

James Kakalios

FYZIKA SUPERHRDINŲ



argo

ARGO

James Kakalios

FYZIKA SUPERHRDINŮ

ARGO

Přeložil Petr Kotouš.

The Physics of Superheroes
Copyright © 2009 by James Kakalios
Translation © Petr Kotouš, 2018

ISBN 978-80-257-2515-3 (váz.)
ISBN 978-80-257-2601-3 (e-kniha)

Pro Therese

OBSAH

Úvod	11
Předmluva	13
Předmluva	ke druhému vydání 16
Předehra	Skryté kořeny: jak věda zachránila komiksové příběhy 18

ČÁST PRVNÍ MECHANIKA

KAPITOLA PRVNÍ	Vzhůru, vzhůru a pryč 37 Síly a pohyb
KAPITOLA DRUHÁ	Rozebírání Kryptonu 48 Newtonův gravitační zákon
KAPITOLA TŘETÍ	Den, kdy zemřela Gwen Stacyová 57 Impuls síly a hybnost
KAPITOLA ČTVRTÁ	Bleskurychlý Flash 68 Tření, odpor vzduchu a zvuk
KAPITOLA PÁTÁ	Hustota je mým osudem 78 Vlastnosti hmoty
KAPITOLA ŠESTÁ	No tak se baví s rybami. Máte snad něco proti tomu? 86 Mechanika kapalin
KAPITOLA SEDMÁ	Může se zhoupnout na pavoučím vlákně? 99 Dostředivé zrychlení
KAPITOLA OSMÁ	Dokáže se Mravenčí muž proboxovat z papírového sáčku? 103 Točivý moment a rotace
KAPITOLA DEVÁTÁ	Lidská káča to roztáčí 110 Moment hybnosti
KAPITOLA DESÁTÁ	Je Ant-Man hluchý, němý a slepý? 120 Rovnoměrný harmonický pohyb

KAPITOLA JEDENÁCTÁ	Jako blesk 126 Speciální relativita
--------------------	--

ČÁST DRUHÁ

ENERGIE

TEPLO A SVĚTLO

KAPITOLA DVANÁCTÁ	Dietní rozvrh Central City 137 Zachování energie
KAPITOLA TŘINÁCTÁ	Případ zmizelé práce 155 Tři zákony termodynamiky
KAPITOLA ČTRNÁCTÁ	Mutantská meteorologie 170 Kondukce a konvekce
KAPITOLA PATNÁCTÁ	Proč vám hrozivá síla tajemného Taviče uvaří večeři v cukru letu 180 Fázové přechody
KAPITOLA ŠESTNÁCTÁ	Electrova úporná přilnavost 187 Elektrostatika
KAPITOLA SEDMNÁCTÁ	Superman dává za vyučenou 196 Spider-Manovi Elektrické proudy
KAPITOLA OSMNÁCTÁ	Jak se z běžícího Electra stává Magneto 204 Ampérův zákon
KAPITOLA DEVATENÁCTÁ	Jak se z běžícího Magneta stává Electro 211 Magnetismus a Faradayův zákon
KAPITOLA DVACÁTÁ	Electro a Magneto dělají vlny 220 Elektromagnetismus a světlo

ČÁST TŘETÍ

MODERNÍ FYZIKA

KAPITOLA DVACÁTÁ PRVNÍ	Výprava do mikrovesmíru 231 Atomová fyzika
KAPITOLA DVACÁTÁ DRUHÁ	Není to sen! Není to podvod! Nejsou to výmysly! 243 Kvantová mechanika
KAPITOLA DVACÁTÁ TŘETÍ	Skrz zeď jako po másle 261 Tunelový jev
KAPITOLA DVACÁTÁ ČTVRTÁ	Nandej to Škeblounovi 268 Fyzika pevných látek

KAPITOLA DVACÁTÁ PÁTÁ	Kostýmy jsou taky super Fyzika materiálů	288
ČÁST ČTVRTÁ	CO JSME SE DOZVĚĎELI?	
KAPITOLA DVACÁTÁ ŠESTÁ	Já být Bizarro! Superhrdinské kiksý	313
<i>Doslov</i>	Hle, konec se blíží!	329
<i>Doporučená četba</i>		333
<i>Nejdůležitější rovnice</i>		339
<i>Poznámky</i>		344
<i>Poděkování</i>		362
<i>Rejstřík</i>		365

ÚVOD

Ačkoliv se Kojot Wilda nedá považovat za superhrdinu ani s tou nejbujnější představivostí, musím přiznat, že právě tento smolařský zloduch – který s každou epizodou uniká smrti, zatímco se marně, ale s téměř sisyfovským úsilím den co den žene za ptákem Uličníkem – byl tím, díky kterému jsem se poprvé zamyslel nad fyzikou kreslených postaviček. Už jako malý chlapec s očima přikovanými k televizoru jsem začal cítit pochybnosti, kdykoliv Kojot Wilda prosvištěl po útesu až nad propast a nějakou chvíli tam visel, dokud si neuvědomil, že už pod nohama necítí pevnou zem. Přišlo mi, že gravitace by přece měla konat svoji práci, ať už si je Kojot její existence vědom či nikoliv.

Tento příklad zmiňuji navzdory skutečnosti, že v něm nevystupuje žádný superhrdina a že se jedná o animovaný televizní seriál a ne o postavu z komiksu, protože ukazuje, z jakého základu vyrůstá můj přístup k výuce fyziky: málokdy si něco zapamatujeme líp, než když se musíme vyrovnat s vlastními mylnými představami. Někteří z nás, kdo se živíme „vzděláváním v oblasti fyziky“, dokonce tvrdí, že jedině když budete studenty vést k tomu, aby nahlédli vlastní omyly, dosáhnete toho, aby si učivo zapamatovali. Nevím, jestli je to pravda nebo ne, ale jsem si jistý, že když chcete porozumět obecně sdíleným omylům, pak využít oblasti, kde se formuje náš kulturní náhled na svět, je dobrý začátek. A pokud to znamená, že si na pomoc vezmete Supermana nebo Star Trek, tak je to jedině dobře!

Rozhodně ale nechci vypadat, že dávám komiksové příběhy do spojitosti s obecně přijímanými omyly kvůli tomu, abych komiksy shazoval. To ani náhodou! Komiksy mnohdy popisují realitu správně, a jak James Kakalios říká v úvodu této dalekosáhlé pouti od gravitace na planetě Krypton po kvantovou mechaniku X-Menů, studenti často reptají, že standardní příklady z jeho kurzu úvodu do fyziky mají jen málo společného se skutečným světem, kterému budou čelit po promoci. Jakmile jim ale představí fyziku superhrdinů, okamžitě bručet přestanou.

Člověka by mohlo napadnout, jestli jim snad Superman nepřipadá skutečnější než kladky, lana a nakloněné roviny. Skutečný důvod, proč si studenti nestěžují, je ovšem nepochybně ten, že komiksové knihy jsou na rozdíl od nakloněné

roviny zábavné. To je pravděpodobně ten nejužitečnější důvod, proč se nad fyzikou superhrdinů zamýšlet. Nejenom protože se takto setkáte s nejrůznějšími zajímavými fyzikálními problémy, počínaje každodenními jevy a konče nepřístupnými moderními tématy, ale navíc vás bude přemýšlení o nich bavit. A navíc, taková kvantová mechanika se sice může zdát jako docela strašidelné téma – ale kdo by se bál roztomilé Kitty Pryde?

Někteří z vás, kdo si pamatujete na dobu, kdy vás jako malé komiksové knihy dokázaly doslova uhranout, si možná vybavíte tu skleslost, když vás napadlo, zda náš vlastní svět není oproti všem těm dramatům ve světech komiksových superhrdinů nakonec nuda. Ve skutečnosti je však mnohem zajímavější a napínavější otevřít vlastní mysl skrytým zázrakům přírody, které nám věda za posledních nějakých čtyři sta let postupně odhalila. Pravda je totiž mnohem podivnější než fikce, dokonce podivnější než fikce komiksová. A zjišťovat, proč tomu tak je, je na celé té věci to zábavné.

Lawrence M. Krauss

Cleveland, Ohio

PŘEDMLUVA

Jako kluk jsem byl do komiksů blázen, ale jako spousta lidí přede mnou i po mně jsem tohoto koníčku zanechal, když jsem na střední škole objevil holky. Moje matka postupovala podle scénáře obvyklého v těchto situacích a využila tuto příležitost k tomu, aby mou sbírku komiksů vyhodila. Ke čtení komiksů jsem se vrátil o několik let později během postgraduálu, když jsem tím odbourával stres pramenící z práce na dizertaci. Tehdy jsem už jako dospělý rekonstruoval značnou část své bývalé sbírky (neboli jak tomu říká moje žena, zvýšil jsem „požární riziko“ naší domácnosti) a svojí matce jsem pro všechny případy zakázal se k ní přiblížit.

V roce 1998 univerzita v Minnesotě, kde působím jako profesor fyziky, zavedla nový typ kurzů označených jako „semináře pro prváky“. Jedná se o semináře pro malý počet studentů, za jejichž absolvování se sice získává zápočet, ten však není nutný pro splnění požadavků žádného konkrétního učebního plánu. Vyučujícím je dána volnost ve výběru netradičních témat, a škola tak nabízí prvákům například kurzy týkající se bioetiky a lidského genomu, červené barvy (chemický seminář), obchodu a globální ekonomiky či třeba kurz s názvem „Komplexní systémy: od pískoviště po Wall Street“. V roce 2001 jsem takto zorganizoval seminář původně nazvaný „Všechno, co vím o fyzice, jsem se naučil čtením komiksů“. Jedná se o fyzikální seminář pokrývající většinu témat obvykle zahrnutých v kurzu úvodu do fyziky, svůj výklad jsem ovšem nepostavil na obvyklých závažích na pružině a předmětech sklouzávajících po nakloněné rovině, ale na příkladech sesbíraných ze čtyřbarevných dobrodružství superhrdinů v upnutých kostýmech a soustředil jsem se především na ty situace, kdy komiksy popisovaly fyzikální jevy správně.

Tato kniha sice z mého semináře vychází, nejde však o učebnici. Psal jsem ji pro laické čtenáře, kteří se chtějí relativně bezbolestně něco dozvědět o základních fyzikálních konceptech v pozadí našeho moderního technologického životního stylu. Probírám v ní témata, jako je síla a pohyb, zachování energie, termodynamika, elektřina a magnetismus, kvantová mechanika, fyzika pevných látek či věda o materiálech, a vysvětluji, jak jsou tyto jevy využity u předmětů denní potřeby,

jako jsou airbagy v automobilu, tranzistory nebo mikrovlnné trouby. Doufám, že vám tento superhrdinský zmrzlinový pohár bude chutnat tak, že si ani nevšimnete, že vás během toho potají krmím špenátem.

Tuto knihu mohou číst jak zapálení fanoušci komiksů, tak lidé, kteří nerozeznají Batmana od Man-Bata. Abych mohl vysvětlit fyzikální jev spojený s daným superhrdinou nebo příběhem, musím často shrnout hlavní charakteristiky a dějové linie různých komiksových příběhů. Ty z vás, kteří dosud tyto klasické komiksy nečetli, musím varovat – v této knize se budete neustále setkávat s prozračením point a rozuzlení příběhů!

Čtenáři, kteří by si rádi prošli zdrojový materiál, o němž v knize píšu, najdou bibliografické údaje použitých komiksových příběhů na konci knihy. Zaznamenal jsem zde informace o původních komiksových časopisech, a – pokud to bylo možné – také kde lze daný příběh najít přetištěný v nějaké antologii. Časové údaje o konkrétním komiksu, uváděné na jeho obálce, ovšem neznamenají, kdy se daný příběh poprvé objevil na novinových stáncích. Aby se prodloužila doba, po kterou leží v regálu, znamenalo datum otištěné na obálce dobu, kdy se mají výtisky vrátit vydavateli, nikoliv odkdy byl časopis nabízen k prodeji. Ve snaze přilákat nové čtenáře, kteří zatouží po prvním vydání komiksu coby sběratelské položce, vydavatelé komiksů občas začnou s novým číslováním, i když název komiksu zachovávají beze změny. Pokud není výslovně uvedeno jinak, pak údaje o vydání odkazují k první řadě komiksu. Pokud to bylo možné, uvádím v poznámkovém aparátu u každého komiksu také jméno autora scénáře a výtvarníka. Opomenutím kreslířů (inkerů) nesnižuji jejich příspěvek k hotovému dílu (rozhodně si nemyslím, že jejich práce je totéž co nějaké „obtahování“), spíše tím dávám najevo, že hlavní zodpovědnost za fyzikální jevy zobrazené v té které scéně nese výtvarník a scenárista.

Každý výklad o fyzice v komiksových příbězích přirozeně provokuje k pečlivému prověřování odborníky na fyziku stejně jako fanoušky komiksů, přičemž obě skupiny jsou pověstné svou, řekněme, pozorností k detailům. Každý mnou vybraný příklad nějak ilustruje konkrétní fyzikální princip. Někdy však hned následující číslo komiksu obsahovalo scénu, která protirečí fyzikálně korektnímu popisu superschopnosti, který jsem jako příklad vybral já. Když si uvědomíte, že postavy superhrdinů se po více než polovinu století objevovaly v nesčetných příbězích, můžete si být jistí, že pro každé moje tvrzení by se našel protipříklad. Takže upozorňuji své souputníky mezi komiksovými fanoušky, že tato kniha nebyla zamýšlena jako definitivní posudek schopností či skutků kteréhokoliv komiksového hrdiny, byť zkoumání fyziky spojené se schopnostmi superhrdinů v mnoha případech přispěje k tomu, že jejich vlohy o to více oceníme.

Stejně tak varuji své odborné kolegy, že tato kniha je určena čtenářům, kteří nejsou experty na fyziku. Snažil jsem se proto věci pojímat jednoduše a brát přitom na vědomí drobné chyby a komplikace při srovnávání se skutečností. Vyčerpávající výklad mnoha uvedených témat by snadno zaplnil několik svazků a mohl by sloužit jako konkrétní doklad posledních slov doktora Manhattana v závěru komiksu Alana Moorea a Davea Gibsona *Strážci*: „Nic nekončí, Adriane. Nikdy nic nekončí.“

Jazyk, kterým se svět fyziky popisuje, je ve své podstatě matematický. Proč je tomu tak, to je hluboká, filozofická otázka (fyzik Eugene Wigner v tomto smyslu hovoří o „neodůvodněné efektivitě matematiky“ při popisu vlastností přírody), která nedává spát všem, kdo se pustili do jejího studia. Psaní knihy týkající se komiksových superhrdinů člověka svádí, aby z ní vypustil sebemenší stopu matematiky. To by byl ovšem ještě větší podvod než nezařadit do knihy o Picassovi jedinou reprodukci jeho díla nebo nevložit do knihy o historii jazzu CD s nahrávkami, protože žádná diskuse o fyzice se bez matematiky neobejde.

Čtenáři mohou namítat, že matematické nerozumění nebo že nemají schopnost matematického myšlení. Pro potřeby této knihy vám však bude stačit, abyste chápali, že $\frac{1}{2} + \frac{1}{2} = 1$. Čili že dvě půlky dávají dohromady celek. Pokud souhlasíte, že $\frac{1}{2} + \frac{1}{2} = 1$, pak by vás nemělo znepokojit vyjádření $2 \times (\frac{1}{2}) = 2/2 = 1$ (tedy dvakrát jedna polovina), protože dvě poloviny dávají dohromady jedna. Je to tak jednoduché, že vás možná samotné překvapí, že jste právě vyřešili úlohu z algebry (a to jste si po střední škole mysleli, že už nic takového v životě dělat nebudete!).

Mnoho studentů má už dlouho podezření, že v algebře je nějaký trik. Jde o tohle: pokud máte rovnici popisující pravdivé tvrzení, jako třeba že $1 = 1$, pak můžete k této rovnici přičíst či od ní odečíst libovolné číslo nebo ji libovolným číslem vynásobit či vydělit (kromě dělení nulou), pokud to ovšem učiníte na levé i pravé straně rovnice; a její správnost bude zachována. Jestliže tedy k oběma stranám rovnice $1 = 1$ připočteme číslíci 2, získáme výraz $1+2 = 1+2$, tedy $3 = 3$, což je stále pravdivý výraz. Vydělením obou stran rovnice $1 = 1$ dvojkou získáme $\frac{1}{2} = \frac{1}{2}$. Protože $1 = 1$, pak $\frac{1}{2} + \frac{1}{2} = 1$, což lze také napsat jako $2/2 = 1$. Uzavřeme tedy dohodu, neohrožený čtenáři: Já nebudu používat žádnou matematiku sofistikovanější než takovou, jakou jsem ti v tomto odstavci předvedl, a ty nepropadneš panice, kdykoliv narazíš na matematickou rovnici. Nic ti nebrání kolem matematiky jen tak proplout a všemu porozumíš stejně dobře. Pokud tě však někdy napadne vypočítat třeba rychlost nebo velikost síly i v jiných situacích, než o kterých pojednává tato kniha, nabízím ti nástroj, jak to udělat. V každém případě můžu slíbit, že tě na konci této knihy nečeká žádné zkoušení!

PŘEDMLUVA KE DRUHÉMU VYDÁNÍ

Sepisování mé dizertační práce se blížilo ke konci. Během postgraduálního studia mi můj vedoucí neustále vštěpoval myšlenku, že žádný vědecký výzkum není nikdy „hotový“. Bez ohledu na to, zda jste se dočkali odpovědí na své otázky, vždycky zůstane alespoň pár otázek nezodpovězených – pár otevřených problémů, které je třeba dořešit. Během psaní *Fyziky superhrdinů* jsem stejně tak pochopil, že úplně hotová není ani žádná kniha. Rukopis napřed putuje k redaktoru, kontroluje se sazba (mohu vám garantovat, že překlepů, které do knihy nevyhnutelně proklouznou, si po otevření čerstvého výtisku knihy každý pyšný autor všimne jako prvních) a kniha už leží na regálech obchodů, a přesto zůstávají nedořešené otázky. Vždycky toho zbývá tolik, co se ještě dalo říct nebo co se dalo říct lépe.

Proto jsem byl tak rád, když mi v Gotham Books nabídli, abych připravil druhé vydání *Superhrdinů*. Zpětná vazba od čtenářů prvního vydání z roku 2005 mě upozornila na mnohá témata, která zasluhovala hlubší pozornost. Zejména můj odhad doby, po kterou by musela váha Supermanova těla tlačit na zem, když se chystal překonat jediným skokem vysokou budovu, vyprovokoval spoustu přátelských diskusí s mými čtenáři, a já jsem moc rád, že jsem dostal příležitost tuto kapitolu v druhém vydání přepracovat.

Brzy po vydání knihy jsem navíc narazil na superhrdinské ilustrace různých fyzikálních principů, které bych býval do knihy rozhodně zařadil, kdybych je měl při jejím psaní k dispozici. Toto druhé vydání tedy obsahuje nové kapitoly týkající se mechaniky kapalin, momentu hybnosti a vědy o materiálech; o těchto tématech uvažuji ve výkladu o hrdinech a padouších, jako jsou Aquaman, Top nebo Whirlwind, či celá Liga spravedlnosti a Avengers. Některé kapitoly v oddílu o mechanice jsem přeskupil, aby se zlepšila návaznost probíraných témat. Každou kapitolu jsem nějak přepracoval, některé i velmi výrazně. Matematická analýza dokládá, že v tomto druhém vydání jsou použité vtipy o 12,7 procent sušší, v ně-

kterých případech díky použití převráceného pravidla tří (namísto dvou nenápadných vět vedoucích k pointě dvě pointy následované normální větou). Doufám, že vám toto druhé vydání poslouží jako zábavná a přístupná možnost, jak se něco dozvědět o základních fyzikálních principech.

Kromě všech těch, kterým už jsem děkoval v prvním vydání, bych rád ještě vyzdvihl jména několika lidí, kteří mi pomohli s přípravou toho druhého. Skvěle a bystře ji redigoval Patrick Mulligan z Gotham Books. Jsem hrdý na svého syna Thomase, který pozorně přečetl nové kapitoly, a poskytl mi pár rad, kde co vylepšit nebo vyjasnit. Laura Gjovaag, která provozuje neoficiální Aquamanovu stránku, a Rob Kelly ze stránky Aquaman Shrine posloužili jako neocenitelný zdroj obrázků a informací o všem možném, co se kdy Aquamana týkalo. Děkuji za všechno ten čas a úsilí, které mi věnovali. Ještě jednou bych také moc rád poděkoval Jenny Allenové za pomoc při přípravě nových obrázků do tohoto druhého vydání.