

Michio Kaku

FYZIKA NEMOŽNÉHO



Michio Kaku

FYZIKA NEMOŽNÉHO

Přeložil Petr Liebl

Physics of the Impossible by Michio Kaku

Copyright © 2008 by Michio Kaku

Translation © Petr Liebl, 2010

ISBN 978-80-257-0209-3 (váz.)

ISBN 978-80-257-1407-2 (e-kniha)

Věnováno mé milující
manželce Shizue
a Michelle s Alyson

OBSAH

Předmluva	8
Poděkování	16

I. ČÁST	NEMOŽNOSTI I. ŘÁDU
KAPITOLA PRVNÍ	Silová pole 21
KAPITOLA DRUHÁ	Neviditelnost 32
KAPITOLA TŘETÍ	Fazery a hvězdy smrti 47
KAPITOLA ČTVRTÁ	Teleportace 63
KAPITOLA PÁTÁ	Telepatie 77
KAPITOLA ŠESTÁ	Psychokineze 92
KAPITOLA SEDMÁ	Roboti 104
KAPITOLA OSMÁ	Mimozemšťané a UFO 123
KAPITOLA DEVÁTÁ	Vesmírné lodě 146
KAPITOLA DESÁTÁ	Antihmota a antivesmíry 167
II. ČÁST	NEMOŽNOSTI II. ŘÁDU
KAPITOLA JEDENÁCTÁ	Rychleji než světlo 181
KAPITOLA DVANÁCTÁ	Cestování v čase 197
KAPITOLA TŘINÁCTÁ	Paralelní vesmíry 207
III. ČÁST	NEMOŽNOSTI III. ŘÁDU
KAPITOLA ČTRNÁCTÁ	Perpetuum mobile 229
KAPITOLA PATNÁCTÁ	Předvídání 241
EPILOG	Budoucnost nemožného 251
	<i>Poznámky 267</i>
	<i>Bibliografie 277</i>
	<i>Poznámka k překladu 279</i>
	<i>Rejstřík 280</i>

PŘEDMLUVA

Jestliže se myšlenka zpočátku nezdá absurdní, pak nemá naději.

ALBERT EINSTEIN

Bude jednoho dne možné procházet zdí? Stavět mezihvězdné koráby pohybující se rychleji než světlo? Číst cizí myšlenky? Stát se neviditelným? Pohybovat předměty silou myšlenky? Přenášet se v mžiku mezihvězdným prostorem?

Tyto otázky mě fascinují již od dětství. V době dospívání mě pak stejně jako mnohé další fyziky okouzlovaly paprskové pistole, silová pole, paralelní vesmíry a podobně. Kouzla, fantaskní vynálezy a sci-fi nesmírně podněcovaly mou představivost a stály na počátku mého celoživotního zaujetí nemožným.

Vzpomínám, jak jsem v televizi sledoval reprízu seriálu *Flash Gordon*. Každou sobotu jsem seděl u přijímače jak přikovaný a hlal dobrodružství Flashe, dr. Zarkova a Dale Ardenové i jejich oslňující futuristický arzenál: mezihvězdné koráby, štíty neviditelnosti, paprskové zbraně a vznášející se města. Nevynechal jsem ani jeden díl. Tento pořad mi otvíral nové světy. Vzrušovala mě představa, že mě jednoho dne raketová loď vynese k cizí planetě a já prozkoumám její neznámý povrch. Cítil jsem se vtahován do okruhu těchto fantastických vynálezů a věděl jsem, že můj život bude nějak spojen s vědeckými zázraky, které sliboval televizní seriál.

Ukazuje se, že v tom nejsem sám. Mnoho předních vědců se začalo zabývat o vědu právě díky sci-fi. Velkého astronoma Edwina Hubblea okouzlovala díla Julese Verna. Ovlivněn četbou verneovek zanechal Hubble slibné právnické kariéry a proti otcovu přání se dal na vědeckou dráhu. Nakonec se stal nejslavnějším astronomem 20. století. Carl Sagan, známý astronom a autor úspěšných románů, byl ovlivněn četbou knih E. R. Burroughse o dobrodruž-

stvích Johna Cartera na Marsu a snil o tom, že jednoho dne bude stejně jako Carter prozkoumávat písčiny na povrchu planety.

Vzpomínám si na den, kdy zemřel Albert Einstein. Byl jsem tehdy ještě dítě, přesto si vybavuji, jak si lidé o této události špitali. Následujícího dne noviny otiskly snímek jeho pracovního stolu s rukopisem jeho největšího, avšak nedokončeného díla. Říkal jsem si, jak důležitá asi musí být věc, kterou ani největší vědec naší doby nedokázal dokončit. V článku se psalo o tom, že Einsteinův sen byl nesplnitelný, neboť vyřešení úkolu, kterým se zabýval, je nad síly smrtelníků. Trvalo mi léta, než jsem zjistil, čeho se rukopis týkal: teorie velkého sjednocení, „teorie všeho“. Sen, který Einsteina provázel posledních třicet let jeho života, mi dopomohl k rozhodnutí: Chtěl jsem svým vlastním malým podílem přispět k úsilí završit Einsteinovo dílo, sjednotit fyzikální zákony do jediné teorie.

Jak jsem dospíval, začal jsem chápat, že i když hrdinou a miláčkem žen byl Flash Gordon, nejdůležitější postavou seriálu byl právě vědec. Bez doktora Zarkova by nebylo raketových lodí, cest na Mongo, ani záchrany světa. Přes všechno hrdinství nemůže sci-fi bez vědy existovat.

Uvědomil jsem si také, že tyto příběhy nejsou v souladu s vědeckými poznatky a jsou tedy jen pouhou fantazií. Dospět znamená tyto fantazie odložit. Bylo mi řečeno, že ve skutečném životě je třeba opustit nemožné a zabývat se praktickými věcmi.

Rozhodl jsem se však, že pokud má moje fascinace nemožným pokračovat, je klíčem k úspěchu fyzika. Bez pevného ukotvení v moderní fyzice bych jen stále přemítal o technologiích budoucnosti, aniž bych chápal, co je možné a co ne. Pochopil jsem, že se musím ponořit do vysoké matematiky a naučit se teoretickou fyziku. Tak jsem to tedy udělal.

Na střední škole jsem v rámci svého školního projektu sestavil v matčině garáži urychlovač částic. Od firmy Westinghouse jsem získal dvě stě kilogramů odpadních transformátorových plechů. Přes vánoční prázdniny jsem okolo školního hřiště navinul 35 km měděného drátu. Podářilo se mi postavit betatron, urychlovač elektronů s energií 2,3 MeV. Spotřebovával 6 kW (celkový elektrický příkon našeho domku) a vytvářel magnetické pole 20 000krát silnější než je magnetické pole Země. Cílem bylo generovat parasek záření gama dostatečně silný, aby vznikala antihmota.

Se svým projektem jsem se dostal na Národní vědeckou výstavu a získal vysněné stipendium na Harvard. Tak jsem si splnil svůj sen stát se teoretickým fyzikem a následovat svůj velký vzor, Alberta Einsteina.

Dnes dostávám od spisovatelů a filmových tvůrců e-maily, v nichž mě žádají o radu, jak zdokonalit své příběhy tak, aby se dotkly hranic fyzikálních zákonů.

Pojem „nemožné“ je relativní

Jakožto fyzik jsem se naučil, že slovo „nemožné“ je často relativní pojem. Vzpomínám si, že když jsem byl malý, přistoupila jednou naše učitelka k nástěnné mapě světa a ukázala na pobřežní linii Jižní Ameriky a Afriky. „Není to podivná shoda, že do sebe tato dvě pobřeží zapadají, skoro jako puzzle?“ zeptala se. „Někteří vědci dokonce uvažují, že oba světadíly snad kdysi dávno tvořily jedinou velkou pevninu. Taková hloupost. Neexistuje přece síla, která by od sebe dokázala odtrhnout dva obrovské světadíly. Něco takového je nemožné,“ uzavřela svou úvahu.

Později téhož roku jsme probírali dinosaury. „Nepřipadá vám podivné,“ zeptala se učitelka, „že všichni ti dinosauři, kteří po miliony let vládli Zemi, jednoho dne zmizeli? Nikdo neví, proč zahynuli. Některí paleontologové se domnívají, že je snad zahubil meteorit z vesmíru, ale to je nesmysl, který do vědy nepatří.“

Dnes víme, že působením tektoniky zemských ker se světadíly skutečně pohybují, a že gigantický meteorit o průměru deseti kilometrů, který dopadl na Zemi před 65 miliony lety, patrně skutečně vymazal dinosaury a většinu tehdejšího života z povrchu zemského. Za svůj krátký život jsem opakovaně zažil, že se ze zdánlivě nemožného stala vědecky ověřená skutečnost. Je tedy chybné představovat si, že jednoho dne budeme schopni teleportace nebo postavíme vesmírnou loď, která nás dopraví k hvězdám vzdáleným několik světelných let?

Takové výkony jsou dle současných fyziků považovány za neuskutečnitelné. Bude tomu za několik desetiletí jinak? Nebo za deset tisíc let, až naše technika pokročí? Nebo za milion let? Jinými slovy, kdybychom se nějakým způsobem setkali s civilizací o milion let pokročilejší, než je ta naše, nepřipadala by nám jejich každodenní technika jako magie? To je v podstatě základní téma celé této knihy; zůstane něco neuskutečnitelným po příští stovky nebo miliony let jen proto, že to není možné dnes?

Vzhledem k pozoruhodným vědeckým pokrokům minulého století, k nimž patří zejména vytvoření kvantové teorie a teorie obecné relativity, je dnes možné podat hrubé odhady, kdy a zda vůbec se některé tyto fantastické technologie uskuteční. S příchodem ještě pokročilejších teorií, jako je strunová teorie, nyní fyzikové přehodnocují pojmy hraničící se sci-fi, jako je cestování

v čase a paralelní vesmíry. Vzpomeňme na technické vymoženosti, které vědci ještě před sto padesáti lety prohlašovali za „nemožné“ a dnes jsou součástí našeho každodenního života. Roku 1863 napsal Jules Verne román *Paříž ve dvacátém století*, který ležel v zásuvce přes sto let, než jej jeho pravnuke náhodně objevil a roku 1994 poprvé uveřejnil. V románu Verne předpovídá, jak by mohla vypadat Paříž roku 1960. Román je plný technických vynálezů, považovaných v devatenáctém století za nerealizovatelné; k nim patří kupříkladu fax, mezinárodní komunikační síť, skleněné mrakodrapy, auta poháněná plynem nebo vysokorychlostní nadzemní vlaky.

Verne byl zcela pohroužen do vědeckého světa, velmi dobře rozuměl základním vědeckým principům a s vědci dokonce konzultoval i své nápady. Není tedy divu, že byl schopen tak překvapivě přesných předpovědí.

Někteří z největších vědců devatenáctého století bohužel zaujali opačné stanovisko a mnohé technologie prohlásili za naprosto vyloučené. Lord Kelvin, patrně nejslavnější fyzik viktoriánské éry, který je pohřben ve Westminsterském opatství hned vedle Isaaka Newtona, prohlásil, že nelze sestrojít létací stroje těžší než vzduch. Domníval se také, že rentgenové paprsky jsou podvod a že rozhlas nemá žádnou budoucnost. Lord Rutherford, objevitel atomového jádra, odmítal možnost sestrojit atomovou pumu a prohlásil celou věc za nesmysl. Chemici devatenáctého století považovali hledání kamene mudrců, bájně látky měnící olovo ve zlato, za slepou uličku vědy. Chemie devatenáctého století byla založena na zásadní neměnnosti prvků, jako například olova. Přesto jsme pomocí dnešních urychlovačů v podstatě schopni měnit atomy olova na zlato. Pomyslete jen, jak neuvěřitelné by lidem přelomu 19. a 20. století připadaly dnešní televize, počítače, internet.

Za sci-fi byly donedávna považovány i černé díry. Sám Einstein napsal roku 1939 článek, v němž „dokazoval“, že černá díra se nikdy nemůže vytvořit. Hubbleův vesmírný teleskop a rentgenový teleskop Chandra však dnes ukazují, že jich ve vesmíru existují tisíce.

Důvod, proč byly takové technologie považovány za „nemožné“, je, že v 19. a počátkem 20. století nebyly známy některé základní fyzikální zákony. Vzhledem k tehdejším obrovským mezerám v chápání vědy, zejména na atomární úrovni, není divu, že se takové pokroky považovaly za vyloučené

Studium nemožného

Je ironií, že vážné studium nemožného stálo mnohokrát u zrodu bohatých a zcela nečekaných vědeckých oblastí. Například marné hledání „perpetua

mobile“ trávající celá staletí, dovedlo fyziky k závěru, že takový stroj nelze sestrojít, což je přimělo vyslovit zákon zachování energie a tři zákony termodynamiky. Marná snaha o sestrojení perpetua mobile tak napomohla k otevření zcela nové oblasti termodynamiky, což zčásti vedlo k vynálezu parního stroje, průmyslové revoluci a vzniku moderní industriální společnosti.

Koncem 19. století vědci usoudili, že je „nemožné“, aby stáří Země čítalo miliardy let. Lord Kelvin rezolutně prohlásil, že žhavá Země by za 20–40 milionů let vychladla, což odporovalo tvrzení geologů a darwinistů, podle nichž by Země měla být stará miliardy let. Nakonec se však ukázalo, že nemožné je možné, když Madame Curie a její kolegové objevili jadernou energii a dokázali, že střed Země, ohříváný radioaktivním rozpadem, se skutečně mohl udržet tekutý po miliardy let.

Nemožné zavrhuje k vlastní škodě. Ve 20. a 30. letech se stal zakladatel moderního raketového průmyslu Robert Goddard cílem zničující kritiky těch, kteří mysleli, že rakety se nikdy nemohou pohybovat ve vzduchoprázdňém prostoru, a jeho snahy nazývali bláznovstvím. Roku 1921 proti práci dr. Goddarda brojili vydavatelé listu New York Times: „Profesor Goddard nezná vztah mezi akcí a reakcí a není si vědom ani toho, že pro vznik reaktivní síly je třeba něčeho lepšího než vzduchoprázdna. Vypadá to, že mu chybí základní středoškolské znalosti.“ Rakety nemohou létat, rozhořčovali se redaktori, protože v prázdňém prostoru není vzduch, o který by se opíraly. Našla se bohužel jedna hlava státu, která význam Goddardových „nemožných“ raket pochopila, a sice Adolf Hitler. Ve 2. světové válce se na Londýn z německých „nemožně“ dokonalých raket V-2 snášela smrt a zkáza, a téměř město srazila na kolena.

Studium nemožného zřejmě změnilo i průběh světových dějin. Ve 30. letech se všeobecně věřilo (a věřil tomu i Einstein), že nelze sestrojít jadernou pumu. Fyzikové věděli, že podle Einsteinovy rovnice $E = mc^2$ je hluboko v jádru atomu uvězněna obrovská energie. Energie uvolněná z jediného jádra však byla příliš nepatrná. Atomový fyzik Leo Szilard si vzpomněl na román H. G. Wellse *Osvobození světa* z roku 1914, kde se předpovídá vývoj atomové bomby. Piše se v ní, že tajemství atomové bomby bude vyřešeno v roce 1933. Na tuto knihu Szilard náhodou narazil roku 1932. Podněcen tímto románem připadl na myšlenku znásobit sílu atomu pomocí řetězové reakce, čímž se energie štěpení jediného uranového jádra trilionkrát zvýší. Stalo se to přesně roku 1933, jak Wells předpověděl o dvě desetiletí dříve. Szilard pak zorganizoval sérii klíčových experimentů a tajnou schůzku mezi

Einsteinem a prezidentem F. Rooseveltem. To vedlo k projektu Manhattan a sestrojení atomové bomby.

Stále a znovu vidíme, že studium nemožného otevírá zcela nové pohledy, rozšiřuje hranice fyziky a chemie a nutí vědce, aby znovu definovali, co míní slovem „nemožné“. Jak jednou řekl Sir William Osler: „Filozofie jednoho věku se stanou absurditami věku příštího a bláznovství včerejška se stane moudrostí zítřka.“

Mnoho fyziků se hlásí k slavnému výroku T. H. Whitea, který napsal: „Cokoli není zakázané, je povinné!“ Ve fyzice na to narážíme stále. Pokud nový jev výslovně neznemožňuje některý z fyzikálních zákonů, dříve či později se jej podaří prokázat. (To se stalo několikrát při hledání nových jaderných částic. Při průzkumu hranic zakázaného fyzikové často nečekaně objevili nové fyzikální zákony.) Whiteův výrok bychom mohli shrnout slovy: „Cokoli není nemožné, je povinné!“

Kosmolog Stephen Hawking se kupříkladu snažil dokázat, že cestování v čase je nemožné, tím, že najde nový fyzikální zákon, který by je zakázal, takzvaný „princip ochrany chronologie“. Ani po létech tvrdé práce se mu však tento princip nepodařilo dokázat. Fyzikové nyní naopak ukázali, že zákon bránící cestování v čase je za hranicemi možností současné matematiky. Protože žádný fyzikální zákon nebrání existenci strojů času, musí nyní fyzikové brát tuto možnost zcela vážně.

Cílem této knihy je uvažovat o tom, které z technologií, považovaných dnes za „nemožné“ budou zcela běžné během několika desetiletí až staletí.

V současnosti se ukazuje, že jedna z takových „nemožných“ technologií uskutečnitelná je: je jí princip teleportace (přinejmenším na úrovni atomů). Ještě před několika lety fyzikové věřili, že přenos předmětu z jednoho místa na druhé porušuje zákony kvantové fyziky. Autorů původní verze seriálu *Star Trek* se kritika ze strany fyziků dotkla natolik, že do svých teleportačních zařízení přidali „Heisenbergovy kompenzátory“, a tak se vyrovnali s touto slabinou. Dnes se díky nedávnému průlomu daří fyzikům teleportovat atomy napříč místností nebo fotony pod řečištěm Dunaje.

Předpovídání budoucnosti

Vyslovovat předpovědi je vždy poněkud ošemetné, zvláště pak na století až tisíciletí do budoucna. Fyzik Niels Bohr rád říkal: „Předpovídání je velmi těžké. Zvláště pokud se týká budoucnosti.“ Jsou tu však základní rozdíly mezi časy Julese Verna a současností. Dnes již základním fyzikálním zákonům

v zásadě rozumíme. Dnešní fyzikové chápou základní zákony v rozsahu ohromujících 43 velikostních řádů, od vnitřku protonu až k rozpínajícímu se vesmíru. Díky tomu jsou schopni s rozumnou jistotou stanovit, jak bude zhruba vyhlížet budoucí technika, a lépe rozlišovat mezi vymoženostmi, které jsou jen nepravděpodobné, a těmi, které jsou skutečně nemožné.

V této knize proto dělím „nemožné“ do tří kategorií.

V první jsou ty, které nazývám „nemožnosti I. řádu“. Technologie z této kategorie v současnosti nemáme k dispozici, nijak však neporušují známé fyzikální zákony, a proto by se mohly v pozměněné formě objevit již v tomto, nebo snad příštím století. Zahrnují teleportaci, motory na antihmotu, určité formy telepatie, psychokinezi a neviditelnost.

Druhou kategorií tvoří to, čemu říkám „nemožnosti II. řádu“. Patří sem technologie, které jsou na samé hranici našeho porozumění fyzikálnímu světu. Mohly by být vyvinuty v řádu tisíců až milionů let, pakliže jsou vůbec realizovatelné. Zahrnují stroje času, možnost cestování v hyperprostoru a procházení červími dírami.

Poslední kategorií nazývám „nemožnosti III. řádu“. To jsou technologie, které porušují známé fyzikální zákony. Je překvapivé, že takových technologií je jen velice málo. Jestliže by se však ukázalo, že možné jsou, představovalo by to zásadní posun v našem porozumění fyzice.

Taková klasifikace je podle mého názoru významná, protože mnohé technické vymoženosti známé ze sci-fi vědci odmítají jakožto naprosto nemožné, zatímco vlastně mají na mysli, že jsou nemožné pro primitivní civilizaci, jako je naše. Návštěvy z kosmu jsou kupříkladu obvykle považovány za vyloučené proto, že mezihvězdné vzdálenosti jsou tak velké. Avšak co je nemožné pro nás, může být dosažitelné pro civilizaci, která je proti naší o staletí, tisíceletí nebo miliony let napřed. Je proto zapotřebí takové „nemožnosti“ roztřídit. Výroky o tom, co je možné a co ne, musí počítat s technologií, která je oproti naší o tisíce nebo miliony let napřed.

Carl Sagan jednou napsal: „Co znamená, když řekneme, že je civilizace stará milion let? Radioteleskopy a vesmírné lodě jsou realitou několika desetiletí; naší technické civilizaci je několik málo set let ... pokročilá civilizace stará miliony let je nám vzdálená tak, jako jsme my vzdáleni pralesním poloopicím a makakům.“

Já se ve svém vlastním výzkumu zaměřuji na snahu splnit Einsteinův sen o „teorii všeho“. Osobně mi připadá velmi vzrušující pracovat na „konečné teorii“, která by mohla nakonec zodpovědět některé z nejobtížnějších, „ne-

možných“ vědeckých otázek dneška, jako zda je možné cestování v čase, co je ve středu černé díry nebo co bylo před velkým třeskem. Stále ještě sním o své celoživotní lásce k nemožnému a dohaduji se, kdy a jestli vůbec některé z těchto vynálezů vstoupí do naší každodennosti.

PODĚKOVÁNÍ

Materiál obsažený v této knize pokrývá množství oborů a disciplín a současně těží z práce mnoha vynikajících vědců. Rád bych poděkoval následujícím osobám, jež mi laskavě věnovaly čas, který jsme spolu strávili při dlouhých interview a konzultacích i zajímavých, podnětných rozhovorech.

Leon Lederman, laureát Nobelovy ceny, Illinois Institute of Technology

Murray Gell-Mann, laureát Nobelovy ceny, Santa Fe Institute a Caltech

† Henry Kendall, laureát Nobelovy ceny, MIT

Steven Winberg, laureát Nobelovy ceny, University of Texas, Austin

David Gross, laureát Nobelovy ceny, Kavli Institute for Theoretical Physics

Frank Wilczek, laureát Nobelovy ceny, MIT

Joseph Rotblat, laureát Nobelovy ceny, St. Bartholomew's Hospital

Walter Gilbert, laureát Nobelovy ceny, Harvard University

Gerald Edelman, laureát Nobelovy ceny, Scripps Research Institute

Peter Doherty, laureát Nobelovy ceny, St. Jude Children's Research Hospital

Jared Diamond, nositel Pulitzerovy ceny, UCLA

Stan Lee, tvůrce Marvel Comics a Spidermana

Brian Greene, Columbia University, autor knihy *Elegantní vesmír*

(*The Elegant Universe*)

Lisa Randallová, Harvard University, autorka knihy *Warped Passages*

(Zborčené průchody)

Lawrence Krauss, Case Western University, autor knihy *The Physics of*

Star Trek (Fyzika ve *Star Treku*)

J. Richar Gott III, Princeton University, autor knihy *Cestování časem*

v Einsteinově vesmíru (*Time Travel in Einstein's Universe*)

Alan Guth, fyzik, MIT, autor knihy *The Inflationary Universe* (Inflační vesmír)

John Barrow, fyzik, Cambridge University, autor knihy *Impossibility*

(Nemožnost)

Paul Davies, fyzik, autor knihy *Superforce* (Supersíla)

Leonard Susskind, fyzik, Stanford University
 Joseph Lykken, fyzik, Fermi National Laboratory
 Marvin Minsky, MIT, autor knihy *The Society of Minds*
 (Společnost lidských myslí)
 Ray Kurzweil, vynálezce, autor knihy *The Age of Spiritual Machines*
 (Věk oduševnělých strojů)
 Rodney Brooks, vedoucí Artificial Intelligence Laboratory na MIT
 Hans Moravec, autor knihy *Robot*
 Ken Croswell, astronom, autor knihy *Magnificent Universe* (Velkolepý vesmír)
 Don Goldsmith, astronom, autor knihy *Runaway Universe* (Uhánějící vesmír)
 Neil de Grasse Tyson, ředitel Haydenova planetária v New Yorku
 Robert Kirshner, astronom, Harvard University
 Fulvia Melia, astronomka, University of Arizona
 Sir Martin Rees, Cambridge University, autor knihy *Before the Beginning*
 (Před počátkem)
 Michael Brown, astronom, Caltech
 Paul Gilster, autor knihy *Centauri Dreams* (Sny o Alfě Centauri)
 Michael Lemmonick, hlavní vědecký redaktor časopisu *Time*
 Timothy Ferris, University of California, autor knihy *Coming of Age in the Milky Way* (Dospívání v Mléčné dráze)
 † Ted Taylor, projektant amerických jaderných hlavic
 Freeman Dyson, Institute for Advanced Study, Princeton
 John Horgan, Stevens Institute of Technology, autor knihy *The End of Science* (Konec vědy)
 † Carl Sagan, Cornell University, autor knihy *Kosmos* (*Cosmos*)
 Ann Druyanová, vdova po Carlu Saganovi, Cosmos Studios
 Peter Schwarz, futurista, zakladatel Global Business Network
 Alvin Toffler, futurista, autor knihy *The Third Wave* (Třetí vlna)
 David Goodstein, zástupce děkana na Caltechu
 Seth Lloyd, MIT, autor knihy *Programming the Universe* (Programování vesmíru)
 Fred Watson, astronom, autor knihy *Star Gazer* (Pohled ke hvězdám)
 Simon Singh, autor knihy *Velký třesk* (*The Big Bang*)
 Seth Shostak, SETI Institute
 George Johnson, autor článků o vědě v *New York Times*
 Jeffrey Hoffman, MIT, astronaut NASA
 Tom Jones, astronaut NASA
 Alan Lightman, MIT, autor knihy *Einstein's Dreams* (Einsteinovy sny)