



STRUČNÉ
ODPOVEDE NA
VELKÉ OTÁZKY

STEPHEN
HAWKING

STRUČNÉ ODPOVEDE
NA VELKÉ OTÁZKY

Copyright © Spacetime Publications Limited, 2018
Predslov © Eddie Redmayne, 2018
Úvod © Kip S. Thorne, 2018
Doslov © Lucy Hawking, 2018

Slovak edition © Vydavateľstvo SLOVART, spol. s r. o., 2019
Translation © Dezider Kamhal, 2019

STRUČNÉ ODPOVEDE
NA VELKÉ OTÁZKY

STEPHEN
HAWKING

sloart

Stephen Hawking je autorom kníh

- Stručná história času (A Brief History of Time, Bantam, 1988)
- Čierne diery a detské vesmíry a iné eseje (Black Holes and Baby Universes and Other Essays, Bantam, 1994)
- Ilustrovaná stručná história času (Slovart, 2. vydanie 2010)
- Vesmír v orechovej škrupinke (Slovart, 2. vydanie 2011)
- Ešte stručnejšia história času, *spolu s Leonardom Mlodinowom* (Slovart, 2006)
- Veľký plán, *spolu s Leonardom Mlodinowom* (Slovart, 2011)
- Moja stručná história (Slovart, 2013)

Pre deti

- Gregorove tajné výpravy do vesmíru, *spolu s Lucy Hawkingovou* (Slovart, 2008)
- Gregorova vesmírna naháňačka za pokladom, *spolu s Lucy Hawkingovou* (Slovart, 2009)
- Gregor a Veľký tresk, *spolu s Lucy Hawkingovou* (Slovart, 2011)
- Gregorov nerozlúštiteľný kód, *spolu s Lucy Hawkingovou* (Slovart, 2016)
- Gregor a modrý mesiac, *spolu s Lucy Hawkingovou* (Slovart, 2018)
- Gregor a koráb času, *spolu s Lucy Hawkingovou* (Slovart, 2019)

OBSAH

Predslov (Eddie Redmayne)	9
Úvod (profesor Kip S. Thorne)	13
Prečo si musíme klásť veľké otázky	25
1 Existuje Boh?	45
2 Ako sa to všetko začalo?	59
3 Existuje vo vesmíre iný inteligentný život?	82
4 Môžeme predpovedať budúcnosť?	102
5 Čo je vnútri čiernej diery?	112
6 Je možné cestovať v čase?	134
7 Prežijeme na Zemi?	153
8 Mali by sme kolonizovať vesmír?	171
9 Predstihne nás umelá inteligencia?	187
10 Ako utvárame budúcnosť?	201
Doslov (Lucy Hawking)	214
Poďakovanie	220
Register	222

POZNÁMKA VYDAVATEĽA

Stephena Hawkinga sa vedci, technológovia, významní podnikatelia, poprední politici aj široká verejnosť pravidelne vypytovali na jeho názory na „veľké otázky“ súčasnosti. Stephen si udržiaval obrovský osobný archív svojich odpovedí v podobe prejavov, rozhovorov a esejí.

Táto kniha čerpá z jeho archívu a pracovalo sa na nej v čase jeho smrti. Dokončená bola v spolupráci s jeho akademickými kolegami, jeho rodinou a so správcom pozostalosti Stephena Hawkinga.

Podiel z predaja autorských práv pôjde na dobročinné účely.

Predslov

EDDIE REDMAYNE

Pri prvom stretnutí so Stephenom Hawkingom ma ohromila jeho výnimočná sila aj jeho zraniteľnosť. Odhodlaný pohľad očí spojený s imobilným telom som dobre poznal zo svojej prípravy – nedávno ma angažovali, aby som hral rolu Stephena vo filme *Teória všetkého*, a strávil som niekoľko mesiacov tým, že som študoval jeho prácu a povahu jeho postihnutia a pokúšal sa pochopiť, ako používať svoje telo, aby som ním vyjadril, ako v priebehu času postupuje choroba motorického neurónu (amyotrofická laterálna skleróza).

Keď som sa však nakoniec so Stephenom, týmto idolom, týmto úžasne nadaným vedcom, ktorý komunikoval hlavne pomocou hlasu riadeného počítačom a mimoriadne výrečného obočia, stretol, bol som úplne vyvedený z miery. Vo chvíľach ticha som zvyčajne znervóznel a priveľa hovoril, zatiaľ čo Stephen úplne chápal silu ticha, silu pocitu, akoby vás niekto skúmal. Celý rozrušený som sa rozhodol rozprávať mu o tom, že sme sa narodili takmer v rovnaký deň, teda v rovnakom znamení zverokruhu. Po niekoľkých minútach Stephen odvetil: „Som astronóm. Nie astrológ.“ Trval aj na tom, aby som ho volal Stephen a prestal o ňom hovoriť ako o profesorovi. Povedal mi...

Možnosť stvárniť Stephena bola výnimočná. Tá rola ma priťahovala pre podvojnosť Stephenovho vonkajšieho víťazstva v jeho vedeckej práci a vnútorného boja proti amyotrofickej laterálnej skleróze, ktorá sa začala po jeho dvadsiatke. Jeho príbeh bol jedinečným, komplexným a bohatým príbehom ľudského úsilia, rodinného života, ohromného akademického úspechu a číreho vzdoru tvárou v tvár všetkým prekážkam. Chceli sme stvárniť tento inšpiratívny vzor, no zároveň sme chceli ukázať odhodlanie a odvahu spojené so Stephenovým životom, ktoré prejavil on sám aj tí, čo sa oňho starali.

Rovnako dôležité však bolo vykresliť tú stránku Stephena, v ktorej sa prejavoval ako čistý šoumen. Vo svojom hereckom karavane som mal nakoniec tri ob-

rázky, na ktoré som sa pozeral. Na jednom bol Einstein s vyplazeným jazykom, pretože podobné šibalstvo má v sebe aj Hawking. Druhým bol žolík v kôpke kariet, ktorý je bábkar, pretože mám pocit, že Stephen mal vždy ľudí v hrsti. A na treťom bol James Dean. A práve toto som si odniesol zo stretnutia s ním – záblesk šibalstva a humor.

Keď hráte žijúceho človeka, najviac vás stiesňuje pomyslenie, že sa za svoj výkon budete musieť zodpovedať osobe, ktorú ste stvárnil. V Stephenovom prípade išlo aj o jeho rodinu, ktorá bola ku mne počas prípravy na film veľmi veľkorysá. Predtým, ako Stephen išiel na premietať filmu, povedal mi: „Poviem ti, čo si myslím. Dobre. Alebo opačne.“ Odvetil som, že ak to bude „opačne“, možno by stačilo povedať „opačne“ a ušetriť ma detailov zdrvivúcej kritiky. Stephen mi veľkodušne povedal, že ho film potešil. Dojal ho, ale ako je známe, uviedol aj to, že si myslí, že v ňom malo byť viac fyziky a menej citov. S tým sa nedá polemizovať.

Od filmu *Teória všetkého* som zostal v kontakte s Hawkingovcami. Dojalo ma, keď ma požiadali, aby som prečítal pasáž z Biblie na Stephenovom pohrebe. Bol to neuveriteľne smutný, no žiarivý deň plný lásky, radostných spomienok a úvah o tomto najstatočnejšom človeku, ktorý stál v popredí aj vo svojej vedeckej oblasti, aj svojím úsilím, aby sa zdravotne postihnutým ľuďom dostalo uznania i vhodných príležitostí na úspech.

STRUČNÉ ODPOVEDE NA VEĽKÉ OTÁZKY

Prišli sme o naozaj nádhernú myseľ, úžasného vedca a najzábavnejšieho človeka, akého som mal kedy potešenie stretnúť. Ako sa však vyjadřila Stephenova rodina v čase jeho smrti, jeho dielo a odkaz budú žiť ďalej, a tak pociťujem aj smútok, ale aj veľké potešenie, že môžem uviesť túto zbierku Stephenových textov o rozmanitých a fascinujúcich témach. Dúfam, že si jeho texty s radosťou prečítate a, citujúc Baracka Obamu, dúfam, že sa Stephen tam hore medzi hviezdami dobre baví.

S pozdravom

Eddie

Úvod

PROFESOR KIP S. THORNE

Prvý raz som Stephena Hawkinga stretol v júli 1965 v Londýne na konferencii o všeobecnej teórii relativity a gravitácii. Stephen bol doktorandom na Cambridgejskej univerzite, ja som práve dokončil doktorandské štúdium na Princetonskej univerzite. V konferenčných sálach sa povrávalo, že Stephen vymyslel presvedčivý argument, že náš vesmír sa *musel* zrodiť v minulosti v nejakom konečnom čase. Nemôže byť nekonečne starý.

Tak som sa spolu s asi stovkou ľudí natlačil do miestnosti určenej pre štyridsiatic, aby som si Stephena vy počul. Kráčal o paličke a bolo mu trochu zle rozumieť, ale inak bolo badať len mierne príznaky amyotrofickej laterálnej sklerózy, ktorú mu diagnostikovali len pred

dvoma rokmi. Jeho myseľ to zjavne nepostihlo. Svoju jasnú argumentáciu opieral o Einsteinove rovnice všeobecnej teórie relativity, o pozorovania astronómov, že náš vesmír sa rozpína, a o niekoľko jednoduchých predpokladov, ktoré sa zdali s najväčšou pravdepodobnosťou pravdivé, a využil v nej niektoré nové matematické postupy, ktoré nedávno vynášiel Roger Penrose. Toto všetko dômyselne a presvedčivo pospájal a odvodil z toho výsledok: náš vesmír sa začal v akomsi singulárnom stave približne pred desiatimi miliardami rokov. (Počas nasledujúceho desaťročia Stephen a Roger spojili sily, aby ešte presvedčivejšie dokázali tento singulárny počiatok času a takisto aby ešte presvedčivejšie dokázali, že uprostred každej čiernej diery sa nachádza singularita, kde sa čas končí.)

Stephenova prednáška v roku 1965 na mňa urobila obrovský dojem. Nielen vďaka jeho argumentácii a záveru, ale čo bolo dôležitejšie, vďaka jeho prenikavému mysleniu a tvorivosti. Vyhľadal som ho teda a strávil s ním asi hodinu v súkromnom rozhovore. Tak sa začalo naše celoživotné priateľstvo, priateľstvo založené nielen na spoločných vedeckých záujmoch, ale aj na nevšednej vzájomnej sympatii, až nepochopiteľnej schopnosti navzájom si ľudsky porozumieť. Zakrátko sme trávili viac času rozhovormi o svojich životoch, svojich láskach, ba aj o smrti než o vede, hoci naša veda bola do značnej miery stále tým, čo nás spájalo.

ÚVOD

V septembri roku 1973 som Stephens a jeho manželku zobral do Moskvy. Napriek zúriacej studenej vojne som od roku 1968 trávil každý rok asi tak mesiac v Moskve, kde som spolupracoval na výskume s členmi skupiny, ktorú viedol Jakov Borisovič Zeldovič. Bol to vynikajúci astrofyzik a zároveň otec sovietskej vodíkovej bomby. Pretože poznal tajné informácie o jadrovom programe, mal zakázané cestovať do západnej Európy a Ameriky. Veľmi chcel diskutovať so Stephenom; keďže nemohol za Stephenom prísť, prišli sme my za ním.

V Moskve Stephen ohúril Zeldoviča a stovky ďalších vedcov svojím prenikavým uvažovaním a nápadmi a na revanš sa Stephen dozvedel pár vecí od Zeldoviča. Najnezabudnuteľnejšie bolo jedno popoludnie, ktoré sme Stephen a ja strávili so Zeldovičom a jeho doktorandom Alexejom Starobinským v Stephenovej izbe v hoteli Rossija. Zeldovič intuitívne objasnil pozoruhodný objav, ktorý urobili, a Starobinskij ho vysvetlil matematicky.

Čierna diera potrebuje na rotáciu energiu. To sme už vedeli. Vysvetlili nám, že čierna diera môže použiť svoju energiu na tvorbu častíc a tieto častice budú vyletovať a odnášať túto rotačnú energiu so sebou. Bolo to niečo nové a prekvapujúce – no nie až tak strašne prekvapujúce. Keď má nejaký objekt pohybovú energiu, príroda obvykle nájde spôsob, ako ju z neho vyťažiť. Poznali sme už iné spôsoby extrahovania rotačnej energie čiernej diery. Toto bol len ďalší, aj keď nečakaný spôsob.

Takéto rozhovory sú nesmierne cenné, pretože môžu spustiť nové smery uvažovania. A tak to bolo aj so Stephenom. Niekoľko mesiacov premýšľal nad objavom Zeldoviča a Starobinského, rozoberal ho zo všetkých strán, až kým jedného dňa nedospel ku skutočne radikálnemu náhľadu: keď čierna diera prestane rotovať, ešte stále môže emitovať častice. Môže žiariť – a žiari, ako keby bola horúca ako Slnko, hoci nie veľmi horúca, iba mierne teplá. Čím je čierna diera ťažšia, tým je jej teplota nižšia. Čierna diera, ktorá váži toľko ako Slnko, má teplotu 0,000000 06 Kelvina, čiže 0,06 milióntin stupňa nad absolútnou nulou. Vzorec na výpočet tejto teploty je teraz vyrytý na Stephenovom náhrobnom kameni vo Westminsterском opátstve v Londýne, kde sú uložené aj pozostatky Isaaca Newtona a Charlesa Darwina.

Táto „Hawkingova teplota“ čiernej diery a jej „Hawkingovo žiarenie“ (ako ich začali nazývať) boli naozaj radikálnym, azda najradikálnejším objavom teoretickej fyziky v druhej polovici 20. storočia. Vďaka nim lepšie chápeme, ako hlboko spolu súvisia všeobecná teória relativity (čierne diery), termodynamika (fyzika tepla) a kvantová fyzika (vytváranie častíc tam, kde predtým nebola žiadna). Stephena priviedli napríklad k dôkazu, že čierna diera má entropiu, čo znamená, že niekde vnútri alebo v okolí čiernej diery existuje obrovská náhodnosť. Odvodil, že suma entropie (logaritmus všetkých možných stavov čiernej diery) je priamo úmerná ploche

povrchu čiernej diery. Jeho vzorec pre entropiu je vytesaný na Stephenovej pamätnej tabuli na Gonville & Caius College v Cambridgei, kde pracoval.

Posledných štyridsaťpäť rokov sa Stephen a stovky ďalších fyzikov snažili pochopiť presnú povahu náhodnosti čiernych dier. Je to otázka, ktorá naďalej podnecuje k novým nahliadnutiam do spojenia kvantovej teórie so všeobecnou teóriou relativity – t. j. do nedostatočne chápaných zákonov kvantovej gravitácie.

Na jeseň roku 1974 vzal Stephen so sebou na rok do kalifornskej Pasadeny svoju rodinu (manželku Jane a dve deti, Roberta a Lucy) a svojich doktorandov, aby sa so svojimi študentmi mohol podieľať na intelektuálnom živote mojej univerzity Caltech (Kalifornská technická univerzita) a dočasne sa zlúčiť s mojou vlastnou výskumnou skupinou. Bol to *slávny* rok, keď vrcholilo to, čo sa začalo nazývať „zlatý vek výskumu čiernych dier“.

Počas toho roku sa Stephen, jeho študenti a časť mojich snažili pochopiť povahu čiernych dier hlbšie, ako sa to do istej miery podarilo mne. Stephenova prítomnosť a jeho vedúce postavenie v našej spoločnej skupine výskumu čiernych dier mi však dovolili sledovať nový smer, o ktorom som uvažoval niekoľko rokov: gravitačné vlny.

Existujú len dva druhy vln, ktoré sa môžu šíriť vesmírom a prinášať nám informácie o vzdialených objektoch: elektromagnetické vlny (ktoré zahŕňajú svetlo,

röntgenové žiarenie, gama žiarenie, mikrovlny, rádiové vlny...) a gravitačné vlny.

Elektromagnetické vlny pozostávajú z oscilujúcich elektrických a magnetických polí, ktoré sa šíria rýchlosťou svetla. Keď zasiahnu nabité častice, napríklad elektróny v rádiovaj alebo televíznej anténe, zatrasú časticami tam a späť a vložia do nich informácie, ktoré vlny nesú. Tieto informácie sa potom dajú zosilniť a prenášať do reproduktora alebo na televíznu obrazovku, aby im ľudia rozumeli.

Gravitačné vlny podľa Einsteina pozostávajú z kmitajúcich vzruchov časopriestoru: rozťahujúcich a stláčajúcich sa oblastí priestoru. V roku 1972 Rainer (Rai) Weiss na Massachusettskej technickej univerzite zostrojil detektor gravitačných vĺn, v ktorom sú zrkadlá visiace v rohu a na koncoch vákuovej trubice tvaru písmena L rozťahovaním priestoru odtláčané od seba pozdĺž jedného ramena písmena L a stláčaním priestoru tlačené k sebe pozdĺž druhého ramena písmena L. Rai navrhol, aby sa na meranie oscilačnej povahy tohto rozťahovania a stláčania využili laserové lúče. Laserové svetlo by extrahovalo informácie z gravitačnej vlny a tento signál by sa potom zosilnil a vložil do počítača, aby mu ľudia rozumeli.

Skúmanie vesmíru pomocou elektromagnetických ďalekohľadov (elektromagnetická astronómia) sa začalo, keď Galilei zostavil malý optický ďalekohľad, namieril ho na Jupiter a objavil štyri najväčšie mesiace Jupite-

ra. V priebehu štyristo rokov, ktoré odvtedy uplynuli, spôsobila elektromagnetická astronómia úplný prevrat v našom chápaní vesmíru.

V roku 1972 som spolu so svojimi študentmi začal uvažovať o tom, čo by sme sa mohli dozvedieť o vesmíre využitím gravitačných vĺn: začali sme rozvíjať víziu gravitačnej astronómie. Keďže gravitačné vlny sú formou deformácie priestoru, najsilnejšie ich vytvárajú objekty, ktoré sú samy úplne alebo čiastočne vytvorené zo zakriveného časopriestoru – to znamená, že najmä čierne diery. Dospeli sme k názoru, že gravitačné vlny sú ideálnym prostriedkom na skúmanie a testovanie Stephenových názorov týkajúcich sa čiernych dier.

Všeobecnejšie povedané, zdalo sa nám, že gravitačné vlny sa tak radikálne odlišujú od elektromagnetických vĺn, že je takmer isté, že vytvoria svoju vlastnú novú revolúciu v našom chápaní vesmíru, azda porovnateľnú s ohromnou elektromagnetickou revolúciou, ktorá nasledovala po Galileim – *keby* sa tieto ťažko zachytiteľné vlny dali detegovať a monitorovať. Bolo to však veľké *keby*: odhadli sme, že gravitačné vlny omývajúce Zem sú také slabé, že zrkadlá na koncoch zariadenia Raia Weissa v tvare písmena L by sa navzájom voči sebe nepohli sem a tam o viac než jednu stotinu priemeru protónu (čo znamená jednu desaťmilióntinu veľkosti atómu), ani *keby* boli zrkadlá od seba niekoľko kilometrov. Úloha zmerať takéto nepatrné pohyby bola nesmierne náročná.