

Pokroky matematiky, fyziky a astronomie

Ladislav Zachoval

Několik poznámek k úvodní vysokoškolské učebnici fyziky

Pokroky matematiky, fyziky a astronomie, Vol. 9 (1964), No. 4, 240--243

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/137548>

Terms of use:

© Jednota českých matematiků a fyziků, 1964

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>

VYUČOVÁNÍ MATEMATICE A FYZICE

NĚKOLIK POZNÁMEK O ÚVODNÍ VYSOKOŠKOLSKÉ UČEBNICI FYZIKY

LADISLAV ZACHOVAL, Praha

Při výuce fyziky na vysokých školách i při samostatném studiu fyziky se už delší dobu postrádá vhodná úvodní učebnice, která by v přiměřeném rozsahu uváděla základní fakta a poučky tak, aby studium vedlo k porozumění dnešní fyzice. Jde o rovnováhu a organickou jednotu mezi poznatky klasické fyziky a základními poznatky nové, to jest relativistické a kvantové fyziky. Takové učebnice je především potřeba jako základu pro úvodní přednášky. Bez ní se ovšem neobejdou vůbec ti, kteří studují fyziku samostatně. Její potřeba se stává tím naléhavější, čím více se rozšiřuje okruh těch, kteří se chtějí seznámit soustavným studiem s dnešním stavem fyziky. Nejsou to už jen fyzikové, jsou to v rostoucí míře i technické, lékaři, biologové, chemici apod.

Nedostatek vhodné úvodní vysokoškolské učebnice fyziky jednak vede k úvahám, jak uspořádat vhodně úvodní vysokoškolské přednášky o fyzice, jednak vyvolal konkrétní akci St. výboru pro vysoké školy, která je zaměřena k sepsání takové učebnice.

Je proto podle mého mínění vhodné zamyslet se nad zásadami, podle nichž by úvodní učebnice fyziky v dnešní době měla být napsána, a podrobit tyto zásady rozboru a diskusi. A to mě vede k tomu, že píšu těchto několik poznámek jako příspěvek k diskusi, která by mohla prospět i pojetí úvodního kursu fyziky na vysokých školách.

Potíže, které brání vytvoření podobné učebnice jsou dány jednak velikým a stále se zvětšujícím rozsahem látky, jednak tím, že bez porozumění klasické fyzice nelze porozumět moderní fyzice.

Tato poslední obtíž vede velmi často k neorganickému podání látky projevující se takto: Autor odvodí poučku nebo podá vysvětlení nějakého jevu a pak zakončí výklad větou: „Jak dnes víme, neplatí tato poučka (nebo tento výklad) a správný výklad podává...“. Nezaujatý čtenář a trochu samostatnější student si ovšem v duchu odpovídá otázkou: „Tak proč mně tím zdržuješ, když dnes víme, že to tak není“. Vzniká tím mylný dojem, že fyzikové – autoři učebnic – trpí zvláštní zálibou pro historii fyziky, a to zvláště pro ty fyzikální poučky, které, „jak dnes víme“, již neplatí.

Stále se zvětšující rozsah látky vede nutně k tomu, že autoři učebnic musí provádět výběr faktů, s nimiž studenty seznámí. Bohužel velmi často při tom zapominají, že bez znalosti určitých faktů si nelze učinit základní představy o fyzice ani o plném dosahu fyzikálních pouček. A k takovému stavu v mysli studenta vede neúměrné ochuzování

učebnice při výběru fakt (pokusů, jejich uspořádání a výsledků a zpracování výsledků) a jejich popisu ve prospěch interpretace těchto fakt známých studentům v nepostačující míře.

Jsou ovšem ještě další potíže, dané např. otázkou, do jaké míry výklad látky má sledovat historický postup nabývání poznatků a jejich interpretace v příslušném odvětví fyziky. Nechci však probírat všechny problémy a všechny obtíže, s nimiž je spojeno vytváření takové učebnice fyziky, která by jako úvodní seznamovala studenta s dnešním stavem této vědy. Chtěl bych upozornit jen na některé okolnosti, o nichž si myslím, že mají základní důležitost pro překonávání potíží spojených s vytvořením úvodní vysokoškolské učebnice moderní fyziky, a to proto, že podle mého mínění mají význam i pro překonávání potíží při úvodních vysokoškolských přednáškách o fyzice.

Cestu k ucelenému výkladu základů dnešní fyziky a organickému sepětí poznatků klasické a moderní fyziky je nutno nastoupit podle mého mínění už v úvodních kapitolách výkladu, v nichž se stručně probírá vývoj fyziky. Myslím, že nestačí výklad o vývoji podle oborů fyziky – mechanika, termika, optika, elektřina a magnetismus, atomistika. Je jistě třeba upozornit – jak to činí např. Pohl ve své *Einführung in die Physik I. Bd.* – i na to, že obsah fyziky nelze si představit jako řady na sebe navazujících poznatků, nýbrž daleko spíše jako síť, v níž existuje spojitost poznatků nejen s jednodušším na jednu stranu a složitějším na druhou stranu v tomtéž oboru, nýbrž i jednotlivých poznatků v různých oborech fyziky. Tím jsou dány vztahy, které umožňují pochopit vývoj fyzikálního poznání i některé nutné nerovnoměrnosti ve výkladech o fyzice.

Především však je třeba v úvodních částech výkladu výrazně upozornit na to, že předmětem studia fyziky byly nejprve děje makroskopické, při nichž pozorované rychlosti byly zanedbatelné proti rychlosti světla. Přesněji, že hodnotu výrazu $\sqrt{1 - (v/c)^2}$ je možno nahradit hodnotou 1. Pokud byly později úvahy fyzikální rozšířeny i na děje týkající se molekul a atomů jako celků, dále se to za předpokladu, že rychlost i těchto dějů je malá. Teprve později se předmětem studia fyziky staly děje, pro které už nelze hodnotu výrazu $\sqrt{1 - (v/c)^2}$ nahradit hodnotou 1. Již při tom je správné upozornit na zvláštní význam rychlosti světla c .

Stejně tak je nutno zdůraznit, že se fyzika obírala nejprve periodickými ději s frekvencemi dosti malými, jaké se vyskytují při makroskopických dějích, a teprve později přešla ke studiu periodických dějů s velmi velkými frekvencemi, při nichž již veličina $h\nu$ není zanedbatelná ve srovnání s ostatními uvažovanými veličinami.

Je potřeba vyložit hned v úvodu, že výsledky, jichž fyzika dosáhla při studiu makroskopických dějů pomalých a o malých frekvencích – přesněji je lze určit hodnotami $\sqrt{1 - (v/c)^2}$ a $h\nu$ – tvoří v podstatě obsah tzv. klasické fyziky a platí pro tyto děje i z hlediska moderní fyziky. Naproti tomu nelze přenášet výsledky získané studiem dějů, pro které $\sqrt{1 - (v/c)^2} \neq 1$, na děje, pro které rychlost v se blíží rychlosti světla ($\sqrt{1 - (v/c)^2} \neq 1$). Stejně tak nelze přenášet výsledky získané studiem periodických dějů s malou frekvencí na periodické děje s tak velkou frekvencí, že veličina $h\nu$

není už zanedbatelná při jejich studiu. Naproti tomu lze zákony klasické fyziky považovat za limitní případy obecnějších zákonů, když v nich $v \ll c$ a $v \rightarrow 0$, tj. když rychlosti jsou velmi malé vzhledem k rychlosti světla a když veličina $h\nu$ je zanedbatelná vedle ostatních veličin, které určují děj.

Domnívám se, že právě tak nutné je upozornění, a to hned v úvodu, že ani v celé klasické fyzice nelze vystačit se způsobem pojmového a matematického zpracování pozorování, který je obvyklý např. v mechanice. Při studiu složitých dějů, na nichž se zúčastňují velké počty částic, popř. dějů, které jsou určovány velkým počtem parametrů proměnlivých s časem i s místem, je třeba zavést statistické úvahy a metody. Zavedení těchto statistických úvah a metod je třeba označit za důležitý mezník ve vývoji fyziky, který má zásadní význam v moderní fyzice.

S takto pojatým úvodem úzce souvisí i hlavní znak, kterým se bude muset podle mého mínění odlišovat výklad od dosavadních způsobů výkladu. Bude totiž nutné u každé poučky a zvláště u každého zákona uvést, za jakých podmínek platí. Bude nutno s tím začít hned při výkladu o měření základních veličin (délek, času, hmot), bude nutno důsledně dodržovat tuto zásadu při výkladu o skládání pohybů, rychlostí atd. i při všech dalších větách. Vždy bude třeba uvést meze, v nichž platí uvažovaná poučka nebo zákon. Myslím, že to je jediná cesta, po níž lze studenta přivést k pochopení významu klasické fyziky, jejího organického spojení s relativistickou a kvantovou fyzikou, a naučit ho fyzice, která odpovídá nynějšímu stavu vědeckého poznání.

Tento způsob výkladu je patrně obtížnější a snad i zdlouhavější než dosavadní. Zdá se mně však, že je třeba uvážít naproti tomu i tyto okolnosti: Žáci, kteří přicházejí ze SVVŠ na vysoké školy, jsou z matematiky zvyklí uvažovat vždy nejen o poučce, nýbrž i o mezích její platnosti. Bude-li se totéž zavádět ve výkladech o fyzice, nebude to znamenat žádný nezvyklý prvek výkladu. A pokud jde o výklad vztahu moderní a klasické fyziky, myslím, že přinese určitou psychologickou výhodu. Dosud se úvodní přednášky fyzikální pojímaly jako přehled fyziky na úrovni v podstatě o to vyšší než úroveň středoškolská, na co stačila úroveň znalostí matematických. Zásadně však celkové pojetí tohoto úvodu nepřinášelo mnoho nového. Vyjde-li však výklad ze stanovení správného vztahu klasické, relativistické a kvantové fyziky, může dosáhnout větší pojmové hloubky a přesnosti a ukázat mnohem jasněji vnitřní spojitosti různých oborů fyziky. To by byl nový prvek, jaký dosud studenti v úvodních výkladech o fyzice postrádali, což se někdy projevovalo i menším zájmem o fyziku než o matematiku, jejíž výklad je od začátku založen na podstatně jiném než středoškolském pojetí látky. Spojení klasické a moderní fyziky by při tomto výkladu bylo postaveno také do správnějšího světla, než je tomu při používání dosud časté zaklínací formule „Jak dnes víme, tato věta neplatí“.

Vyloží-li se už v úvodu vztahu mezi klasickou a moderní fyzikou, bude možno rovněž jasněji stanovit poslání knihy, pokud jde o podíl klasické a moderní fyziky, která v ní bude vykládána. I to má svou důležitost pro čtenáře nebo studenta a jeho přání nebo požadavky, s nimiž k četbě učebnice a ke studiu přistupuje.

Z hlediska organické jednoty klasické a moderní fyziky by měl být podle mého

mínění proveden i výběr faktů, jimiž bude výklad doložen. Měly by být podrobně vyloženy experimentální *důkazy* především těch fyzikálních vět, které platí v moderní i klasické fyzice. V druhé řadě by měly být podrobně popsány ty pokusy, které *dokazují* omezenou platnost vět klasické fyziky a ukazují nutnost zavádět nové, tj. kvantové a relativistické představy. A konečně — avšak stejně podrobně jako v obou předchozích případech — by měly být probrány experimenty *dokazující* platnost pouček moderní fyziky. To, co jsem právě napsal, se zdá patrně samozřejmé. Bohužel však v praxi se často setkáváme s tím, že popisu a zhodnocení experimentu se věnuje málo pozornosti. Zapomíná se často, že experiment není pouze ilustrací teorie, nýbrž že experimentálně zjištěný a správně zhodnocený fakt má trvalý význam — bez ohledu na soudobou teoretickou interpretaci a bez ohledu na důležitost, kterou mu právě platné fyzikální teorie přisuzují. A právě z tohoto hlediska by měla být experimentálně zjištěná fakta podávána, to jest nikoli jako ilustrace některých vět základní důležitosti, nýbrž jako jejich důkazy. Způsob popisu experimentu a jeho hodnocení by měly zároveň ukazovat čtenáři, jak je třeba pokus zakládat a jak kriticky výsledky hodnotit. Je pochopitelné, že se tímto způsobem výkladu omezí počet pokusů, které bude možno takto podrobně vykládat. To by mělo být vyváжено jejich správným výběrem a instruktivním způsobem popisu. Ovšem čím více bude možno uvést dalších faktů a experimentů, tím lépe čtenáře.

Ze stejných hledisek by mělo vycházet rozhodování, kdy volit postup výkladu podle historického vývoje našich vědomostí a kdy výklad přizpůsobit vnitřním spojitostem probíraných vztahů. Historický postup výkladu jistě má mnoho výhod; přesto však se domnívám, že dodržovat tento postup tak, jak se to dosud většinou dělá, je neúčinné. Myslím, že např. je nevhodné zavádět pojem kvant energie i kvantování až při výkladu optických spekter a že se tak ztrácí možnost ukázat, jak klasická fyzika nestačila vyložit ani zjevy jednodušší. Proto si myslím, že např. pojem kvantování i kvant energie by se mohl zavádět už v termice při výkladu o specifických teplech plynů.

Nechci v těchto poznámkách soustavně probírat všechny otázky a projednat všechny obtíže, s nimiž se setkává úvodní výklad o dnešní fyzice — ať už v přednášce na vysoké škole nebo v učebnici. Rád bych jen přispěl k diskusi o těchto problémech, jejichž řešení se stává stále naléhavější. A přál bych si, aby diskuse o těchto otázkách byla stejně hluboká jako živá.

Magnetický záznam televizního pořadu

přešel už před několika lety z laboratoří do praxe. Nedávno bylo vyvinuto zařízení, které umožňuje zaznamenání a reprodukci jediného televizního snímku. Záznam se děje na magnetickou vrstvu, nanesenou na kotouči o průměru 40 cm, který se otáčí rychlostí 50 ot/s. Na kotouč je možno zaznamenat 10 úplných snímků nebo 20 půlsnímků, vybraných v libovolných okamžicích z televizního pořadu.

Ivan Soudek