

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	Předvídaní 241
EPILOG	Budoucnost nemožného 251

<i>Poznámky</i>	267
<i>Bibliografie</i>	277
<i>Poznámka k překladu</i>	279
<i>Rejstřík</i>	280

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 hltal dobrodružství Flashe, dr. Zarkova a Dale Ardenové i jejich oslnující 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 zajímat o vědu právě díky sci-fi. Velkého astronoma Edwina Hubblea okouzli 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-

stích Johna Cartera na Marsu a snil o tom, že jednoho dne bude stejně jako Carter prozkoumávat píščiny 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. Podařilo 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 paprsek 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 světadily snad kdysi dávno tvořily jedinou velkou pevninu. Taková hloupost. Neexistuje přece síla, která by od sebe dokázala odtrhnout dva obrovské světadily. 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. Někteří 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 světadily 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 představit 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 pravnukek 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 sestrojít 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“ trvající 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 vzduchoprázdném 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 prázdném 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. Píše se v ní, že tajemství atomové bomby bude vyřešeno v roce 1933. Na tuto knihu Szilard náhodou narazil roku 1932. Podněten 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 kategorii 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“ roztrždit. 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 Crowell, 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)

FYZIKA NEMOŽNÉHO

Robert Zubrin, zakladatel Mars Society

Donna Shirleyová, marsovský program NASA

John Pike, GlobalSecurity.org

Paul Saffo, futurista, Institute of the Future

Louis Friedman, spoluzakladatel Planetary Society

Daniel Wertheimer, SETI@home, University of California, Berkeley

Robert Zimmerman, autor knihy *Leaving Earth* (Opouštění Země)

Marcia Bartusiaková, autorka knihy *Einstein's Unfinished Symphony*

(Einsteinova nedokončená symfonie)

Michael H. Salamon, program NASA s názvem Beyond Einstein

Geoff Andersen, U.S. Air Force Academy, autor knihy *The Telescope* (Teleskop)

Rád bych také poděkoval svému agentovi Stuartu Krichevskému, který mi stál celé ty roky po boku a doprovázel všechny moje knihy, a také Rogeru Schollovi, mému redaktoru, jehož pevná ruka, zdravý úsudek a redaktorské zkušenosti daly řadě mých knih směr. Chtěl bych poděkovat také svým kolegům ze City College of New York a Graduate Center of the University of New York, jmenovitě V. P. Nairovi a Danu Greenbergerovi, za čas, který laskavě věnovali našim debatám.

I. ČÁST

NEMOŽNOSTI I. ŘÁDU

SILOVÁ POLE

I. Prohlásí-li významný starší vědec něco za možné, má téměř jistě pravdu. Prohlásí-li něco za nemožné, je pravděpodobné, že se mylí.

II. Jediným způsobem, jak poznat hranice možného, je překročit je směrem k nemožnému.

III. Každá rozvinutější technologie je nerozeznatelná od kouzla.

TŘI CLARKOVY ZÁKONY

„Zvedněte štíty!“

Tak zní první rozkaz, kterým kapitán Kirk v nesčetných epizodách seriálu *Star Trek* vyzývá mužstvo k aktivaci silového pole, které loď Enterprise ochrání před nepřátelskou palbou.

Silové pole hraje ve *Star Treku* důležitou roli; na základě jeho odolnosti je možné odhadnout délku celé bitvy. Jakmile totiž dojde k oslabení silových poli, dostává trup Enterprise více a více ničivých zásahů, až je nakonec kapitulace nezbytností.

Co je vlastně silové pole? Ve sci-fi je odpověď na tuto otázku na rozdíl od skutečnosti jednoduchá: je to tenká, neviditelná, avšak neproniknutelná bariéra schopná odklonit lasery i rakety. Na první pohled vypadá silové pole tak jednoduše, že bychom výrobu bitevních štítů na jeho principu mohli považovat za otázku nejbližší budoucnosti a očekávat, že nějaký podnikavý vynálezce co nevidět oznámí jeho objev. Skutečnost je ovšem mnohem složitější.

Stejně jako Edisonova žárovka změnila tvář moderní civilizace, mohlo by silové pole hluboce ovlivnit každou oblast našeho života. Vojáci by se vytvořením neproniknutelného štítu proti nepřátelským střelám a kulkám stali nezranitelnými. Ke stavbě mostů, dálnic a silnic by teoreticky stačilo stisknout

jediný knoflík. V pouštích by mohla v mžiku vyrůst celá města s mrakodrapy postavenými ze silových polí a silová pole vybudovaná nad městy by jejich obyvatelům umožnila dle libosti mírnit projevy počasí, jako jsou větrné smršti, sněhové bouře či tornáda. Pod bezpečným příkrovem silového pole bychom mohli stavět podmořská města. Silová pole by také zcela nahradila sklo, ocel a zdivo.

Vytvořit silové pole v laboratoři je však kupodivu snad jedním z nejtěžších úkolů. Někteří fyzikové se domnívají, že bez změny jeho očekávaných vlastností je něco takového vlastně nemožné.

Michael Faraday

Koncept silového pole vychází z prací velkého britského vědce 19. století Michaela Faradaye.

Faraday se narodil v dělnické rodině (otec byl kovářem) a začátkem 19. století se nuzně živil jako knihařský tovaryš. Již v mládí ho fascinovaly obrovské pokroky ve zkoumání záhadných vlastností dvou nových sil: elektřiny a magnetismu. Hltal vše, co si o těchto věcech mohl přečíst, a chodil na přednášky profesora Humphreya Davyho z londýnského Královského ústavu.

Poté, co si profesor Davy jednoho dne při chemické nehodě vážně poškodil zrak, najal Faradaye jako svého tajemníka. Faraday si postupně získal důvěru vědců z Královského ústavu, kteří, ač se mu často vysmívali, mu umožnili provádět významné pokusy. Postupem času vzrůstala žárlivost profesora Davyho na skvělé výsledky mladého asistenta, vycházející hvězdy mezi experimentátory, který svou slávou Davyho nakonec zcela zastínil. Po Davyho smrti v roce 1829 získal Faraday volnost a uskutečnil řadu důležitých objevů, vedoucích k vytvoření generátorů, které začaly zásobovat proudem celá města a změnily běh světové civilizace.

Klíčem k Faradayovým největším objevům byla jeho „silová pole“. Rozsypeme-li kolem magnetu železné piliny, vidíme, že kolem něj vytvoří obrazec podobný pavučině. Jsou to Faradayovy silokřivky, které názorně ukazují, jak elektrická a magnetická síla prostupují prostorem. Když graficky znázorníme ku příkladu zemské magnetické pole, vidíme, že křivky vycházejí ze severní polární oblasti a vracejí se k Zemi v jižní polární oblasti. Kdybychom obdobně zakreslili elektrické silokřivky hromosvodu při bouřce, zjistili bychom, že se sbíhají na špičce hromosvodu. Pro Faradaye není prázdný prostor vůbec prázdný, nýbrž prostoupený silokřivkami, které jsou schopny pohybovat

vzdálenými předměty. (Faraday, jehož dětství bylo poznamenáno chudobou, byl matematicky negramotný. Důsledkem toho nezaplňují jeho poznámkové sešity rovnice, nýbrž ruční kresby diagramů těchto silokřivek. Je ironií, že nedostatek matematického vzdělání jej přinutil vytvářet ona překrásná schémata silokřivek, která nyní vidíme ve všech učebnicích fyziky. Pro vědu je fyzikální model často důležitější než jeho matematický popis.)

Historikové zvažovali, co Faradaye přivedlo k jeho objevu silových polí, jedné z nejdůležitějších koncepcí celé vědy. Ve skutečnosti je veškerý souhrn objevů moderní fyziky zapsán v jazyce Faradayových polí. Klíčový objev v oblasti silových polí, který navždy změnil celou civilizaci, učinil Faraday roku 1831. Když jednoho dne pohyboval dětským magnetem nad drátěnou smyčkou, všiml si, že se mu daří vyvolat v drátu elektrický proud, aniž by se ho vůbec dotkl. To znamenalo, že neviditelné pole magnetu je schopno přes prázdný prostor pohybovat elektrony v drátu a tak vyvolat proud.

Faradayova „silová pole“, která zpočátku vypadala jako neužitečné čmáranice, reprezentují reálné hmotné síly, schopné pohybovat předměty a vyrábět energii. Umělé světlo, s jehož pomocí dnes čtete tuto stránku, vzniká nepochybně na principu Faradayových objevů o elektromagnetismu. Rotující magnet vytváří změnu silového pole, která pohybuje elektrony v drátu a vyvolá jejich pohyb v elektrickém proudu. Této elektřiny v drátu pak lze použít k rozsvícení žárovky. Stejného principu se používá při výrobě elektřiny k zásobování všech měst světa. Voda shromážděná v přehradě roztáčí obrovský magnet v turbíně, který pohybuje elektrony v drátu a vytváří elektrický proud, který pak vedení vysokého napětí dopravuje do našich domovů.

Jinými slovy, silová pole Michaela Faradaye jsou silami, které pohánějí moderní civilizaci, od elektrických buldozerů k dnešním počítačům, internetu a iPodům.

Faradayova silová pole inspirují fyziky již půl druhého století. Einstein jimi byl ovlivněn natolik, že v pojmech silových polí popsal svou teorii gravitace. Faradayova práce nadchla i mne. Právě v jazyce Faradayových silových polí jsem před lety úspěšně zapsal strunovou teorii a položil tak základy teorie strunových polí. Když se ve fyzice o někom řekne, že „myslí jako silokřivka“, je to míněno jako velká poklona.

Čtyři síly

Jedním z vrcholných úspěchů fyziky posledních dvou tisíciletí je izolace a identifikace čtyř sil, které vládou vesmíru. Všechny se dají popsat v jazyce

polí zavedeném Faradayem. Žádná z nich však naneštěstí nemá zcela vlastnosti silových polí popisovaných ve většině vědeckofantastických děl. Jsou to tyto síly:

1. Gravitace, tichá síla, která drží naše nohy na zemi, brání Zemi i hvězdám, aby se rozpadly, drží pohromadě Sluneční soustavu i Mléčnou dráhu. Bez gravitace by nás naše rotující planeta vyvrhla do vesmíru rychlostí 1600 kilometrů za hodinu. Problémem je, že gravitace má přesně opačné vlastnosti, než mají silová pole ve sci-fi. Gravitace je přitažlivá, nikoli odpudivá, v porovnání s ostatními silami je extrémně slabá a působí přes obrovské astronomické vzdálenosti. Jinými slovy, je téměř pravým opakem ploché, tenké, neprostupné bariéry, kterou známe z vědeckofantastických knih nebo filmů. K tomu, aby se peříčko sneslo k zemi, je zapotřebí přitažlivosti celé planety Země. Tuto sílu však můžeme přemoci jediným pohybem prstu, kterým peříčko opět zvedneme. Pohyb našeho prstu překoná gravitaci celé planety vážící přes šest kvadrilionů kilogramů.

2. Elektromagnetismus, síla, která osvětluje naše města. Lasery, rozhlas, televize, moderní elektronika, počítače, internet, elektřina, magnetismus - to vše jsou důsledky elektromagnetické síly. Je to snad nejužitečnější síla, kterou si člověk podřídil. Na rozdíl od gravitace může být jak přitažlivá, tak odpudivá. Je tu však několik důvodů, proč se nehodí k vytvoření silového pole. Především ji lze snadno zneškodnit. Silným elektrickým nebo magnetickým polem například snadno projdou umělé hmoty a jiné izolátory. Kus umělé hmoty vržený do magnetického pole jím tedy bez potíží proletí. Za druhé, elektromagnetismus působí na velké vzdálenosti a není snadné jej soustředit do jedné roviny. Zákony elektromagnetické síly jsou popsány Maxwellovými rovnicemi a tyto rovnice patrně nepřipouštějí jako své řešení silové pole.

3. a 4. Slabá a silná jaderná síla. Slabá síla je silou radioaktivního rozpadu. Je to síla, která zahřívá radioaktivní nitro naší Země, síla sopek, zemětřesení a kontinentálního driftu. Silná síla drží pohromadě jádro atomu. Z ní vychází energie Slunce a hvězd, to ona osvětluje vesmír. Problémem je, že jaderná síla je silou krátkého dosahu a působí především na vzdálenosti uvnitř atomového jádra. Je zcela svázána s vlastnostmi atomových jader, a proto je nesmírně těžké s ní zachá-

zet. V současnosti ji dokážeme využít pouze k rozbíjení jaderných částic v urychlovačích a vyrábění atomových pum.

Silová pole používaná ve sci-fi nejsou v souladu se známými fyzikálními zákony, přesto jsou tu však kličky, které by vytvoření takových silových polí mohly umožnit. Předně může existovat pátá síla, kterou zatím v laboratořích nevidíme. Taková síla by například mohla místo astronomických vzdáleností působit jen na několik centimetrů nebo decimetrů. (Prvotní pokusy změřit přítomnost takové páté síly ovšem prozatím nepřinesly žádný úspěch.)

K napodobení některých vlastností silového pole bychom možná mohli použít také plazmatu. Plazma je „čtvrté skupenství hmoty“. Na Zemi se nejčastěji setkáváme s pevnými látkami, kapalinami a plyny, nejobvyklejší formou hmoty ve vesmíru je však plazma, plyn ionizovaných atomů. V atomech plazmatu jsou elektrony odtrženy od jader. Díky tomu získávají elektrický náboj a snadno se s nimi manipuluje pomocí elektrických a magnetických polí.

Plazma je nejhojnější formou viditelné hmoty ve vesmíru, skládá se z něj Slunce, hvězdy i mezihvězdný plyn. Pro nás není plazma obvyklé, protože na Zemi se s ním setkáváme jen zřídka, ale vidíme jej ve formě blesku, Slunce a uvnitř našeho plazmového televizoru.

Plazmová okénka

Zahřejeme-li plyn na dostatečně vysokou teplotu, vytvoří se plazma, se kterým můžeme manipulovat a formovat je pomocí magnetického a elektrického pole. Můžeme z něj například vytvořit desku nebo okno. Takového „plazmového okénka“ lze mimo jiné použít k oddělení vakua od běžného vzduchu. Díky němu by v zásadě bylo možno bránit vzduchu zevnitř vesmírné lodi, aby unikal do vnějšího prostoru, a tím vytvořit příhodné průhledné rozhraní mezi vzduchoprázdným prostorem a vesmírnou lodí.

V televizním seriálu *Star Trek* se takového silového pole užívá k oddělení přístaviště pro malé převozní čluny od vzduchoprázdná mezihvězdného prostoru. Nejen že to je chytrý způsob, jak ušetřit náklady na rekvizity, jedná se navíc o zařízení, které je technicky možné.

Plazmové okénko vynalezl roku 1995 v Brookhavenské národní laboratoři na Long Islandu v New Yorku fyzik Ady Herschcovitch. Vyvinul je, aby vyřešil problém sváření kovů pomocí elektronového paprsku. Svářečova acetylenová pistole používá proudou horkého vzduchu, který nataví a následně

svaří kovové části. Paprskem elektronů však lze svářet kovy rychleji, čistěji a laciněji než obvyklými metodami. Problémem však je, že svařování elektro-
novým paprskem musí probíhat ve vakuu. To je velice obtížně splnitelný požadavek, neboť bychom potřebovali vytvořit vakuovou komoru velkou případně jako celá místnost.

Pro řešení tohoto problému vynalezl Dr. Herschcovitch plazmové okénko. To má rozměry asi 90 x 28 cm a zahřívá plyn na teplotu 7500 °C, čímž vytváří plazma uvězněné elektrickými a magnetickými poli. Částice plazmatu vytvářejí tlak, který brání vzduchu, aby proudil do vakuové komory, a tím jej oddělují od vzduchoprázdna. (Použije-li se v plazmovém okénku plynu argonu, září modře, stejně jako silové pole ve *Star Treku*.)

Plazmové okénko nalézá široké uplatnění v meziplanetárních letech i v průmyslu. Ve výrobě je často zapotřebí vakua při jemných procesech nebo při leptání pro průmyslové účely, avšak práce ve vzduchoprázdnu může být drahá. Pomocí plazmového okénka se však vakuum snadno a lacině udrží pouhým stisknutím knoflíku.

Je ovšem možné využít plazmového okénka jako neproniknutelného štítu? Odolá střele z děla? Je možné, že plazmová okénka budoucnosti budou mít mnohem vyšší energii a teplotu, které postačí k tomu, aby se dopadající střela zničila či vypařila. K vytvoření realističtějšího silového pole, takového, s jakým se setkáváme ve sci-fi, by však bylo patrně zapotřebí kombinace několika technik umístěných ve vrstvách. Jednotlivá vrstva by sama o sobě nemusela být schopna zastavit dělovou kouli, ale jejich kombinace by mohla postačit.

Vnější vrstvu by mohlo tvořit plazmové okénko, zahřáté na teploty, při níž se vypařují kovy. Druhou vrstvou by mohla být clona z vysokoenergetických laserových paprsků. Taková clona z tisíce křížujících se laserových paprsků by vytvořila mřížku, která by zahřála každý procházející předmět tak, že by se zcela vypařil. Lasery se budeme podrobně zabývat v další kapitole.

Za touto laserovou clonou si lze představit mřížku vytvořenou z „uhlíkových nanotrubiček“, nepatrných trubiček skládajících se z jednotlivých atomů uhlíku, jejichž tloušťka činí jeden atom a které jsou mnohokrát pevnější než ocel. I když současný světový rekord pro délku uhlíkové nanotrubičky je jen okolo 15 mm, není vyloučeno, že jednoho dne je budeme schopni vytvářet v libovolné délce. Za předpokladu, že lze z uhlíkových nanotrubiček utkat mřížku, bychom z nich mohli vytvořit štít nesmírné síly, schopný od-

klonit většinu předmětů. Tento štít by byl neviditelný, protože každá uhlíková nanotrubička má atomové rozměry, celá mřížka by však byla silnější než jakýkoli obvyklý materiál.

Lze si tedy představit, že by součinností plazmového okénka, laserové clony a mřížky z uhlíkových nanotrubiček vznikla neviditelná stěna, kterou by téměř nebylo možno proniknout.

Avšak ani takový vícevrstvý štít by zcela nesplňoval všechny vlastnosti silového pole známého ze sci-fi: protože by byl průhledný, nedokázal by zastavit laserový paprsek. V bitvě s laserovými děly by byl zcela neužitečný

K zastavení laserového paprsku by štít musel mít také zdokonalenou vlastnost „fotochromatiky“. Tohoto jevu se používá ve slunečních brýlích, které samy ztmavnou, jsou-li vystaveny ultrafialovému záření. Fotochromatika je založena na molekulách, které mohou nabývat nejméně dvou různých stavů. V jednom ze stavů je molekula průhledná. Je-li však vystavena ultrafialovému záření, okamžitě nabude své druhé, neprůhledné formy.

Jednoho dne bychom mohli být schopni použít nanotechnologií k vytvoření látky pevné jako uhlíkové nanotrubičky a zároveň schopné změnit své optické vlastnosti při vystavení laserovému světlu. Takový štít by mohl chránit jak před laserovým útokem, tak před paprskem částic nebo palbou z děla. V současnosti však fotochromatická molekula schopná zastavit laserový paprsek neexistuje.

Magnetická levitace

Ve sci-fi mají silová pole i jinou funkci než odvracet útok paprskovým dělem, a sice překonávat gravitaci. Ve filmu *Návrat do budoucnosti* se Michael J. Fox pohybuje na „hoverboardu“, který vypadá jako skateboard, s tím rozdílem, že se vznáší nad ulicí. Sestrojit takové antigravitační zařízení je při dnešních znalostech fyzikálních zákonů nemožné (jak uvidíme v Kapitole 10). Magnety vybavené „hoverboardy“ a vznášející se auta by se však v budoucnu mohly stát realitou a my bychom skutečně mohli přimět velké předměty, aby se vznášely podle našeho přání. Jestliže v budoucnu dokážeme nastolit supravodivost při pokojové teplotě, mohli bychom nadnášet předměty s použitím magnetických silových polí.

Umístíme-li dva tyčové magnety za sebe tak, aby se jejich severní póly dotýkaly, budou se oba magnety odpuzovat. (Jestliže ovšem jeden z nich otočíme, aby se severního pólu druhého magnetu dotýkal svým jižním pólem, začnou se magnety vzájemně přitahovat.) Skutečnosti, že se severní póly

navzájem odpuzují, lze použít při zvedání těžkých předmětů. V několika zemích se již staví moderní vlaky systému „maglev“ (tedy vlaky na principu magnetické levitace), které se s použitím obyčejných magnetů vznášejí těsně nad kolejemi. Právě díky tomu, že plují po vzduchovém polštáři, mají nulové tření a mohou proto dosáhnout rekordních rychlostí.

První komerční automatická trať s magnetickou levitací byla uvedena do provozu roku 1984 ve Velké Británii, a sice z birminghamského mezinárodního letiště k místnímu nádraží. Vlaky typu maglev již nyní jezdí také v Německu, Japonsku a Koreji, nejsou však většinou projektovány pro vysoké rychlosti. První komerčně využívanou vysokorychlostní trať s magnetickou levitací je IOS v Šanghaji, po níž vlaky jezdí rychlostí až 430 km/hod. Japonský vlak tohoto typu v prefektuře Jamanaši dosáhl rychlosti 580 km/hod, což je dokonce vyšší rychlost, než dosahují běžné vlaky jedoucí po kolejích.

Tato zařízení s magnetickou levitací jsou však velmi drahá. Jedním ze způsobů, jak zvýšit jejich účinnost, by bylo použití supravodivosti, při níž vodič, je-li ochlazen na teploty blízké se absolutní nule, zcela ztrácí elektrický odpor. Supravodivost objevil roku 1911 Heike Onnes. Jestliže jsou určité látky ochlazeny na teploty nižší než 20 K, mizí veškerý elektrický odpor. Jestliže snižujeme teplotu kovu, klesá obvykle jeho odpor postupně. (To je proto, že náhodné vibrace atomů brání průchodu elektronů drátem. Snižováním teploty se tyto náhodné pohyby redukuje a průchod proudu naráží na menší odpor.) Ke svému velkému překvapení však Onnes zjistil, že odpor určitých materiálů při jisté kritické teplotě náhle klesá k nule.

Fyzikové si okamžitě uvědomili důležitost tohoto výsledku. V elektrických vedeních se při přenosu elektřiny na velké vzdálenosti ztrácí významný podíl energie. Jestliže by se ovšem podařilo odstranit veškerý odpor, bylo by možné přenášet elektrickou energii téměř bez nákladů. A kdybychom přiměli elektřinu, aby obíhala v drátěné smyčce, pokračovala by v tom po miliony let bez jakéhokoli poklesu proudu. Pomocí těchto velkých proudů by navíc bylo snadno možné vytvářet elektromagnety neuvěřitelné síly a tudíž bez větší námahy zvedat obrovské náklady.

Přes tyto obrovské možnosti je tu se supravodivostí jistá potíž: držet velké magnety v nádržích s hluboce chladnou kapalinou je velmi nákladné. Pro udržení jejich nízké teploty je třeba obrovských chladicích zařízení, a to činí supravodivé magnety neúnosně drahými.

Jednoho dne by však mohli fyzikové vytvořit materiál supravodivý při pokojové teplotě – jakýsi svatý grál fyziky pevných látek. Vynález takových

materiálů by vedl k druhé průmyslové revoluci. Silná magnetická pole schopná zvedat auta a vlaky by byla tak levná, že vznášející se auta by mohla být běžně dostupnou záležitostí. S materiály, které by si uchovávaly supravodivost při pokojových teplotách, by se létající auta, která známe z filmů *Návrat do budoucnosti*, *Minority Report* nebo *Hvězdné války*, mohla stát skutečností.

V zásadě by bylo možno nosit pás ze supravodivých magnetů a díky němu se bez námahy vznášet. S takovým pásem bychom létali vzduchem jako Superman. Supravodivost při pokojové teplotě je natolik zajímavou myšlenkou, že vystupuje v četných sci-fi románech (kupříkladu v *Prstenci* Larryho Nivena z roku 1970).

Supravodiče fungující při pokojových teplotách hledají fyzikové bezúspěšně již celá desetiletí. Jedná se o zdlouhavý sled pokusů a omylů, při němž se zkoušel jeden materiál po druhém. Roku 1986 však byla objevena nová třída látek zvaných „vysokoteplotní supravodiče“, které se stávají supravodivými při zhruba 90 K (tedy 90 stupních nad absolutní nulou), což ve světě fyziky vyvolalo senzaci. Jako by se zvedla stavidla. Každý měsíc se fyzikové předháněli při lámání světových rekordů. Na krátkou chvíli se zdálo, že vysokoteplotní supravodiče přeskóčí ze stránek sci-fi románů do našich domovů. Po několika málo letech závatné rychlosti se však výzkum vysokoteplotních supravodičů začal zpomalovat.

V současnosti drží světový rekord vysokoteplotního supravodiče směsný oxid thalia, rtuti, vápníku, mědi a barya, který přechází do supravodivého stavu při 138 K (-135 °C). Tato poměrně vysoká teplota je ovšem ještě velmi vzdálena pokojové teplotě, i přesto je onen teplotní rekord důležitý. Dusík se zkapaňuje při 77 K, a tekutý dusík stojí přibližně tolik co obyčejné mléko. Za použití obyčejného tekutého dusíku bychom tedy mohli vysokoteplotní supravodiče chladit docela lacině. (Skutečné supravodiče při pokojové teplotě by ovšem nepotřebovaly chlazení vůbec žádné.)

Je poněkud trapné, že v současnosti neexistuje žádná teorie, která by vysvětlovala vlastnosti těchto vysokoteplotních supravodičů. Na odvážného fyzika, jenž by takové vysvětlení podal, zcela jistě čeká Nobelova cena. (Vysokoteplotní supravodiče jsou tvořeny atomy uspořádanými do vzájemně oddělených vrstev. Mnoho fyziků se domnívá, že právě tato vrstevnatá struktura keramického materiálu umožňuje elektronům každou takovou vrstvou volně protékat, čímž vzniká supravodivost. Přesný mechanismus však zůstává záhadou.)

Pro tento nedostatek pochopení se fyzikové při hledání nových vysoko-teplotních supravodičů uchylují k metodě pokusů a omylů. Je tedy možné, že onen bájný vysokoteplotní supravodič bude objeven zítra, za rok, nebo také nikdy. Nikdo neví, kdy, a jestli vůbec, se taková látka najde.

Jakmile se však supravodič fungující při pokojové teplotě objeví, vyvalí se patrně velká vlna komerčních aplikací. Díky němu bychom dokázali bez potíží vyrábět magnetická pole milionkrát silnější, než je magnetické pole Země (jehož síla je 0,5 gaussů).

Jednou z obecných vlastností supravodivosti je tak zvaný Meissnerův efekt. Umístíme-li magnet nad supravodič, bude se vznášet, jako by jej nadnášela neviditelná síla. (Příčinou Meissnerova efektu je, že magnet vytvoří uvnitř supravodiče jakýsi svůj „zrcadlový obraz“, takže původní magnet a jeho zrcadlový obraz se vzájemně odpuzují. Jiný způsob pohledu je, že magnetická pole nemohou proniknout do supravodiče. Silokřivky jsou naopak vytěšňovány. Držíme-li tedy magnet nad supravodičem, supravodič jeho silokřivky vytěšňuje, a ty následně tlačí magnet nahoru a tím způsobí jeho levitaci.)

Je možné, že v budoucnosti budou Meissnerova efektu využívat silnice vyrobené z tohoto speciálního keramického materiálu. Pak by nám magnety umístěné na opasku nebo v pneumatikách umožnily magicky plout k cíli bez jakéhokoli tření a ztráty energie.

Meissnerův efekt působí pouze na magnetické materiály, jako jsou kovy. Supravodivých magnetů je však možno použít i k levitaci nemagnetických materiálů, které jsou buď paramagnetické, nebo diamagnetické. Tyto materiály nemají vlastní magnetismus, magnetickými se stávají teprve v přítomnosti vnějšího magnetického pole. Paramagnetické látky jsou vnějším magnetem přitahovány, zatímco diamagnetické jím jsou odpuzovány.

K diamagnetickým látkám patří kupříkladu voda. Všechny živé bytosti se skládají (mimo jiné) z vody, a mohou proto v přítomnosti silného magnetického pole levitovat. Vědcům se podařilo nechat v magnetickém poli o síle přibližně 15 tesla (což je třicetitisícinásobek síly zemského magnetického pole) vznášet malé živočichy, například žáby. Jestliže se však stanou realitou supravodiče při pokojové teplotě, mělo by být možné díky jejich diamagnetickým vlastnostem nadnášet i velké nemagnetické objekty.

Závěrem je možno říci, že silová pole běžně vystupující ve sci-fi neodpovídají vlastnostem čtyř základních vesmírných sil. Mnohé vlastnosti silových polí bychom však mohli dokázat napodobit pomocí vícevrstvých štítů,

skládajících se z plazmového okénka, laserové clony, uhlíkových nanovláken a fotochromatických molekul. Vývoj takového štítu je však možná vzdálen mnoho desetiletí a snad i staletí. Jestliže se navíc podaří objevit materiály supravodivé při pokojové teplotě, mohla by se silná magnetická pole použít k levitaci aut a vlaků a vznášení ve vzduchu, jak to vidíme ve vědeckofantastických filmech.

Na základě těchto úvah bych silová pole zařadil mezi nemožnosti I. řádu - tedy mezi věci, které jsou za použití dnešní techniky nemožné, v jisté obměně by však mohly být uskutečnitelné přibližně za sto let.