

Kvalitní učebnice fyziky – důležitá opora výuky

Jiří Spousta^a, Stanislav Průša^a, Aleš Trojáněk^b, Petr Dub^a

^a Ústav fyzikálního inženýrství, Fakulta strojního inženýrství, Vysoké učení technické v Brně, Technická 2, 616 69 Brno; spousta@fme.vutbr.cz, prusa@fme.vutbr.cz, dub@fme.vutbr.cz

^b Gymnázium Velké Meziříčí, Sokolovská 27/235, 594 01 Velké Meziříčí; trojanek@gvm.cz

Úvodem

Vědci, učitelé, pracovníci státních i mezinárodních institucí i širší veřejnost se zamýšlejí nad kvalitou výuky matematiky a přírodních věd. Často se konstatuje nezájem o tyto obory jak ve školách, tak ve společnosti. Např. Evropská unie sestavila expertní komisi, která dospěla k závěru, že za jednu z hlavních příčin ochabujícího zájmu mladých lidí o studium přírodních věd jsou považovány způsoby, kterými se přírodní vědy vyučují ve školách. Komise proto navrhla přejít na IBSE (Inquiry – Based Science Education). To podle dosavadních zjištění prokázalo svou efektivitu jak v primárním, tak i v sekundárním vzdělávání v tom, že jednak rostl zájem žáků o ně, jednak se zlepšily i jejich dosahované výsledky a současně se podněcovala motivace učitelů. IBSE bylo shledáno efektivní u všech skupin žáků, tzn. počínaje těmi nejslabšími až po ty nejschopnější, a to v souladu s jejich úsilím být nejlepší. Navíc se IBSE ukázalo být prospěšné i při podpoře zájmu a participace dívek v přírodovědných aktivitách (viz např. [1]).

V poslední době se věnuje velká (někdy až příliš velká) pozornost výsledkům mezinárodních výzkumů úrovně vzdělávání. Jedním z nejznámějších je mezinárodní projekt OECD PISA (Programme for International Student Assessment), jehož výsledky jsou všeobecně uznávány. Výzkum probíhá ve tříletých cyklech, zaměřuje se na zjišťování znalostí a dovedností (kompetencí), které jsou nezbytné pro uplatnění mladých lidí v současné společnosti, a je prvotně zaměřen na zjišťování čtenářské, matematické a přírodovědné gramotnosti u patnáctiletých žáků. Do výzkumu jsou zapojeny všechny členské země OECD a mnohé další. Zdůrazněme, že v tomto projektu je kladen důraz na tzv. čtenářskou, matematickou a přírodovědnou gramotnost, a ne na izolované vědomosti. Uvedme podle publikace [5] definici přírodovědné gramotnosti:

Přírodovědná gramotnost je schopnost využívat vědomosti, klást otázky a z daných skutečností vyvozovat závěry, které vedou k porozumění světu přírody a pomáhají v rozhodování o něm a o změnách působených lidskou činností.

Čtyři hlavní složky přírodovědné gramotnosti jsou:

- základní přírodovědné vědomosti, které by žáci měli nabýt,



Obr. 1 K zavádění prvků badatelsky orientované výuky přispívají interaktivní výstavy. Fotografie je z výstavy *Vědecká hračka +*, která se konala na Gymnáziu Velké Meziříčí v roce 2006. (Archiv GVM.)

- kompetence, které by si žáci měli osvojit a naučit se je používat,
- kontext, ve kterém se žáci s přírodními problémy setkávají,
- postoje žáků k přírodním vědám.

Zaměření výzkumu i vlastní pojem např. přírodovědné gramotnosti jsou nejlépe vidět na konkrétních (podle našeho názoru velmi pěkných) úlohách, které jsou částečně uvolňovány a zveřejňovány [2, 3, 4]. Výsledky zjištění jsou pravidelně publikovány. Podívejme se ve stručnosti na výsledky českých žáků v letech 2006 [5] a 2009 [6].

V roce 2006 patřili čeští žáci mezi žáky dvaceti zemí s nadprůměrným výsledkem v přírodovědném testu. Výzkum dále ukázal, že čeští žáci

... mají osvojeno velké množství přírodovědných poznatků a teorií, problémy jim však dělá vytvářet hypotézy, využívat různé výzkumné metody, experimentovat, získávat a interpretovat data, posuzovat výsledky výzkumu, formulovat a dokazovat závěry apod.

Problémem ve výuce přírodních věd v ČR může být i to, že...

... učebnice, zejména fyziky a chemie, jsou často velmi teoretické a ilustrační příklady jsou spíše technického charakteru, což vyhovuje více chlapcům než dívkám.

» Polovina patnáctiletých žáků se ve škole nudí. «

Výsledky českých žáků se v roce 2009 ve srovnání s předchozími ročníky zhoršily [6]. I když se zjišťovaly všechny tři výše uvedené gramotnosti, těžiště výzkumu spočívalo tentokrát v oblasti čtenářské gramotnosti. Podle [6] dosáhli čeští žáci v testu čtenářské gramotnosti podprůměrných výsledků a ČR je jedna z pěti zemí OECD, ve kterých došlo od roku 2000 k významnému zhoršení výsledků.

V matematické části testu byl výsledek českých žáků průměrný. Výsledky českých žáků se však v období od roku 2003 do roku 2009 zhoršily nejvíce ze všech zemí, které se obou cyklů výzkumu zúčastnily. V přírodovědné části testu byl výsledek též průměrný. Za poměrně krátké časové období od roku 2006 do roku 2009 doznaly vědomosti českých žáků druhého největšího zhoršení mezi zúčastněnými zeměmi.

Závažné je též zjištění, že

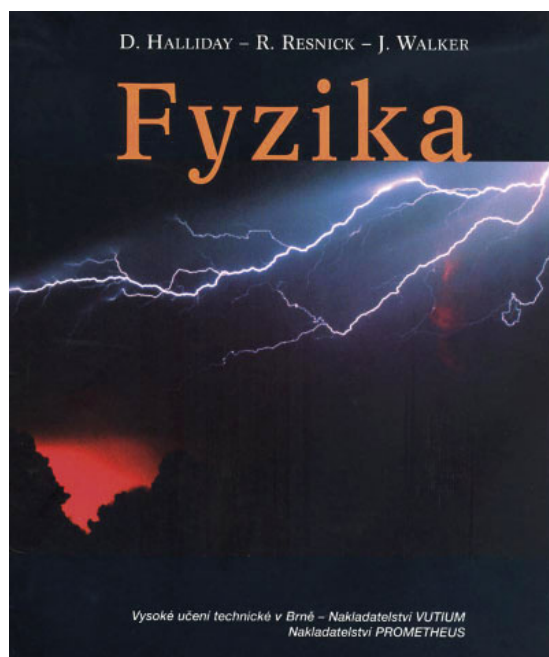
... polovina všech českých patnáctiletých žáků se ve škole nudí a třetina do školy nechce chodit.

V obou letech (2006, 2009) byly zjištěny velké rozdíly mezi dobrými a slabými žáky.

Když shrneme výsledky výše uvedených šetření, ale i mnoha dalších, zde jmenovitě neuváděných výzkumů, můžeme konstatovat tyto skutečnosti: Jestliže dříve naši žáci měli v průměru ve srovnání se žáky z jiných zemí více vědomostí a znalostí z fyziky (přírodních věd), ale chyběly jim schopnosti je aplikovat a využívat, nyní si pohoršili i ve vědomostech a znalostech.¹ Nedobré je rovněž zjištění, že výuka přírodovědných předmětů (a zejména fyziky) je ne baví, považují ji za suchopárnou a málo názornou. Fyziku v některých zjištěních považují za obtížný a nejméně oblíbený předmět, ze kterého mají i špatné známky [1].

Jestliže zde hovoříme o kvalitě a úrovni vzdělávání, nemáme na mysli jen přírodovědné či technické vzdělávání na úkor humanitních předmětů. To se nyní někdy děje. Navíc se u nás i v Evropě často mluví o vzdělanosti

1 Na možné příčiny špatných výsledků našich žáků je poukázáno v článku [8].



Obr. 2 Příkladem velmi úspěšné a používané učebnice úvodního kurzu fyziky je český překlad knihy [10].

společnosti, ale zdůrazňuje se význam kvalifikace, preferují se různé evaluační, testovací a srovnávací nástroje. Dochází tak k záměně pojmů: *vzdělání x kvalifikace*. I když každá škola (základní, střední či vysoká) se snaží žáky a studenty co nejlépe připravit na budoucí studium či zaměstnání, vybavit je schopnostmi a kompetencemi, pojem vzdělání představuje jistě něco víc než jen právě použitelnou kvalifikaci pro výkon dané profese.² Výuku fyziky považujeme za integrální součást všeobecného vzdělání v duchu výroku prof. Štecha z UK v Praze:

Děti, které posíláme do školy, si potřebují osvojit i praktické poznatky a dovednosti. Všechny však především potřebují školu, aby mohly společně zažít hodnotu něčeho trvalého a nepomíjivého. Něčeho, co nás výrazně charakterizuje jako členy společné kultury. Ať už jsou to stejné básně nebo Archimédův zákon [7].

Možnosti, jak pozitivně ovlivnit kvalitu vzdělávání, jsou v podstatě tyto³: vzdělávání budoucích učitelů, finanční a společenské ohodnocení jejich práce, organizační a materiální podmínky výuky ve škole a *opory výuky, zejména učebnice*. A právě učebnicím pro střední školy (gymnázia) se budeme v další části článku věnovat.

Jaké vlastnosti by měly mít dobré učebnice fyziky?

Na tuto otázku, zdá se, neexistuje jednoznačná odpověď. Ta se bude také s dobou i místem měnit. Přesto však existují takové texty, o kterých většina fyziků a učitelů fyziky i příbuzných oborů prohlásí, že jsou dobré, že je rádi používají. Mezi takové určitě patří úvodní kurz vysokoškolské fyziky [10].

Celkové pojetí

Především je třeba vyvarovat se dvou extrémů – pouhého intuitivního chápání fyziky, povrchní atraktivity a absence určité struktury textu na straně jedné a suchopárné, školometské pseudopřesnosti na straně druhé. Dobré učebnice musí studenty zaujmout, motivovat je a poskytovat jim radost z poznání zákonitostí světa. Musí samozřejmě obsahovat řadu promyšlených příkladů a úloh, jejichž řešení žákům umožní kontrolu míry porozumění textu.

Srozumitelnost textu, jeho obsah a členění

V učebnici by měl být „výklad“ ucelený a logicky strukturovaný, aby umožňovala průměrnému středoškolskému studentovi bez větších potíží samostatné studium. K parametrům, které by měly být posuzovány v rámci stanovení vhodnosti či nevhodnosti textu k použití jako středoškolské učebnice fyziky, patří zejména:

- obsah – středoškolská učebnice by měla pokrývat stěžejní náplň fyziky – od mechaniky přes molekulo-fyziku, elektromagnetismus a optiku k prvkům teorie relativity a k fyzice mikrosvěta (důraz by ovšem měl být kladen na moderní fyziku včetně jejích zajímavých aplikací);
- návaznost jednotlivých kapitol a vzájemná jednoduchá provázanost odkazy mezi odpovídajícími si částmi výkladu;

2 Současnou situací v oblasti školství, jeho reformami a společenskými souvislostmi se zabývá prof. Liessmann ve své u nás velmi známé knize *Teorie nevzdělanosti* [9].

3 Samozřejmě, že nejdůležitějším předpokladem kvalitního školství je celkový příznivý postoj společnosti, opravdová podpora od státních institucí.

- gradace obtížnosti témat, promyšlené příklady a úlohy, ale i komplexnější problémy a prvky badatelsky orientované výuky;
- existence rejstříku pro snadnější orientaci v textu;
- případně další doprovodné texty, elektronické studijní materiály (obrázky, interaktivní úlohy apod.), které usnadňují pochopení studované problematiky.

Přiměřenost odborné úrovně úrovni výuky fyziky na českých středních školách, především gymnáziích

Správná středoškolská učebnice by měla poskytnout důkladnějšímu čtenáři odborné informace na patřičné výši, musí však obsahovat víceúrovňový systém – studenta, který nemá hlubší zájem o studium fyziky, by neměla znechutit, ale musí mu podat odpovídající množství informací přijatelnou formou – například grafickým odlišením náročnějších partií fyziky a složitějších problémů a těžších příkladů k řešení. Společným rysem všech učebnic by měla být možnost určité autonomie studenta, tj. přiměřená nezávislost na úrovni učitelova výkladu. Učebnice by měla poskytovat opravdovému zájemci dostatek podkladů a informací v takové podobě, aby byl schopen nejen samostatně nastudovat danou problematiku, ale zároveň si ji formou řešení úloh osvojil, zažil, a tak zjistil, nakolik látce opravdu rozumí. To samozřejmě předpokládá, že správná učebnice bude obsahovat část „návod k použití“ (např. v publikaci [10]: „Jak pracovat s touto knihou“), která umožní naplno rozvinout informační potenciál, původně možná trochu ukrytý v záplavě všech údajů v učebnici uvedených. Studentům by mělo být zdůrazňováno, že fyzice porozumí hlavně řešením fyzikálních úloh a problémů, nikoliv čtením si o nich. V některých učebnicích bývají u těžších úloh poznámky typu „Jak na to“, případně „V čem to vězí?“ apod. Bývá vhodné za každou ucelenou oblastí probírané látky uvádět přehled a shrnutí, které by mělo patřit k „povinné výbavě“ čtenáře, pokud chce látce porozumět a chce-li pokračovat v dalším studiu kapitoly následující bez ztráty souvislostí.

Rozsah užitého matematického aparátu

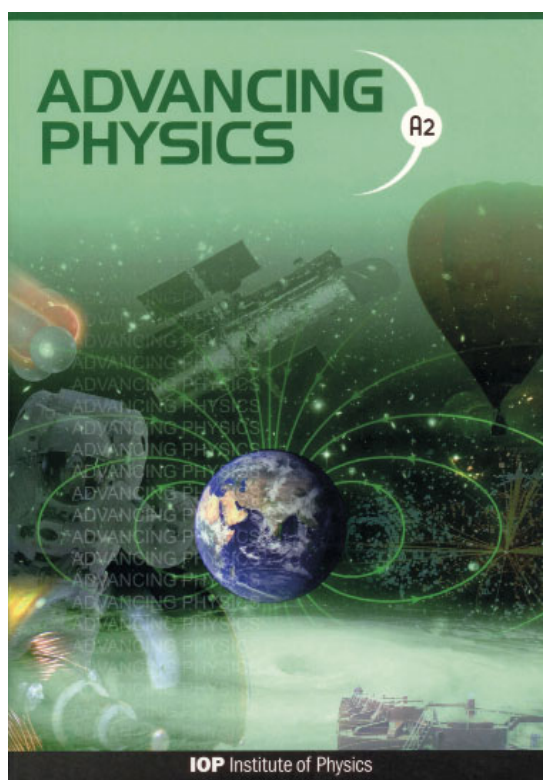
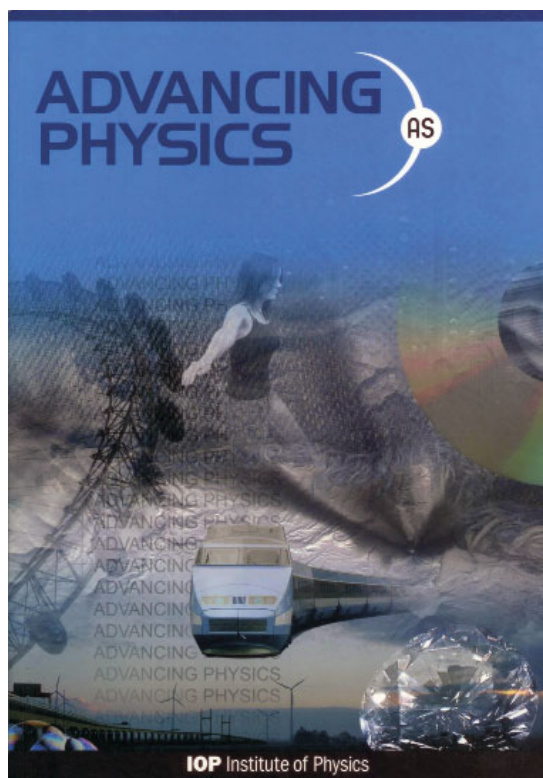
Toto hledisko je velmi důležité, neboť matematický aparát, jeho přiměřenost a dostatečná přesnost dělá z dobré učebnice fyziky vynikající učebnici. Nadužívání tohoto aparátu, přehnaná rigoróznost, nepřiměřenost věkové skupině, nebo naopak užívání vágních pojmů dělá ze špatné učebnice fyziky ještě horší učebnici.⁴

Složení a renomé autorského kolektivu, počet vydání učebnice

V neposlední řadě je nutné při výběru vhodné učebnice přihlížet ke složení autorského kolektivu a úrovni vydavatelství. Je zřejmé, že autoři, zpracovávající více než 25 let „své“ téma při přípravě učebnice fyziky, mající za sebou několik vydání textu, mohou využít mnohých zpětných vazeb k dalšímu obohacení textu a jeho celkového vylepšení. Rovněž jejich „renomé“ je dostatečnou zárukou toho, že si mohou dovolit ve svých učebních textech uvádět jistá zjednodušení, vedoucí k vyšší atraktivnosti učebnice, která jim jejich odborné okolí „rádo odpustí“.

4 V současné době se na českém trhu učebnic vysokoškolské matematiky objevily první a druhý díl (z celkového zamýšleného třídílného cyklu) *Matematika pro porozumění a praxi* [11] a [12], autorem Jany a Pavly Musilových, která je příkladem zajímavého pojetí výkladu vyšší matematiky.

» Matematický aparát může udělat z dobré učebnice učebnici vynikající. «



Obr. 3 Titulní strany kurzu Advancing Physics (<http://post16.iop.org/advphys/>).

Představení anglické učebnice fyziky Advancing Physics

V následující části tohoto příspěvku se budeme věnovat současnému anglickému kurzu Advancing Physics AS, A2 [13]. Na jeho stránkách zjistíme, že mezi hlavní cíle autorů patřilo⁵ vytvořit kurz, který

- představí fyziku jako zajímavou a důležitou;
- je moderní obsahem i způsobem výkladu;

5 Volně přeloženo.

» Strukturu kurzu nám představí jeho úplný obsah. «

- je atraktivní a přístupný pro nejširší možné skupiny studentů;
 - uvádí fyziku v různých souvislostech a ukazuje její spojení s každodenním životem, lidmi, místy a kulturami;
 - odměňuje studenty za iniciativu a odpovědnost a umožňuje jim rozvoj jejich zájmů;
 - plně podporuje užití hlavních matematických metod ve fyzice a pomáhá studentům rozumět jim;
 - atd.
- O struktuře kurzu je možné vytvořit si obraz z jeho obsahu, který pro jeho odlišnost od našich učebnic celý níže uvádíme.

Obsah

AS

Komunikace

1 Zobrazování

- 1.1 Prohlížení (zobrazování) neviditelných věcí
- 1.2 Informace v obrazech
- 1.3 Svýma vlastníma očima

2 Snímání

- 2.1 Vytváření velmi malých věcí
- 2.2 Miniaturní elektronické obvody
- 2.3 Řízení a měření potenciálních rozdílů
- 2.4 Senzory a naše smysly
- 2.5 Dobré měření a vědět, jak ho provést

3 Signály

- 3.1 Digitální revoluce: konec vzdálenosti
- 3.2 Signalizace pomocí elektromagnetických vln

Navrhování materiálů

4 Testování materiálů

- 4.1 Nejlepší volba
- 4.2 Lepší stavby
- 4.3 Dobře vedou elektrický proud, špatně vedou elektrický proud
- 4.4 Problém měření mechanických a elektrických vlastností

5 Pohled dovnitř materiálů

- 5.1 Materiály pod mikroskopem
- 5.2 Tuhé a houževnaté materiály
- 5.3 Výroba dalších materiálů
- 5.5 Řízení elektrické vodivosti

Vlny a kvantové chování

6 Vlnové chování

- 6.1 Pěkné barvy, báječné zvuky
- 6.2 Co je světlo?

- 6.3 Podrobný pohled na vlnové chování
- 6.4 Pohled dopředu

7 Kvantové chování

- 7.1 Kvantové chování
- 7.2 Mnoho možných cest
- 7.3 Elektrony to dělají také
- 7.4 Co to všechno znamená?

Prostor a čas

8 Mapování polohy a času

- 8.1 Cesty
- 8.2 Mapy a vektory
- 8.3 Rychlost

9 Určování následné polohy

- 9.1 Jaká je další poloha tělesa?
- 9.2 Zrychlování, zpomalování
- 9.3 Síla, hmotnost, gravitace
- 9.4 Dopravní inženýrství

Něco navíc: kvalita měření

Oceán pohledem z vesmíru
Kalibrace ultrazvukových přístrojů
Hubbleův teleskop: nejdražší
nulová chyba
Objev přírodního jaderného reaktoru

A2

Modely a pravidla

10 Vytváření modelů

- 10.1 Co když...?
- 10.2 Zásobníky a toky
- 10.3 Modely strojů na měření času
- 10.4 Rezonance

11 Vzhůru do vesmíru

- 11.1 Rytmy nebe
- 11.2 Newtonův gravitační zákon
- 11.3 Příjezdy a odjezdy
- 11.4 Mapování gravitace

12 Naše místo ve vesmíru

- 12.1 Pozorování (zkoumání) vesmíru

- 12.2 Speciální relativita
- 12.3 Byl velký třesk?

Hmota v extrémních podmínkách

13 Hmota: velmi jednoduché

- 13.1 Nahoru, nahoru a daleko
- 13.2 Kinetický model
- 13.3 Energie hmoty

14 Hmota: velmi horká a velmi studená

- 14.1 Magický výraz ϵ/kT
- 14.2 Boltzmannův faktor $\exp(-\epsilon/kT)$

Pole

15 Elektromagnetické stroje

- 15.1 Svět elektromagnetismu
- 15.2 Generátory a motory
- 15.3 O původu sil

16 Náboj a pole

- 16.1 Urychlování až k mezní rychlosti
- 16.2 Vychylování svazků nabitých částic

Základní částice hmoty

17 Pohled do nitra hmoty

- 17.1 Křesce a anihilace
- 17.2 Rozptyl částic a rozměry subatomárních objektů
- 17.3 Hudba atomů
- 17.4 Znamé a neznámé

18 Ionizující záření a jeho nebezpečí

- 18.1 Užití radiace
- 18.2 Údolí stability
- 18.3 Štěpení a fúze

Něco navíc: pokroky ve fyzice

Energeticky úsporné domy
Temná hmota
Profily z vesmíru
Automobily na hybridní pohon

Část Advancing Physics AS je koncipována tak, aby fyzika v ní obsažená studenty zaujala a umožnila jim jejich následnou kvalifikovanější specializovanější volbu. Pokládá solidní základy k dalšímu studiu tím, že nabízí:

- širokou vizi vědní disciplíny, jakou dnes fyzika představuje;
- jednoduchý úvod do základního popisu kvantově-mechanického světa;

- trénink k vybudování základních experimentálních návyků a zpracování naměřených dat, včetně stanovení jejich neurčitosti a systematických chyb.

Díl Advancing Physics A2 prohlubuje pochopení zásadních úvah a fyzikálního přístupu, které byly obsahem dílu AS. Zároveň má studentům umožnit další hlubší studium fyzikálních témat a poskytnout jim cestou individuálního přístupu příležitosti, které vedou k jejich větší seberealizaci. Obsahuje:

- matematické modelování ve fyzice;
- moderní fyziku, včetně kosmologie, teorie relativity a kvantové a částicové fyziky;
- důležité aplikace.

Kromě učebních textů mají učitelé k dispozici i metodický návod a materiály na CD. Z obsahu je zřejmé, že učebnice [13] nevychází z u nás běžné struktury fyziky jako vědy a je členěna poněkud jinak. Je otázkou, do jaké míry by byl přechod na podobnou strukturu u nás aktuálně použitelný. Každopádně lze souhlasit s charakteristikou kurzu uvedenou na jeho stránkách: představuje fyziku jako zajímavou a důležitou, je moderní obsahem i způsobem výkladu, je atraktivní a přístupný pro nejširší možné skupiny studentů (viz např. kopie jedné stránky na obr. 2).

Fyzika vypráví příběh, jak svět kolem nás „funguje“. V učebnicích [13] je tento příběh vyprávěn s velkým zaujetím a způsobem v našich podmínkách dosud neznámým. Fyzika je zde užita jako spojovací článek mnoha různých pohledů na zkoumání našeho pestrobarevného světa. Základním dojmem, který na nás tato učebnice učiní, je interdisciplinární pojetí výkladu základních fyzikálních principů na moderních příkladech užití v biologii, chemii a technice.

Závěr

Hlavním cílem našeho příspěvku je předložit návrh, jak poskytnout žákům středních škol moderně zpracovaný učební fyzikální text. Máme na mysli překlad výše uvedené publikace. Nejde o to nahradit současně hojně užívané gymnaziální učebnice, ale předložit žákům, učitelům, didaktikům a případným autorům učebnic alternativu, jiný pohled a inspiraci. Vzorem nám v tomto směru může být úspěšný počín nakladatelství VUTIUM a Prometheus, které vydaly překlad nyní již velmi osvědčené učebnice [10], ale i velké množství u nás vydávané populárně-vědecké literatury, hlavně přeložené z anglického jazyka. V těchto populárních publikacích, jejichž autory jsou často přední badatelé ve fyzice, je možné najít mnoho aktuálních a atraktivních témat, informací, ale i neotřelých a zajímavých postupů výkladu. Recenze některých z nich byly uveřejněny v tomto časopise, ta poslední je na str. 490.

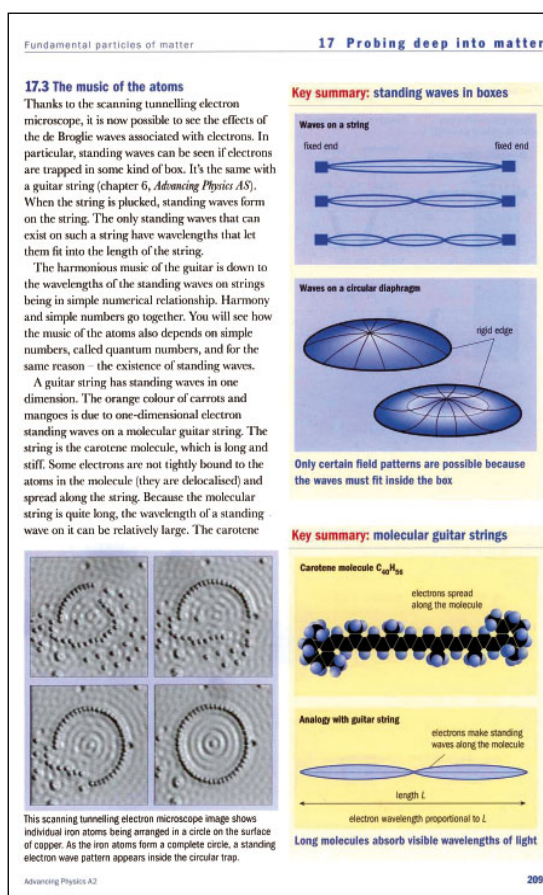
Domníváme se, že české vydání dvoudílného souboru učebnic Advancing Physics AS a A2 autorů Jona Ogborna a Ricka Marshalla [13] by mohlo přispět ke zvýšení úrovně výuky fyziky na našich středních školách, k rozvoji přírodovědné gramotnosti našich žáků a ke zvýšení zájmu o studium přírodovědných a technických oborů na vysokých školách. Je jen na nás, zda pro to něco uděláme.

Poděkování

Děkujeme prof. J. Pišútovi z Fakulty matematiky, fyziky a informatiky Univerzity Komenského v Bratislavě za upozornění na učebnice [13] a za neutuchající a inspirativní zájem o moderní způsoby výuky fyziky a ostatních přírodovědných předmětů.

Literatura

- [1] Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy ČR (zpracovatel Whire Wolf Consulting): *Důvody nezájmu žáků o přírodovědné předměty*. Výzkumná zpráva, Praha 2009.
- [2] J. Palečková, D. Mandíková: *Netradiční přírodovědné úlohy*. Ústav pro informace ve vzdělávání, Praha 2003.



Obr. 2 Kopie jedné stránky z učebnice [13].

- [3] V. Tomášek, E. Potužníková: *Netradiční úlohy. Problémové úlohy mezinárodního výzkumu PISA*. Ústav pro informace ve vzdělávání, Praha 2004.
- [4] M. Frýzková, J. Palečková: *Přírodovědné úlohy výzkumu PISA*. Praha 2007.
- [5] J. Palečková a kol.: *Hlavní zjištění výzkumu PISA 2006. Poradí si žáci s přírodními vědami?* Ústav pro informace ve vzdělávání, Praha 2007.
- [6] J. Palečková, V. Tomášek, J. Basl: *Hlavní zjištění výzkumu PISA 2009. Umíme ještě číst?* Ústav pro informace ve vzdělávání, Praha 2010.
- [7] S. Štech: „Profesionalita učitele v neoliberální době. Esej o paradoxní situaci učitelství“, In: *Jak připravit učitele matematiky a další texty*, ed. J. Bečvář, M. Bečvářová, A. Slavík, sborník celostátní konference, Matfyzpress, Praha 2010.
- [8] D. Martišek, J. Bečvář, H. Richterová: „Proč propadáme?“, *Učiteléské noviny* 114, 3 (2011).
- [9] K. P. Liessmann: *Teorie nevzdělanosti. Omyly společnosti vědění*. Academia, Praha 2008.
- [10] D. Halliday, J. Resnick, J. Walker: *Fyzika*. VUTIUM – nakladatelství Vysokého učení technického v Brně a Prometheus, Brno 2001, dotisk 2003.
- [11] J. Musilová, P. Musilová: *Matematika pro porozumění a praxi I*. VUTIUM – nakladatelství Vysokého učení technického v Brně, Brno 2006, 2. vydání 2009.
- [12] J. Musilová, P. Musilová: *Matematika pro porozumění a praxi II*. VUTIUM – nakladatelství Vysokého učení technického v Brně, Brno 2012.
- [13] a) J. Ogborn, R. Marshall: *Advancing Physics AS*. Revised edition, IOP Publishing, UK 2008, dostupné na WWW: <<http://post16.iop.org/advphys/>>.
b) J. Ogborn, R. Marshall: *Advancing Physics A2*. Revised edition, IOP Publishing, UK 2008, dostupné na WWW: <<http://post16.iop.org/advphys/>>.

» Chceme žákům a učitelům předložit jiný pohled a inspiraci. <<