

Pokroky matematiky, fyziky a astronomie

Jaroslav Vachek

K otázce koordinace výuky matematiky a fyziky na střední škole

Pokroky matematiky, fyziky a astronomie, Vol. 14 (1969), No. 3, 144--148

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/139906>

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>

VYUČOVÁNÍ MATEMATIKY A FYZIKY

K OTÁZCE KOORDINACE VÝUKY MATEMATIKY A FYZIKY NA STŘEDNÍ ŠKOLE

JAROSLAV VACHEK, Praha

Fyzika i matematika jsou samostatné vědní disciplíny. V určitých etapách jejich historického vývoje docházelo však mezi nimi k velmi úzkým kontaktům. I dnes se matematika stále obohacuje novými aplikacemi ve fyzice. Naopak matematika, díky své daleko sahající abstrakci a velké obecnosti svých pojmů a metod, dává fyzice možnost hledat, formulovat a systematizovat obecné zákonitosti a vyvozovat z nich závažné důsledky. Matematika je tak pro fyziku nejen nezbytným nástrojem, ale stává se stále více i prostředkem, kterým fyzika vyjadřuje své zákony a teorie.

Přes tuto souvislost vyvíjejí se dnes obě tyto vědecké disciplíny zcela samostatně, vytvářejí samostatné vědecké systémy, zavádějí vlastní terminologii, symboliku aj. především z hlediska svých potřeb.

Fyzika a matematika jako vědecké disciplíny i jejich systémy jsou základem, ze kterého musí vyučování oběma předmětům vycházet. Úloha matematiky ve fyzice jako vědecké disciplíně musí se projevit i ve vyučování fyzice na střední škole poměrně výrazně.

Fakt, že oba vyučovací předměty musí vycházet z vědeckých disciplín, jejichž vývoj probíhá značně odlišně, komplikuje a ztěžuje snahu po koordinaci vyučování fyziky a matematice, zvláště při současných snahách po modernizaci obsahu i metod výuky oběma předmětům. Je třeba si uvědomovat, že na střední škole matematika a fyzika jako všeobecně vzdělávací předměty musí spolu těsně souviset. Mezi vědeckými disciplínami a vyučovacími předměty jsou podstatné rozdíly v cíli, obsahu i metodách práce. Učovací předmět má cíle vzdělávací a výchovné. Nemůže zahrnovat celý obsah příslušného vědního oboru; jeho obsah je často ovlivňován různými zřeteli, např. potřebami praxe, a proto se ve vyučování věnuje pozornost i určitým poznatkům, které z hlediska vědeckého poznání jsou méně důležité.

Nerespektování rozdílů mezi vědeckými disciplínami a vyučovacími předměty, nerespektování faktu, že oba předměty ve výuce na střední škole velmi úzce spolu souvisejí a musí přispívat k jednotnému formování žákovy osobnosti, může ještě zhoršit nepříliš utěšenou situaci v koordinaci výuky oběma předmětům. Skutečně moderní pojetí výuky na střední škole musí zajistit co nejlepší vzájemnou koordinaci matematiky, fyziky, chemie i biologie. Je to nutné jednak proto, aby byl žák veden

k modernímu vědeckému chápání přírody i celého světa, jednak proto, aby bylo možno zvýšit efektivnost výuky matematicko-přírodovědným předmětům.

Mluvíme-li o koordinaci vyučování fyzice a matematice, můžeme ji rozdělit na koordinaci vnější a vnitřní.

Vnější koordinaci máme na mysli fakt, že si má časově odpovídat probírání vzájemně souvisejícího učiva v obou předmětech. Pro fyziku by bylo ideálním stavem, kdyby v době, kdy ve vyučování je zapotřebí určitého matematického aparátu, měli již žáci tyto poznatky probrány a procvičeny v matematice. Fyzika by pak naučila žáky chápat fyzikální smysl kvantitativních vztahů, které zavádí, užívat matematických poznatků k řešení fyzikálních problémů i konkrétních příkladů. To by osvěžilo a prohloubilo znalosti žáků z matematiky i jejich dovednosti užívat těchto poznatků v praxi a přispělo by to k jejich hlubšímu pochopení. Matematika by ve svých výkladech a praktických příkladech užívala jen těch fyzikálních vztahů, veličin a jednotek, které žáci znají již z vyučování fyzice a tak by přispěla k jejich procvičení a prohloubení.

Již od historických počátků vyučování fyzice museli se autoři učebnic i učitelé potýkat s problémy nedostatečné přípravy žáků z matematiky. Svědčí o tom např. následující citát z učebnice [1] z r. 1746: „Základy důkazů v přírodních vědách leží z největší části v geometrii, a jejich učitelé by byli šťastni, kdyby měli jen takové posluchače, kteří ovládají tento klíč přírody. Ale v to nelze nyní doufat, a proto není možné dělat nic jiného, než že se člověk drží tak nízko, jak je to možné. Vypustit všechnu geometrii z přírodovědy je nemožné, ale je možno ji omezit a při nejmenším je možno se vyhnout méně známým větám . . .“. Od doby prvních fyzikálních učebnic do dneška se tedy nepodařilo zcela ideálním způsobem zkoordinovat osnovy fyziky a matematiky vzhledem k jejich obsahu a rozsahu.

Někdy se projevují snahy řešit nedostatky ve vnější koordinaci tak, že se určité učivo z matematiky vyloží ve fyzice. To je snad přípustné ve výkladech vysokoškolské fyziky, kde dokonce může nastat případ, že posluchači se s potřebným matematickým aparátem vůbec v kursech matematiky neseznámí, nebo až značně později. Ve středoškolské fyzice by k tomu nemělo docházet z mnoha závažných důvodů, především však:

1. Z důvodů časových; čas vyhrazený vlastní výuce fyziky je značně naplněn učivem a využívá-li se k plnění jiných úkolů, nutně tím musí trpět výuka fyziky.

2. Fyzikální hodiny tím dostávají deduktivně kvantitativní charakter v neúměrném rozsahu; vlastní fyzikální metody práce a pozornost, která má být věnována objasnění fyzikální podstaty, ustupují do pozadí.

3. Matematický výklad těchto poznatků nemůže být uspokojivý z hlediska systematického kursu středoškolské matematiky. Matematický výklad je zjednodušený, nemůže být zpravidla dodržena náležitá přesnost, důkazy tvrzení jsou vypouštěny, někdy nahrazovány názorem. Hlavní pozornost je věnována praktickému využití matematického aparátu. Takovýto postup může podporovat sklon žáků k povrchnosti a podceňování nutné přesnosti v matematice.

Do vnější koordinace můžeme zahrnout požadavek vyučování fyzice, aby žáci bezpečně zvládli některé matematické dovednosti. Jsou to především početní operace, užívání tabulek, řešení rovnic, dovednost grafického znázorňování závislostí atd., které nejsou ani tak otázkou koordinace osnov (na střední škole), jako otázkou nepodceňování těchto dovedností ve výuce matematiky. Je třeba např. uvážit, že výcvik v základních početních operacích končí dnes v podstatě na národní škole a nevyvíjí se u žáků v dalších letech. Zanedbávají se prostředky vedoucí ke zlepšení početní kultury žáků (tabulky, grafické metody, nomogramy), pozdě se seznamují s počítáním na logaritmickém pravítku. Zvýšení početní kultury žáků by velmi prospělo fyzice, protože získávání početních výsledků při zpracovávání fyzikálních měření a jejich diskuse jsou podstatné pro výcvik fyzikálního myšlení žáků.

Rovněž nácvičku dovedností provádět různé algebraické úpravy není věnována dostatečná pozornost. Žáci zápolí s nedostatky v rychlé a správné úpravě různých vztahů ještě i v nejvyšších třídách střední školy.

Matematika jako vyučovací předmět musí se bezesporně přizpůsobit vědeckému vývoji matematiky, musí klást důraz na stále stoupající přesnost a logickou strukturu, nesmí však zanedbávat tento praktický výcvik. Zanedbání těchto dovedností snižuje použitelnost matematiky v druhých předmětech, pro které je matematika nástrojem. A s tímto důležitým faktem musí středoškolská matematika počítat.

Vnitřní koordinace souvisí především s pojetím obou předmětů. Je třeba, aby tytéž pojmy, probírané v hodinách fyziky i matematiky, byly vykládány z téhož hlediska. Není možné, aby obsah určitého pojmu byl v matematice a fyzice různý a žák si neuvědomoval, že jde o týž pojem. Nejde jen o pomocnou úlohu jednoho předmětu pro výuku druhého, ale jde o spojení mezi nimi v obsahu téhož učebního materiálu.

Vnitřní koordinace spočívá také v tom, že fyzika bude užívat matematických pojmů s odpovídající přesností, terminologií i způsobem zápisu. Rovněž matematika, pokud užívá fyzikálních pojmů a vztahů, má respektovat terminologii, běžně zavedené jednotky, značení aj.

Především však v první otázce vidíme vývoj vyučování obou předmětů málo uspokojivý. Naopak rozdílnost pojetí začíná se projevovat u řady pojmů stále výrazněji. Žáci nevidí dobře vzájemné souvislosti, tytéž pojmy v matematice a fyzice mají pro ně případně i různý obsah. Stačí uvést např. pojem vektoru, funkce aj. Sem patří i otázka počítání s pojmenovanými čísly, která souvisí s pojetím fyzikální veličiny.

Tento nesouhlas v obsahu a mnohde i v pojetí společně užívaných pojmů není však náhodný. Existuje objektivně určité přežívání staršího pojetí matematických pojmů ve fyzice, zvláště ve středoškolských učebnicích. To ovšem souvisí velmi úzce s pojetím a užíváním těchto pojmů ve fyzice odborné, od níž se nemůže středoškolská fyzika zásadně lišit. Bezesporně zde má však velký vliv tradice a starší zpracování středoškolských i vysokoškolských učebnic.

Klasickým příkladem toho je např. nauka o poměru a úměrách, která je z hlediska moderní didaktiky matematiky přímo škodlivá a dá se ve fyzice nahradit zpravidla

úvahami o funkcích. Jindy zase fyzika zcela nevšimavě chodí kolem některých partií matematiky, které jsou přímo předurčeny pro fyzikální využití — příkladem je teorie zobrazení.

Chyba není jen ve výuce fyziky, ale při nejmenším stejný podíl má na tom výuka matematiky. V učebnicích matematiky, zvláště novějších, vede snaha po zmodernizování vyučování matematiky často k tomu, že se opomíjí současný stav výuky fyziky a jeho potřeby. I když moderní vyučování matematice hledá s plným oprávněním nový obsah i formu výuky, nesmí opomíjet úzký vztah obou předmětů i fakt, že pojetí i výuka matematiky na střední škole musí být mimo jiné i takové, aby co nejlépe ulehčovaly použití matematiky ve vyučování fyzice.

Problémy plynoucí z vnější nekoordinovanosti lze zpravidla překlenout, i když znamenají ztížení práce v obou předmětech. Avšak problémy, které přináší vnitřní nekoordinovanost, nelze odstranit v rámci jednoho z obou předmětů, ani to není v moci sebekvalifikovanějšího učitele. Největší obtíže a škody z toho pak vyplývají pro žáky. Místo, aby docházelo k tomu, že při výuce v obou předmětech se vědomosti a dovednosti budou doplňovat, posilovat a utvrzovat, dochází k jejich rušivé interferenci. Transfer vědomostí z jednoho vyučovacího předmětu do druhého, který je sám o sobě na žáka náročný, je odlišným obsahem pojmů, rozdílnou terminologií, symbolikou, ale i odlišným způsobem zápisu znesnadňován. Místo uceleného vzdělání získávají žáci izolované poznatky v jednotlivých vyučovacích předmětech a rozhodně sami nejsou schopni tyto nedostatky výuky překonat.

Jak by bylo možné odstranit tyto nedostatky v koordinaci vyučování fyziky a matematice?

Často se doporučuje, aby fyziky i matematice vyučoval v těžké třídě týž vyučující. Je to bezesporně velmi vhodné a mnoho se tím napraví, ale zdaleka ne všechno. Především nedostatek koordinace v pojetí určitých partií nemůže učitel zpravidla sám napravit. Vychází ze závazných osnov a opírá se o učebnice zpracované v určitém pojetí. Tak týž učitel v jedné třídě probírá často týž pojem (např. pojem vektoru) bez jakékoli souvislosti ve fyzice a v matematice.

Daleko účinnější je zajistit koordinaci v osnovách a učebnicích. Vnější koordinace je závislá především na osnovách. V současné době by skutečně nebylo problémem při vhodné organizaci práce na osnovách zajistit vyhovující dobrou návaznost v obou předmětech. Je to především otázka organizačně pedagogická.

Vážnější je problém koordinace vnitřní, která není pouze otázkou metodickou, ale souvisí velmi úzce s odborným pojetím jednotlivých předmětů i se současným stavem fyziky a matematiky jako vědeckých disciplín. Zde bude zapotřebí mnoho oboustranně dobré vůle i snahy především u autorů učebnic. Ani fyzikové ani matematikové nemohou apriorně zaujmout nekompromisní stanovisko, že jejich předmět musí být na střední škole podáván úplně a systematicky v souladu s vědeckým systémem fyziky nebo matematiky. Jen úzký kontakt a častá výměna názorů všech těch, kteří rozhodují o obsahu, pojetí i metodách práce v obou předmětech, může zajistit skutečně dobrou koordinaci výuky fyziky i matematiky v jejich moderním pojetí.

Úspěšné vyřešení těchto otázek předpokládá zájem i aktivní spolupráci pracovníků kateder matematiky a fyziky vysokých škol, zvláště pak kateder, které se zabývají otázkami teorie vyučování matematice a fyzice. Velmi cenné podněty mohou přicházet od vědeckých pracovníků ústavů ČSAV.

Bezesporně velkou úlohu zde bude mít JČMF, která již tradičně věnuje těmto otázkám velkou pozornost. Kabinet pro modernizaci vyučování matematice a fyzice při ČSAV, matematické a fyzikální kroužky pro modernizaci vyučování při JČMF nebo při katedrách fakult mohou přispět k řešení těchto závažných problémů tak, aby nakonec JČMF jako reprezentativní orgán svou autoritou prosadila nejvhodnější řešení.

Vážná je zde i úloha VÚP jako orgánu, který připravuje podklady pro tvorbu a schvalování učebních osnov a učebnic.

Literatura

- [1] SEGNER J. A.: *Einleitung in die Natur-Lehre*, Göttingen 1746.
- [2] KAŠPAR E.: *Kapitoly z didaktiky fyziky* I, II, SPN 1960, 1963.
- [3] FUKA J.: *Mezinárodní symposium o koordinaci vyučování matematice a fyzice*, Pokroky matematiky, fyziky a astronomie, 6 (1967), s. 376.
- [4] VACHEK J.: *K některým otázkám úlohy matematiky ve vyučování fyzice* (kandidátská práce MFF KU 1967).

POZNÁMKY K TEORII VYUČOVÁNÍ MATEMATICE

VÍTĚZSLAV JOZÍFEK, Praha

Otázkou, jak vyučovat, se zabývají nejen pedagogové, ale i vysokoškolští učitelé matematiky.

V roce 1967 byly ve francouzském *Bulletin de l'Association des Professeurs Mathématiques de l'Enseignement Public* články, které se vedle jiných problémů zabývaly také touto tematikou. Z úvah těchto článků uvedu teze, které mají platnost i pro naše školství. Jde hlavně o názory profesorů LEHMANN A G. CHOQUETA, profesorů de la Faculté des Sciences Paris.

Profesor LEHMANN se zabývá otázkou fází ve vyučování a říká v podstatě toto: Mezi učitelé matematiky jsou jistě výteční učitelé. To, že existuje mezi nimi většina průměrných učitelů, že mnozí pedagogové selhávají ve vyučování matematice, opravňuje k domněnce, že je snadnější být sebevědomý v pedagogice než v matematice. To ovšem nemá být zdaleka odsuzováním pedagogiky, ale spíše pedagogů.