

Pokroky matematiky, fyziky a astronomie

Ivo Volf

O modernizaci vyučování fyzice

Pokroky matematiky, fyziky a astronomie, Vol. 14 (1969), No. 6, 282--289

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/139305>

Terms of use:

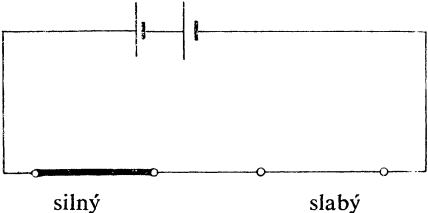
© Jednota českých matematiků a fyziků, 1969

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>

Příklad pracovního listu:

Část 7.5 Zahřívání proudem	1. ročník
<p>1. Vezmi dva stejně dlouhé vodiče z téhož materiálu různé tloušťky a zapoj je do obvodu se třemi články v sérii. Nech po krátkou dobu protékat proud. Který drát je teplejší?</p>	
<p>2. Jaká přeměna energie nastala?</p>	
<p>3. Ve kterém drátě probíhá přeměna rychleji?</p>	
<p>4. Dodatkové cvičení. Proč je jeden drát teplejší než druhý?</p>	
<p>5. Dodatkové cvičení. Nalezni způsob, jak změřit, oč je jeden drát teplejší než druhý!</p>	

O MODERNIZACI VYUČOVÁNÍ FYZICE

Z ÚVAH STŘEDOŠKOLSKÉHO PROFESORA FYZIKY

IVO VOLF, Hradec Králové

Ve 20. století nastal prudký rozvoj všech vědních odvětví. Tvrdí se, že suma vědomostí získaných společenským vědomím se zdvojnásobuje každých 10 let, že 90% všech vědců lidské společnosti doposud žije*). S tím ovšem úzce souvisí i publikační exploze. Ve světě vycházejí desítky tisíc odborných periodik z oborů přírodních a technických věd s několika milióny článků ročně; v technických oborech se podávají stovky tisíc patentových přihlášek ročně.

*) Pierre AUGER: Tendences actuelles de la Recherche scientifique, Unesco 1961, citováno podle čas. Pokroky matematiky, fyziky a astronomie, Praha 1964, č. 3.

Tento stav ve vědeckém světě se projevuje značným tlakem na školu: neustále se prodlužuje školní docházka, vyučování jednotlivým předmětům se neustále doplňuje dalšími poznatky, aby se vyrovnal rozdíl mezi vědním oborem a školním předmětem. Fyzika jako jedna ze základních přírodních věd stále všestranněji proniká do všech oblastí lidského života. Projevuje se to i ve změně struktury učební osnovy fyziky pro střední školu. Budeme-li prohlížet učebnice fyziky asi 100 let staré (např. Jan D. PANNÝREK: Učebná kniha silozpytu čili fysiky, Vídeň 1872), zjistíme, že základ vyučování spočíval na mechanice, termice, nauce o vlnění, geometrické optice a končil základními poznatky z elektrostatiky a magnetismu a poučením o galvanickém proudu. Nyní však nejméně jedna třetina vyučovací doby, věnované fyzice na střední škole, se zabývá partiiemi z posledních sta let. Jestliže však si uvědomujeme nesmírný význam fyziky pro techniku a pro život, jestliže hovoříme o jejím rychlém rozvoji v posledních 50 letech, není to však vůbec ta fyzika, která se přednáší na středních školách, tedy na školách připravujících značnou část mládeže pro život.

Už z historie je nám známo mnoho příkladů, kdy mezi hypotézou a jejím popřením či potvrzením, mezi vyslovením teorie a jejím uplatněním, a konečně mezi dokázanou teorií a jejím přijetím uplynulo mnoho let. Např. mezi objevem Newtonova všeobecného gravitačního zákona a jeho experimentálním potvrzením měřením Cavendishem uplynulo více než sto let; od Kopernikovy hypotézy přes důkazy Keplerovy a Newtonovy a církevním přijetím heliocentrické planetární soustavy uplynulo několik set let. Přitom mezi přijetím hypotézy a jejím proniknutím do školního vyučovacího systému je mezera také velmi hluboká (např. v některých amerických státech se nesmí přednášet Darwinova teorie atd.).

Existuje velký rozpor mezi fyzikou-vědou a fyzikou vykládanou ve školách. Už na první pohled lze zjistit, že většina učební látky podle osnov SVVŠ představuje poznatky 50—300 i více let staré, které jsme oblékli do moderního šatu technických aplikací a vyžadujeme je od žáků. Školská fyzika se postupně dostává do pozice církve odmítající heliocentrický systém, když do ní nebyly zařazeny nové objevy v atomové fyzice, když pro žáky zůstává tabu Einsteinova speciální teorie relativity. Velkou výjimkou bylo záření Roentgenovo — bylo objeveno r. 1895 a za 10 let se objevilo v učebnicích. Ale Max von Laue provedl své důležité pokusy v r. 1912, teorii relativity známe přes 60 let, de Broglieovy vlny jsou známé 40 let... O řadě moderních poznatků se žáci střední školy nedozví z malicherného důvodu, že po stránce exaktního matematického zpracování jsou tyto partie středoškolákům nesrozumitelné. A proto školní fyzika o těchto poznatcích mlčí vůbec, ačkoliv žák žije svůj každodenní život v džungli dobrých i špatných knížek více či méně dobře popularizujících moderní fyziku. Odmítáme tak dát žákům poučení cestou nejhodnější, z úst odborně a pedagogicky připraveného činitele v poznávacím procesu — učitele fyziky.

Škola je příliš konzervativní; nedovedla doposud využít rozhlasu, filmu a televize k získání vyššího stupně názornosti ve fyzice vůbec a v moderní fyzice zvlášť. A tak se tedy školská fyzika stala ve velké části svého obsahu i metod práce fyzikou konce 19. století.

Čelní vědci z oborů fyziky i techniky celého světa kritizují tento základní nedostatek školy. V posledním desetiletí se řada těchto pracovníků sama snaží změnit dosavadní způsob výkladu fyzikálních dějů. Příkladem může být nositel Nobelovy ceny za fyziku pro rok 1965 Richard P. Feynman ve svých *The Feynman Lectures on Physics* (ruský překlad Fejnmanovskije lekcii po fizike, Mir 1965—1967 Moskva — 10 dílů). Proto se také v mnoha zemích provádějí široké výzkumy, na kterých se účastní mnoho vědeckých pracovníků. Také u nás probíhají počátky pedagogického výzkumu, v jehož čele stojí JČMF a složky ČSAV; zájemci si mohli přečíst o tomto tématu již řadu podnětných článků. Je však nutné počítat s tím, že půjde o výzkum finančně i časově velmi náročný, jehož výsledky se však v dohledné době po zavedení reformy vyučování fyziky velmi brzy rentují.

Vycházíme-li z dříve uvedených faktů, můžeme modernizaci vyučování fyzice definovat jako úsilí zmenšit rozpor mezi školskou fyzikou a fyzikou jako vědní disciplínou a navíc, jak ještě uvidíme, jako snahu zlepšit celý proces vyučování fyzice a zvýšit tak jeho efektivnost. Je však nutno otevřeně prohlásit, že problémy kolem modernizace vyučování fyzice nejsou doposud zcela vyřešeny a není ani jasná cesta, jak se ze současných potíží dostat. Jediné, v čem se různí vědečtí pracovníci shodují, je konstatování existujícího rozporu.

Podle mého názoru je s modernizací vyučování fyzice úzce spojeno řešení těchto problémů:

1. *Pojetí školské fyziky*

Bude nutné vyřešit problém tzv. základního učiva; jeho přesné vymezení umožní učiteli stanovit základní požadavky, které musí klást na žáky. Ve vyučovacím procesu jde především o to, aby všichni žáci

- a) získali v maximální míře poznatky o stavbě světa a dovedli vysvětlovat děje v něm;
- b) osvojili si řadu dovedností, které pomáhají získávat poznatky z přírody nebo je využívat v technické i jiné praxi;
- c) osvojili si základní principy vědecké práce a vědeckého abstraktního myšlení;
- d) osvojili si schopnost vědecky se správně orientovat v přírodním a společenském dění.

Půjde především o to, abychom nepřetěžovali žáky zbytečnými podrobnostmi, ale naučili je správně fyzikálně myslet. Musíme věnovat velkou pozornost výkladu fyzikálních pojmů a vypracovat přesně program jejich osvojení v jednotlivých třídách. Je třeba více zdůrazňovat pohled na fyzikální děje, běžný ve vědecké fyzice, jako např. náležitě zdůrazňovat molekulární strukturu látek a s její pomocí vysvětlovat fyzikální děje, jimiž se středoškolská fyzika už zabývala, ale z hlediska makrostruktury.

2. *Obsah školské fyziky na SVVŠ*

Je nutno uvážit, které partie z tzv. moderní fyziky bude možno zařadit do školské fyziky a do kterých ročníků. Z osnov fyziky pro SVVŠ je nutno vybrat řadu partií,

kteře se buď opakuji nebo jsou pochopitelné pro žáky 7.—9. třídy, a přesunout je do nižších tříd. Přitom bude nutné uvážit i časovou posloupnost předávaných poznatků a stanovit nové, netradiční rozvržení učiva fyziky, jež by lépe vyhovovalo nejen postupnému výkladu fyzikálních poznatků, ale aby se také pamatovalo na mezipředmětové vztahy. Nové seskupení poznatků můžeme pozorovat v polském i americkém (PSSC) návrhu modernizovaných osnov. Přitom zavedení dalších poznatků do fyziky na SVVŠ (teorie relativity, základní poznatky z atomové fyziky, statistiky) nesmí nárokovat přidělení dalších hodin fyzice.

3. *Spojení školy se životem*

Modernizace výuky fyziky záleží i v tom, že se zbavíme i doposud platné teze zdůrazňující, že spojení školy se životem se projeví včasnou a správnou aktualizací učiva. Musíme najít nový pohled na tento typ interakce školního prostředí a každodenního života včetně technických aplikací; názorně musíme žákům poukazovat na velký význam teorie, která je progresivním článkem ve vývoji soudobé společnosti; musíme je naučit získané poznatky využívat při řešení praktických problémů na úlohách z běžného života a z výroby. Proto bude potřeba posílit vliv úloh početních i problémových i otázky měřicí techniky; žáci musí dobře ovládnout tento způsob získávání informací jakožto základ vědeckého výzkumu. Zavádění soudobých technických aplikací do vyučování fyziky je zároveň jednou z vazeb fyziky a současnosti; dodržování správného rozmístění těchto aplikací ve vyučovacím systému pomůže školské fyzice zbavovat se existujícího rozporu (viz výše).

4. *Vztah fyziky a matematiky*

Protože obdobným procesem modernizace prochází souběžně i nejdůležitější partner školské fyziky — matematika, hledají se cesty spolupráce. Modernizovaná matematika spočívá na pojmech množina, relace, vektor aj., a my se musíme snažit najít odraz těchto pojmů ve vyučování fyziky. Při zavádění jednotlivých partií fyziky do ročníků musíme vědět, jak budou vyzbrojeni žáci po matematické stránce. Naopak fyzikální aplikace se mohou stát předpokladem pro vytvoření dobrých a životních aplikací matematického učiva a tak by bylo nutno uvažovat, které poznatky z fyziky bude možno volit jako zdroj úloh pro matematiku. Přitom je nutné počítat (i perspektivně) s neustále pokračující matematizací fyziky a objevovat názorné a myšlení středoškolařů přijatelné modely fyzikálních situací.

5. *Mezipředmětové vztahy*

Aby se fyzice nemusely přidávat další hodiny ke zvládnutí všech úkolů, které má před sebou, je třeba odstranit existující duplicitu látky v různých předmětech, i když se vykládá z různých hledisek. Je pravděpodobně potřeba probrat určitou situaci podrobně z pohledu určitého odborníka a přidat k tomu specifické názory ostatních vědních oborů. V dalších předmětech by se pak měla takto vyložená učební látka

probírat zběžněji, specificky z hlediska určitého vědního oboru a spíše více využívat znalostí, které žáci již dříve získali. Takto ušetřeného času se dá využít pro zavedení dalšího učiva. Především je však nutno žáky upozornit na to, že zejména na rozhraní vědních oborů se v současné době rodí nové poznatky. Proto je třeba využitím mezi-předmětových vztahů pokládat základy pro budoucí vědeckou práci dnešních středoškoláků, odstraňovat izolovanost vědomostí žáků a tak jim podávat ucelený obraz světa.

6. *Vliv techniky na vývoj dětí*

Je všeobecně známo, že leckteré desetileté dítě dovede vyměnit prasklou žárovku v baterce, ačkoliv přesné poučení o elektrickém obvodu získá až později. Takových příkladů vlivu techniky na dítě najdeme nesčetné množství. Na jedné straně je zcela samozřejmé, že osmiletému dítěti, které mechanicky ovládá obsluhu televizoru, nemůžeme vysvětlovat princip přenosu modulovaného signálu, na druhé straně je však nutno konstatovat, že právě v údobí 1.–6. třídy základní školy máme silnou rezervu pro to, aby se žáci propedeuticky seznámili s některými fyzikálními veličinami a jejich měřením (hmotnost, délka, plocha, objem, čas, rychlost, síla) i s některými fyzikálními zákony a dovednostmi manuálního charakteru (práce s jednoduchým elektrickým obvodem), neboť výzkumem bylo zjištěno, že duševní kapacity dětí se plně nevyužívá. To by umožnilo další přesun látky a úpravu její struktury.

7. *Teorie učení*

Reforma z roku 1960 byla provedena po staru. I když se zdánlivě podle tradičních metod vyučování tradičního učiva dá dost dobře učit, přesto se ozývají hlasy žádající radikální změnu. Hlavní námitka směřuje proti malé efektivnosti vyučovacího procesu. V cizině se pokoušeli experimentálně zjistit, jaká je efektivnost vyučovacího procesu a dospěli k závěru, že pro normální dobrou školu s průměrnými učiteli se pohybuje kolem 50%. Jak to musí vypadat na škole, kde vyučují fyziku nekvalifikované síly! Obrázek o tom podal svého času provedený celostátní průzkum, o němž je učitelská veřejnost informována. Zlepšení efektivnosti vyučovacího procesu by mělo obrovský význam pedagogický — 36 týdenních vyučovacích hodin s efektivností 60% znamená, že přes 14 hodin týdně je zbytečných. Zde je další časová rezerva, jíž je nutno bezpodmínečně využít. S tím bezesporu úzce souvisí využití posledních objevů v teorii učení. Je nutné dbát však toho, že sebemodernější prostředek vyučování užitý starými metodami na starém učivu, sebemodernější metody se starými prostředky na starém učivu, i poslední případ — moderně uspořádané učivo vyučované starými prostředky a metodami nevedou k cíli. Je třeba vytvořit nové metody, vybavit školy odpovídajícími názornými prostředky a pomůckami. To vše musí být podloženo důkladným rozbořem existující situace a promyšlenou úpravou učebního materiálu.

Prof. HALAUNBRENNER z Krakova uvedl zajímavý, leč bohužel příliš rozšířený fakt: ve vyučování věnujeme mnoho času žákům slabým, ačkoliv jsme si vědomi, jaký

bezesporu velký přínos. Tři skupiny po dvanácti žácích, z nichž jedna pracuje podle magnetofonu, druhá podle diafilmu a třetí, obsahující nejslabší žáky, s učitelem, zvyšují nároky na učitele tak, že je nad jeho síly provádět tuto práci déle než po několik vzorových hodin či po několik hodin výzkumu, zvláště když naše školy nejsou k tomu vybaveny potřebnými pomůckami.

Je třeba dále uvažovat i o snížení počtu žáků ve třídě.

8. Zkoušení

Vyučovací proces je třeba zakončit prověrkou, jak žáci pochopili látku získávanou různými metodami. Absolutně nevystačíme s metodami dosud užívanými, tj. s re-produkcí materiálu. Je třeba vyzkoušet nové metody zjišťování úrovně fyzikálního myšlení žáků. Zde přijde ke slovu tzv. zpětná vazba, kterou pedagogika převzala od kybernetiky a kterou můžeme vhodně konkretisovat v programovém vyučování. Kromě toho bude nutné se podívat znovu na otázku testů.

9. Učitel fyziky

O škole a o její úrovni však nerozhodují pouze učební osnovy ani učebnice, ale rozhodoval, rozhoduje a bude vždy rozhodovat učitel. Na jeho znalostech, na jeho nadšení pro učitelské povolání, na tom, jak dovede zaujmout své žáky, závisí jejich příprava, postoj i rozvíjení schopností a především to, zda se mezi nimi najdou ti nejčennější pro vysoké školy, kteří mají ctížádost a chtějí něčeho v životě dosáhnout. Je třeba spolu s modernizací vyučování fyzice na střední škole uvažovat o změně přístupu k učitelskému vzdělávání, k učitelům a k jejich postavení vůbec. Dnešní škola trpí nedostatkem dobrých učitelů, což je zřejmé zejména ve fyzice. Plyne to jednak z toho, že schopný fyzik (pokud není idealista nebo zapálený do svého povolání) raději odejde na lépe honorované místo, než aby zůstal na střední škole, a dále pak, že vážnost učitele na střední škole hodně poklesla.

Zlepšení tohoto stavu nastane nejen lepším odměňováním učitele. Je třeba dát učitelům možnost vědecky pracovat, získávat vědecké hodnosti, dále se vzdělávat. To je jedna z nejdůležitějších podmínek zlepšení vyučování fyzice.

10. Informovanost učitelů fyziky

Hlavním činitelem ve výzkumu, který se provádí jako podklad k provedení modernizačních opatření někdy po roce 1972, je JČMF. Těm, kdo se účastní práce, je jasné, že bylo bezpodmínečně nutné zařadit modernizaci vyučování fyzice a matematice do státního plánu vědeckého výzkumu, neboť jen to mohlo vést k nějakým pozitivním výsledkům. Přesto však nestačí, aby se modernizací matematiky a fyziky zabývalo jen několik k tomu uvolněných lidí, neboť celý projekt by se stal vyjádřením jen jejich myšlenek. Je nutné vytvářet další kolektivy dobrovolných pracovníků, aby byly provedeny široké recenze učebních plánů, učebnic, učebních metod atd. Současně nesmíme dopustit chaotické experimentování kdekoho a v čemkoliv. S tím vším souvisí

informovanost zájemců. Není možné věnovat (tak jak se to leckdy dělá v průmyslu) značné částky na to, abychom vytvořili vlastní národní program modernizace vyučování fyzice, aniž bychom se učili jinde. Je všeobecně známo, že např. v USA takový program existuje, je vyzkoušen na statisících a něco i na miliónech žáků. Přitom přijdete-li do libovolné vědecké knihovny nebo dokonce do Státní pedagogické knihovny J. A. Komenského v Praze, nemají tam ještě ani zařazeno samostatné heslo o modernizaci vyučování, natož aby existovala nějaká literatura seznamující zájemce s těmito problémy. Existuje jen několik článků v časopisech Fyzika ve škole a Pokroky matematiky, fyziky a astronomie.

V závěru připomínám, že tento článek je určitým souhrnem názorů středoškolského profesora fyziky; byl napsán v období mého působení na střední škole. Přál bych si, aby byl pobídkou pro odpovědné pracovníky národních ministerstev školství, aby věnovali více pozornosti a finanční podpory této záslužné akci; několikaletá usilovná práce (po dobu 2—3 let) dvou až tří desítek schopných lidí by přinesla více ovoce než mnohaleté snažení několika set dobrovolných pracovníků. Chtěl bych také, aby byl zároveň povzbuzením pro členy JČMF, aby organizovali při pobočkách modernizační kroužky, v nichž by se věnovali studiu zahraničních pramenů a diskusím k nim, dále pak recenzní práci a průzkumu doposud vydaných materiálů.

V Bell Laboratories byla připravena nová slitina niobu, hliníku a germania, která se stává supravodivou při dosud nejvyšší známé teplotě 20,7 °K. (*Bell Lab. Rec.* Jan 69, 34)

-XO-

Podrobným rozbohem poměru jednotlivých isotopů xenonu ve zbytcích meteoritů se došlo k závěru, že v původních hmotách meteoritů byly obsaženy prvky o atomových číslech mezi 112 až 119. Srovnáním s výsledky získanými geochemickým studiem byla zamítnuta možnost, že by původcem nalezených složek xenonu byl prvek z řady aktinidů ($Z = 89 - 103$) či transitivních kovů ($Z = 104 - 111$). (*Science* 3881, 821).

-XO-

První umělá polární záře byla vytvořena v USA dne 26. ledna 1969 pomocí urychlovače vyneseného raketou Aerobee do výše kolem 270 km. Urychlovač vysílal vteřinové impulsy elektronů s energií 10 keV o intenzitě půl ampéru. Polární záře, jež byla pozorována několika způsoby, sestávala ze svítícího paprsku o průměru kolem 250 m a délce asi 30 až 40 km. Raketa nesla speciální zařízení, které zamezovalo nabíjení urychlovače vůči okolnímu prostředí, což by se nutně projevilo jeho vyřazením činnosti. Pokus potvrdil současné představy o vzniku polárních září (jejich základem je myšlenka, že jsou způsobeny tokem urychlených elektronů s energiemi kolem 10 keV) a naznačil nové možnosti jejich sledování. (*Science* 3887, 1512.)

-XO-

Spektrální rozbor zvuků (dunění) velkých vodopádů ukazuje, že vedle širokého pozadí převládá určitý charakteristický kmitočet nepřímo úměrný výšce vodopádů. Z těchto měření lze jednoduchým způsobem odvodit veličinu shodnou s rychlostí šíření zvuku ve vodě, což naznačuje, že sloupec padající vody rezonuje (s uzlem na vrcholy vodopádu a kmitnou v dolní dopadové části vodopádu.) (*Science* 3887, 1513).

-XO-