obraz vesmíru	10
2. Priestor a čas	30
3. Rozpínajúci sa vesmír	54
4. Princíp neurčitosti	76
5. Elementárne častice a základné prírodné sily	90
6. Čierne diery	112
7. Čierne diery nie sú až také čierne	136
8. Vznik a konečný osud vesmíru	152
9. Časová šípka	190
10. Červie diery a cestovanie v čase	204
11. Zjednotenie fyziky	220
12. Záver	236
Albert Einstein	242
Galileo Galilei	244
Isaac Newton	246
Slovníček základných pojmov	248
Podakovanie	252
Register	253



Pobľad do minulosti. Optická snímka zhotovená Hubblovým vesmírnym ďalekohľadom z januára 1996, na ktorej je zachytený obraz zatiaľ najvzdialenejších hlbín vesmíru. Vidíme na nej raný vesmír s niektorými galaxiami, ktoré vznikli už necelú miliardu rokov po počiatku priestoročasu. Vďaka mimoriadnemu technologickému pokroku v posledných niekoľkých rokoch môžeme začať overovať teórie o počiatku vesmíru a postavení ľudstva v ňom.



PREDHOVOR

Pre prvé vydanie *Stručnej histórie času* som predhovor nepísal. Urobil to Carl Sagan. Ja som napísal iba pár riadkov, v ktorých som vyjadril vďaka všetkým zainteresovaným. Niektoré nadácie, ktoré ma v tom čase podporovali, neboli tým príliš nadšené, pretože zmienka o nich viedla k obrovskému množstvu nových žiadostí.

Azda nikto – ani moji vydavatelia, ani môj obchodný agent, ba ani ja sám – neočakával, že sa knižka až tak vydarí. Podľa londýnskych *Sunday Times* sa na zozname bestsellerov udržala celých 237 týždňov, teda dlhšie ako ktorákoľvek iná kniha (Biblia a Shakespearove diela sa, samozrejme, nepočítajú). *Stručná história času* bola preložená asi do štyridsiatich jazykov, pričom jeden výtlačok pripadol na každého 750. muža, ženu alebo dieťa na svete. Nathan Myhrvold z Microsoftu (môj bývalý doktorand) vtedy k tomu poznamenal: „Predal som viac kníh o fyzike ako Madonna o sexe.“

Úspech *Stručnej histórie času* naznačuje, nakoľko je rozšírený záujem o veľké otázky, ako naprí-

klad: „Odkiaľ sme prišli?“, „Prečo je vesmír taký, aký je?“ Veľmi dobre si však uvedomujem, že nie všetci bez problémov porozumeli všetkým časťam knihy. Toto nové vydanie si preto kladie za cieľ uľahčiť pochopenie obsahu predovšetkým pridaním veľkého množstva obrázkov. Aj keby ste si prezreli iba ilustrácie a prečítali k nim pripojené texty, mali by ste dostať určitú predstavu, o čo vlastne ide.

Využil som príležitosť a inovoval som knihu doplnením o nové teoretické a pozorovateľské výsledky získané od prvého vydania tejto knihy (1. apríl roku 1988). Napísal som aj úplne novú kapitolu o červích dierach a cestovaní v čase. Zdá sa, že Einsteinova všeobecná teória relativity poskytuje možnosť vytvoriť a udržať v stabilite červie diery, malé tunely, ktoré spájajú rôzne časti priestoročasu. Ak je to tak, mohli by sme ich azda využiť na rýchle cestovanie po Galaxii, či na cestovanie do minulosti. Samozrejme, je pravda, že zatiaľ sme nikoho z budúcnosti nestretli (alebo áno?), ale ja iba uvažujem o možnom vysvetlení problému.



Opisujem aj pokrok, ktorý sme nedávno dosiahli pri hľadaní „dualít“ alebo vzájomnými vzťahmi medzi zdanlivo rozdielnymi fyzikálnymi teóriami. Tieto súvislosti silno naznačujú, že existuje úplná zjednotená teória fyziky, ale hovoria aj to, že túto teóriu asi ťažko dokážeme vyjadriť pomocou nejakej jednoduchšej základnej formúky. Namiesto toho asi budeme musieť používať v rôznych situáciách rôzne modifikácie tejto základnej teórie. Prirovnal by som to k mapovaniu povrchu zemegule, keď budeme úspešní iba vtedy, ak budeme mať väčší počet máp z rôznych oblastí. Takýto postup by síce znamenal revolúciu v našom nazeraní na zjednocovanie vedeckých zákonov, ale nič by sa nezmenilo v tom najdôležitejšom bode: že sa vesmír riadi súborom racionálnych zákonov, ktoré sme schopní objaviť a pochopiť.

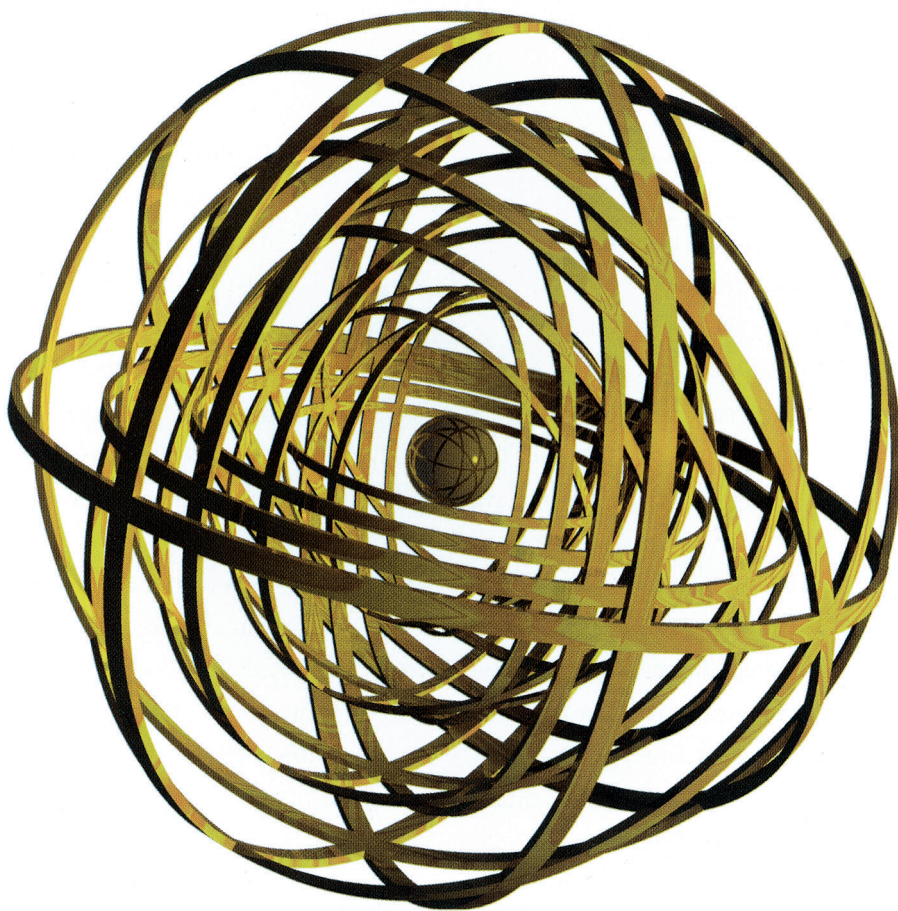
Z pohľadu pozorovania najdôležitejším pokrokom bolo premeranie fluktuácií v mikrovlnovom žiarení kozmického pozadia pomocou družice COBE (*Cosmic Background Explorer*) a ďalšími nezávislými metódami. Tieto fluktuácie predstavujú akési odtlačky z doby vzniku vesmíru. Sú to drobné počiatočné nepravidelnosti prítomné v inak hladkom a rovnomerom ranom vesmíre, z ktorých neskôr vznikli galaxie, hviezdy a všetky útvary, čo dnes pozorujeme okolo seba. Ich tvar je v zhode s predpoveďami, ktoré vyplývajú z hypotézy, že vesmír nemá žiadne hranice ani okraje v imaginárnom

smere času. Sú ale potrebné ďalšie pozorovania, aby sme dokázali rozlíšiť tento návrh od iných možných interpretácií pôvodu fluktuácií v žiarení kozmického pozadia. Už o niekoľko rokov by sme mali vedieť, či možno veriť tomu, že žijeme vo vesmíre, ktorý je celkom uzavretý sám do seba a nemá ani počiatok ani koniec.

Stephen Hawking
Cambridge, máj 1996



N Á Š O B R A Z V E S M Í R U



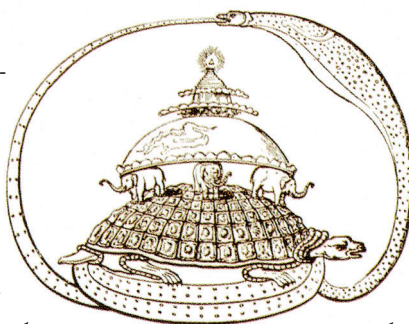


1

NÁŠ OBRAZ VESMÍRU

Istý dobre známy vedec (niektorí hovoria, že to bol Bertrand Russell) mal raz verejnú prednášku o astronómii. Opisoval, ako Zem obieha okolo Slnka a Slnko zase okolo stredu veľkej skupiny hviezd, ktorá sa volá naša Galaxia. Na konci prednášky jedna malá stará pani vzadu v sále vstala a povedala: „To, čo ste nám rozprávali, je hlúposť. Svet je v skutočnosti plochá doska, ktorú nesie na chrbte obrovská korytnačka.“ Vedec sa povýšene usmial a potom odpovedal: „A na čom stojí tá korytnačka?“ „Ste veľmi múdry mladý muž, veľmi múdry,“ povedala stará pani, „ale pod ňou sú vždy ďalšie a ďalšie korytnačky.“

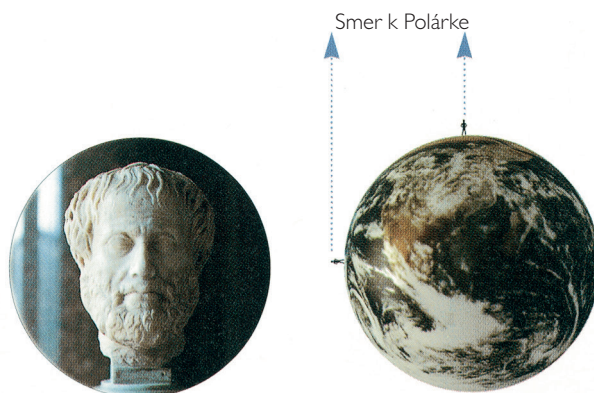
Pre mnohých ľudí bude obraz nášho vesmíru ako nekonečnej veže korytnačiek trochu smiešny, ale prečo si myslíme, že my to vieme lepšie? Čo vieme o vesmíre a ako to vieme? Odkiaľ pochádza vesmír a kam speje? Má vesmír počiatok, a ak áno, čo sa dialo *predtým*? Čo je podstatou času? Skončí sa niekedy? Nedávne prevratné objavy vo fyzike,



čiastočne umožnené fantastickými novými technológiami, dávajú odpovede na niektoré z týchto dávnych otázok. Niekedy sa tieto odpovede môžu zdať také zrejme ako predstava o Zemi obiehajúcej okolo Slnka – alebo azda

také smiešne ako veža z korytnačiek. Všetko ukáže čas (nech je to už čokoľvek).

Už v roku 340 pred našim letopočtom grécky filozof Aristoteles vo svojej knihe *Na nebi* uviedol dva dobré argumenty v prospech toho, aby sme uverili, že Zem je skôr okrúhla guľa než plochá doska. Po prvé, uvedomil si, že zatmenia Mesiaca zapríčiňuje Zem, ktorá sa dostáva medzi Slnko a Mesiac. Tieň Zeme na Mesiaci je vždy okrúhly, čo môže byť pravdou len vtedy, ak je Zem guľatá. Ak by bola Zem plochým diskom, tieň by bol predĺžený a eliptický, pokiaľ by zatmenie vznikalo nielen vtedy, keď sa Slnko nachádza priamo pod stredom disku. Po druhé, Gréci zistili počas svojich ciest, že pri pozorovaní z juhu sa Polárka zjavuje nižšie na



Obr. 1.1

Oproti: V hinduistickom vesmíre Zem podopiera šesť slonov, pričom pekel nesie korytnačka, spočívajúca na hadovi.

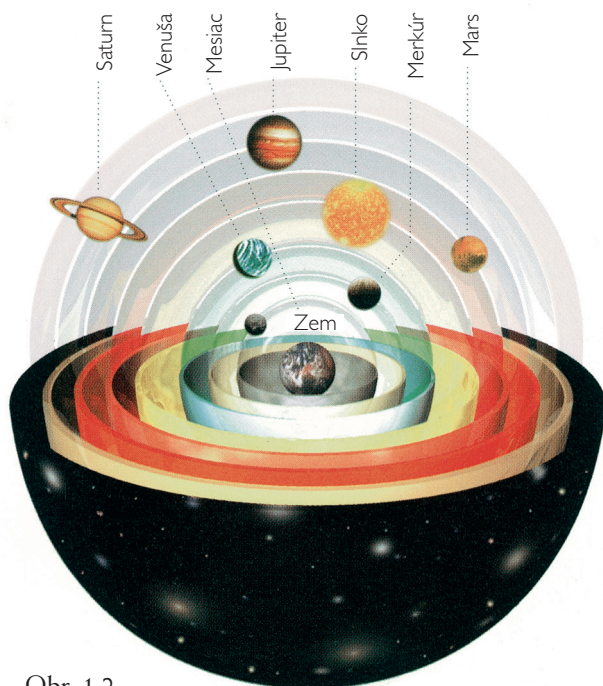
Vľavo: Stredoveké znázornenie ranogréckej predstavy plochej Zeme, ktorá pláva na vode s ďalšími dvoma elementmi nad ňou.

Hore: Aristoteles. Rímska kópia sochy podľa gréckeho originálu zo 4. storočia pred n. l.

oblohe, než keď ju pozorujú zo severnejších oblastí. (Keďže Polárka sa nachádza nad severným pólom, je priamo nad pozorovateľom, ktorý stojí na severnom póle, ale ten, kto sa na ňu díva z oblasti rovníka, ju vidí práve na horizonte: obr. 1. 1.) Z rozdielu v zdanlivej polohe Polárky v Egypte a Grécku Aristoteles dokonca odhadol, že obvod zemeguľe je 400 000 štádií. Nie je presne známe, aká bola dĺžka štádia, ale mohla byť okolo 180 metrov, čo by prevyšovalo dnes prijatú hodnotu asi dvakrát.

Gréci mali dokonca aj tretí argument v prospech tvrdenia, že Zem musí byť guľatá. Prečo by inak bolo vidno najprv plachty lode prichádzajúcej spoza horizontu a až neskôr jej trup?

Aristoteles si myslel, že Zem je nehybná a že Slnko, Mesiac, planéty a hviezdy sa pohybujú po kruhových dráhach okolo Zeme. Veril tomu, pretože z mystických dôvodov cítil, že Zem je stredom vesmíru a že kruhový pohyb je najdokonalejší. Túto myšlienku rozpracoval Ptolemaios v 2. storočí



Obr. 1.2

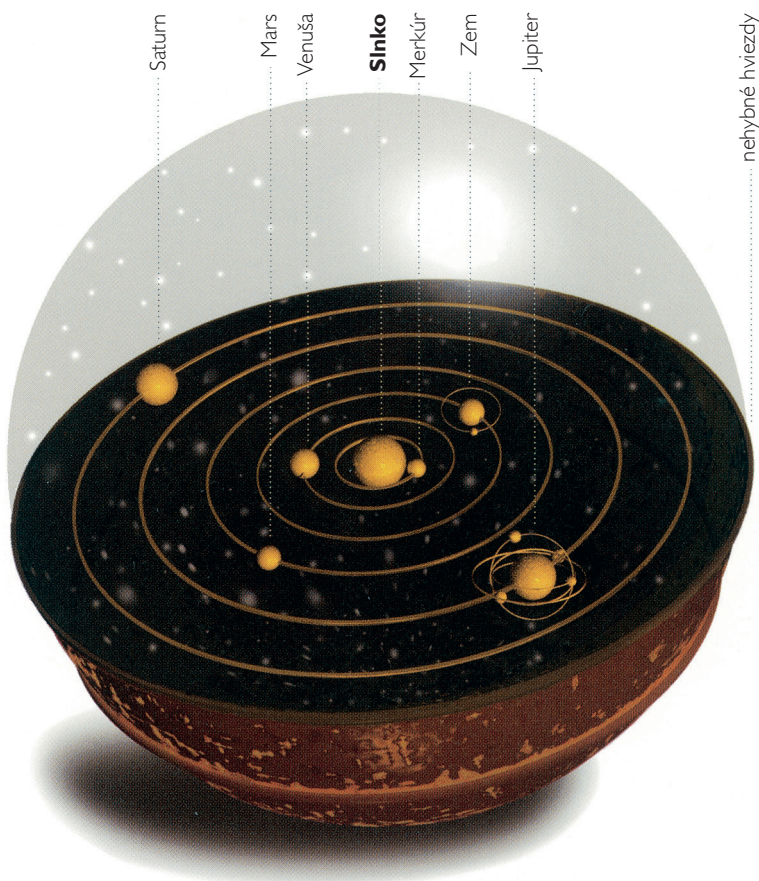


Ptolemaios meria pomocou kvadrantu výšku Mesiaca nad obzorom. Bazilej, 1508.

nášho letopočtu na ucelený kozmologický model. Zem stojí v centre, obklopená ôsmimi sférami, ktoré nesú Mesiak, Slnko, hviezdy a v tom čase známych päť planét: Merkúr, Venuša, Mars, Jupiter a Saturn (obr. 1.2). Samotné planéty sa pohybujú po malých kružniciach, ktoré sú pripevnené k príslušnej sfére, aby sa vysvetlila ich pomerne komplikovaná dráha pozorovaná na oblohe. Najvzdialenejšia sféra nesie takzvané stálice, ktoré sú voči

sebe nehybné, ale ktoré sa spoločne pohybujú po oblohe. Odpoveď na otázku, čo leží za poslednou sférou, nikdy nebola veľmi jasná, ale určite by to nemala byť časť ľuďmi pozorovateľného vesmíru.

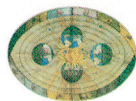
Ptolemaiov model bol systém, ktorý s dostatočnou presnosťou predpovedal polohy nebeských telies na oblohe. Ale aby dokázal predpovedať tieto polohy správne, musel Ptolemaios predpokladať, že Mesiak opisuje dráhu, na ktorej sa v určitom



Obr. 1.3

okamihu nachádza dvakrát bližšie k Zemi než inokedy. A to znamená, že by sa nám mal Mesiac občas javiť dvakrát taký veľký ako inokedy. Ptolemaios si uvedomoval tento nedostatok, no napriek tomu bol jeho model všeobecne, aj keď nie bezvýhradne, prijímaný. Kresťanská cirkev ho prijala ako obraz sveta, ktorý bol v zhode s Písmom svätým, pretože mal veľkú výhodu: mimo sféry stálic ponechával veľa priestoru pre nebo a peкло.

Jednoduchší model navrhol v roku 1514 poľský kňaz Mikuláš Koperník. (Najprv, azda zo strachu, aby nebol označený cirkvou za kacíra, svoj model rozširoval anonymne.) Jeho základná myšlienka spočívala v tom, že nehybné Slnko je v strede a Zem a planéty sa pohybujú po kruhových dráhach okolo Slnka (obr. 1.3). Prešlo takmer storočie, kým bola táto myšlienka vážne prijatá. Vtedy dvaja astronómovia – Nemec Johannes Kepler a Talian

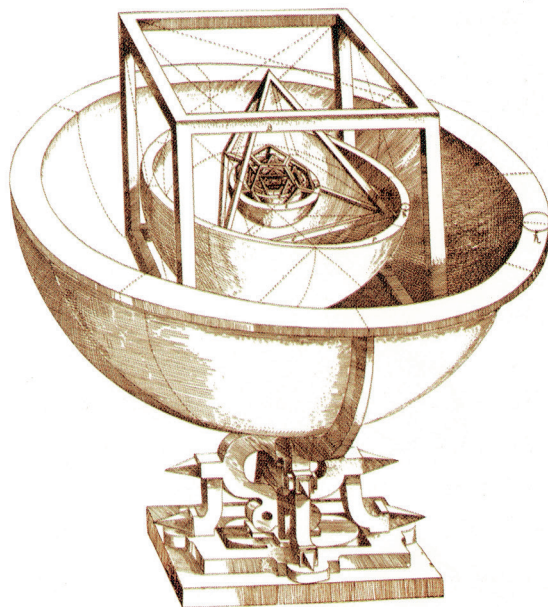


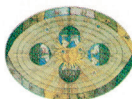
Hore: Mikuláš Koperník (1473–1543)

Vpravo: Keplerov teoretický model znázorňujúci obežné dráhy planét pomocou koncentricky uložených geometrických telies.

Galileo Galilei – začali verejne podporovať Koperníkovu teóriu napriek skutočnosti, že predpovedané dráhy sa celkom nezhodovali s pozorovanými. Smrteľná rana aristotelovsko-ptolemaiovskej teórie prišla v roku 1609. V tomto roku začal Galilei pozorovať nočnú oblohu práve vynájdenným teleskopom. Keď sa díval na planétu Jupiter, zistil, že ho sprevádza niekoľko malých satelitov alebo

mesiacov, ktoré obiehajú okolo neho. Z toho mu vyplynulo, že nie všetko musí obiehať priamo okolo Zeme, ako si mysleli Aristoteles a Ptolemaios. (Dalo sa, samozrejme, stále veriť, že Zem je nehybná v strede vesmíru a Jupiterove mesačiky sa pohybujú po extrémne komplikovaných dráhach okolo nej, pričom sa len zdá, že obiehajú okolo Jupitera. Koperníkova teória však bola oveľa jednoduchšia.) V tom istom čase Johannes Kepler modifikoval Koperníkovu teóriu predpokladom, že planéty sa pohybujú nie po kružniciach, ale po elipsách (elipsa je pretiahnutá kružnica). Predpovede sa tentoraz konečne zhodovali s pozorovaniami.





Čo sa týka Keplera, jeho eliptické dráhy boli čírou hypotézou ad hoc, ktorá pritom v istom zmysle odporovala ideálu, pretože elipsy boli očividne menej dokonalé ako kružnice. Keď takmer náhodou objavil, že eliptické dráhy dobre vyhovujú pozorovaniam, nemohol ich dať do súladu so svojou predstavou, že planéty okolo Slnka nútia obiehať magnetické sily. Vysvetlenie podal omnoho neskôr, až v roku 1687, Isaac Newton vo svojich *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*, pravdepodobne najvýznamnejšej samostatnej práci, aká bola kedy publikovaná vo fyzikálnych vedách. V nej Newton nielenže predložil teóriu pohybu telies v priestore a čase, ale vypracoval tiež zložitú matematiku potrebnú na analýzu týchto pohybov.

Navyše Newton postuloval zákon všeobecnej gravitácie, podľa ktorého každé teleso vo vesmíre priťahuje všetky ostatné telesá silou, ktorá je tým väčšia, čím väčšia je ich hmotnosť a čím sú k sebe bližšie. Je to tá istá sila, ktorá telesá núti padať zemi. (Historka o tom, že Newton bol inšpirovaný jablkom, ktoré mu padlo na hlavu, vznikla takmer určite neskôr. Aj sám Newton povedal iba toľko, že idea všeobecnej gravitácie mu zišla na um, keď sedel „v rozjímavej nálade“ a „bol inšpirovaný pádom jablka“.) Newton išiel ďalej a poukázal na to, že podľa jeho zákona je gravitácia príčinou



Galileo Galilei (1564–1642), rytina, Padova 1744

pohybu Mesiaca po eliptickej obežnej dráhe okolo Zeme a planét po eliptických dráhach okolo Slnka.

Koperníkovský model sa zbavil Ptolemaiových nebeských sfér a s nimi aj predstavy, že vesmír má svoje prirodzené hranice. Keďže sa zdalo, že stálice, okrem obiehanie po oblohe, zapríčineného otáčaním Zeme okolo osi, nemia svoje polohy, bolo prirodzené predpokladať, že sú podobné nášmu Slnku, len sú omnoho ďalej.

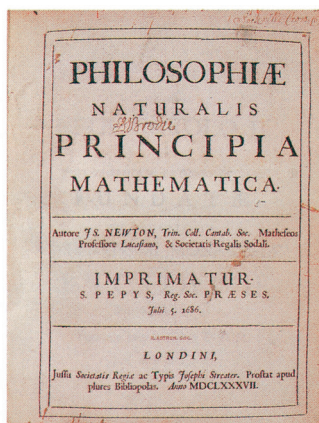


Hore: Predsádka knihy *Harmonia Macrocosmica* (1708) znázorňuje Koperníka, Ptolemaia a Galileia.

Oproti: Isaac Newton (1642–1727), rytina zhotovená podľa Vanderbankovho portrétu, r. 1833.

Newton zistil, že podľa jeho teórie gravitácie by sa hviezdy mali navzájom priťahovať, v zásade by teda nemali zostať nepohyblivé. Nemali by raz všetky spadnúť do jedného bodu? V liste z roku 1691 adresovanom Richardovi Bentleymu, ďalšiemu poprednému mysliteľovi toho obdobia, Newton tvrdí, že to by sa skutočne mohlo stať, keby bol v konečnej oblasti vesmíru umiestnený len konečný počet hviezd. Ale dôvodil, že na druhej strane, keby bol nekonečný počet hviezd rozmiestnený viac alebo menej rovnomerne v nekonečnom vesmíre, nestalo by sa to, lebo by neexistoval žiaden centrálny bod, do ktorého by mohli spadnúť.

Táto argumentácia je príkladom nástrah, s ktorými sa môžete stretnúť, ak hovoríte o nekonečne. V nekonečnom vesmíre môže byť každý bod považovaný za centrum, pretože každý bod má všade okolo seba nekonečný počet hviezd. Správny prístup, na ktorý sa prišlo až omnoho neskôr, je taký, že berieme do úvahy konečný prípad, kde sa všetky hviezdy zrúti na seba, a až potom sa pýtame, ako sa veci zmenia, ak pridáme ďalšie hviezdy rozložené zhruba rovnomerne mimo tejto oblasti. Podľa Newtonovho zákona pridané hviezdy – v priemere – vôbec nič nezmenia na správaní pôvodných hviezd, takže hviezdy budú padať na seba práve tak rýchlo ako predtým. Môžeme pridať toľko hviezd,



koľko chceme, ku kolapsu však bude dochádzať stále. Teraz vieme, že je nemožné mať nekonečný statický model vesmíru, v ktorom je gravitácia vždy príťažlivá.

Skutočnosť, že sa nenašiel nikto, kto by prišiel s myšlienkou, že sa vesmír rozpína alebo zmršťuje,

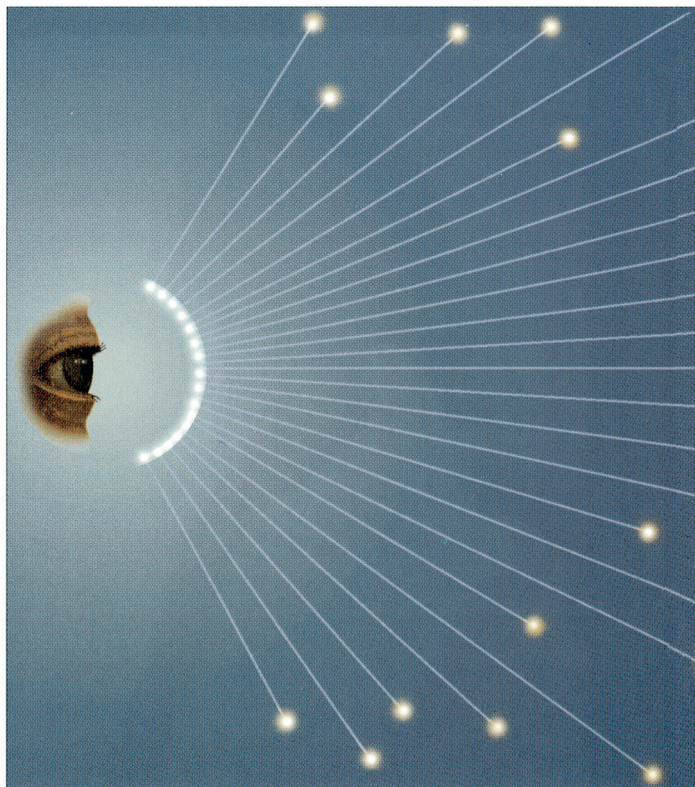
je zaujímavým odrazom všeobecnej klímy myslenia minulých storočí. Všeobecne sa prijímalo, že buď vesmír existuje večne v nezmenenom stave, alebo bol stvorený v konečnom čase v minulosti viac-menej tak, ako ho pozorujeme dnes. Čiastočne to mohla spôsobiť tendencia ľudí veriť večným pravdám, alebo uspokojenie, ktoré nachádzajú v myšlienke, že hoci oni môžu starnúť a umierať, vesmír je nekonečný a nemenný.

Dokonca ani tých, ktorí si uvedomovali, že Newtonova teória poukazuje na nemožnosť statického vesmíru, nenapadlo, že by sa mohol rozpínať. Namiesto toho sa snažili modifikovať teóriu takým spôsobom, že pre veľké vzdialenosti urobili gravitačnú silu odpudivou. Toto podstatne nemeňilo ich predpovede pohybov planét, ale dovoľovalo, aby nekonečné rozloženie hviezd zostávalo



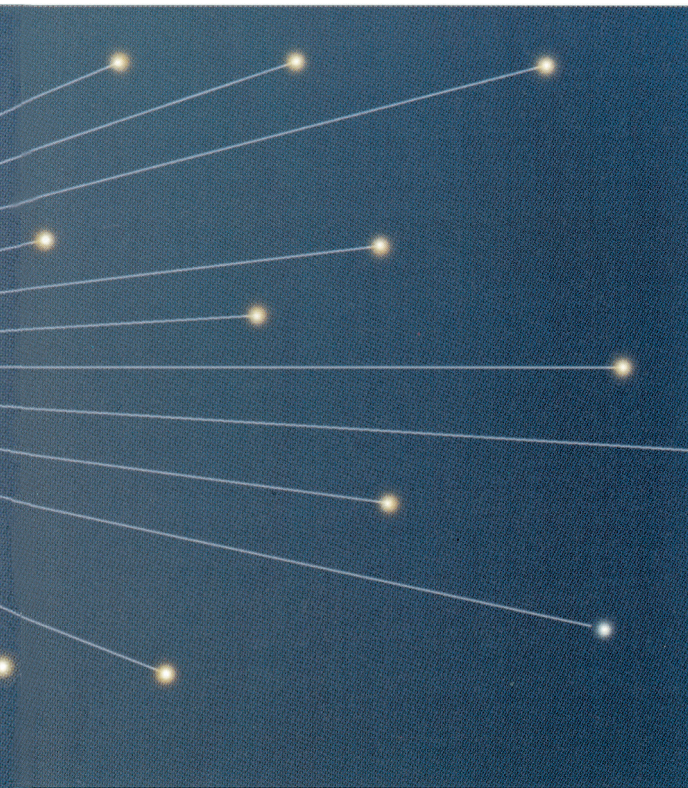
v rovnováhe, pričom príťažlivé sily medzi blízkymi hviezdami sa vyrovnávajú silami od tých vzdialenejších. Teraz však veríme, že i takáto rovnováha by bola nestabilná – ak by sa hviezdy v jednej oblasti čo i len trochu navzájom priblížili, príťažlivé sily medzi nimi by zosilneli a prevýšili by odpudivé sily, takže hviezdy by i naďalej padali jedna na druhú. Na druhej strane, ak by sa hviezdy navzájom trochu vzdialili, prevládali by odpudivé sily a vzdialili by ich ešte viac od seba.

Iná námietka proti nekonečnému statickému vesmíru sa zvyčajne pripisuje nemeckému filozofovi Heinrichovi Olbersovi, ktorý písal o tejto teórii v roku 1823. V skutočnosti predložili tento problém viacerí súčasníci Newtona a Olbersov článok nebol dokonca ani prvým, ktorý obsahoval prijateľné argumenty na jeho riešenie. Bol však prvý, ktorý si verejnosť všimla. Ťažkosti sú v tom, že v nekonečnom statickom vesmíre by takmer každý smer pohľadu končil na povrchu hviezdy (obr. 1.4). Možno teda očakávať, že obloha by bola jasná ako Slnko, a to aj v noci. Olbersov protiargument bol taký, že svetlo zo vzdialených hviezd oslabuje hmota ležiaca medzi hviezdou a pozorovateľom, ktorá ho absorbuje. Keby to však bolo skutočne tak, táto hmota by sa nakoniec natoľko zohriala, až by sa rozžiarila tak jasne ako hviezdy. Jediný spôsob, ako sa vyhnúť záveru, že celá hviezdna obloha



by mala byť taká jasná ako povrch Slnka, je predpoklad, že hviezdy nesvietili vždy, ale že sa rozsvietili v istom konečnom čase v minulosti. V tom prípade by sa absorbujúca hmota nemusela ešte rozohriať, alebo svetlo zo vzdialených hviezd by sa nemuselo ešte k nám dostať. A tu predovšetkým vzniká otázka, čo mohlo zapríčiniť rozsvietenie hviezd.

Diskusia o počiatku sveta sa viedli, samozrejme, už dávno predtým. Podľa veľkého počtu



raných kozmologických teórií a židovsko-kresťansko-moslimskej tradície bol počiatok vesmíru v konečnom, a to nie veľmi vzdialenom čase v minulosti. Jedným z argumentov bol pocit, že je nevyhnutné mať „prvotnú príčinu“, aby bolo možné vysvetliť existenciu vesmíru. (Vnútri vesmíru si možno predstaviť, že každá udalosť je zapríčinená nejakou skoršou udalosťou, ale existenciu samotného vesmíru možno vysvetliť týmto spôsobom len

Obr. 1.4 *Keby bol vesmír nekonečný a statický, na každom mieste oblohy by sa nachádzala nejaká hviezda a nočná obloha by bola taká jasná ako Slnko.*

vtedy, ak mal nejaký počiatok.) Iný argument navrhol sv. Augustín vo svojej knihe *Božie mesto*. Poukázal na to, že sa naša civilizácia vyvíja a pamätáme si, kto vykonal určitý čin alebo vypracoval nejaký technologický postup. Teda človek, a azda ani vesmír, tu nemôže byť až tak dlho. Svätý Augustín pre stvorenie sveta podľa knihy Genezis prijal dátum okolo roku 5000 pred n. l. (Je zaujímavé, že to nie je tak ďaleko od konca poslednej doby ľadovej, okolo roku 10 000 pred n. l., čo je podľa tvrdení archeológov skutočný počiatok civilizácie.)

Na druhej strane, Aristotelovi a väčšine ostatných gréckych filozofov sa nepáčila myšlienka stvorenia, lebo príliš zaváňala božským zásahom. Preto verili, že ľudstvo a svet okolo nás existujú a budú existovať večne. Antickí autori už vedeli o uvedených vývojových argumentoch a odpovedali tvrdením, že periodické záplavy a iné katastrofy opakovane vracajú ľudstvo na počiatok civilizácie.

Otázky, či mal vesmír počiatok v čase a či je ohraničený v priestore, neskôr intenzívne skúmal filozof Immanuel Kant vo svojej monumentálnej



Druhý deň Stvorenia od *Juliusa Schnorra von Carolsfeld*, 1860

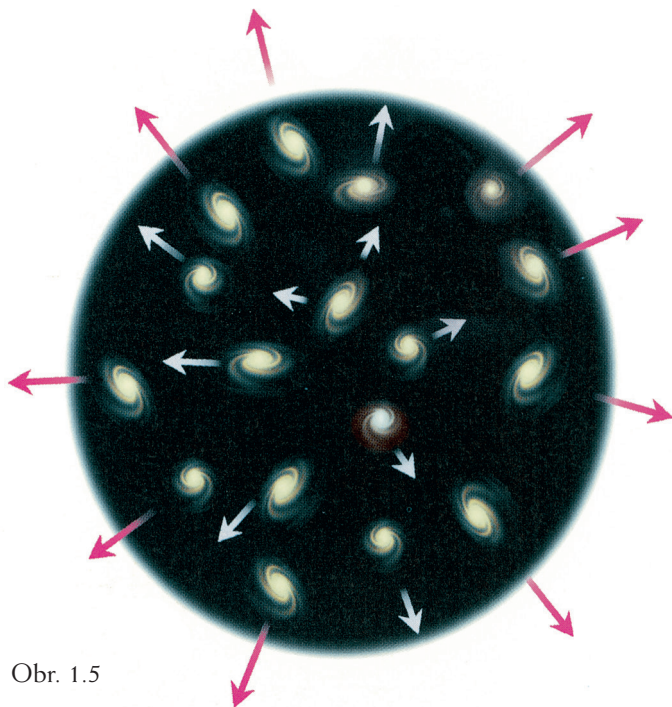
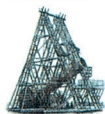


(a veľmi nejasnej) práci *Kritika čistého rozumu*, publikovanej v roku 1781. Tieto otázky nazýval antinómie (protirečenia) čistého rozumu, pretože sa domnieval, že argumenty pre to, aby sme verili téze, že vesmír mal počiatok, alebo antitéze, že existoval večne, sú rovnako presvedčivé. Jeho argument v prospech tézy spočíval v tom, že ak vesmír nemal počiatok, potom by pred každou udalosťou musel existovať nekonečný časový interval, čo považoval za absurdné. Argument v prospech antitézy spočíval v tom, že ak vesmír mal počiatok, pred ním by musel existovať nekonečný časový interval. Prečo by však mal potom vesmír vzniknúť v akomkoľvek určitom okamihu? V skutočnosti jeho dôvody v prospech tézy i antitézy spočívajú v tej istej argumentácii. Obe sa zakladajú na nevyslovenom predpoklade, že čas trvá večne, či už vesmír existoval večne alebo nie. Ako uvidíme ďalej, pojem času nemá zmysel pred počiatkom vesmíru. Prvý na to poukázal sv. Augustín, keď sa opýtal: „Čo robil Boh predtým, ako stvoril vesmír?“ Augustín neodpovedal, že pripravoval pekle pre tých, ktorí kladú takéto otázky. Namiesto toho povedal, že čas je vlastnosťou vesmíru, ktorý Boh stvoril, a že čas neexistoval pred počiatkom vesmíru.

Keď väčšina ľudí verila na statický a nemenný vesmír, otázka, či vesmír mal alebo nemal počiatok, bola naozaj problémom metafyziky alebo

teológie. Pozorované skutočnosti sa dali rovnako dobre vysvetliť teóriou, že vesmír existoval večne, alebo teóriou, že bol uvedený do pohybu v nejakom konečnom čase takým spôsobom, aby to vyzeralo, že existoval večne. V roku 1929 Edwin Hubble však zistil skutočnosť, ktorá sa stala medzníkom v kozmológii, konkrétne, že vzdialené galaxie sa pohybujú veľkými rýchlosťami smerom od nás, nech sa dívame kamkoľvek. Inými slovami, vesmír sa rozpína (obr. 1.5). To znamená, že v minulosti boli vesmírne objekty bližšie pri sebe. Skutočne sa zdá, že asi pred desiatimi alebo dvadsiatimi miliardami rokov existoval okamih, keď boli všetky presne na tom istom mieste, a práve z tohto dôvodu bola hustota vesmíru nekonečná. Tento objav konečne zaradil otázku počiatku vesmíru do oblasti vedy.

Hubblove pozorovania svedčia o tom, že existoval časový okamih, nazývaný Veľký tresk, keď bol vesmír nekonečne malý a nekonečne hustý. Za takýchto podmienok zlyhávajú všetky prírodné zákony, teda aj ich schopnosť predpovedať budúce javy. Ak by existovali nejaké udalosti pred týmto okamihom, potom by nemohli ovplyvniť to, čo sa deje v súčasnosti. Ich existenciu môžeme ignorovať, pretože by nemala pozorovateľné dôsledky. Možno povedať, že počiatkom času bol Veľký tresk v tom zmysle, že predtým čas



Obr. 1.5

jednoducho nebol definovaný. Treba zdôrazniť, že tento počiatok v čase je veľmi odlišný od tých, o ktorých sa uvažovalo predtým. V nemeniacom sa vesmíre je počiatok v čase niečím, čo musí byť spôsobené nejakou bytosťou mimo vesmíru; tu existencia počiatku nie je fyzikálne nevyhnutná. Možno si predstaviť, že Boh stvoril vesmír doslovne kedykoľvek v minulosti. Na druhej strane, ak sa vesmír rozpína, už máme fyzikálne dôvody na to, aby musel existovať jeho počiatok. Možno si vždy predstaviť,

že Boh stvoril vesmír v okamihu Veľkého tresku, alebo dokonca aj neskôr, takým spôsobom, aby to vyzeralo tak, že vznikol práve Veľkým treskom, ale bolo by nezmyselné tvrdiť, že bol stvorený pred Veľkým treskom. Rozpínajúci sa vesmír nevyklučuje Stvoriteľa, ale kladie obmedzenia na to, kedy mohol vykonať svoju prácu.

Aby sme mohli hovoriť o podstate vesmíru a skúmať otázky, či má počiatok alebo koniec, musí vám byť jasné, čo to vôbec vedecká teória je. Budem



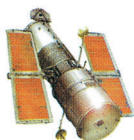
zastávať jednoduchý názor, že teória je vlastne len modelom vesmíru alebo jeho obmedzenej časti a množinou pravidiel, ktoré priradujú modelové veličiny pozorovaniám, ktoré robíme. Existuje len v našich myšliach a nemá žiadnu inú realitu (nech by to znamenalo čokoľvek). Teória je vtedy dobrou teóriou, ak vyhovuje dvom požiadavkám; musí presne opisovať veľkú triedu pozorovaní na základe modelu, ktorý obsahuje len niekoľko voľných parametrov, a musí dokázať jednoznačne predpovedať výsledky budúcich pozorovaní. Napríklad Aristotelova teória, kde všetko bolo zložené zo štyroch elementov (zeme, vzduchu, ohňa a vody), bola dostatočne jednoduchá na to, aby kandidovala na správnu teóriu, ale nedokázala urobiť žiadnu určitú predpoveď. Na druhej strane, Newtonova teória gravitácie bola dokonca založená na ešte jednoduchšom modeli, v ktorom sa telesá priťahujú silou, ktorá je úmerná veľičine, nazwanej hmotnosť telies a nepriamo úmerná druhej mocnine vzdialenosti medzi nimi. Napriek tomu predpovedá pohyb Slnka, Mesiaca a planét s vysokou presnosťou.

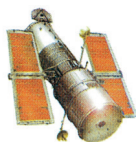
Každá fyzikálna teória je provizóriom v tom zmysle, že je len hypotézou, nikdy ju nemožno dokázať. Nech výsledky experimentov súhlasia s nejakou teóriou hocikoľkokrát, nikdy si nemôžete byť istí, že nabudúce nebudú teórii protirečiť. Na druhej strane, teóriu môžete vyvrátiť, ak nájdete



Fotografia Edwina Hubbla (1889–1953) v hvezdárni Mount Wilson v r. 1924

čo i len jediné pozorovanie, ktoré nesúhlasí s predpoveďami teórie. Ako zdôraznil filozof vedy Karl Popper, dobrú teóriu charakterizuje skutočnosť, že poskytuje množstvo predpovedí, ktoré môžu byť v princípe vyvrátené alebo falzifikované pozorovaním. Keď pozorujeme, že nové experimenty súhlasia s predpoveďami, teória prežíva a naša dôvera v ňu rastie; ak sa však kedykoľvek nájde





nové pozorovanie, ktoré s ňou nesúhlasí, musíme teóriu buď zavrhnúť, alebo ju modifikovať. Prinajmenšom by sa to malo takto diať, ale vždy možno spochybniť kompetenciu človeka, ktorý vykonáva pozorovanie.

V praxi sa často stáva, že sa vypracuje nová teória, ktorá je v skutočnosti rozšírením predchádzajúcej teórie. Napríklad veľmi presné pozorovania planéty Merkúr odhalili malý rozdiel medzi jeho pohybom a predpoveďami Newtonovej teórie gravitácie. Einsteinova všeobecná teória relativity predpovedala trochu odlišnú dráhu tejto planéty ako Newtonova teória. Skutočnosť, že Einsteinove predpovede sa zhodovali s tým, čo sa pozorovalo, zatiaľ čo Newtonove nie, bola jedným z rozhodujúcich potvrdení novej teórie. Newtonovu teóriu však stále používame pre všetky praktické ciele, pretože rozdiel medzi jej predpoveďami a predpoveďami všeobecnej teórie relativity je v situáciách, s ktorými sa bežne stretávame, veľmi malý. Newtonova teória má tiež veľkú výhodu – pracuje sa s ňou omnoho jednoduchšie než s Einsteinovou.

Konečným cieľom vedy je poskytnúť jednoduchú teóriu, ktorá opisuje celý vesmír. Väčšina

vedcov však pristupuje k problému tak, že si ho rozdelí na dve časti. Prvú časť tvoria zákony, ktoré nám hovoria, ako sa vesmír mení v čase. (Ak vieme, ako vesmír vyzerá v ľubovoľnom okamihu, potom nám tieto fyzikálne zákony hovoria, ako bude vyzeráť kedykoľvek neskôr.) Druhá časť sa zaoberá otázkou počiatočného stavu vesmíru. Niektorí ľudia cítia, že veda by sa mala zaoberať len prvou časťou problému; otázku počiatočnej situácie považujú za vec metafyziky alebo náboženstva. Hovoria, že Boh, pretože je všemohúci, mohol dať do pohybu vesmír tak, ako chcel. Mohlo to tak byť, ale v tomto prípade by ho bol mohol nechať vyvíjať sa úplne ľubovoľným spôsobom. Napriek tomu sa zdá, že sa rozhodol, aby sa vyvíjal veľmi usporiadaným spôsobom podľa istých zákonitostí. Preto sa javí rovnako rozumné predpokladať, že existujú tiež zákony, ktorými sa riadil počiatočný stav.

Ukazuje sa, že je veľmi ťažké navrhnúť teóriu, ktorá by opisovala celý vesmír naraz. Namiesto toho rozbíjame problém na kúsky a vymýšľame množstvo čiastkových teórií (obr. 1.6). Každá z nich opisuje a predpovedá istú obmedzenú triedu pozorovaní, pričom zanedbáva vplyvy iných veličín, alebo ich reprezentuje pomocou jednoduchých súborov čísel. Je možné, že tento prístup je celkom nesprávny. Ak všetko vo vesmíre významne závisí od všetkého ostatného, mohlo by byť nemožné priblížiť sa k úplnému riešeniu, ak by sme

Oproti: *Pohľad na Mliečnu cestu v smere do stredu Galaxie v súbvezdí Strelca*
