

Pokroky matematiky, fyziky a astronomie

Ivan Šantavý

Problémy výuky fyziky na technických vysokých školách

Pokroky matematiky, fyziky a astronomie, Vol. 23 (1978), No. 6, 347--352

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/138541>

Terms of use:

© Jednota českých matematiků a fyziků, 1978

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>

tinghamu. Možná, že sekce a pobočky naší Jednoty najdou v činnosti ATM podněty pro obohacení své vlastní práce.

Problémy výuky fyziky na technických vysokých školách

Ivan Šantavý, Brno

Nová koncepce naší výchovně vzdělávací soustavy a přestavba studia na vysokých školách staví před fyziky na školách všech typů a stupňů řadu nových problémů k mnoha nevyřešeným problémům starým, které vyplývají z postavení fyziky v našem školství. Fyzika patří na všech školách, s výjimkou těch, na nichž se školí budoucí fyzici, mezi nejméně oblíbené předměty. Je otázka, zda tato neoblíbená pramení již z povahy zkoumaných jevů a z obtížnosti úvah, spočívajících z velké části na konfrontaci reálných dějů s abstraktními teoriemi a ve stálém hledání a využívání vztahů mezi obecným a zvláštním, nebo zda se na tomto neutěšeném stavu podílí také dosavadní koncepce výuky fyziky, o jejíž přednostech a nedostatcích se ví. Je paradoxní, že se fyzika v neoblíbenosti u studentů na středních školách řadí i před matematiku, neboť by bylo lze očekávat, že se většina mladých lidí bude více zajímat o předmět a látku, která jim umožní pochopit, proč např. automobil dostane na hladké vozovce v zatáčce smyk nebo proč a jak vzniká v televizoru obraz vysílaný vzdáleným zářičem, než o matematiku, jejíž obsah a metoda se vyznačují podstatně vyšším stupněm abstrakce.

Hledání a nalezení příčin tohoto stavu, jež by představovaly první krok k jeho nápravě, by byl čin zvlášť užitečný dnes,

v době, kdy se začíná realizovat nová koncepce výuky na školách středních i vysokých a kdy se začínají připravovat učebnice. Zvýšení zájmu o fyziku může mít větší efekt než zvýšení počtu jejích týdenních hodin. V této souvislosti považuji za nutné upozornit na alarmující výsledky dlouhodobého soustavného průzkumu fyzikálních znalostí studentů, prováděného J. HNLIČKOVOU-FENCLOVOU i jinými pracovníky. Tyto výsledky ukazují, že většina absolventů našich středních škol má přímo ohromující nedostatky ve znalostech a ve zvládnutí látky. Pro další rozvoj výuky fyziky na středních školách je příznivé, že se o malé účinnosti výuky fyziky ví a že k výsledkům průzkumu mohou přihlídnout všichni, kdo se podílejí na vytváření koncepce a přípravě výuky na středních školách.

Obecné podmínky výuky fyziky na technických vysokých školách

Otázky výuky fyziky na vysokých školách technických jsou důležité zejména pro jejich celospolečenský význam. Studuje na nich vysoký počet posluchačů, takže v masovosti jsou techniky mezi všemi vysokými školami na prvním místě. Jejich absolventi budou významně ovlivňovat úroveň průmyslu našeho státu, jehož ekonomika spočívá převážnou měrou na průmyslu. Je samozřejmé, že inženýři, zejména elektrotechnického a stojního zaměření, potřebují ve svých profesích mnoho fyzikálních znalostí.

Na úroveň fyziky na technických vysokých školách, a tedy i na výsledky, jichž je možno dosáhnout ve fyzikálním vzdělávání našich budoucích inženýrů, má podstatný vliv, kromě jiných faktorů, zejména: 1. předběžné středoškolské vzdělání

studentů ve fyzice, 2. předpoklady ke studiu a zájem o ně, 3. počet hodin vymezených fyzice ve studijním plánu.

Předběžné středoškolské vzdělání

Převážná většina studentů technických fakult získala středoškolské vzdělání jinak než studiem na gymnáziu. Poměrné zastoupení gymnazistů na technikách je nízké a zatím mělo v průměru klesající tendenci. Poměry na různých školách a fakultách se dosti liší. Pro informaci alespoň jeden údaj: Při přijímacím řízení na strojní fakultu VUT v Brně v červenci r. 1977 bylo z přihlášených studentů jen cca 17 % absolventů gymnázií. Gymnazista se stává na technikách spíše výjimkou než pravidlem. Převážná většina našich inženýrů nebude mít gymnaziální vzdělání. Péče a pozornost, kterou naši fyzici věnují výuce fyziky na gymnáziích, není pro naši technickou inteligenci zdaleka tak cenná, jako by byla péče o zvýšení fyzikální erudice studentů na středních odborných školách a odborných učilištích s maturitou.

Přítom výuka fyziky na odborných školách se od výuky fyziky na gymnáziích většinou velmi liší. Zatímco na gymnáziu má předmět fyzika plánováno 12 týdenních hodin, rozdělených rovnoměrně do všech ročníků, má fyzika např. na středních průmyslových školách strojních v plánu pouze 4 hodiny, tj. pouhých 33 % hodin na gymnáziích, a to jenom v prvním ročníku. Většinu fyzikálních poznatků má student získat v různých odborných předmětech pod vedením učitelů, kteří jsou absolventy technických vysokých škol a kteří tedy pro výuku fyziky nemají kvalifikaci.

Úroveň fyzikálního vzdělání studentů

přicházejících na technické fakulty je proto velmi různorodá. Tato nehomogenita se v příštích letech ještě zvýší, neboť na vysoké školy technické začnou větší měrou přicházet i studenti, kteří získají středoškolské vzdělání na středních odborných učilištích. Jak organizovat výuku fyziky tak, aby se jedni nenudili a druhí nebyli současně přetěžováni, je otázka. Problém by nebyl tak naléhavý, kdyby v prvních ročnících tvořili většinu studenti, kteří snad mají mezery ve znalostech, kteří však mají velmi dobré předpoklady ke studiu a zájem o ně. Zatím tomu tak není.

Předpoklady ke studiu

Při klesajícím zájmu o studium technických oborů a rostoucích potřebách vysokoškolsky vzdělaných techniků, odrážejících se ve směrných číslech, jsou na technické fakulty přijímáni i studenti, kteří nejenže mají malé znalosti z fyziky, nýbrž i malé předpoklady ke studiu a malý zájem o ně. Na ty technické fakulty, o něž je mezi maturanty relativně malý zájem a na něž se lze tedy téměř zákonitě dostat snáze než na fakulty ostatní, přichází řada posluchačů, kteří nebyli nebo kteří by nebyli přijati na fakulty jiné, kteří považují studium na technické fakultě za východisko z nouze a fakultu samu za odrazový můstek na fakultu nebo školu jinou. Přihlásí-li se ke studiu na určitou fakultu podstatně menší počet studentů, než je směrné číslo, lze těžko provádět výběr.

Rozsah studia

Na vysokých školách technických byl rozsah studia fyziky v rámci přestavby studia snížen přesto, že při celkovém zájmu posílit všeobecný teoretický základ

lze očekávat opak i při celkovém zkrácení studia. Učitelé fyziky na technických vysokých školách tedy stojí před úkolem vést studenty, kteří mají menší fyzikální erudici než dříve, tak, aby v čase kratším než dosud zvládli i výsledky moderní fyziky, a to alespoň ty, které budou pro jejich profesionální činnost důležité.

Za těchto podmínek je výuka fyziky na většině technických fakult velmi obtížná a názory na to, jak ji organizovat, co probírat, do jaké hloubky, co a jak procvičovat atd., jsou předmětem mnoha diskusí. V následující části bude uvedeno několik poznámek a návrhů, které by mohly být užitečné při úvahách o obsahu a formě výuky na technických vysokých školách a snad i na středních školách.

Kvalita a kvantita fyzikálních poznatků.

Při úvahách o koncepci výuky fyziky na středních školách i na školách vysokých technických měla a dosud má kvantitativní stránka podstatně větší váhu než stránka kvalitativní. Např. při tvorbě osnov se věnuje obvykle mnohem větší pozornost obsahu studijní látky než tomu, do jaké hloubky si mají studenti látku osvojit, zda mají přitom postupovat aktivně nebo pasivně, zda je osvojení předepsané studijní látky vůbec možné v čase vymezeném výuce a studiu. Domnívám se, že nedocení kvality získávaných poznatků je jednou z nejzávažnějších příčin nízké fyzikální erudice absolventů středních škol i vysokých škol technických. Snaha o probrání velkého množství látky v krátkém čase vede k tomu, že není dost místa na její opakování, na procvičení fyzikálního obsahu definic fyzikálních veličin a zákonů a na ilustraci jejich uplatnění v konkrétních dějích. Studenti se učí dnes více než

dříve fyzice stejným způsobem, jako si osvojují memorováním slůvka cizího jazyka nebo gramatiku. Tento způsob studia, ke kterému inklinovala vždy část studentů, neboť byl pro ně snazší, se dnes stal masovým jevem. Takto nastudovanou látku studenti téměř okamžitě po zkoušce zapomínají. Například ze studentů, kteří přicházejí na strojní fakultu VUT, jen asi 3 % umí provést konstrukci obrazu při pozorování lupou. Půl roku po absolvování jednoho semestru fyziky na vysoké škole jen nepatrný zlomek studentů ví, jak je definován moment setrvačnosti, ač se s ním seznámili již na střední škole. I když přihlédneme k procesu zapomínání a k tomu, že na strojní fakulty přichází řada studentů, kteří i podle výsledků dosahovaných na střední škole mají velmi malé předpoklady ke studiu, je tento jev zarážející.

Při studiu fyziky na vysoké škole technické má kvalita poznatků středoškolské fyziky mnohem větší váhu než jejich množství. Fyzice na vysokých školách technických by prospělo, kdyby se studenti na střední škole seznámili s podstatně menším množstvím látky než dnes, kdyby si ji však osvojili tak, že by na ni bylo možno navazovat více než dosud. Z tohoto hlediska by bylo užitečné posílit na středních i na vysokých školách technických výklad a procvičování učiva základního charakteru a omezit čas věnovaný látce charakteru informativního.

Zlepšit výuku a studium fyziky v tomto směru považuji za stejně důležité jako aktualizovat její obsah. Vždyť pro práci inženýra jsou poznatky moderní fyziky, které špatně prostudoval a rychle zapomněl, právě tak bezcenné jako zapomenuté poznatky fyziky klasické. Domnívám se, že fyzika na technikách bude muset jít cestou ještě drastičtějšího omezení rozsá-

hu některých částí látky, popř. jejich úplného vyřazení. Provedení takového kroku je podmíněno posílením těchto částí ve výuce na střední škole, aby technické předměty se mohly opírat o středoškolské znalosti studentů tam, kde jim dosud vysokoškolská fyzika připravovala půdu.

Vztah obecného a zvláštního ve výuce fyziky

Jen malá část posluchačů přicházejících dnes na technické fakulty je schopna pochopit smysl a význam obecné fyzikální zákonitosti bez toho, že by se na příkladech seznámili s řadou konkrétních dějů, v nichž se tyto zákonitosti uplatňují. Zařazování ilustrativních příkladů do výuky je proto nutné. Na druhé straně však je tak časově náročné, že je nelze v dostatečném rozsahu provádět. Domnívám se, že vhodně koncipovanou výukou na střední škole by bylo lze podpořit a urychlit mentální rozvoj studentů tak, aby jejich studium na vysoké škole technické mohlo být intenzivnější.

Výuce fyziky na technických fakultách by prospělo, kdyby již na střední škole byla látka vykládána tak, aby se dospělo k co nejmenšímu počtu obecných zákonů a vztahů pokrývajících co nejširší oblast jevů. Na střední škole je nutno respektovat metodická a didaktická hlediska více než na školách vysokých, postupovat ve výkladu látky od jednoduchého ke složitějšímu a od zvláštního k obecnému. Je však nutno zobecnění provést vždy tak, aby bylo zřejmé, že zákonitosti obecné jsou výsledkem hlavním. Student by měl být jak na středních školách, tak na technických fakultách, soustavněji veden k tomu, aby při řešení konkrétních problémů hledal nejprve obecné zákonitosti, které se

v nich uplatňují. Schopnost a umění najít a využít vztah mezi obecným a zvláštním patří k nejcennějším parametrům kvalifikace inženýra.

Domnívám se, že v uvedeném směru má fyzika ještě značné rezervy zvláště na středních školách. Namísto toho, aby se vyvodil nebo vyslovil obecný vztah a konkrétní děje se zkoumaly s jeho užitím, probírají se jevy mnohdy příliš izolovaně a dochází se ke vztahům platným jenom pro zvláštní případy. Např. v učebnici pro gymnázia se probírá na mnoha stranách pohyb rovnoměrně proměnný, potom zvláště volný pád a v jiné části svislý vrh. Kdyby se stejný čas věnoval odvození a diskusi obecného vztahu pro rychlost a dráhu při obecném rovnoměrně proměnném pohybu, byli by studenti schopni vyšetřit jak uvedené zvláštní pohyby, tak řadu pohybů dalších. Viděli by například to, že vrh svislý vzhůru a na něj navazující pád tělesa jsou dvě fáze jediného pohybu, jehož závislost rychlosti (nebo dráhy) na čase lze vyjádřit v obou fázích jediným vztahem. Z uvedených vztahů by vyplynul navíc i tzv. zákon o superpozici pohybů, který je v učebnici uveden (nesprávně) jako zvláštní princip.

Základy fyziky — nejslabší článek ve znalostech studentů

Jedním z nejvýraznějších nedostatků ve fyzikálních znalostech studentů přicházejících na technické fakulty je neznalost základních fyzikálních pojmů, definic fyzikálních veličin a těch vlastností fyzikálních objektů, které jsou charakterizovány fyzikálními veličinami. Například z posluchačů přicházejících na strojní fakultu VUT umí jen 6 % nakreslit vektor intenzity elektrického pole mezi deskami nabitého kondenzátoru. Jeho definici a označení zná

jen 2 % posluchačů. Zcela ojedinělé jsou případy, že student zná definici vektoru zrychlení, přesto, že se ho na střední škole při výkladu dostředivého zrychlení užívá. Nejde o to, že studenti neznají vztah přesně, nýbrž o to, že je pro ně na vysoké škole zcela nový, že jeho výklad je nutno provést od základu znovu a korigovat představy, které studenti o zrychlení mají. Tento nedostatek je o to vážnější, že v předmětu fyzika na vysoké škole technické navazuje výklad nové látky na znalosti středoškolské nejen v počátečních fázích studia jako ve většině ostatních předmětů, nýbrž v celém jeho rozsahu. Poněvadž středoškolskou látku je třeba téměř vždy v určitém rozsahu připomenout, zbývá ve fyzice k výkladu nové látky relativně méně času než v jiných předmětech. K tomu přistupuje fakt, že k ilustraci, procvičení a upevnění poznatků v teoretickém cvičení je vyhrazeno relativně méně času než v jiných předmětech. Zhruba polovina času plánovaného pro cvičení se věnuje pro laboratorní cvičení, které souvisí s přednášenou látkou většinou jen velmi volně.

Domnívám se, že výkladu základních pojmů a definic příslušných veličin by měla být věnována podstatně větší pozornost než dosud. Z hlediska vytváření správných představ by bylo vhodné zavádět fyzikální veličiny důsledněji i na střední škole tak, aby bylo zřejmé, že charakterizují zcela určité vlastnosti fyzikálních objektů. Znalost definičních vztahů by měla být upevňována řešením teoretických i experimentálních problémů. Tyto problémy by měly být formulovány tak, aby k jejich řešení bylo nutno použít definiční vztahy.

Studentům prvních ročníků vysokých škol činí nesrovnatelně větší obtíže provést rozbor fyzikálních jevů po kvalitativní stránce, rozhodnout, které obecné zákoni-

stosti se v nich projevují, poznat, které fyzikální veličiny je nutno uvažovat a sledovat a zvolit správné vztahy mezi nimi než provádět číselné výpočty. Ve vzorcích a rovnicích, které užívají ve fyzice, vidí pouze jejich matematickou stránku a neuvědomují si, že jsou většinou jen matematickým zápisem fyzikálních zákonů a vztahů mezi fyzikálními veličinami. Fyziku považují za souhrn rovnic a vzorců, jejichž fyzikální obsah a vzájemná souvislost jim uniká, což je další příčina rychlého zapomínání většiny toho, s čím se ve fyzice seznámili. To je velmi vážný nedostatek, neboť technik, který nepochopil fyzikální podstatu technických dějů a zařízení, sotva bude mít odvahu jít novou cestou a vybočit z tradičních cest vyznačených algoritmy rutinních výpočtů a souborem vzorců v technických průvodcích.

Shrnutí

1. Výuka a studium fyziky na vysokých školách technických je podstatně ztíženo zejména těmito faktory:

a) Většina technických fakult přestala být výběrovými a jsou na ně přijímáni i studenti, kteří nejsou dostatečně připraveni, mají malé předpoklady ke studiu i malý zájem o ně.

b) Na rozdíl od většiny ostatních předmětů vyžaduje fyzika znalost a opakování středoškolské látky ve všech svých částech. Proto čas, který zbývá k výkladu látky nové, je podstatně kratší než čas uvedený v plánu studia.

c) Fyzikální erudice studentů v 1. ročníku je tak různorodá, že není možné dosáhnout toho, aby se buď jedni nenudili, nebo aby druzí nebyli neúměrně přetěžováni.

d) Čas vymezený k procvičování přednášené látky ve fyzice je poměrně menší než v jiných předmětech, neboť polovinu času plánovaného pro cvičení zabírají laboratorní práce.

e) Přesto, že výuka fyziky by vyžadovala co největší názornost, téměř na žádné fakultě technické se neprovádějí demonstrační experimenty, neboť na katedrách fyziky pro to nejsou časové, technické a personální podmínky.

2. Ke zvýšení účinnosti výuky fyziky na technických vysokých školách by přispělo opatření vedoucí ke sjednocení fyzikální erudice studentů ještě před příchodem na vysokou školu.

3. Fyzikální vzdělávání budoucích inženýrů na školách středních i vysokých by mělo být důsledněji koordinováno tak, aby tvořilo jediný celek.

4. Fyzikální vzdělávání na středních průmyslových školách má podstatně nižší úroveň než na gymnáziích. Je paradoxní, že nízkého fyzikálního vzdělání se dostává na střední škole právě technikům, tj. těm, kteří (kromě profesionálních fyziků) potřebují fyziku nejvíc.

5. Rozsah látky probírané ve fyzice na gymnáziích je relativně příliš velký a není přiměřený času, který jí je vymezen. Fyzice na technických fakultách by prospělo, kdyby na středních školách byl položen větší důraz na kvalitu poznatků než na jejich množství.

6. Fyzika na středních školách i na vysokých školách technických by se měla ve větší míře zaměřit tak, aby se dospělo k co nejmenšímu počtu co nejobecnějších zákonitostí a vztahů pokrývajících co největší okruh jevů.

7. Nejslabším místem ve fyzikální erudici dnešních maturantů je nedostatečná znalost základů fyziky. Výuka fyziky a zejména samostatná práce posluchačů by měla být zaměřena více na rozvíjení schopnosti pochopit a využít fyzikální podstatu jevů než na získání obratnosti v počítání příkladů s užitím daných vzorců.

8. Jedním z neúčinnějších prostředků ke zlepšení fyzikálního vzdělávání budoucích inženýrů jsou dobré učební texty.

Problémy a náměty uvedené v tomto příspěvku jsou jen zlomkem stejně důležitých problémů, se kterými se denně setkávají učitelé fyziky na technických fakultách. Jedním z nich je např. hledání takových metod a forem výuky, jež by vedly k aktivizaci posluchačů přímo ve výuce a nahradily alespoň částečně dnešní pasivní sezení posluchačů v přednáškách jejich aktivní a pro ně atraktivnější činností. Je např. známo, že řada posluchačů studijně a pracovní ožije ve vyšších ročnících, když mají řešit samostatně třeba i malý technický problém. Je otázka, zda je to jen tím, že jde o problém technický, a tedy jim blízký.

Obhájili oba?

Hodnotu matematické disciplíny je třeba oceňovat podle její použitelnosti v empirických vědách.

C. Runge

Hodnotu matematické disciplíny nelze měřit její použitelností v empirických vědách.

F. Rudio

(Teze dvou doktorských prací obhajovaných 23. 6. 1880 v Berlíně.)

Názory panovníků

Pokrok a zdokonalování matematiky souvisejí s prosperitou státu.

Napoleon

Způsob, jak neminout ráj: z jedné strany geometr a z druhé jezuita, s touhle eskortou je třeba vykonat tu cestu nebo na ní zahynout.

Friedrich Veliký, pruský král