

Karel Bartuška

O některých sporných názorech v současné didaktice fyziky

Pokroky matematiky, fyziky a astronomie, Vol. 49 (2004), No. 4, 337--343

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/141245>

Terms of use:

© Jednota českých matematiků a fyziků, 2004

Institute of Mathematics of the Academy of Sciences of the Czech Republic provides access to digitized documents strictly for personal use. Each copy of any part of this document must contain these *Terms of use*.



This paper has been digitized, optimized for electronic delivery and stamped with digital signature within the project *DML-CZ: The Czech Digital Mathematics Library* <http://project.dml.cz>

Literatura

- [1] KLEIN, T.: *Zvolen*. PMFA VI (1961), 244–245.
- [2] KRÍŽEK, M.: *Vzpomínka na profesora Bedřicha Šofra*. PMFA 46 (2001), 168–169.
- [3] RIEČAN, B.: *Z histórie jedného života. O pôsobení prof. Šofra na Slovensku*. PMFA 38 (1993), 334–337.
- [4] ŠOFR, B.: *Základy počtu pravdepodobnosti*. Ústav pre ďalšie vzdelávanie učiteľov a výchovných pracovníkov, Banská Bystrica 1964.
- [5] ŠOFR, B.: *Geometrické konštrukcie metódou algebraickou*. Osveta, Banská Bystrica 1964.
- [6] ŠOFR, B.: *Populárne o počte pravdepodobnosti*. SVTL, Bratislava 1967.
- [7] ŠOFR, B.: *Euklidovské geometrické konštrukcie*. Alfa, Bratislava 1976.
- [8] ŠOFR, B.: *Historie mého života, I. díl, 1890–1920*. Banská Bystrica 1973. Viz též www.math.cas.cz/~krizek
- [9] TROLIGOVÁ, Z.: *Bedřich Šofr — osobnost školstva a divadelníctva*. Zborník z konferencie Česi na Slovensku (ed. H. ZELINOVÁ), Slovenské národné múzeum, Martin 2000, 145–152.
- [10] *Matematici, fyzici a astronómovia na Slovensku II*. JSMF, MFF UK, Bratislava 1999.

vyučování

O NĚKTERÝCH SPORNÝCH
NÁZORECH V SOUČASNÉ
DIDAKTICE FYZIKY

Karel Bartuška, Praha

Současný stav vyučování fyzice a jeho příčiny

V současné době jsou aktuální diskuse o rámcových vzdělávacích programech fyziky pro gymnázia, které mají nahradit dříve používané osnovy. Tuto problematiku však nelze oddělit od některých zdánlivě nesouvisajících obecnějších problémů fyzikálního vzdělávání, neboť právě

od nich se pak odvíjejí cíle, kompetence a standardy v této oblasti. Ve svém příspěvku se o některých těchto problémech zmíním. Přitom se soustředím zejména na občas se vyskytující názory, které lze považovat za nesprávné nebo sporné. Zmínit se o těchto problémech je důležité, neboť nesprávné názory mohou mít negativní vliv na tvorbu programů pro vzdělávání.

Při diskusích o kompetencích a standardech fyzikálního vzdělávání musíme vycházet především z kritického posouzení současného stavu vyučování fyzice. Hlavní problém je podle mého názoru v tom, že při vyučování fyzice učitelé pociťují určitou časovou tíseň, která způsobuje, že zbývá málo času na opakování, procvičování a upevnění učiva, na řešení úloh, na rozvíjení fyzikálního myšlení, na uvádění různých zajímavostí a praktických aplikací, na humanizaci vyučování fyzice apod.

RNDr. KAREL BARTUŠKA (1932), Gymnázium v Praze 7, Nad Štolou 1, 170 00 Praha 7,
e-mail: karel.bartuska@gymstola.cz

Příspěvek byl přednesen na konferenci *Kompetence a standardy ve fyzikálním vzdělávání učitele a žáka*, Olomouc 2004.

Tento stav je způsoben dvěma příčinami. Hlavní příčina spočívá v tom, že po roce 1992 klesl počet hodin věnovaných v učebních plánech fyzice pod únosnou mez. Na mnohých školách se fyzika učí podle nevyhovujícího učebního plánu 2, 2, 2, 0, což je přesně polovina hodin, které byly věnované fyzice na dřívější přírodovědné větvi.

Nelze říci, že by Jednota českých matematiků a fyziků, pedagogičtí pracovníci působící na vysokých školách i učitelé fyziky proti tomuto stavu neprotestovali. Již v r. 1992 bylo na Ministerstvo školství zasláno negativní vyjádření JČMF k redukovanému učebnímu plánu. V témže roce bylo v časopise Matematika, fyzika, informatika uveřejněno několik příspěvků, ve kterých jednotliví učitelé zaujali k novému učebnímu plánu výrazně negativní stanovisko. Na konferenci Aktuální problémy výuky fyziky na střední škole, která se konala v r. 1998 v Olomouci, bylo přijato usnesení vyjadřující nesouhlas se sníženou hodinovou dotací fyziky a požadující, aby minimální hodinová dotace fyziky byla zvýšena na 8 hodin. Toto stanovisko bylo vyjádřeno také v dopise adresovaném ministrovi školství.

Hovořím o těchto aktivitách tak podrobně ze dvou důvodů. Především si musíme uvědomit, že nízký počet hodin na velkém počtu našich škol vytváří určitý rámec, který nás při našich snahách zvýšit úroveň vyučování fyzice velmi podstatným způsobem omezuje a který prozatím nemůžeme překročit. Druhý důvod spočívá v tom, že v Pokrocích byl uveřejněn článek dr. Macháčka „Fyzika nazpaměť“ [1], který navazuje na jeho vystoupení na semináři ve Vlachovicích v r. 2002. V článku vyjadřuje autor „naprostý nesouhlas“ se snahou středoškolských i vysokoškolských učitelů zvýšit mi-

nimální počet hodinové dotace a nazývá tuto snahu „škemráním na ministerstvu o nějakou hodinu navíc“. Dr. Macháček dále tvrdí, že „musíme odvyknout od způsobu myšlení, podle kterého nějaký referent na ministerstvu ví nejlíp, kolik hodin fyziky potřebují naši žáci“. Chtěl bych dr. Macháčka ujistit, že si to žádný učitel o referentech na ministerstvu školství nemyslí; myslí si pravý opak. V souvislosti se snahou zvýšit minimální dotaci dr. Macháček tvrdí, že by ho uráželo jako fyzika, kdyby si musel myslet, „že fyzika je tak nezajímavá a neúčinná, že se musí strkat studentům do krku jako huse slejšky“ [2].

Ponechávám tato slova bez komentáře, neboť vlastní úsudek si každý udělá sám. Pouze bych chtěl připomenout, že se v již citovaném článku dr. Macháčka uvádějí různé ušlechtilé cíle, kterých je třeba při vyučování fyziky dosáhnout. Přitom však každý učitel fyziky ví, že při učebním plánu 2, 2, 2, 0 nejsou tyto cíle dosažitelné ani při podstatné redukci učiva. Nejde jen o to, že redukce učiva má také své meze. Jde také o to, že uspokojivé výsledky při vyučování fyziky nelze dosáhnout bez použití vhodných vyučovacích metod a účinné vyučovací metody vyžadují hodně času. Nadměrná redukce počtu hodin neumožňuje se studenty ve větší míře diskutovat, hledat společně odpovědi na problémové otázky, řešit úlohy různým způsobem, zařazovat do hodin větší množství praktických aplikací a zajímavostí, humanizovat výuku fyziky atd. Je dokonce málo času na opakování látky a utvrzování učiva, takže dnes na školách s nízkým počtem hodin již často nejde o to, že žáci neumějí látku aplikovat, ale že ji neumějí vůbec.

Druhou příčinou časové tísně při výuce fyziky je určitá předimenzovanost součas-

ných osnov a učebnic. Zatímco první příčinu v blízké době bohužel řešit nemůžeme, druhá se dá řešit rozumně provedenou redukcí látky. Přitom zdaleka nejde jen o redukci provedenou ve standardech a kompetencích. Hodně času se dá ušetřit jednodušším zpracováním látky v učebnicích a zejména omezením množství podávaných informací. Domnívám se, že některé naše učebnice zahrnují studenty příliš velkým množstvím pojmů a jsou informačně přetížené. To se ovšem netýká jen učebnic fyziky.

U každého pojmu bychom si měli položit otázku, zda je na střední škole nutný a zda by se nedal vypustit. Např. podle mého názoru v učebnici Fyzika mikrosvěta je zbytečné zavádět Rydbergovu konstantu. Energetické hladiny atomu vodíku lze vyjádřit i bez Rydbergovy konstanty vztahem $E_n = E_1/n^2$. Odhaduji, že redukcí obsahu učebnic by bylo možné ušetřit až 15 % času. Jsem přesvědčen, že toto odlehčení přetížených učebnic by nesnížilo úroveň vyučování fyzice; naopak je nutným předpokladem pro aplikaci účinných vyučovacích metod, a tím také pro zvýšení úrovně výuky fyziky.

Dovedou studenti řešit fyzikální problémy?

O malé schopnosti studentů řešit fyzikální problémy se zmiňuje také dr. Macháček v již vzpomínaném článku „Fyzika nazpaměť“. Autor článku však tento problém silně zjednodušuje a přehání. Na školách s přijatelnějším počtem vyučovacích hodin fyziky studenti i v současném stavu běžně řeší jednodušší i složitější úlohy včetně úloh problémových. Jsou k tomu také vedeni současnými učebnicemi, sbírkami úloh a další literaturou.

Při vyučování prakticky každý učitel zadává i několikrát za čtvrtletí písemné prověrky, které nejsou orientovány jen na paměť. Studenti se zúčastňují fyzikálních olympiád a dalších fyzikálních soutěží, přičemž zejména v prvním kole má tato účast zpravidla masovější charakter.

Některé argumenty, ze kterých autor zmíněného článku vychází, jsou buď nesprávné, nebo jsou účelově přizpůsobeny autorovým výsledným tezím. Uvedu příklad. Autor článku se zeptal náhodně vybrané dívky z gymnázia ve Slaném, na co působí pod vodou větší vztlaková síla: na míč, nebo na stejně veliký kulový kámen. Studentka nesprávně odpověděla, že na míč, přitom Archimedův zákon dobře znala nazpaměť. Autor pak v článku tvrdí, že se žáci místo kritického myšlení učí nazpaměť zákony, kterým, „jak ukázal úvodní příklad ze Slaného, stejně nerozumějí“. Ve stejném článku autor zdůrazňuje, že studenti by měli pochopit, že věda je především metoda zjišťování a ověřování pravdy. Didaktika fyziky má však také svou metodu zjišťování pravdy a ta nespočívá v tom, že se náhodně vybrané dívky ze Slaného zeptáme na problém související s Archimedovým zákonem a pak konstatujeme, že studenti Archimedovu zákonu stejně nerozumějí a učí se ho nazpaměť. Dokonce se ani nezeptáme, jakou známku měla tato dívka z fyziky. Kdybychom se chtěli dozvědět, jak studenti rozumějí Archimedovu zákonu, museli bychom místo jedné studentky vzít větší statistický vzorek, místo jedné otázky dát větší počet otázek a všechny chybné odpovědi důkladně analyzovat. Špatná odpověď studentky může být způsobena např. tím, že studentka již zapoměla, co je vztlaková síla a plete si ji s výslednicí všech sil působících v kapalíně na těleso.

Jestliže se rozhodneme látku vykládat na střední škole redukovat, pak mnohem větší cenu než obecné proklamace o užitečnosti této redukce mají konkrétní návrhy témat, která by se dala zjednodušit, popř. vynechat. Tyto návrhy však musí být uvážlivé a dostatečně zdůvodněné. Některé návrhy, které se sporadicky vyskytují v diskusích, však nejsou vždy podloženy relevantními argumenty. Někdy se dokonce zdá, že jejich autoři nepochopili dost dobře důvody, pro které se daná látka na střední škole vykládá. Uvedu několik příkladů.

Redukce látky: příklad první

V časopise Matematika, fyzika, informatika byl před časem uveřejněn článek, ve kterém se jeho autoři podivovali, že se probírají stavové změny ideálního plynu také z energetického hlediska. Posouzení stavových změn ideálního plynu z energetického hlediska před výkladem adiabatického děje však umožňuje významným způsobem zlepšit návaznost výkladu a hlavně učí studenty používat k analýze konkrétních dějů první termodynamický zákon. Ve starších učebnicích termiky se první termodynamický zákon zpravidla jen stručně vyložil v jednom krátkém odstavci a dále se již nevyužíval. Je třeba také připomenout, že pokud učitelé nemají na výklad této látky čas, mohou ji vynechat, neboť v současné učebnici fyziky je uvedena jen jako rozšiřující učivo.

Redukce látky: příklad druhý

Přejdeme k druhému příkladu. V článku dr. Macháčka „Fyzika nazpaměť“ se zdůrazňuje, že se student musí učit, jak se hledá pravda. Proto podle dr. Macháčka „nejsou důležité Keplerovy zákony (kdo

je kdy bude používat), ale velmi zajímavé je, jak na ně Kepler přišel“.

Lze jistě souhlasit s tím, aby se student učil, jak se hledá pravda. Obecně řečeno však nelze vždy studentům vysvětlit, jak se na jednotlivé fyzikální zákony přišlo. V některých případech to není možné proto, že fyzikové, kteří tyto zákony objevili, vycházeli z historických a dnes již překonaných představ (např. Carnotovy poznatky z termodynamiky vycházely z fluidové teorie tepla). V jiných případech je historické zdůvodnění objevu fyzikálních poznatků pro studenty příliš obtížné, anebo zase zdlouhavé, takže se pro nedostatek času nedá na střední škole probrat. V každém případě však jestliže chceme vysvětlit, jak se na určitý poznatek přišlo, musíme vysvětlit i samotný poznatek.

Tvrzení, že Keplerovy zákony nejsou důležité, je problematické také samo o sobě. Tyto zákony mají totiž širší význam, neboť poznatky o sluneční soustavě patří společně se základními poznatky o atomech mezi nejdůležitější poznatky lidské kultury. Studenti zde mohou také sledovat vývoj lidského poznání sahajícího od Ptolemaia, Koperníka, Keplera až k Newtonovi, který odvodil svůj gravitační zákon právě pomocí Keplerových zákonů. Keplerovy zákony se vyskytují běžně i ve vysokoškolských učebnicích a mají značný význam v boji proti astrologii.

I v současné fyzice mají Keplerovy zákony svůj význam. Nedávno byla objevena hvězda, která rotuje kolem centra naší galaxie po protáhlé elipse s oběžnou dobou 15,6 roků. Pomocí Keplerových zákonů a Newtonova gravitačního zákona byla pak odhadnuta hmotnost černé díry, která je v centru naší galaxie [3]. Lze také očekávat, že v budoucnu bude možné

stanovit hodnotu stáčení pericentra této hvězdy a ověřit tak Einsteinovu teorii relativity ve velmi silném gravitačním poli obří černé díry.

Redukce látky: příklad třetí

Třetí příklad se týká výuky základních poznatků speciální teorie relativity (STR). I zde se občas vyskytují hlasy, naštěstí jen velmi ojedinělé, žádající vypuštění této teorie ze středoškolského učiva. Speciální teorie relativity však plní na střední škole několik velmi důležitých cílů. Prvotním cílem je seznámit studenty s poznatkami, které jsou dnes již neoddelitelnou součástí současné fyziky a které jsou i z praktického hlediska velmi důležité.

Mimořádně významným cílem výuky STR je však také rozvíjení specifického způsobu myšlení, které vyžaduje moderní fyzika. Didaktikové fyziky často hovoří o nutnosti rozvíjet fyzikální myšlení. Pojem fyzikálního myšlení je však historicky podmíněn a v různých dobách má různý význam. Je proto třeba zdůraznit, že dnes je třeba rozvíjet myšlení, které je charakteristické pro současnou fyziku a nikoliv jen pro fyziku 19. století.

Dalším cílem výuky STR na střední škole je to, že umožňuje studentům poznat úlohu fyzikální teorie a seznámit se s osobností A. Einsteina. Mnoho studentů i dospělých lidí např. ví, že Beethoven byl geniálním skladatelem, ale přitom jeho genialitu nepoznali nebo nepochopili ani u jediné skladby. Musíme dávat pozor, aby se takovým prázdným pojmem nestal také Einstein.

Při úvahách o redukci učiva středoškolské fyziky se často stává, že když někdo navrhne určitou látku k vyřazení,

ihned se ozývají hlasy, které s tím nesouhlasí. Byl bych velmi nerad, kdyby někdo podobným způsobem chápal má předcházející slova. Můžeme diskutovat o vyřazení libovolné látky. Tato diskuse se však musí opírat o důkladnou znalost důvodů, pro které je určité téma do středoškolských osnov zařazeno, a nikoliv jen o subjektivní, nahodilá a nepodložená tvrzení.

Mají studenti znát fyzikální vztahy nazpaměť?

A nyní ještě pár slov k několika problémům. Prvním je otázka, zda studenti mají znát fyzikální vztahy nazpaměť. Tuto otázku nastolil dr. Macháček v předmluvě ke své sbírce úloh pro společnou část maturitní zkoušky z fyziky [4] a v článku [1], kde konstatuje, že studenti při zkoušení (při řešení problémů) mohou používat učebnice, libovolné příručky nebo poznámky psané vlastní rukou. Podobným způsobem pracují podle dr. Macháčka i profesionální fyzici, kteří při své práci nahlížejí do literatury. Toto přirovnání však není korektní, neboť profesionální fyzik se nedívá do literatury, aby zjistil, jak zní Maxwellovy rovnice nebo Lorentzova transformace. Také student musí znát základní fyzikální vztahy nazpaměť, neboť v opačném případě je tím paralyzováno celé jeho fyzikální myšlení. Bylo by např. paradoxní, kdyby student na otázku učitele, jak se změnila elektrická síla, kterou na sebe působí dva bodové elektrické náboje, jestliže se jejich vzdálenost zvětší dvakrát, hledal odpověď s použitím literatury. Studenty můžeme a musíme učit používat literaturu v jiných souvislostech a při jiných příležitostech.

Mají studenti znát definice fyzikálních veličin?

Dalším problémem je otázka, zda studenti mají znát definice fyzikálních veličin. Tento problém souvisí s předcházející otázkou, neboť většina definic fyzikálních veličin je formulována matematicky. V předmluvě k již citované sbírce úloh z fyziky [4] se vyskytuje tvrzení, že nemá význam, aby student odříkával např. definici elektrického napětí, místo toho je třeba, aby ho uměl vypočítat, změřit a použít při řešení praktických problémů. Toto tvrzení je však příliš zjednodušené a jednostranné, neboť nepočítá s tím, že student může úspěšně řešit prakticky důležité úlohy, ve kterých se vyskytuje pojem napětí, a přitom tomuto pojmu nemusí vůbec rozumět a dokonce ho ani znát.

Uvedu analogii z matematiky. Za dobu svého učitelského působení jsem byl více než dvacetkrát předsedou maturitní komise na různých školách, a když jsem se zeptal studentů, kteří při zkoušce z matematiky uměli hbitě derivovat, co derivace vlastně je, často to nevěděli. Bylo by hrubým a nepřipustným formalismem, kdyby student byl schopen řešit prakticky důležité úlohy, ve kterých se vyskytuje pojem napětí (např. řešení stejnosměrných obvodů nebo výpočet rychlosti elektronu urychleného v elektrickém poli daným napětím), a přitom o napětí měl pouze představu, že napětí je, když si na to sáhneme a ono nás to praští (vysoké napětí je, když si na to sáhneme a ono nás to hodně praští). Vědecké myšlení je myšlení v pojmech, a proto je fyzikálním pojmům a fyzikálním veličinám třeba věnovat při výuce náležitou pozornost. Je samozřejmé, že učitel se nemůže spokojit s pouhou paměťovou reprodukcí de-

finice určité fyzikální veličiny. Na druhé straně jestliže student nezná např. definici magnetického indukčního toku nebo veličiny magnetické indukce, nemůže jevu elektromagnetické indukce rozumět. Bylo by opět paradoxní, kdyby při zkoušení studenti hledali definice těchto veličin v literatuře.

Mají se studenti vyjadřovat přesně?

S problematikou definic fyzikálních veličin souvisí také otázka, do jaké míry mají studenti používat správnou terminologii a vyjadřovat se přesně. Zde není vhodné zacházet do žádného extrému. Například není vhodné od studentů vyžadovat, aby uměli přesně definovat pojem „stav termodynamické soustavy“. Tento pojem je pro studenta příliš abstraktní, a proto postačí, aby ho studenti chápali intuitivně a uměli vysvětlit jen na příkladech. Na druhé straně by studenti měli být metodicky vhodným způsobem vedeni k přesnému a terminologicky správnému vyjadřování, které odpovídá jejich mentální úrovni. Požadavky na přesné vyjadřování by se přitom zejména u mladších studentů přirozeně neměly přehánět. Není však pravdivé tvrzení uvedené v článku dr. Macháčka [1], že „pedantickým učitelům by vstávaly všechny vlasy na hlavě, kdyby slyšeli, jak mluví renomovaní fyzikové“. Profesionální fyzikové se umějí přesně vyjadřovat, ale při vzájemné konverzaci to není nutné, neboť jazyk zde slouží jen jako prostředek k dorozumívání. Studenti se však přesnému vyjadřování teprve učí, a proto, i když je to paradoxní, se musí často vyjadřovat přesněji než profesionální fyzikové. Přesné a terminologicky správné vyjadřování se vyžaduje také při vysokoškolském studiu, při psaní seminární, diplomové, di-

sertační nebo habilitační práce apod. Student, který by k tomu nebyl veden na střední a dokonce již na základní škole, by měl na vysoké škole nepřekonatelné potíže. Přesné vyjadřování souvisí také s přesným myšlením, neboť obojí nelze od sebe oddělit.

Závěr

Jak jsem již dříve uvedl, při čtení článku dr. Macháčka „Fyzika nazpaměť“ se nemohu ubránit dojmu, že se zde výchozí argumenty často účelově vybírají nebo přizpůsobují tak, aby odpovídaly závěrečným tezím autora. Tak např. se poukazuje na to, že profesionální fyzikové nemluví přesně a nepoužívají přesnou terminologii, ale čtenáři se již zatají, že stejní autoři píší odborné články a knihy, ve kterých se přesně vyjadřují. Vyjadřuje se nepřesně např. Kvasnica v Termodynamice, Votruba v Základech speciální teorie relativity nebo Davidov v Kvantové fyzice? Nebo jiný příklad. Dr. Macháček uvádí, že budoucí lékař si nemusí zapamatovat, že určitá látka má léčebný účinek, najde to v příručce. To je jistě pravda, přitom se však zamlčuje, že právě budoucí lékař si musí zapamatovat spoustu věcí (připo-

meňme např. obávanou zkoušku z anatomie). Obecně lze konstatovat, že nelze od sebe oddělovat a klást do protikladu řešení problémů a zapamatování si určitých poznatků; obojí je spolu nerozlučně spjato a obojí tvoří dvě strany téhož problému.

Můj příspěvek měl název „O některých sporných názorech v současné didaktice fyziky“. Proto se omlouvám, že jsem nehovořil o mnohých zajímavých a pravdivých poznatcích, které zmíněné články obsahují.

L i t e r a t u r a

- [1] MACHÁČEK, M.: *Fyzika nazpaměť*. PMFA 49 (2004), 65–76.
- [2] SVOBODA, E. (editor): *Aktuální problémy výuky fyziky na gymnáziu*. (Sborník příspěvků ze semináře, Vlachovice, 4.–6. dubna 2002.) MAFY, Hradec Králové 2002.
- [3] KŘÍŽEK, F., KŘÍŽEK, M., ŠOLC, J.: *Jakou hmotnost má černá díra uprostřed naší Galaxie?* PMFA 49 (2004), 104 až 113.
- [4] MACHÁČEK, M.: *Fyzika. Sbíрка úloh pro společnou část maturitní zkoušky*. Praha, Tauris 2001.