

ILUSTROVANÁ
TEÓRIA
VŠETKÉHO

STEPHEN
HAWKING



ILUSTROVANÁ
TEÓRIA
VŠETKÉHO

ILUSTROVANÁ TEÓRIA VŠETKÉHO

POČIATOK A OSUD VESMÍRU

STEPHEN
HAWKING

slovar

Copyright © 2003 by Space Time Publications Ltd
First published under the title The Cambridge Lectures: Life Works
Slovak edition © 2024 by Vydavateľstvo SLOVART, spol. s r. o.
Translation © 2004 by Igor Kapišinský

Druhé slovenské vydanie, vo Vydavateľstve SLOVART, spol. s r. o., prvé

Z anglického originálu *The Illustrated Theory of Everything*.

The Origin and Fate of the Universe preložil Igor Kapišinský.

Odborná revízia Kristian Petrík

Zodpovedný redaktor Jaroslav Hochel

Editorka Zita Ročkárová

Sadzba Studio Marvil, www.marvil.cz

Tlač FINIDR, s. r. o., Český Těšín

Cena uvedená na obálke knihy je nezáväzným odporúčaním
pre konečných predajcov.

ISBN 978-80-556-6194-0

10 9 8 7 6 5 4 3 2 1

www.slovart.sk

OBSAH

Úvod	7
Prvá prednáška	
Predstavy o vesmíre.....	9
Druhá prednáška	
Rozpínajúci sa vesmír	19
Tretia prednáška	
Čierne diery.....	35
Štvrtá prednáška	
Čierne diery nie sú až také čierne	57
Piata prednáška	
Počiatok a osud vesmíru	71
Šiesta prednáška	
Smer času	91
Siedma prednáška	
Teória všetkého	101
Register.....	115
Obrazové pramene	119

ÚVOD

V tejto sérii prednášok sa pokúsim načrtnúť obrysy súčasných predstáv o dejinách vesmíru od Veľkého tresku až po čierne diery. V prvej prednáške stručne zrekapitulujem historické názory na vesmír a ukážem, ako sme sa dostali k súčasnému obrazu. Túto kapitolu by bolo možné nazvať aj dejinami dejín vesmíru.

V druhej prednáške vysvetlím, ako Newton a Einstein vo svojich teóriách dospeli k záveru, že vesmír nemôže byť statický – musí sa buď rozpínať, alebo zmršťovať. Z toho vyplýva, že v čase pred 10 až 20 miliardami rokov musel nastať okamih, v ktorom bola hustota vesmíru nekonečná. Tento okamih nazývame Veľkým treskom. Bol to počiatok vesmíru.

V tretej prednáške budem hovoriť o čiernych dierach, ktoré vznikajú, keď hviezda vysokej hmotnosti, poprípade ešte väčší objekt, skolabuje v dôsledku pôsobenia svojej vlastnej gravitácie. Hoci kto, kto by bol až taký hlúpy, že by spadol do čiernej diery, by bol podľa Einsteinovej všeobecnej teórie relativity navždy stratený – už nikdy sa z nej nedostane von. Naopak, jeho životná dráha dospeje k tragickému koncu v singularite. Všeobecná teória relativity je však klasickou teóriou, čo znamená, že nezohľadňuje princíp neurčitosti z kvantovej mechaniky.

Vo štvrtej prednáške opíšem, ako kvantová mechanika umožňuje únik energie z čiernych dier. Čierne diery skrátka nie sú až také čierne, ako sa o nich zvyčajne hovorí.

V piatej prednáške aplikujem kvantovomechanické predstavy na Veľký tresk a počiatok vesmíru. To vedie k myšlienke, že časopriestor je snáď svojím rozsahom konečný, no nemá hranicu ani okraj. V takom prípade by vyzeral ako povrch Zeme, ale s dvoma rozmermi navyše.

V šiestej prednáške ukážem, ako by táto predložená myšlienka o hranici mohla vysvetliť, prečo sa minulosť tak veľmi líši od budúcnosti, aj keď sú fyzikálne zákony časovo symetrické.

Nakoniec v siedmej prednáške opíšem, ako sa pokúšame nájsť zjednotenú teóriu, ktorá by spájala kvantovú mechaniku, gravitáciu a všetky ostatné fyzikálne interakcie. Ak sa nám to podarí, tak skutočne porozumieme vesmíru a nášmu miestu v ňom.

Prvá prednáška

PREDSTAVY O VESMÍRE

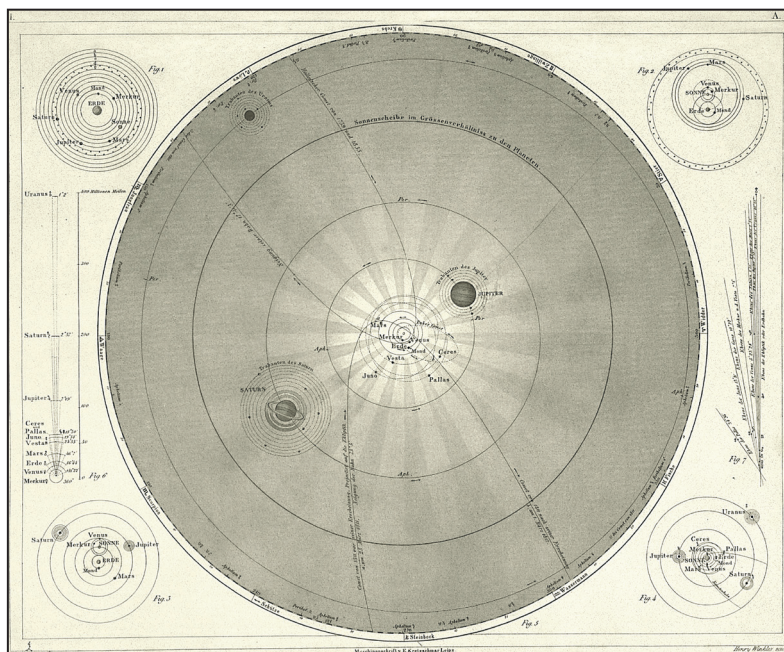
Aristoteles v knihe *O nebi* dokonca už v roku 340 pred n. l. uviedol dva dobré argumenty, aby sme uverili, že Zem je skôr guľového tvaru ako plochá doska. Najprv si uvedomil, že zatmenia Mesiaca vznikajú tak, že Zem sa dostane medzi Slnko a Mesiac. Tieň Zeme na Mesiaci mal vždy tvar kruhu, čo môže nastať iba vtedy, ak je Zem guľatá. Ak by bola Zem plochý disk, bol by jej tieň pretiahnutý a eliptický, pokiaľ by zatmenie nenastávalo vždy v okamihu, keď je Slnko priamo nad stredom tohto disku.

Gréci navyše počas svojich ciest zistili, že Polárka sa pri pozorovaní z južných miest javí na oblohe nižšie, ako ju vidieť zo severnejšie položených oblastí. Z rozdielu zdanlivých polôh Polárky v Egypte a Grécku Aristoteles dokonca uvádzal odhad, že obvod zemegule meria 400-tisíc štadiónov. Nevie sa presne, akú dĺžku predstavuje štadión, ale bolo to asi 190 metrov. To by však znamenalo, že Aristotelov odhad bol približne dvojnásobkom dnes uznávanej hodnoty.

Gréci mali dokonca aj tretí argument na podporu guľatosti Zeme, pretože prečo by sme inak videli z lode prichádzajúcej spoza horizontu najprv plachty a až potom trup? Aristoteles si však myslel, že Zem je nehybná a Slnko, Mesiac, planéty a hviezdy sa pohybujú okolo nej po kruhových obežných dráhach. Tejto predstave veril preto, lebo z mystických dôvodov považoval Zem za stred vesmíru a kruhový pohyb za najdokonalejší.

Túto predstavu v 1. storočí nášho letopočtu ďalej rozpracoval Ptolemaios do uceleného kozmologického modelu. Zem stála v jeho strede, obklopená ôsmimi sférami, ktoré niesli Mesiac, Slnko, hviezdy a päť vtedy známych planét: Merkúr, Venušu, Mars, Jupiter a Saturn. Samotné planéty sa pohybovali po menších kružniciach pripevnených k príslušným sféram tak, aby sa dali vysvetliť pomerne zložité pozorované dráhy planét po oblohe. Najvzdialenejšia sféra niesla takzvané

Aristoteles si však myslel, že Zem je nehybná a Slnko, Mesiac, planéty a hviezdy sa pohybujú okolo nej po kruhových obežných dráhach.



Dobová ilustrácia znázorňujúca rôzne historické kozmologické modely predkladané na vysvetlenie pohybov planét. Základom je heliocentrický model (so Slnkom v strede) so šiestimi vtedy známymi planétami, s ich mesiacmi a s ďalšími nebeskými telesami obiehajúcimi okolo Slnka. Od 2. storočia bol dominantný Ptolemaiov geocentrický systém (v strede so Zemou; vľavo hore). Ten bol nahradený až Kopernikovým heliocentrickým modelom z roku 1543 (vpravo dole). Pri egyptskom (vľavo dole) a Tychovom modeli (vpravo hore) sa zachováva nehybná Zem v strede vesmíru. Podrobné údaje o dráhach planét sú uvedené vľavo a vpravo. Z publikácie *Bilder Atlas* od Johanna Georga Hecka z roku 1860.

stálice, ktoré sú voči sebe nehybné a po oblohe sa pohybujú spoločne. Nikdy sa celkom jasne nevysvetľovalo, čo leží za poslednou sférou, no celkom určite to nebolo súčasťou pozorovateľného vesmíru.

Ptolemaiov model bol systémom, pomocou ktorého sa dali pomerne presne predpovedať polohy nebeských telies na oblohe. Aby bol však Ptolemaios schopný opisovať tieto polohy správne, musel prijať predpoklad, že Mesiac obieha po dráhe, ktorá ho občas dovedie k Zemi o polovicu bližšie ako inokedy. To znamenalo, že Mesiac by sa niekedy mal zdať dvakrát väčší, než sa javí zvyčajne.

Ptolemaios si uvedomoval tento nedostatok, ale aj tak bol jeho model všeobecne – i keď nie bezvýhradne – uznávaný. Kresťanská cirkev ho prijala ako obraz vesmíru, ktorý je v súlade so Svätým písmom. Mal jednu veľkú výhodu v tom, že za sférou stálic ponechával dostatočný priestor pre nebo i peklo.

V roku 1514 však poľský kňaz Mikuláš Kopernik vytvoril oveľa jednoduchší model. Najprv ho uverejnil anonymne, pretože sa obával, že vyvolá podozrenie z kacírstva. Jeho predstava sa zakladala na tom, že Slnko stojí nehybne v strede systému a Zem i planéty sa pohybujú po kruhových obežných dráhach okolo neho. Kopernik mal, bohužiaľ, smolu: uplynulo skoro celé storočie, než sa jeho myšlienky začali brať vážne. Stalo sa to, až keď dvaja astronómovia, Nemec Johannes Kepler a Talian Galileo Galilei, začali Kopernikovu teóriu verejne podporovať napriek tomu, že obežné dráhy, ktoré z nej vyplývali, sa celkom nezhodovali s pozorovanými dráhami. Koniec aristotelovsko-ptolemaiovskej teórie prišiel v roku 1609. Vtedy začal Galileo Galilei pozorovať nočnú oblohu pomocou nového vynálezu – ďalekohľadu.

Keď sa Galilei pozrel na Jupiter, zistil, že túto planétu sprevádza niekoľko malých satelitov alebo mesiacov, ktoré obiehajú okolo nej. Z toho vyplývalo, že nie všetko musí bezpodmienečne obiehať okolo Zeme, ako sa domnievali Aristoteles a Ptolemaios. Samozrejme, ešte stále bolo možné myslieť si, že Zem stojí nehybne v centre vesmíru a mesiace Jupitera sa pohybujú okolo Zeme po veľmi zložitých dráhach tak, aby sa zdalo, že obiehajú okolo Jupitera. No Kopernikova teória bola omnoho jednoduchšia.

V tom istom čase modifikoval Kepler Kopernikovu teóriu predpokladom, že planéty sa nepohybujú po kružniciach, ale po elipsách. Teraz boli už predpovede konečne v zhode s pozorovaniami. Čo sa týka Keplera, ním predložené elipsy boli len akousi hypotézou ad hoc – a navyše hypotézou dosť vzdialenou ideálu, pretože elipsy sú zjavne menej dokonalé ako kružnice. Keď zistil, a to takmer náhodou, že eliptické obežné dráhy sa dobre zhodujú s pozorovaniami, nedokázal zasa uviesť tieto elipsy do súladu so svojou predstavou, že obežný pohyb planét okolo Slnka zapríčiňujú magnetické sily.

Vysvetlenie bolo predložené až omnoho neskôr – v roku 1687, keď Newton publikoval dielo *Matematické princípy prírodnej filozofie*.

V roku 1609 začal Galileo Galilei pozorovať nočnú oblohu pomocou nového vynálezu – ďalekohľadu.