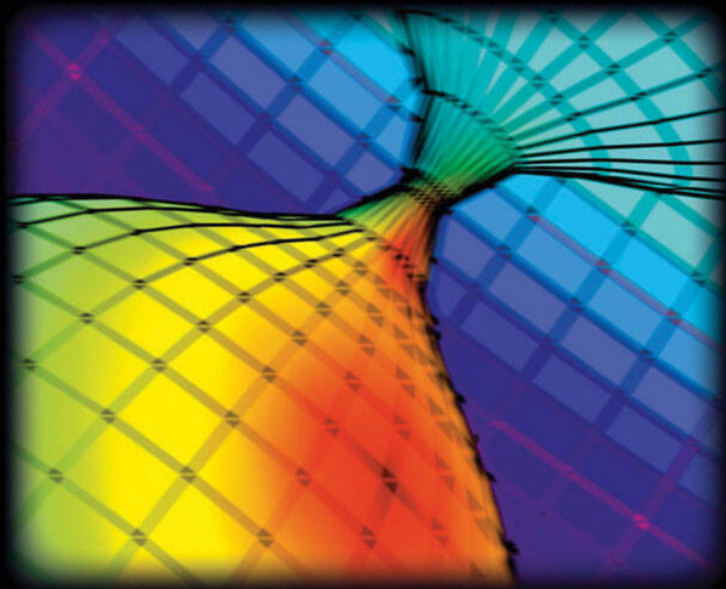


edice aliter

Stephen W. Hawking

# Stručná historie času

Od velkého třesku k černým díram



DOKOŘÁN



ARGO

***edice aliter***

DOKORÁN



*edice aliter – svazek 33*

Stephen W. **Hawking**

# **Stručná historie času**

**Od velkého třesku k černým dírám**

Přeložil Vladimír Karas

Argo a Dokořán, 2007

Z angličtiny přeložil Vladimír Karas.

A Brief History of Time. From the Big Bang to Black Holes.

Copyright © 1988 by Stephen W. Hawking

Introduction copyright © 1988 by Carl Sagan

Interior illustration copyright © 1988 by Ron Miller.

Translation © Vladimír Karas, 1991, 2007

ISBN 978-80-257-3554-1 (váz)

ISBN 978-80-257-3674-6 (e-kniha)

# Obsah

---

Poděkování	8
Předmluva	11
1. Náš obraz vesmíru	13
2. Čas a prostor	27
3. Rozpínající se vesmír	49
4. Princip neurčitosti	67
5. Elementární částice a síly v přírodě	76
6. Černé díry	94
7. Černé díry nejsou úplně černé	113
8. Vznik a osud vesmíru	128
9. Šipka času	156
10. Sjednocení fyziky	167
11. Závěr	182
Co nebývá v životopisech	187
Slovníček	191
Rejstřík	196

*Věnováno Jane*

Rozhodl jsem se, že se pokusím napsat knihu o prostoru a času pro neoborníky. Bylo to v roce 1982, v době, kdy jsem přednášel studentům Harvardovy univerzity. Tehdy už pochopitelně existovala řada knih o raném vesmíru a černých dírách – od velmi dobrých, jako jsou například Weinbergovy *První tři minuty*, až po ty prabídné, které zde snad ani nebudu jmenovat. Přesto jsem cítil, že žádná z těchto knih neodpovídá na otázky, které mne přivedly ke studiu kosmologie a kvantové teorie: Z čeho pochází vesmír? Kdy a proč se začal vyvíjet? Bude mít vesmír svůj konec, a pokud ano, jaký konec jej čeká? Takové otázky zajímají mnohé z nás. Jenomže moderní věda je složitá a pouze nevelký počet specialistů ovládá nezbytnou matematiku, v jejíž řeči nacházíme odpovědi. Přesto základní myšlenky o původu a osudu vesmíru můžeme vyjádřit, aniž bychom matematiku potřebovali, takže jim porozumí i lidé bez odborného vzdělání. A právě o to jsem se ve své knize pokusil. Je na čtenáři, aby posoudil, do jaké míry se mi to podařilo.

Zkušenější autoři mě varovali, že každá rovnice sníží zájem o knihu na polovinu. Rozhodl jsem se tedy, že vynechám všechny rovnice. Ale nakonec jsem přece jenom jednu formuli do knihy zařadil: slavnou Einsteinovu  $E=mc^2$ . Doufám, že neodradí polovinu mých potenciálních čtenářů.

Onemocněl jsem chorobou pohybových neuronů zvanou ALS, ale vedle této smůly mě téměř ve všech směrech

potkávalo štěstí. Pomoc a podpora, kterých se mi dostalo od mé ženy Jane a dětí – Roberta, Lucy a Timmyho, mně umožnily vést celkem normální život a dosáhnout úspěšné kariéry. Měl jsem štěstí i v tom, že jsem si vybral teoretickou fyziku. Tu mohu mít celou ve své hlavě, takže má nemoc není nepřekonatelným handicapem. Rovněž všichni vědečtí kolegové mi nesmírně pomáhali.

V první, „klasické“ etapě mé životní dráhy byli mými hlavními společníky a spolupracovníky Roger Penrose, Robert Geroch, Brandon Carter a George Ellis. Jsem jim vděčný za pomoc a za práci, kterou jsme spolu vykonali. Toto období je shrnuto v knize *Struktura prostoročasu ve velkých rozměrech*, kterou jsme společně s Ellisem napsali v roce 1973. Nedoporučuji však čtenářům této knížky, aby další poučení hledali v našem tehdejší pojednání. Je velmi matematické a naprosto nesrozumitelné. Doufám, že jsem se od té doby poučil, jak psát jasněji.

Ve druhé, „kvantové“ etapě mé práce od roku 1974 byli mými spolupracovníky Garry Gibbons, Don Page a James Hartle. Vděčím jim a řadě mých studentů za velkou pomoc jak ve fyzickém, tak i v abstraktním smyslu slova. Snaha nezaostat za vlastními studenty mě neustále popoháněla dál a ochránila mě před zapadnutím do vyježděných kolejí.

S touto knihou mi pomohl další ze studentů, Brian Whitt. Když jsem v roce 1985 dokončil první koncept, postihl mě zápal plic. Musil jsem podstoupit tracheostomii, a ta mi vzala schopnost řeči. Jakékoli dorozumívání s lidmi se stalo téměř nemožné a myslel jsem, že knihu nikdy nedokončím. Brian mi nejenom pomohl s korekturami, ale navíc mě seznámil s dorozumívacím programem Living Center, který jsem dostal od Walta Woltošze ze společnosti Words Plus Inc. sídlící v kalifornském Sunnyvale. Díky tomuto programu jsem opět mohl psát a dokonce i hovo-



řit s lidmi pomocí syntetizátoru řeči (ten mi věnovala společnost Speech Plus, rovněž ze Sunnyvale). David Mason mi zamontoval syntetizátor řeči a malý osobní počítač do invalidního křesla. Tento systém vše změnil. Ve skutečnosti se teď mohu dorozumívat lépe než před ztrátou hlasu.

Řada přátel, kteří přečetli první verzi knihy, mi poradila různá vylepšení. Zejména Peter Guzzardi, redaktor nakladatelství Bantam Books, poslal stránky a stránky komentářů a poznámek k problémům, u nichž cítil, že nejsou dobře vysvětleny. Musím přiznat, že mě dost rozladilo, když mi pošta doručila dlouhý seznam položek určených k opravě. Ale nakonec se ukázalo, že měl pravdu. Určitě knize prospělo, že jsem byl přinucen vyjadřovat se co nejjednodušším způsobem.

Velice jsem zavázán svým asistentům, Colinu Williamsovi, Davidu Thomasovi a Raymondu Laflammovi, sekretářkám Judy Fellowé, Ann Ralphové, Cheryl Billingtonové a Sue Maseyové a skupině zdravotních sester. Nic by nebylo možné bez podpory pro můj vědecký výzkum a mé léčení od Gonvillovy a Caiovy koleje, Rady pro výzkum ve vědě a inženýrství a od nadací Leverhulmovy, Mc Arthurovy, Nuffieldovy a Ralphovy-Smithovy. Těm všem jsem skutečně velmi vděčný.

Stephen Hawking  
20. října 1987

Procházíme svými životy, aniž bychom porozuměli mnoha důležitým věcem tohoto světa. Málo svých myšlenek věnujeme slunečním paprskům, které nám život umožňují, přitažlivosti, jež nás poutá k Zemi, nebo atomům, z nichž jsme sestaveni a na jejichž stálosti závisí naše bytí. S výjimkou dětí (které znají příliš málo, aby se neptaly na věci důležité) pouze hrstka nás tráví čas v údivu nad tím, proč je příroda taková, jaká je – odkud se vzal vesmír, zda tady byl odjakživa – zda se jednou obrátí tok času a následky budou předcházet příčinám – zda existují hranice lidského poznání. Jsou dokonce děti – a několik jich znám, které touží poznat, jak vypadá černá díra, co je nejmenším kouskem hmoty, proč si pamatujeme minulost a ne budoucnost, proč, byl-li dříve všude chaos, je dnes kolem nás (aspoň zdánlivě) pořádek a proč vesmír *je*.

V naší společnosti je bohužel běžné, že se rodiče nebo učitelé z dětských otázek vyvléknou pokrčením ramen nebo si matně vzpomenou na nějakou poučku. Někteří lidé vůbec nemají takové všetečné otázky v oblíbě, protože ostře odhalují hranice našich znalostí. Avšak mnoho filozofických a vědeckých poznatků bylo nalezeno právě při pátrání po odpovědích na podobné dotazy. Někteří dospělí si přece jenom všetečné otázky kladou a občas i nalézají překvapující odpovědi. A tak, stejně vzdáleni od hvězd i od atomů, rozšiřujeme své poznání, abychom uchopili jak velmi malé, tak velmi velké.

V roce 1974, asi dva roky před přistáním sondy Viking na povrchu Marsu, jsem podnikl cestu do Anglie, abych se tam zúčastnil jedné odborné konference. Konala se pod záštitou Královské společnosti v Londýně a jednalo se o tom, jak by se mělo postupovat při hledání mimozemského života. Během přestávky na kávu jsem si povšiml, že v sousední hale je mnohem větší shromáždění a ze zvědavosti jsem vstoupil. Stal jsem se svědkem starodávného obřadu – slavnostního přijímání nových členů Královské společnosti, jedné z nejstarších vědeckých institucí na této planetě. Mladý muž v invalidním vozíku právě velmi pomalu zapisoval své jméno do knihy, jejíž první stránky nesou podpis Isaaca Newtona. Když byl konečně hotov, strhly se nadšené ovace. Stephen Hawking byl už tehdy legendou.

Hawking je nyní profesorem matematiky na Cambridgeské univerzitě, na postu, který kdysi zastával Newton a později P. A. M. Dirac, dva slavní vědci vesmíru obrovského a vesmíru nepatrného. A je bezpochyby jejich důstojným nástupcem. Tato Hawkingova první kniha pro laiky již získala řadu poct. Je pozoruhodná nejenom širokým záběrem, ale i letmým pohledem do autorovy mysli. Průzračně odhaluje hranice fyziky, astronomie, kosmologie – a odvahy.

Je to také kniha o Bohu ... či snad o nepřítomnosti Boha. Slovo Bůh naplňuje následující strany. Účastníme se pátrání po odpovědi na slavnou Einsteinovu otázku, zda měl Bůh při tvoření světa na vybranou. Hawking se pokouší, jak sám říká, pochopit jeho mysl. A dochází k závěru velmi neočekávanému, alespoň pro současnost: vesmír nemá hranici v prostoru, nemá počátek v čase a není v něm žádné úlohy pro Stvořitele.

Carl Sagan  
Cornellova univerzita  
Ithaca, New York

## **Náš obraz vesmíru**

---

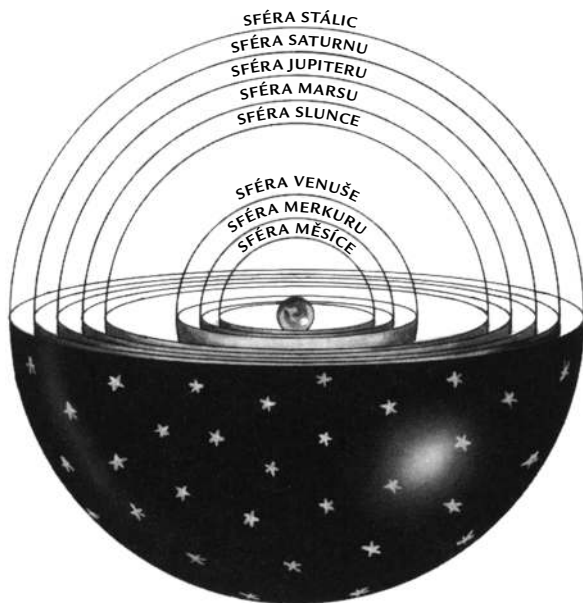
Známý vědec, prý to byl Bertrand Russell, kdysi pro širokou veřejnost uspořádal přednášku o astronomii. Hovořil o tom, jak Země obíhá okolo Slunce a jak se Slunce zase otáčí kolem středu ohromného seskupení hvězd, kterému říkáme Galaxie. Když se přednáška chýlila ke konci, zvedla se vzadu v sále drobná postarší dáma se slovy: „To, co se nám zde snažíte namluvit, milý pane, jsou naprosté nesmysly. Země je přeci ve skutečnosti plochá a leží celá na krunyři velké želvy.“ Vědec se pousmál a s patrným nadhledem odpověděl otázkou: „A na čem stojí želva?“ „Jste chytrý, mladý muži, velmi chytrý,“ odvětila dáma. „Jsou tam samé želvy. Jedna na druhé!“

Většinu z nás by se asi zdál obraz vesmíru jako nekonečné želví věže přinejmenším podivný. Ale proč si vlastně myslíme, že známe lepší model? Co víme o vesmíru a odkud to víme? Z čeho vznikl vesmír a k čemu směřuje? Má vesmír počátek, a pokud ano, co bylo před ním? Co je to čas, nadejde někdy jeho konec? Nedávné velké objevy ve fyzice, umožněné z části fantastickým pokrokem techniky, nabízejí odpovědi na některé z odvěkých otázek. Leckteré z nich jsou tak jasné jako Slunce nad hlavou – a zároveň tak protismyslné jako věž ze samých želv. Jenom čas (ať už je to cokoli) rozhodne.

Už 340 let před počátkem našeho letopočtu uvedl řecký filozof Aristoteles ve své knize *O nebi* dva dobré důvody

pro tvrzení, že Země je koule a ne plochá deska. Uvědomil si, že zatmění Měsíce nastávají v okamžiku, kdy Země vstoupí mezi Měsíc a Slunce. Stín Země na Měsíci se vždy jeví kruhový, a to může být pravda pouze tehdy, pokud je sama Země kulatá. Kdyby byla Země plochý disk, vypadal by stín někdy protažený či eliptický. Řekové také ze svých cest věděli, že se Polárka zdá být níže nad obzorem, když ji pozorujeme víc od jihu, než když se na ni díváme ze severnějších oblastí. Protože se Polárka nachází nad severním pólem, vidí ji pozorovatel stojící na tomto pólu přímo nad hlavou, zatímco z rovníku se jeví přesně na horizontu. Aristoteles dokonce z rozdílu zdánlivé polohy Polárky v Egyptě a v Řecku určil, že obvod Země měří 400 000 stadií. Nevíme přesně, jaká vlastně byla délka jednoho stadia v Aristotelových výpočtech; odhadujeme ji na 185 metrů. Aristotelův odhad potom dává přibližně dvojnásobek dnešní přesné hodnoty. Řekové měli pro domněnku o kulatém tvaru Země ještě třetí důvod. Proč by jinak byly vidět nejprve plachty lodě připlouvající od horizontu a teprve později její trup?

Aristoteles se domníval, že Země stojí, zatímco Slunce, Měsíc a hvězdy kolem ní obíhají po kruhových drahách. Pro svůj předpoklad měl pouze mystické důvody. Byl přesvědčen, že Země je středem vesmíru a kruhový pohyb oběžnic považoval za nejdokonalejší. Aristotelovy myšlenky byly ve druhém století našeho letopočtu rozvinuty Ptolemaiem do úplného kosmologického modelu. Země podle něj spočívala uprostřed a byla obklopena osmi sférami nesoucími Měsíc, Slunce, hvězdy a pět planet, které byly v té době známy – Merkur, Venuše, Mars, Jupiter a Saturn (obr. 1.1). Aby vysvětlil složitý pohyb planet po obloze, zavedl Ptolemaios ještě další malé kruhy, tak zvané epicykly, které se pohybovaly podél planetárních sfér a na jejichž obvodu byly



OBRÁZEK 1.1

teprve připevněny vlastní planety. Vnější sféra náležela stálicím, nehybným vůči sobě navzájem, ale přitom se otáčejícím společně s oblohou. Co je za poslední sférou, nebylo nikdy příliš jasné. Určitě to však nepatřilo k části vesmíru, kterou mohl člověk přímo pozorovat.

Ptolemaiův model umožňoval poměrně přesné předpovědi poloh nebeských těles. Měl však vážné nedostatky. Aby vypočtené polohy Měsíce souhlasily s pozorovanými, musel Ptolemaios předpokládat, že se Měsíc na své dráze přibližuje k Zemi až na pouhou polovinu největší vzdálenosti, což znamená, že také jeho velikost na obloze by se měla patřičně měnit. Ptolemaios si byl vědom tohoto nedostatku, nicméně jeho model byl všeobecně, i když ne bez

výhrad, přijímán jako nejlepší. Byl také schválen křesťanskou církví coby obraz vesmíru, který je ve shodě s Písmem. Měl totiž jednu velkou výhodu – ponechával dostatek místa vně sfér pro nebe a peklo.

Jednodušší model navrhl roku 1514 polský kněz Mikuláš Koperník. Ten umístil Slunce do středu svého kosmologického modelu a planety nechal obíhat kolem něj po kružnicích. Svůj model šířil zprvu anonymně, patrně z obavy, že by mohl být církví označen za kacíře. O něco později německý astronom Johannes Kepler a Ital Galileo Galilei začali veřejně podporovat koperníkovskou myšlenku, a to i přes určité neshody mezi vypočtenými a pozorovanými pohyby oběžnic. Smrtný zásah přinesl aristotelovsko-ptolemaiovské teorii rok 1609. Tehdy zaměřil Galilei svůj nově vynalezený dalekohled na Jupiter a spatřil čtyři malé satelity, měsíčky, jak obíhají kolem velké planety. To dokazovalo, že ne vše obíhá kolem Země, jak si to představovali Aristoteles i Ptolemaios. Samozřejmě stále ještě zůstávala možnost, že Jupiter i měsíčky obíhají kolem Země po složitých prostupujících se drahách, takže se nám jenom zdá, jako by měsíce obíhaly kolem Jupitera. Ale Koperníkova teorie byla mnohem jednodušší. V té době si Kepler uvědomil, že předpoklad o kruhových drahách oběžnic nemusí být správný. A opravdu, když v Koperníkově modelu nahradil kružnice elipsami, dosáhl vynikající shody svých výpočtů s pozorovanými polohami planet.

Pokud jde o Keplera, jeho předpoklad o eliptických drahách byl zprvu nepodloženou domněnkou. A to domněnkou ne příliš přitažlivou, poněvadž elipsy jsou určitě méně dokonalé křivky než kružnice. A navíc nemohl svůj objev uvést do souladu s jinou svojí hypotézou, že pohyb planet řídí magnetické síly. Vysvětlení podal mnohem později, až roku 1687, sir Isaac Newton v jedné z nejdůležitějších knih