

# Pokroky matematiky, fyziky a astronomie

---

Ladislav Zchoval

Význam fyziky pro všeobecné vzdělání

*Pokroky matematiky, fyziky a astronomie*, Vol. 4 (1959), No. 2, 157--162

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/138687>

## Terms of use:

© Jednota českých matematiků a fyziků, 1959

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>

## FYSIKA

### VÝZNAM FYSIKY PRO VŠEOBECNÉ VZDĚLÁNÍ\*)

Prof. dr. LADISLAV ZACHOVAL

I. Jedenáctý sjezd KSČ uložil našim školám „přípravu všeobecně vzdělaných lidí, ovládajících základní poznatky vědy a techniky, kteří budou způsobilí pro kvalifikovanou fyzickou práci a připravení uvědoměle se účastnit budování komunistické společnosti. Do r. 1970 je nutno dosáhnout, aby bylo poskytováno převážně většině mládeže plné středoškolské vzdělání.“

Aby škola splnila tyto úkoly, bude třeba nejen změn organizačních, nýbrž i změn v pojetí všeobecného vzdělání. Nebude stačit, aby si mládež, která projde střední školou, osvojila jen určité vědomosti a nabyla zběhlosti v osvojování si vědomostí. Za základní poznatky vědy a techniky nebude už možno pokládat pouze určitá fakta, poučky a teorie, nýbrž u určité základní poznatky a zkušenosti metodické, které tvoří základní rysy vědeckého způsobu řešení problémů. Věda a technika se rozvíjejí velice prudce a s rostoucí rychlostí. Proto je nutno doplnit základní výuku také základní výchovou k vědeckému myšlení. Jinak by se školské vědomosti stávaly rychle stárnoucím materiálem a mnoho by nebyly žákům platny, až by jich měli v životě užít za nových, ve škole nepředvídaných situací při účasti na budování komunistické společnosti.

Vždyť komunismus je na vědě založen a při budování komunistické společnosti se užívá nejen výsledků vědy, nýbrž i vědeckých metod. Takovou výchovou uchráníme ostatně žáky i před omyly a před vlivy, které vyplývají z nevědeckých nebo i protivědeckých tradic a ideologií.

II. Význam fyziky pro další rozvoj naší techniky, byl při sjezdovém jednání dostatečně zdůrazněn. Českoslovenští fyzikové jsou šťastni, že vedoucí činitelé KSČ a státu takto potvrdili správnost jejich přesvědčení o důležitosti fyziky jako základu pro další rozvoj naší techniky a průmyslu a zdůraznili důležitost práce fyziků: Tím ovšem vzrostla také odpovědnost fyziků jak za další rozvoj fyziky jako vědy a za plnění její společenské funkce v našem státě, tak za uplatňování základních poznatků fyzikálních ve všeobecném vzdělání naší mládeže.

III. Fyzika jako jedna ze základních exaktních přírodních věd je mocným činitelem ve vzdělání mladých lidí pro svůj vlastní obsah, i pro význam aplikací fyzikálních poznatků v ostatních vědách i v technice. Avšak fyzika může ovlivnit velmi silně i výchovu mládeže a to právě vlivem na vytvoření metodických návyků. Fyzika tak může ve velké míře přispět k základům vědecké výchovy naší mládeže.

\*) Úvodní referát, přednesený na Pracovní konferenci pro středoškolskou fyziku, konané v září 1958 v Praze. Zpráva z této konference je uveřejněna v předcházejícím a v tomto čísle.

Že je třeba při všeobecném vzdělání uplatnit vliv fyziky a využít vyučování fyzice, je tedy jasné. Jasné je ovšem také, že je to úkol mimořádně obtížný, který bude vyžadovat soustředěného úsilí nás všech, ať působíme na kterýchkoli školách.

Obtížnost úkolu je v tom, že žijeme v době, ve které se překotně vyvíjejí jak fyzika tak technika. Technika prochází pronikavými změnami, které jsou mnohem hlubší, než byly změny provázející zavedení páry nebo elektřiny do technické praxe. Jsme na začátku období, kdy bude technicky využíváno atomové energie, vlastností pevných látek i plasmatu. Můžeme říci, že technika, která bude stále více a hlouběji pronikat celý náš každodenní život, bude založena na aplikacích nebo důsledcích teorie relativity, teorie kvantové fyziky pevných látek, výbojů v plynech a, elektroniky stejně jako na aplikacích fyziky atomového jádra, fyziky nízkých teplot a aerodynamiky nadzvukových rychlostí.

A fyzika sama se před naším zrakem mění den ode dne prudkým vyvojem fyziky atomového jádra, fyziky pevných látek, výbojů v plynech, elektroniky v nejširším smyslu i ostatních fyzikálních oborů, které z jedné strany nutí k rychlému rozvoji už sám rozvoj třeba jen fyziky atomového jádra, a jemuž zase na druhé straně otevírá a upravuje cestu rychlý rozvoj třeba elektroniky.

IV. Co lze v této situaci označit za základní poznatky vědy a techniky a jak může fyzikální vyučování přispět k tomu, aby je žáci našich škol ovládli, aniž by byli přetěžováni množstvím nebo obtížností látky?

Fyzikální vyučování je ve veliké nevýhodě proti vyučování některým jiným vědám. Nelze totiž vymezit určitou oblast fyzikálních poznatků, které by byly jednou pro vždy označeny za základní a jejichž sdělování žákům by tvořilo obsah učitelské práce. Nelze to ze dvou příčin. Především nové fyzikální objevy a teorie ovlivňují většinou i ostatní oblasti fyziky, které proto nelze považovat za definitivně utvořené. Ve vyučování se to někdy projeví rozšířením látky — jak např. v oboru atomové fyziky, nebo když šlo o fotoelektrický zjev a jeho význam pro pochopení kvantové povahy světla. To bývá často spojeno i s nutností doplnit nebo pozměnit základní fyzikální představy — jako třeba v obou uvedených příkladech. Nebo se to projeví ve vyučování změnou důrazu, který je kladen na výklad některých pojmů nebo faktů — např. vlivem teorie relativity a atomistiky se přikládá dnes mnohem větší význam pojmu hybnosti a větě o zachování hybnosti, než tomu bylo dříve.

A dále je tomu tak i z té příčiny, že nové fyzikální objevy nacházejí rychle použití v technice a tím jejich odezva nebo důsledky pronikají do denního života. Má-li škola připravit žáky pro život tak, aby se v něm dovedli orientovat, má-li je seznamovat se základními poznatky techniky a nemá-li přímo dusit a potlačovat jejich přirozenou zvědavost, musí vyučování fyzice na porozumění takových aplikací žáky připravit. Jinak by škola pracovala odtrženě od života a neplnila by ani širší osvětový úkol, který stále má.

To neznamená, že bychom chtěli učit děti na středních školách kvantové mechanice nebo teorii relativity. Na druhé straně však musí být učitelé fyziky jasné, že není oboru fyziky, který by stál stranou vývoje fyziky a směl ustrnout.

Za těchto okolností je nutno dobře uvážit, co jsou základní poznatky fyziky.

Myslím, že při svých úvahách musíme vycházet z toho, že nové fyzikální poznatky a teorie nelze pokládat za vyvrácení pouček klasické fyziky, nýbrž za jejich zpřesnění a hlubší odůvodnění. Budeme-li takto vidět vztah mezi

fysikou klasičkou a moderní, mezi staršími a novějšími poznatky, budeme moci zvolit za základní poznatky fakta, poučky a zákony, které jsou základní i z hlediska klasické fyziky. Nebudeme však přikládat jim všem stejnou důležitost a váhu, nýbrž budeme při výkladu zdůrazňovat ty z nich, jejichž důležitost a dosah se projeví i ve vývoji moderní fyziky. Při výkladu musíme však postihnout jejich skutečný fyzikální smysl a neulpívat na výkladu pouze formálním. Tím dosáhneme toho, že takto formulované poznatky budou tvořit bezpečnou základnu i pro pochopení poznatků, které přinesl nový vývoj fyziky. I z těchto nových poznatků budeme zahrnovat některé mezi základní poznatky, které mají žáci ovládnout. Budou to ty, které mají klíčový význam pro pochopení novějšího rozvoje fyziky a které jsou východiskem pro další rozvoj fyziky.

Avšak takto vybraná a podle důležitosti zdůrazňovaná fakta, poučky a zákony nemohou stačit, aby vytvořily dohromady soubor základních poznatků. Musí k nim nutně přistoupit některé představy a pojmy, na které je třeba žáky navykнуть, protože jsou základem pro pochopení moderního fyzikálního obrazu světa. Patří k nim základní představy kinetické teorie hmoty, představa o mřížové struktuře pevných látek, o vlnové i kvantové povaze světla a zvláštním postavení rychlosti světla, o atomické struktuře elektřiny, o elementárních částicích, o elektromagnetickém poli a struktuře atomu. Teprve soubor vybraných fakt, pouček a zákonů těchto základních představ a pojmů možno označit za základní poznatky fyziky.

Pro výběr takto chápaných základních poznatků by měly být rozhodující ty pojmy a poučky, které připravují porozumění oborům fyziky, na nichž bude spočívat nebo v nichž bude probíhat hlavní největší rozvoj fyziky. Patrně jsou to statistická fyzika, kvantová teorie, atomistika, elektronika, fyzika pevných látek.

Mají-li poznatky, které si žáci odnesou ze školy, tvořit základnu pro jejich další vzdělání, ať už si je osvojí jakkoli, nebo pro orientaci v nových skutečnostech, před které je bude život stavět, musí být voleny tak, aby žáci byli připraveni na statistické chápání fyzikálních dějů, na pochopení dvojího charakteru, jímž se nám projevuje světlo, na pochopení základních vět o stavbě atomu. Musí jim být stejně tak běžný např. pojem elektromagnetického pole.

Celkem je třeba dokončit ve vyučování fyzice směnu, která v ledačem připomíná přechod od statického chápání elektřiny k pojmu elektromagnetického pole. Avšak změna, o jejíž důsledné dokončení dnes jde, je mnohem hlubší a probíhá také v mnohem širším rozsahu.

Je třeba si položit otázku, zda je takové vyučování fyzice a takové pojetí základních poznatků možné na středních školách a pro žáky únosné. Myslím, že ano, protože je realizováno např. v sovětské učebnici fyziky pro desetiletky (A. V. Peryškin — *Kurs fiziki I* (1955) spolu s V. V. Krauklísem; II (1955)). Tato učebnice není rozsáhlejší než naše nynější učebnice pro jedenáctiletky. Naopak!

V. Pro uskutečnění takto vymezeného vyučování fyzice je rozhodující právě výběr a pojetí látky, a metoda vyučování. Rád bych zde upozornil, že v SSSR vyšly speciální metodické příručky, věnované metodice výkladu těch částí fyziky, o nichž jsem právě mluvil (vedení elektřiny plynem, záření, vlnová a kvantová povaha světla, stavba atomů apod.). Jde o to, že je třeba stále vidět celou fyziku z hlediska nových fyzikálních poznatků a teorií, z toho hlediska učební látku vybírat a vykládat jí způsobem věku žáků přiměřeným

tak, aby výklad nikde neuzavřel, nýbrž naopak připravil cestu k porozumění modernímu vývoji fyziky.

Nestačí však jen látku vhodně vybrat a přiměřeným způsobem ji přednést. Mají-li žáci základní poznatky skutečně ovládnout, je třeba jim stále ukazovat, jak se který fyzikální poznatek nebo zákon aplikuje. Má-li být tato část výuky opravdu účinná, je nutno každý zvolený případ podrobně rozebrat, aby žáci viděli krok za krokem, jak se v technické aplikaci i v podrobnostech projevuje působení aplikovaného fyzikálního poznatku. Je třeba vést žáky k domýšlení aplikací, nestačí pouze nadhodit, že lze určitou větu tak nebo onak aplikovat. Z tohoto hlediska je ovšem třeba vybírat příklady aplikací.

VI. A tím se už dostáváme k výchovnému působení fyzikálního vyučování. Naučíme-li totiž žáky na aplikacích fyziky daný zjev analyzovat, najít v něm zákon, jimž je řízen, a sledovat krok za krokem, jak se tento zákon nebo poučka uplatňuje, vychováváme je k tomu, aby jednak sami mohli porozumět metodě vědecké práce, jednak aby si navykali podobným způsobem postupovat i v jiných situacích. To je potřebné pro ty, kdo se mají účastnit budování komunistické společnosti. Usnadní to totiž žákům nejen porozumění základům techniky, nýbrž u základním zákonům vývoje společnosti a jejich aplikacím na konkrétní případy. Jistě má každá věda svou metodu a vědy společenské se metodicky liší značně od věd přírodních. Nám však jde o sám základ vědeckého přístupu k látce. Fyzikální vyučování je velmi vhodné k tomu, aby se při něm začalo s výchovou k takovému projednání různých otázek, neboť ve fyzikálním vyučování na tomto stupni jde o poměrně jednoduché a průhledné případy. Teprve později možno přistupovat ke složitějším.

Fyzikální vyučování může však přispět ještě dalším způsobem k tomu, aby si žáci osvojili užitečné návyky, jichž budou potřebovat ve své další práci. Myslím na výcvik ve střízlivém hodnocení poznatků a jejich stručné a přesné formulace. Je pochopitelné, že se tak může stát zase jen způsobem přiměřeným jejich věku. Přesto si však myslím, že by působení fyzikálního vyučování mělo být v tomto směru využíváno víc, než se dosud děje. To není jen věcí praktických cvičení. K přesné formulaci a střízlivému hodnocení poznatků má vést žáka celé pojetí výkladu. V praktických cvičeních se žák už jen může samostatnou činností utvrdit v tom, k čemu ho vede učitel celým ostatním vyučováním. Snad by fyzikální vyučování mohlo v tomto směru aspoň částečně nahradit tu výchovu k přesnému vyjadřování, kterou kdysi obstarávalo vyučování klasickým jazykům.

K přesnému vyjadřování je třeba vést i tehdy, když se nepoužívá matematického aparátu — a především tehdy. Na tomto stupni jsou přesné slovní formulace velmi důležité, když jde o postavení fyzikální podstaty, která nesmí být nikde zaostrěna matematickým aparátem. Ale bez spolupráce s matematikou nebude moci spolupůsobit vyučování fyzice při výchově k přesnému vyjadřování. Snad by frontální vyučování mohlo takto také přispět k prohloubení smyslu pro aplikace matematiky.

VII. Výchovné působení fyzikálního vyučování by však nejen mohlo, nýbrž mělo být mnohem hlubší, mělo by zasahovat přímo kořeny, z nichž vyrůstá přemýšlení o světě a o postavení jednotlivcově ve světě a mezi lidmi, přemýšlení, jemuž neunikne žádný mladý člověk, při němž prožívá chvíle radostné i těžké, které formují jeho budoucí charakter.

Ve fyzice lze totiž na jednoduchých případech ukazovat, jak lidé získávají nové poznatky. Postup našeho poznání od pozorování nebo experimentů

přes jejich zpracování k teorii a od teorie zpět k ověřování pokusem a aplikací, tento postup je možno ukázat i při vyučování na středním stupni na některých případech. Rovněž tak lze ukázat, jak nové poznatky a jejich interpretace znamenají zlepšování poznatků starších a jak se takto naše poznání světa krok za krokem blíží k úplnosti a správnosti. Rovněž tak lze ukázat, jak jsou omezené vědomosti a možnosti poznání každého jednotlivého člověka, a jak naproti tomu poznatky a možnosti poznání pro všechno lidstvo jsou bez hranic.

To jsou důležité základní poučky, s nimiž lze žáky seznámit v konkrétní formě na poměrně jednoduchých příkladech. Uvědomí-li si však žáci toto základní hledisko, mají otevřenou cestu ke gnoseologii dialektického materialismu a současně jsou uchráněni všelijakých spekulací, které mohou vyústit v nevědecké názory nebo předsudky.

Konečně při fyzikálním vyučování je možno ozřejmit i společenskou funkci vědy. Vzájemný vztah vědy a techniky je patrný v lečterém oddílu ve fyzice. Lze ukázat, že nejen věda svými aplikacemi ovlivňuje techniku, nýbrž jak také naopak vývoj techniky má pronikavý vliv na vývoj vědy. Je možno ukázat, že věda má sloužit lidstvu, zvyšování jeho úrovně hmotné i kulturní; že to však nemá a nesmí znamenat službičkování a práce bez dalekých výhledů. Ve fyzice je dále velmi zřetelně vidět, jak vědečtí pracovníci všech národů přes osobní rivality spojují své úsilí k rozřešení fyzikálních problémů a jak tato spolupráce přináší lidstvu užitek. Ale je možno také ukázat na odpovědnost vědeckého pracovníka za to, jak bude výsledků jeho práce využito a jak je jeho povinností učinit vše, aby jich nebylo zneužito. Nesmyslnost apolitického postoje tak zvaných čistých vědců lze sotva kde ukázat markantněji než ve fyzice.

Ani při uskutečňování těchto požadavků nejde o nic nespíitelného nebo nepřiměřeného. I zde jde v podstatě o to, jak látku pojmenout a jak vybrat vhodné klíčové body, kolem nichž ji lze seskupit. Někdy poznámkou nebo krátkou odbočkou při opakování nebo zkoušení lze přece udělat víc než učeným odstavcem, který v souvislém výkladu zapadne.

Úkoly, které jsou před námi, kdo vyučujeme fyzice, nejsou ani malé ani snadné. Jde o nové pojetí látky, o prohloubený pohled na tradiční oddíly fyziky z hlediska nových fyzikálních poznatků, o vědomí společenského významu fyziky jako vědy i vyučování fyzice a význam fyzikálního vyučování pro vytváření světového názoru.

Budete jistě mnoho uvažovat o osnovách, učebnicích, počtech hodin, vybavení kabinetů. To je správné a důležité. Myslím si však, že tyto úvahy — samy o sobě správné — by se lehko staly mylnými a scestnými, kdyby jimi stále nepronikalo vědomí, že pro splnění úkolů, před kterými stojíme, jsou rozhodující dva činitele, dvě okolnosti.

Je to především hloubka obecného i odborného vzdělání učitelova a opravdovost jeho postoje jak k filosofickým základům vědy, tak ke společnosti, pro kterou žáky učí a vychovává. A je to dále metoda, kterou bude vyučování uskutečňováno.

Rád bych dodal, že se to týká učitelů fyziky na všech stupních škol. Vím, že např. my na fakultě jsme v tomto směru nespílnili ještě mnoho povinností. A že jednou skupinou z těchto nespílněných povinností je např. účinná pomoc našim soudruhům učitelům na školách II. a III. stupně při plnění úkolů, které nám uložil jedenáctý sjezd KSČ.

Je tedy před námi mnoho nesnadné práce, často společné — a vždy směřující

k těmž cíli: K dovršení výstavby socialistické společnosti a k přípravě budování společnosti komunistické. Bude náš při ní navzájem poutat nejen zájem odborný, nýbrž i vědomí občanské a vlastenecké povinnosti k Československé republice.

## RADIOSPEKTOSKOPIE — NOVÝ OBOR MODERNÍ FYSIKY

LUDĚK PEKÁREK, kand. fys.-mat. věd

(Dokončení)

### 3. „Atomové“ hodiny s amoniakem

Frekvence spektrálních čar atomů a molekul je dána výlučně vlastnostmi samého atomu nebo molekuly a nezávisí pochopitelně na vlastnostech aparatury, používané k měření. Např. frekvence nejsilnější vysokofrekvenční spektrální čáry amoniaku je rovna vždy přesně 23 870,11 MHz, nezávisle na tom, na jaké aparatuře provádíme její měření. To pochopitelně přivádí na myšlenku použít některé vysokofrekvenční spektrální čáry, např. právě uvedené velmi silné čáry amoniaku, k vytvoření normálu frekvence a tím i normálu času, který by tak byl definován vlastností molekuly, které jsou měřitelné kdekoli na světě nezávisle na jakýchkoli jiných veličinách.

Myšlenka definovat fyzikální jednotku pomocí vlastností atomů byla již úspěšně uskutečněna v případě definice jednotky délky — metru. Je známo, že mezinárodní metr je definován jako vzdálenost dvou vrypů na platini-ridiové tyči (při teplotě 20 °C), uložené v Paříži. Tato tyč je ovšem jediná na světě, a aby bylo možno této míry používat i v jiných státech, byly pořízeny její pokud možno přesné kopie, z nichž jedna je též uložena v Praze. Srovnáním s touto kopií se pak cejchují další přesná délková měřítka.

Na první pohled je zřejmá nevýhoda takovéto definice jednotky délky. Spočívá v tom, že zhotovení jiného délkového normálu (kopie) není možné bez přímého srovnání s originálním pařížským metrem.

Proto byla jako normál délky vybrána nyní vlnová délka optické červené spektrální čáry kadmia. Tato délka byla přesně změřena podle jednotky definované pařížským metrem a položenou rovnou  $0,64385033 \cdot 10^{-6}$  metru. Na jeden metr přijde tak přibližně jeden a půl milionu vlnových délek červené čáry kadmia.<sup>5)</sup> Tím je jednotka „jeden metr“ definována již na základě vlastnosti atomu. Atom kadmia je možno „přinutit“ k záření v kterékoli laboratoři a kdekoli na světě, a vždy bude vlnová délka jeho červené spektrální čáry stejná.

Tak je možno tuto „atomovou“ jednotku metru realizovat v každé laboratoři, a kdyby z nějakých důvodů propadl jeden takový normál zkáze, nebylo by obtížné vyrobit druhý stejně přesný, což naprosto neplatí o platini-ridiové tyči jako normálu metru.

Jednotka času — jedna vteřina — je dnes definována buď podle rychlosti rotace Země (1 den má 86 400 vteřin), nebo podle doby oběhu Země kolem Slunce. Tato definice má výhodu, že je možno ji použít v kterékoli části světa

<sup>5)</sup> Viz „Nový délkový normál“, v předcházejícím čísle, str. 125.