

Pokroky matematiky, fyziky a astronomie

Martin Černohorský; Bedřich Sedlák

Komentáře k článku M. Rojka a L. Pekárka „Pokus o novou koncepci vyučování fyzice na střední škole“

Pokroky matematiky, fyziky a astronomie, Vol. 33 (1988), No. 2, 94--97

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/137711>

Terms of use:

© Jednota českých matematiků a fyziků, 1988

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>

- [11] TRELEAVEN, P. C. - LIMA, I. G.: *Future Computers: Logic, Data Flow, ..., Control Flow?* Computer, March 1984, str. 47—56.
- [12] TURING, A. M.: *On computable numbers with an application to the Entscheidungsproblem*. Proc. London Math. Soc., Ser. 2, 42, str. 230—165, 1936—7.
- [13] VAN LEEUWEN, J. - WIEDERMANN, J.: *Array Processing Machines: An Abstract Model*. BIT Vol. 27, 1987, s. 25—43.
- [14] WIEDERMANN, J.: *Parallel Turing Machines*. Techn. Rep. RUU-CS-84-11, Dept. of Comp. Sci., Utrecht, 1984.
- [15] WIEDERMANN, J.: *Modely synchronných paralelných počítačov*. In: *Distribúované a paralelné systémy*, edícia Aktá, VUSEI-AR Bratislava, 1985.
- [16] WIEDERMANN, J.: *Zložitosť (Strojovo orientovaná teória zložitosti sekvenčných a paralelných výpočtov)*. In: zborník seminára SOFSEM '85, zotavovňa Magura, Ždiar, Vysoké Tatry, 1985.
- [17] SLOT, C. - VAN EMDE BOAS, P.: *On tape versus core: an application of space efficient perfect hash function to the invariance of space*. In: Proceedings of STOC '84, Washington D. C., 1984.
- [18] VAN EMDE BOAS, P.: *The second machine class: models of parallelism*. In: J. VAN LEEUWEN, J. K. LENSTRA, and A. H. G. RINNOY KAN (eds.), *Parallel Computers and Computations*, CWI Syll., Centre for Mathematics and Computer Science, Amsterdam, 1985.
- [19] COOK, A. S.: *Přehled teorie výpočtové zložitosti*. Pokroky matematiky, fyziky a astronomie, ročník 32, č. 1, 1987, s. 12—29.
- [20] GANDY, R.: *Church's thesis and principles for mechanisms*. In: J. BARWISE, H. J. KLEISER, and K. KUNEN (eds), The Kleene Symposium, North-Holland, Amsterdam, 1980, s. 120—148.

diskuse

KOMENTÁŘE

k článku M. Rojka a L. Pekárka

„Pokus o novou koncepci vyučování fyzice na střední škole“ (PMFA 32 (1987), č. 1, str. 37—46)

• Koncepce fyzikálního vzdělávání založená na strukturní systematice jako hlavní ose, z níž vycházejí jednotlivé fenomenologické oblasti, může mít v očích už erudovaného fyzika velkou přitažlivost. Klasifikační a vysvětlovací potence struktury je mimořádně velká. Její plné využití předpokládá však už značné znalosti a v počátcích fyzikálního vzdělávání není tedy přirozeně možné. Avšak nosnost koncepce vyučování založené přednostně na struktuře může být přesto už i na stře-

doškolském stupni značná, podaří-li se s ní organicky skloubit makroskopickou fenomenologii potřebnou i ve funkci srozumitelných empiricko-experimentálních východisek.

Deklarativní varianta by vůbec neměla být uvažována; jen by posilovala nežádoucí verbalismus a formalismus.

Konkrétní podklad pro kvalifikovaný odhad vyhlídek varianty založené na empiricko-experimentálním přístupu může vzniknout teprve propracováním většího počtu relativně svébytných celků. V článku podané vysvětlení integračně vysoce hodnotného pojmu interference je zdařilou ukázkou. Celkový materiál, který má nakonec vzniknout, je však i každou takovou jednotlivou částí natolik hodnotný, že zasluhuje, aby byl i takto po částech pro svou mnohostrannou použitelnost průběžně publikován. Vyvolá-li nejen pochvalnou

nebo naopak kritickou odezvou a zájem o jeho uplatnění v reálných podmínkách školské fyziky, ale navíc i vznik podobných prací a pokusů o další, podobně nebo jinak založené koncepce, bude to vedlejší výsledek značné hodnoty.

Zároveň je současná situace novou výzvou ministerstvu školství, aby neotálelo se zhospodárněním a zkvalitněním tvorby učebnic vypsáním cílevědomě koncipovaných konkursů, o kterých se zatím už léta stále jen uvažuje. Pedagogicko-fyzikální aktivita zasluhuje podporu a povzbuzení bez ohledu na to, objevuje-li se v rámci existujících oficiálních plánů nebo spontánně mimo ně. Přitom je nejvýš prospěšné, přichází-li iniciativa nejen od odborníků v didaktice, u nichž jde o hlavní smysl jejich práce, ale i od profesionálních fyziků, jak je tomu v tomto případě (autor L. P.) a samozřejmě i od samotných učitelů. Teprve spojením těchto tří odborností, jen ve zcela výjimečných případech sloučených v jedné osobnosti, je dán předpoklad pro vznik skutečně dobré koncepce výuky fyziky.

Martin Černohorský, Brno

● Problematika vyučování fyzice na středních školách, která je řešena v článku M. Rojka a L. Pekárka, je velmi aktuální a má mimořádnou společenskou důležitost. Domnívám se proto, že je třeba uvítat a ocenit každý vážný pokus o zlepšení současné neuspokojivé situace, zejména pokud jde o látku obsahující novější poznatky z fyziky mikrosvěta, ale i makrosvěta.

V podstatě lze souhlasit s kritikou současného stavu středoškolské fyziky, která je v článku obsažena. Na druhé straně však jsou podle mého soudu hlavní myšlenky a východiska navrhované koncepce

v mnohém problematické a s její *důslednou* realizací nelze souhlasit. Jejím hlavním nedostatkem je, že nerespektuje zákonitosti a metody poznání ve fyzice. Podíváme-li se na citovanou práci [2], ve které jsou podrobněji vyloženy hlavní zásady nové koncepce, najdeme například tyto formulace: „Soubor informací – jde o znalosti v každém oboru – se tedy skládá ze dvou částí: ze znalostí či zákonů základních, neodvoditelných a z dat či zákonů odvoditelných, které alespoň principiálně, vyplývají ze základních zákonů i dat a dají se určit pomocí fyzikálních teorií výpočtem, tj. *konečným počtem logických operací*. Znalosti či data odvoditelná nezvětšují již množství informace, takže ... celé množství informace existující v daném oboru v dané době, je již obsaženo v datech a zákonech základních, z kterých ostatní odvoditelné zákony vyplývají“. Vzato do důsledku, mohli bychom tedy uzavřít, že většina Nobelových cen za fyziku (alespoň většina těch, které byly uděleny za fyziku kondenzované fáze) byla získána za „odvoditelné poznatky, které již nezvětšují množství informace“.

Zdá se mi, že s problémy tohoto druhu se již vyrovnala filozofie v minulém století. Žádný přírodovědný obor jako celek (dokonce ani matematika nel!) nemůže být reprezentován jedinou, z hlediska formální logiky konzistentní teorií. Ve fyzice na daném stupni rozvoje jistě existuje řada takových teorií, volba „základních neodvoditelných zákonů“ v rámci každé této teorie je však do jisté míry libovolná. V historii fyziky existují ovšem i mimořádné okamžiky, charakterizované zásadními objevy umožňujícími sjednotit teorie nebo poznatky dříve považované za nezávislé. (Poslední takovou událostí je sjednocení elektromagnetických a slabých interakcí.) Na druhé straně pro zkoumání

konkrétních jevů v určité oblasti (například ve fyzice kondenzovaného stavu) je třeba často použít fenomenologický přístup, i když věříme, že za uvedené jevy je odpovědná elektromagnetická interakce. Získané výsledky spočívající třeba „jen“ v morfologii jevu nebo ve vymezení odpovídající aproximace nebo nalczení vhodného aparátu pro popis tohoto jevu, nelze prohlásit za „výsledky odvoditelné, které již nezvětšují množství informace“. Rozvoj fyzikálního poznání má své zákonitosti zahrnující různé přístupy; strukturní hledisko je jen jedním z nich. Budovat středoškolskou fyziku *výhradně* jako systém pravidel, podle kterých je možné (v podstatě na kvalitativní úrovni) vyložit, jak se – zjednodušeně řečeno – „z malých kuliček vytvářejí kuličky větší“, považují za nepřijatelné.

Realizace navrhované koncepce se navíc musí setkat s praktickými obtížemi, jak na dané úrovni charakterizovat elementární částice či základní interakce. Tuto skutečnost dokumentuje například i (jinak dobře zpracovaný) koncept učebního textu [8], který pracuje s pojmy (hybnost, energie, intenzita elektrického pole, zákony zachování aj.) žákům 1. ročníku gymnázií neznámými. Na zájmovém semináři může být zajímavý počítačový experiment klasifikující částice podle charakteru jejich pohybu v elektrickém a magnetickém poli. Stěží však lze tento experiment považovat za vážnou výuku fyziky v situaci, kdy žáci nejsou seznámeni s 2. Newtonovým zákonem, s pojmem elektrického náboje, Coulombovým zákonem, intenzitou elektrického pole, magnetickou indukci apod.

Publikovaná ukázka učebního textu věnovaná vlnění je rovněž nepřesvědčivá, neboť jde o partii relativně dobře zpracovatelnou podle přijatých hledisek. Mno-

hem instruktivnější by byl například výklad mechaniky (řečeno slovníkem článku) „jako součást výkladu o vlastnostech jednotlivých struktur, případně o vlastnostech elementárních částic“. I tak však, pokud uvedená ukázka představuje veškeré učivo věnované vlnění, je zarážející, že neobsahuje nic o rychlosti šíření vlny a jejím vztahu k vlnové délce a frekvenci, o vlastnostech přechodu vlny rozhraním dvou prostředí, žádné konkrétní údaje o jednotlivých typech vln apod.

Uvedených několik poznámek si v žádném případě nečiní nárok na úplnou analýzu daného problému. Vyslovené výhrady nebyly míněny ani jako výzva k zastavení prací na uvedeném projektu. Naopak se domnívám, že zpracované učební texty podle přijatých zásad mohou přinést nové pohledy na možnosti výuky jednotlivých partií fyziky mikrosvěta, která musí být nutně rozšířena. Před přijetím rozhodnutí o radikálních změnách ve vyučování fyzice na středních školách by však celý problém měl být komplexně posouzen širokým spektrem odborníků. Domnívám se totiž, že jednou z podstatných příčin současného neuspokojivého stavu je relativní izolovanost, ve které se didaktický systém školské fyziky v posledních desetiletích rozvíjel. *Bedřich Sedlák, Praha*

Poznámka autorů: Prosíme současné i potenciální spolupracovníky, jakož i ostatní čtenáře, aby si dříve, než po přečtení komentáře kolegy B. Sedláka na navrhovanou koncepci zanevrou, přečetli citovaný článek [2] (PMFA 5/1968, s. 296 až 311) celý, a pokud možno ještě článek v PMFA 18 (1973), str. 76–89 na podobné téma. Také kniha V. Krejčího *Svět očima moderní fyziky* (Horizont, Praha 1981) využívá navrhovanou novou koncepci. Filozofické aspekty této koncepce jsou

zřejmě z předmluvy a jsou probírány i v předmluvě Ju. Rudeho k ruskému překladu (*Mir glazami sovremennoj fiziki*. Moskva, Mir 1984).

Mrzí nás, že nedobře vysvětlená teze o množství informace (míněně v Brillouinově smyslu) napomohla negativní reakci na náš článek. Je pravda, že v posledních letech byla většina Nobelových cen za fyziku udělena za experimentální objevy patřící mezi odvoditelné informace – pojem odvoditelnosti, jak jsme ho použili, se neohlíží na obtížnost odvození, která může být tak veliká, že k výpočtu ab initio nestačí ani největší současné počítače. (Československá úřední definice objevu pokládá za objev i teoretické odvození, které nebylo dosud známo a není snadné.)

Závěrečný povzdech kolegy B. Sedláka o odtrženosti didaktiky se na uvedenou koncepci nehodí, protože vznikla a rozvíjí se právě v úzké spolupráci didaktiků fyziky s nedidaktiky fyziky.

M. Rojko, L. Pekárek

TROJÍ PŘÍNOS MATEMATIKY, FYZIKY A JEDNOTY

K 125. jubileu JČSMF

Václav Frei, Praha

„Veliký pokrok, jež, jako vědy přírodní vůbec, tak fysika neobmezeným snažením pěstitelů svých zvláště za dnů našich učinila, zasluhuje pozornost nejen každého vzdělance, ale i většího obecnstva, an fysika následky výzkumů svých do života pospolitého mnohonásobně sahá, všeliká umění zdokonaluje, k vynálezům novým vede, výkony řemeslné šlechtí, ano za základ všech věd přírodních a technických považována býti může.“ [1] Tato mírně archaická věta J. Smetany, vyslovená dvě desetiletí před prvními kroky k ustavení

Jednoty, zůstává i dnes plně platná [2] a je svým obsahem dokonce ještě závažnější. Patrně vyjadřuje ethos prvních členů Spolku pro volné přednášky (později Jednoty), jejich přesvědčení, že snahami o povznesení matematiky*) a fyziky neslouží úzce pojatým spolkovým zájmům, ale celému rozvíjejícímu se národnímu společenství. Na tomto etickém přístupu není třeba nic korigovat, zato od dob našich nadšených předchůdců značně vzrostl význam obou našich oborů pro hmotný i duchovní život společnosti a pro její normální další rozvoj. Tomuto zjištění by patrně nikdo (alespoň slovně) neodporoval, pokud jde o zvýšenou a nezastupitelnou roli matematiky a fyziky v oblasti techniky („... k vynálezům novým vede“). Ale bude snad vhodné poukázat i na jiné aspekty a jejich vzájemnou vazbu.

Význam matematiky a fyziky, jejich přínos pro společnost můžeme sledovat ve třech okruzích postupně širšího dosahu. U každého z nich lze vidět návaznost na závažné podněty v historii Jednoty a zároveň i specifické problémy současnosti, které vlastně podtrhují aktuálnost poslání JČSMF v blízké budoucnosti.

Nejužší, vnitřní okruh představují matematika a fyzika jako vědecké disciplíny a personálně vzato též „pěstitelé jejich“, jak by řekl J. Smetana, tj. badatelé a zčásti učitelé v těchto oborech; k postavení učitelů se však budeme musit ještě vrátit. Přínos tohoto prvního okruhu pro vitální moderní společnost by snad neměl být zpochybňován, ať už jde o aktivní účast takové společnosti na pokroku vědeckého poznání nebo aspoň o schopnost smysluplně participovat na výsledcích získaných jinde ve světě. Četné akce Jednoty už od

*) Citovaná věta v podstatě vypovídá i o matematice, i když ji výslovně neuvádí.