

Pokroky matematiky, fyziky a astronomie

Josef Fuka

K modernizaci vyučování fyzice

Pokroky matematiky, fyziky a astronomie, Vol. 10 (1965), No. 1, 32--51

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/137148>

Terms of use:

© Jednota českých matematiků a fyziků, 1965

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>

překročit dosavadní teploty do 5000 °K. Je pravděpodobné, že energetické stavy elektronů, v atomech za ultravysokých tlaků se podaří zjišťovat i pomocí rentgenové spektroskopie. Perspektivy této nové experimentální techniky jsou tedy značně široké.

Na závěr bych chtěl poznamenat, že výzkum za ultravysokých tlaků má také velký význam i pro další vědní obory, jako je geofyzika a geologie, astronomie i chemie.

Literatura

P. W. BRIDGMAN: *The Physics of High Pressure*. G. Bell, London 1949.

E. W. COMINGS: *High Pressure Technology*. Mc. Graw-Hill, New York 1956.

C. A. SWENSON: *Physics at High Pressure*. Solid State Physics, Vol. 11. Academic Press., New York 1960.

F. P. BUNDY, W. R. HIBBART, Jr. and H. M. STRONG: *Progress in Very High Pressure Research*. J. Wiley, New York-London 1961.

R. H. WENTORF: *Modern Very High Pressure Techniques*. Butterworths 1962.

W. PAUL, D. M. WARSHAUER: *Solids under Pressure*. Mc. Graw-Hill, New York 1963.

V. A. GALAKTIONOV Věstník A. N. SSSR 32 (1962), 12, 73.

K MODERNIZACI VYUČOVÁNÍ FYZICE

JOSEF FUKA, Olomouc

ÚVOD

V tomto článku půjde o seznámení čtenářů, kteří se přímo nezabývají otázkami vyučování, s problematikou tzv. modernizace vyučování fyzice. Řešením této problematiky se budou muset aspoň nepřímo zabývat jak učitelé fyziky škol všech druhů a stupňů, tak i vědečtí pracovníci výzkumných ústavů. O modernizaci vyučování fyzice se už mnoho diskutovalo na různých mezinárodních i našich konferencích a také psalo v různých mezinárodních i našich pedagogických a odborných časopisech. V některých státech, především v USA a v SSSR, byly už vypracovány konkrétní návrhy na modernizaci obsahu, metod a prostředků vyučování fyzice, které byly výzkumem prověřeny nebo jsou ve stadiu výzkumu. Podrobně o této otázce referuje M. VALOUCH v článku Snahy o modernizaci vyučování fyzice v zahraničí, uveřejněném v PMFA 9 (1964), 99 a další. U nás věnuje těmto otázkám velkou pozornost především JČMF. Je třeba připomenout, že JČMF již od svého založení v r. 1862 pečovala o zkvalitňování výuky fyziky na školách jednak přípravou a vydáváním dobrých učebnic, vývojem a výrobou kvalitních učebních pomůcek, řešením důležitých zásadních otázek didaktiky fyziky, jednak vydáváním vhodné odborné a metodické literatury pro učitele i populárně vědecké literatury pro žáky, jakož i získáváním zájmu nadaných žáků o studium fyziky, např. soutěží v řešení fyzikálních příkladů. Tato záslužná práce JČMF před první i druhou světovou válkou je všeobecně známa.

Je však třeba zdůraznit, že také po obnovení činnosti JČMF, po osvobození naší republiky Rudou armádou, se její pozornost mimo jiné zaměřovala také na problematiku vyučování fyzice. Tato činnost se zvláště výrazně začala rozvíjet a uplatňovat od 1. konference čs. fyziků, která se konala v roce 1957 v Praze. Chtěl bych proto vyjít z těchto snah JČMF, a proto rozdělím svůj příspěvek na tři části:

- I. Vyučování fyzice na všeobecně vzdělávacích školách v posledních 19 letech a úsilí JČMF o jeho zkvalitňování.
- II. Modernizace vyučování fyzice a snahy o její realizaci.
- III. Příprava výzkumu modernizace obsahu, metod a prostředků vyučování fyzice na experimentálních školách.

Hlavní důvody, které si vynucují už v současné době nové pojetí vyučování fyzice na našich všeobecně vzdělávacích školách jsou:

1. Přestavba našeho socialistického školství, jejímž vedoucím principem je spojení školy se životem;
2. rostoucí společenský význam fyziky v socialistické a komunistické společnosti;
3. rychlý rozvoj fyziky v posledních 50 letech, zejména pak v současné době některých oborů, které přispěly k převratným pokrokům v moderní technice.

Je třeba zdůraznit, že tento příspěvek má o problematice jen informovat, aniž by bylo možné načrtnout ucelenou a logicky skloubenou stavbu moderního kursu školské fyziky. Ostatně taková moderní stavba kursu školské fyziky nebyla ještě nalezena a je i v zahraničí ve stadiu výzkumu.

I. VYUČOVÁNÍ FYZICE NA VŠEOBECNĚ VZDĚLÁVACÍCH ŠKOLÁCH V POSLEDNÍCH 19 LETECH A ÚSILÍ JČMF O JEHO ZKVALITŇOVÁNÍ

Není třeba zvláště zdůrazňovat, že v průběhu uplynulých 19 let ovlivnily hluboké změny v naší společnosti podstatně také školskou fyziku, a to nejen po stránce organizačně pedagogické, ale i v pojetí jejího obsahu, metod a prostředků vyučování.

Po druhé světové válce, v období 1945–48, zůstává vyučování fyzice na středních výběrových školách na předválečné úrovni, avšak už v této době se stále obecněji uznává účelnost laboratorních vyučovacích metod, jež jsou ve fyzice zárukou uvědomělého osvojení poznatků. Tyto nové metody, jejichž význam a užitečnost se zdůrazňovaly už dříve, se však výrazněji neuplatnily pro řadu objektivních příčin, především pro nedostatečné vybavení fyzikálních kabinetů vhodnými pomůckami a také pro nedostatečnou metodickou přípravu učitelů fyziky.

Podstatné změny v organizaci naší školy a ve vyučování fyzice nastaly po Únoru 1948. Školskou reformou ministra NEJEDLÉHO vzniká na místě nižších středních škol a měšťanek všeobecně povinná čtyřletá střední škola, která zavádí vyučování fyzice ve 2. až 4. ročníku po 2 hod. týdně. Přitom je třeba připomenout, že požadavky nových osnov pro tento stupeň škol byly dosti náročné, neboť obsahovaly i témata, která dnes na ZDŠ nejsou a která považujeme z hlediska psychické vyspělosti žáků za ob-

tízná (jde především o témata v mechanice). Do nových osnov fyziky na tomto stupni byly zařazeny také prvky meteorologie a astronomie. Osnovy doporučovaly zřizování zájmových fyzikálních kroužků a obsahovaly pokusy vztahující se k učební látce. Začíná se také zdůrazňovat zřetel polytechnický. Na základě nových osnov byly pak sepsány první naše poválečné učebnice fyziky pro školy 2. stupně.

Podobně se od škol. roku 1949/50 slučují všechny typy vyšší střední školy v jednotné čtyřleté gymnasium s fyzikou ve 3. roč. 3 hod. a ve 4. roč. 4 hod. týdně. Pro gymnasia byly rovněž vypracovány nové osnovy a sepsány nové učebnice. V nových osnovách se doporučuje zřizování zájmových fyzikálních kroužků. Představy moderní fyziky se uplatňují jen izolovaně v některých zařazených tématech.

Školským zákonem z r. 1953 vzniká povinná osmiletka a na ni navazují tři výběrové ročníky, čímž vznikla jedenáctiletka. Nižší i vyšší stupeň všeobecně vzdělávací školy se zkracují o rok. Fyzice se vyučovalo od 7. do 11. ročníku po 3 hod. týdně, s výjimkou 11. roč., kde byly 4 hod. fyziky týdně. Vzrostl počet hodin fyziky na vyšším stupni (ze 7 na 10), byly zavedeny povinné laboratorní práce a astronomie se stala samostatným předmětem v 11. roč. s 1 vyučovací hodinou týdně. Pro fyziku i pro astronomii byly sepsány nové učebnice a k nim metodické průvodce, které měly pomáhat především nekvalifikovaným učitelům, kterých bylo kolem 40%. Byl dále výrazně zdůrazněn polytechnický ráz naší školy. V této době se rozvinul čilejší metodický ruch, avšak přesto se výsledky vyučování, především v matematice a ve fyzice, stále zhoršovaly. Objevovaly se stále naléhavěji stížnosti praxe na absolventy osmiletěk a vysokých škol na absolventy jedenáctiletěk, pokud jde o přípravu z matematiky a z fyziky.

Z těchto a také z jiných důvodů se počalo znovu uvažovat o přestavbě našeho školství. Usnesení ÚV KSČ z 22. dubna 1959 o těsném spojení školy se životem a o dalším rozvoji výchovy a vzdělání v Československu a nový školský zákon z r. 1960 rozděluje naši všeobecně vzdělávací školu na dva cykly. Prvním cyklem je povinná všeobecně vzdělávací škola pro mládež do 15 let – základní devítiletá škola. Fyzice se vyučuje soustavně od 7. ročníku po dvou hodinách týdně s výjimkou 9. roč., kde jsou tři hodiny fyziky týdně.

Na ZDŠ navazují různé čtyřleté odborné školy, dále školy učňovské a odborná učiliště a kromě toho tři ročníky výběrové SVVŠ. Byly připraveny znovu pro ZDŠ i SVVŠ nové učební plány, nové osnovy a nové učebnice. SVVŠ však už není jednotná, ale diferencuje se na tři větve. Fyzika byla posílena zejména v tak zvané větvi matematicko-fyzikální. Zavádějí se nepovinná praktická fyzikální cvičení. Avšak ani v těchto nových osnovách a učebnicích se nové pojetí školské fyziky výrazněji neprojevilo. Je však třeba zdůraznit, že zatím byly vydány jen učebnice fyziky pro ZDŠ, které předčí způsobem zpracování z hlediska odborného i metodického všechny dosud vydané učebnice fyziky pro tento stupeň. Pro SVVŠ jsou učebnice v tisku a vzhledem k osnovám lze předpokládat, že budou pokrokem proti učebnicím dosavadním, avšak ani v nich se nepodařilo plněji a směleji uplatnit představy a teorie moderní fyziky.

Vývoj, kterým prošla naše škola za uplynulých 19 let, měl také podstatný vliv na

rozvoj vyučování fyzice. K tomuto rozvoji přispělo dále zřízení pedagogických fakult v roce 1946, vznik odborných didakticko-metodických časopisů, z nichž se v konečné fázi vyvinul samostatný časopis pro teorii a praxi vyučování fyzice „Fyzika ve škole“, zřízení VŠP v roce 1953 a konečně zdůraznění polytechnického rázu naší školy.

XI. sjezd KSČ poukázal na význam fyziky pro další rozvoj naší společnosti a výroby. Vysoce byla oceňována při různých příležitostech práce našich fyziků. To však naše fyziky také zavazuje, aby věnovali větší pozornost uplatňování představ moderní fyziky ve všeobecném vzdělání naší mládeže, neboť výsledky vyučování jsou neuspokojivé a zájem o fyziku u středoškoláků je malý.

V uplynulých 19 letech se problémy vyučování fyzice stávaly čím dál tím více středem zájmu širší veřejnosti. Naléhavost řešení potíží, které se při vyučování fyzice na všeobecně vzdělávacích školách vyskytovaly a zejména špatné vyučovací výsledky se také projevíly při průzkumu, který provedl ÚV KSČ v Jihomoravském kraji.

Proto se v JČMF začalo výrazně projevovat úsilí k zlepšení neuspokojivého stavu výuky fyziky. To se zvláště projevilo, jak bylo v úvodu uvedeno, na prvním sjezdu čs. fyziků v září 1957. V pedagogické sekci tohoto sjezdu byly předneseny závažné referáty věnované aktuálním problémům vyučování fyzice. Z diskuse pak vzešel požadavek, aby JČMF, která vždy stála v čele snah směřujících k zlepšení výuky fyziky a k získávání zájmu mládeže o fyziku, svolala zvláštní konferenci, jež by se zabývala jen řešením problematiky vyučování fyzice na všeobecně vzdělávacích školách.

JČMF pak uspořádala na základě této výzvy v září 1958 v Praze pracovní konferenci o středoškolské fyzice, která měla rozhodující význam pokud jde o řešení problematiky vyučování fyzice na všeobecně vzdělávacích školách i pokud jde o vliv JČMF na řešení nejzásadnějších otázek týkajících se školské fyziky. Na konferenci byly prodiskutovány nejzávažnější problémy středoškolské fyziky, stanoveny základní směrnice jejího vývoje a učiněna rozhodnutí o způsobech další práce v rámci JČMF. Na doporučení této konference zřizuje pak předsednictvo ÚV JČMF ještě v roce 1958 ústřední pedagogickou komisi pro fyziku, jejímž úkolem má být organizování, sjednocení a koordinace prací, které se týkají problematiky vyučování fyzice na všeobecně vzdělávacích i vysokých školách, a to v nejšířší spolupráci s členstvem JČMF. Pro ÚPKF byly pak stanoveny tyto základní úkoly:

1. Stanovit zásady nového pojetí vyučování fyzice na středních školách a připravit půdu pro jeho realizaci v praxi.
2. Průběžně pracovat na aktuálních otázkách a úkolech týkajících se vyučování fyzice.
3. Koordinovat metodický výzkum ve středoškolské fyzice.
4. Na pomoc učitelům fyziky vydat speciální učebnici fyziky, zaměřenou pro jejich potřeby se zdůrazněním představ a teorií moderní fyziky, připravit základní učebnici metodiky vyučování fyzice a vydávat metodickou knižnici, která by ve formě monografií řešila zásadní metodické otázky se zřetelem na nové pojetí vyučování fyzice. Spolupracovat při vydávání populárně vědecké fyzikální knižnice pro žáky středních škol.

5. Spolupracovat při organizaci celostátních fyzikálních olympiád.
6. Sjednotit fyzikální terminologii.
7. Soustavně se zabývat otázkami vyučování fyzice na odborných školách.

Na všech uvedených problémech se začalo pracovat v jednotlivých subkomisích, které byly při ÚPKF zřízeny. Kromě toho se zabývá ÚPKF ještě problematikou výuky fyziky na vysokých školách a má pro tyto otázky dvě subkomise, které však dosud nevyvinuly rozsáhlejší činnost. K získání zájmu nadaných žáků o fyziku vznikla na půdě JČMF ve školním roce 1959/60, nejprve v kraji olomouckém a v následujícím roce už celostátně, fyzikální olympiáda. Účelem soutěže je vzbudit u žáků zájem o fyziku a zvýšit úroveň jejich znalostí. Soutěž přispívá k vyhledávání a podpoře žáků, kteří mají o fyziku zájem a tím pomáhá zajišťovat a zvyšovat počet studentů přicházejících na vysoké školy směru matematicko-fyzikálního a technického. Nyní už probíhá šesté kolo této soutěže.

Na podzim roku 1959 uspořádala JČMF v Brně konferenci o vysokoškolské fyzice, která se zabývala organizačně pedagogickými a odbornými otázkami výuky fyziky na universitách a technikách, rozvojem vědecké práce v oboru fyziky na vysokých školách a odbornou a metodickou přípravou učitelů fyziky.

K řešení zásadních didaktických otázek vyučování fyzice na odborných školách uspořádala JČMF na podzim 1960 rovněž pracovní konferenci, jejíž výsledky se staly podkladem k práci v pedagogické komisi na řešení otázek výuky fyziky na odborných školách. Na konferenci byla také důkladně objasněna otázka významu fyziky pro absolventy průmyslových škol.

V říjnu 1961 uspořádala JČMF konferenci s mezinárodní účastí, která se zabývala problematikou vyučování elektřině a magnetismu na všeobecně vzdělávacích školách.

K zvýšení odborné a metodické úrovně učitelů fyziky byly pořádány prázdninové kursy z moderní fyziky. Na jaře v roce 1960 byla vyslána delegace do SSSR ke studiu zásadních otázek organizace, obsahu, metod a prostředků vyučování fyzice. V témže roce se účastnil předseda komise mezinárodní konference o vyučování fyzice v Paříži. Počaly se rozvíjet styky se zahraničím, především s pracovníky v Polsku, NDR, Maďarsku, Bulharsku a v SSSR a účast našich pracovníků na mezinárodních konferencích. Profesor VALOUCH se stal členem mezinárodní komise pro vyučování fyzice a účastnil se v r. 1963 mezinárodní konference o vyučování fyzice v Rio de Janeiro.

V pobočkách JČMF byly zřízeny pracovní kroužky, které se zabývaly řešením otázek především nového pojetí vyučování fyzice. Ve spolupráci s ÚPKM byla vypracována zpráva o postavení MF a DG v učebním plánu všeobecně vzdělávací školy. Tato zpráva byla zaslána MŠK a uveřejněna v pedagogických časopisech a v PMFA. Pracovní kroužky v pobočkách se účastnily posuzování učebních plánů, osnov a učebnic. Hlavní úsilí bylo však soustředěno na přípravu nového pojetí vyučování fyzice. K tomu účelu byly vypracovány pokyny pro práci pedagogických kroužků v krajských pobočkách. V souvislosti s novým pojetím vyučování fyzice bylo doporučeno, aby se kroužky zaměřily především na tyto otázky:

1. Jak uskutečňovat ve výběru učiva a volbě metod spojení vyučování fyzice se životem?

2. ZDŠ má připravit žáky z fyziky pro školy II. cyklu v celé jejich šíři. Jak se to musí obrážet ve výběru a uspořádání učiva a ve volbě vyučovacích metod?

3. Které učivo je třeba přizpůsobit současnému stavu fyziky jako vědy a techniky (obsah základních pojmů, hypotézy a teorie, technické aplikace apod.)?

4. Která odvětví fyziky vzhledem k jejich současnému významu je možno posílit nebo nově zavést v osnovách fyziky a naopak, které učivo je možno bez újmy na logické stavbě kursu fyziky z osnov vypustit?

5. Je správné přidržet se i dále tradičního uspořádání hlavních oborů fyziky v osnovách jako celku a v jednotlivých oddílech nebo je možné jiné účelnější uspořádání?

6. Jak dosavadní převážně popisný způsob vyučování zvláště na nižším stupni nahradit hlubším poznáváním souvislostí fyzikálních zákonitostí? S tím souvisí správné využití deduktivních metod a využití matematických znalostí žáků. Ani na základní devítileté škole, zvláště v posledních dvou ročnících, se nelze vyhybat dedukci a kvantitativním vztahům.

7. Jak posílit zájem žáků o hlubší studium fyziky a zajistit rozvíjení talentů?

Z těchto námětů si pedagogické kroužky mohly vybrat podle místních poměrů ty problémy, pro jejichž řešení měly nejpriznivější podmínky. Bohužel pracovní kroužky v pobočkách k řešení uvedených problémů nijak nepřispěly. Je však třeba zdůraznit, že v této době se velmi intenzívně pracovalo na nové fyzikální terminologii, která byla po připomínkách upravena a nyní už předložena MŠK ke schválení.

V rámci oslav 100. výročí založení JČMF byla v r. 1962 uspořádána v Praze další konference s mezinárodní účastí o vyučování fyzice na všeobecně vzdělávacích školách. Jejím úkolem bylo osvětlení, jak pronikavá změna společenské funkce naší školy způsobuje nutnost přestavby struktury a pojetí, a to jak obsahu, tak i metod a prostředků školské fyziky. V rámci konference byla také uspořádána výstava moderních fyzikálních učebních pomůcek.

Po této konferenci se veškeré úsilí ÚPKF obrátilo směrem k přípravě modernizace vyučování fyzice a k přípravě jejího výzkumu na experimentálních školách. K tomu účelu byly uspořádány už dvě konference: v prosinci 1963 v Olomouci a v dubnu 1964 v Liblicích a další pracovní konference se připravují.

Z uvedeného stručného přehledu různých opatření, která měla sloužit ke zlepšení stavu vyučování fyzice, je patrné, že JČMF vyvinula velmi rozsáhlou činnost a připravila řadu akcí k tomu, aby se zvýšila úroveň a efektivita vyučování fyzice a aby se připravilo nové modernější pojetí obsahu školské fyziky. Přes veškeré dosavadní úsilí však zkušenosti ukazují, že stav vyučování fyzice na školách všech stupňů a všech druhů je dosud velmi neuspokojivý. Především na ZDŠ a na SVVŠ jsou výsledky vyučování fyzice velmi špatné, jak prokázal již zmíněný průzkum v Jihomoravském kraji a celá řada dalších dílčích průzkumů. Svědčí o tom ostatně také stížnosti závodů, kam odcházejí absolventi ZDŠ, a vysokých škol, kam přicházejí absolventi SVVŠ.

Hlavní nedostatky, které se projevují, jsou tyto:

1. Formálnost ve vědomostech.
2. Neschopnost samostatného učení z učebnice.
3. Nedostatek vlastního úsudku a logického myšlení.
4. Neschopnost samostatného řešení i nejjednodušších příkladů z fyziky.
5. Nedostatečný návyk soustavně pracovat.
6. Nedostatečně vyhraněný zájem o studium fyziky.

Všechny tyto nedostatky ve výsledcích vyučování fyzice mají mimo jiné také neblahý vliv na studium absolventů SVVŠ a SOŠ na univerzitách i technikách. Je však třeba zdůraznit, že obdobné nedostatky se vyskytují ve vyučování fyzice ve všech zemích světa a že se současný neblahý stav ve vyučování fyzice stává problémem celosvětovým, jak o tom svědčí řada mezinárodních konferencí, kde se řešením těchto otázek zabývají přední pracovníci pedagogičtí i odborní fyzikové. Je celá řada subjektivních i objektivních příčin, proč jsou výsledky ve vyučování fyzice tak žalostné. Uvedme aspoň neúplný rozbor některých příčin výše uvedených nedostatků.

Ad 1) Největším nedostatkem je formálnost ve vědomostech. Příčinou je zpravidla nedostatečná práce učitele fyziky ve škole. Velmi často je to nekvalifikovanost učitele (činí asi 40%). K formálním vědomostem žáků přispívá do značné míry i nedostatečná názornost ve výuce. Jsou absolventi našich škol, kteří neviděli ve fyzice ani jediný solidně připravený pokus. Rovněž laboratorní práce se provádějí mnohdy jen formálně. Je třeba přiznat, že naše školy nejsou dobře vybaveny ani pomůckami, ani odbornými učebnicemi a pracovnicemi. Velkou závadou také je, že nejlepší učitelé jsou zavalováni pracemi, které s výukou přímo nesouvisí, a tak se neodborné vyučování ještě zvyšuje. Je však třeba vysoce hodnotit obětavou práci mnoha přátelů fyziky.

Ad 2) Většina žáků opouštějících střední školu není schopna učit se z literatury. Tato skutečnost se velmi nápadně projevuje na vysokých školách, kde pak v prvních dvou letech odpadá velké procento studentů. Někteří učitelé fyziky mají na své žáky malé požadavky, mírně klasifikují, probírají fyziku v jedné rovině a nejdou do hloubky. Je nutno zdůraznit, že jsou i učitelé fyziky, kteří se dále nevzdělávají, a takoví učitelé nemohou nadchnout mladé lidi ke studiu, jež od nich vyžaduje jistou námahu a i jisté omezení. Stereotypní vykládání tradiční fyziky podle jednou vypracované přípravy pak dělá z fyziky předmět nezáživý, odtržený od života a neuspokojuje přirozenou zvědavost žáků. Žáci pak nepocítují potřebu číst populárně vědeckou literaturu a tím méně se zamýšlet nad obsahem učebnice fyziky.

Ad 3) Nekvalifikovaný učitel nebo učitel, který nemá čas nebo dobrou vůli se na vyučování řádně připravit, nemůže ovšem ve fyzice rozvíjet fyzikální myšlení a pěstovat logický úsudek. Mnozí učitelé pochopili špatně princip polytechnizace vyučování, zavalují hodiny fyziky množstvím popisného balastu a zapomínají na fyzikální principy, na fyzikální podstatu jevů a zařízení. Zapomíná se dnes často na velikou kulturní a výchovnou hodnotu fyziky, na význam fyziky pro rozvoj myšlení a zůstává se často jen u té skutečnosti, že fyzika má důležitou úlohu v technice. Velkou závadou je také nedostatečná koordinace mezi fyzikou, matematikou a ostatními přírodními vědami,

zejména chemií. Žáci by měli pochopit, že fyzika není jen souhrn faktů, kterým se musí naučit, ale že rozvíjí obrazotvornost, myšlení a podává souhrn lidských zkušeností.

Ad 4) S nedostatkem samostatného úsudku těsně souvisí i neschopnost řešení sebejednodušších fyzikálních úloh. Učitelé fyziky neřeší s žáky v dostatečné míře problémové úlohy a v nedostatečné míře zadávají žákům řešení příkladů za domácí cvičení. Žák by se měl na střední škole vést soustavně k řešení jednoduchých fyzikálních úloh.

Ad 5) Velkým nedostatkem je, že žáci na střední škole nezískávají návyk systematické práce. Tato okolnost se pak dlouho projevuje na škole vysoké, jen obtížně se odstraňuje a zpravidla s velkými ztrátami. Ve škole se pracuje často jen se zřetelem na vnější efekt, práce učitelů není odborně sledována, ani řízena, neboť ředitelé a inspektoři nejsou pro tuto práci kvalifikováni.

Ad 6) Protože je středoškolská fyzika často tradována nezajímavě a jen povrchně a protože podává jen neúplný obraz o moderní fyzice, ztrácejí i schopní žáci zájem. Vidí ve fyzice soubor všelijakých pouček a zákonů, které k ničemu nejsou, zejména, když v průběhu vyučování nepoznají ani základní principy různých jevů a vymožeností moderní techniky, které je obklopují.

Školská správa a také JČMF je si vědoma těchto nedostatků a byla už vykonána četná opatření k jejich postupnému odstraňování. Z mnoha podnětů směřujících ke zlepšení stavu výuky se některé týkají učitele, jiné obsahu fyziky. Nejzávažnější jsou tyto:

1. Připravit na základě výzkumu a ve spolupráci s odborníky návrh modernizace vyučování fyzice.

2. Připravit novou koncepci vzdělání učitelů fyziky se zřetelem na rozvoj moderní fyziky a urychleně vybudovat pevnou soustavu postgraduálního studia učitelů fyziky.

II. MODERNIZACE VYUČOVÁNÍ FYZICE A SNAHY O JEJÍ REALIZACI

a) *K pojmu modernizace vyučování fyzice*

V posledním desetiletí se v celém světě ozývají hlasy, které zdůrazňují, že dosavadní tradiční způsob vyučování fyzice na školách neodpovídá potřebám dnešní vyspělé společnosti. Poukazuje se především na to, že obsah a pojetí dnešní školské fyziky nejsou v souladu se současným stavem vědy a technického rozvoje. Fyzika spolu s matematikou tvoří základ techniky a ve dvacátém století prodělala především fyzika bouřlivý rozvoj, který podstatně ovlivnil ostatní přírodní vědy a zejména přispěl k nebyvale rychlému rozvoji techniky. Ukazuje se stále zřetelněji, jak fyzikální poznatky, zejména metody bádání ve fyzice, výrazně ovlivňují metody výzkumu v ostatních přírodních vědách a také ve vědách technických. Lze očekávat, že s dalším rozvojem fyziky se bude ještě zvětšovat její význam a vliv na rozvoj věd a techniky, jakož i společnosti. Rozsah fyzikálních poznatků stále roste, způsob fyzikálního myšlení se pod-

statně mění a tu stojí vyučování fyzice na školách před velmi obtížným problémem, jak zajistit, aby dorůstající generace vycházející z našich škol mohla sledovat a chápat tento veliký rozvoj vědy, fyziky, techniky a společnosti.

Mezi fyzikou jako vědou a fyzikou jako vyučovacím předmětem je v současné době značný rozpor. Vědečtí pracovníci ukazují, že to, čemu se učí na všeobecně vzdělávacích školách ve fyzice, neodpovídá dnešnímu stavu vědy ani pokud jde o obsah, ani pokud jde o metody práce. Zdůrazňují, že školská fyzika zaostává za vývojem vědy. Dobře to vyjadřuje autor známé knihy Nutná neobvyklost světa D. DANIN: „...střední všeobecně vzdělávací škola seznamuje od dávných dob svoje žáky s klasickými představami o světě, ale absolventi těchto škol se pak v životě s takovými představami už nesetkají. Když uspěli ve školních lavicích a stali se současníky NEWTONA, neuspívají a nestávají se současníky EINSTEINA.“ Poukazuje se také na to, že se dnešní mládež začíná seznamovat s fyzikálními poznatky ve škole příliš pozdě a že také se příliš pozdě začíná u mladé generace rozvíjet fyzikální myšlení. Světové tendence směřují k tomu, aby se zkrátila tzv. národní škola s třídním učitelem a aby odborné vyučování začalo již od 4. roč. Usiluje se dále o to, aby již na národní škole byly fyzikální poznatky v určité soustavě začleněny do výuky v různých předmětech.

Dále se poukazuje na to, že efektivita tradičního způsobu vyučování fyzice je velmi malá a dosahuje podle výzkumů prováděných v zahraničí maximálně 50%. Proto se v různých státech, především technicky a kulturně nejvyspělejších, jako jsou např. SSSR a USA, konají pokusy a různé výzkumy, kterými se vyšetřuje efektivita vyučování a zkoumají se návrhy nových koncepcí školské fyziky. Nové návrhy vycházejí většinou ze skutečnosti, že se žáci nenaučí při školním vyučování pohlížet na fyzikální jevy a jejich zákonitosti z hlediska moderní fyziky dvacátého století, tj. fyziky kvantové a statistické, že nepoznávají metody práce dnešního fyzika, neseznamují se s vyspělou přístrojovou technikou a nechápou, jak se uplatňují fyzikální principy v technických aplikacích, které se v současné době již uplatňují v praxi. Proto se v navrhovaných koncepcích objevuje ve větší nebo menší míře nový pohled na vyučování fyzice, a to jak pokud jde o obsah, tak i metody a vyučovací prostředky. Nejradikálnější návrhy požadují, aby se hned od počátku při vyučování fyzice užívalo k popisu a k výkladu terminologie a způsobu myšlení moderní fyziky. Žádají, aby se žáci hned od počátku vyučování, i za cenu nepochopení přesného významu všech termínů, bez zbytečného přeučování sžívali s kvantovým a statistickým obrazem fyzikálních jevů a s jejich výkladem. To jsou ovšem z didaktického a metodického hlediska problémy velmi obtížné; nelze se proto divit, že nebyly dosud nikde uspokojivě rozřešeny. Není ovšem možné přešlapovat dále na místě a otálet. Je třeba naopak učinit vše, aby se školská fyzika spojila co nejtěsněji se současným životem a naučila žáky myslet v pojmech i v představách moderní fyziky 20. století a chápat její výsledky. Přitom je ovšem nutné, aby se dosavadní efektivita vyučování fyzice podstatně zvýšila, což těsně souvisí s volbou nových vyučovacích metod a nových vyučovacích prostředků. O to v podstatě jde, když se mluví o modernizaci vyučování fyzice.

Lze tedy říci, že modernizace vyučování fyzice znamená všeobecně snahu o překle-

nutí disproporce mezi bouřlivým vývojem vědy, techniky a společnosti se všemi jejími atributy a současným stavem vyučování fyziky. Přitom je třeba zdůraznit, že tyto snahy se projevují ve třech směrech:

- a) ve výběru učiva, jeho pojetí a uspořádání,
- b) v použití nových metod výuky,
- c) využíváním nových prostředků výuky.

Bylo by lehkomyšlné se domnívat, že jen změnou obsahu školské fyziky a novým pojetím a uspořádáním učiva, by bylo možné složitý problém modernizace vyřešit. To by byla pštrosí politika, strkání hlavy do písku. Je přece dnes dobře známo, že velmi neuspokojivý stav výuky fyziky na našich školách má příčiny mnohem hlubší a že je zde celá řada faktorů, které spolupůsobí na špatných vyučovacích výsledcích a že bude nutné při reformě výuky k nim přihlížet a také se na ně zaměřit. Bude tedy třeba změnit celou řadu činitelů spolupůsobících při vyučování fyziky a ovlivňujících jeho kvalitu a jeho výsledky. Především pak bude také nutno modernizovat metody a prostředky vyučování tak, aby se ze současného vyučování odstranil formalismus a verbalismus všech odstínů, a aby se ve vyučování posílilo to, čemu říkáme výchova k fyzikálnímu myšlení, a to od samého počátku, kdy se žák ve škole s fyzikálními poznatky začíná seznamovat.

Je třeba zdůraznit, že úloha fyziky jako všeobecně vzdělávacího předmětu ve školním vyučování se v dnešní době podstatně změnila v soulase se zásadní změnou v nazírání na obsah a zaměření všeobecného vzdělání vůbec. Vzhledem k revolučním změnám společnosti, bouřlivému rozvoji vědy a techniky a jejich aplikací v obecném životě se zásadně změnilo nazírání na všeobecné vzdělání, takže dnes znalosti, dovednosti a návyky z oboru fyziky a techniky, které dříve patřily k odbornému vzdělání, se stávají nezbytnou součástí vzdělání všeobecného. Také z toho důvodu je nutné vyučování fyziky modernizovat.

Vyučování fyziky na školách 2. cyklu má kromě úkolů všeobecně vzdělávacích ještě úkol připravit absolventy tak, aby mohli úspěšně studovat na vysokých školách všech typů, především ovšem zaměřených na studium matematiky a fyziky a směrů technických. Při vyučování fyziky by tedy nemělo jít jen o to, aby absolventi našich škol získali určité vědomosti, ale mělo by v dnešní době jít především o to, aby získali i jisté zkušenosti se způsobem práce ve vědě, aby se naučili především při výuce fyziky vědecky řešit jednoduché problémy. Je proto nutno při řešení otázek modernizace doplnit výchovu ve fyzice výchovou k vědeckému myšlení, neboť věda se v socialistické a tím spíše v komunistické společnosti stává výrobní silou. Není jistě nutné zdůrazňovat význam fyziky pro rozvoj techniky a pro vytváření vědeckého světového náporu. Fyzika jako jedna z nejdůležitějších exaktních přírodních věd je významným činitelem ve vzdělávání mládeže, a to jak pro svůj obsah a pracovní metody, tak i pro význam aplikací fyzikálních poznatků v ostatních vědách a v technice. Vzhledem k metodám bádání může fyzika do značné míry ovlivnit výchovu k vědeckému myšlení a tak přispívat k vědecké výchově mladých lidí.

b) *K charakteristice moderní fyziky*

Má-li se přistoupit k zásadnímu řešení úkolu modernizace obsahu a pojetí školské fyziky, je třeba nejprve uvážit rozvoj fyziky jako vědy a hlavně pojetí fyzikálních poznatků z hlediska představ fyziky dvacátého století. Je známou skutečností, že dnešní fyzika se prudce rozvíjí, že způsob práce a myšlení a vyjadřování fyziků se dnes podstatně odlišuje od způsobu práce, myšlení a vyjadřování fyziků 19. století. Podobně i technika, která je fyzikou silně ovlivněna, prochází pronikavými změnami.

Před druhou světovou válkou spočívala vlastně technika na klasické fyzice. V posledních 20 letech se tato situace zásadně změnila. Polovodičová i vakuová radiotechnika, kybernetika, automatizace, reaktivní a atomová technika realizují v podstatě myšlenky současné vědy. Žáci středních škol by proto měli dostat takové základy fyziky, aby mohli chápat tyto úspěchy moderní techniky, což z hlediska představ jen klasické fyziky není možné. Ve školské fyzice by se měla zrcadlit úroveň moderní fyziky a techniky a školská fyzika svým pojetím musí současně spolupůsobit při vytváření vědeckého světového názoru. Avšak v současné školské fyzice se stále více méně zachovává svět klasické fyziky a všechny dosavadní reformy se spíše snaží vpravit do starého obrazu světa myšlenky a výsledky současné vědy. Takovým způsobem nelze patrně řešit modernizaci.

Na tomto místě je třeba připomenout, že poznatky a teorie tak zvané moderní fyziky nelze považovat za vyvrácení poznatků, zákonů a teorií tak zvané klasické fyziky, ale jen za jejich zpřesnění a hlubší zdůvodnění. Z tohoto hlediska je třeba vidět při řešení modernizace vztah mezi fyzikou klasickou a fyzikou moderní. Proto bude nutno při modernizaci obsahu a pojetí současné školské fyziky zdůraznit především ty pojmy, zákony a teorie, které jsou základní jak z hlediska klasické, tak i z hlediska moderní fyziky. Kromě toho bude třeba zavést do školské fyziky ty pojmy a představy, které jsou zásadní pro pochopení fyzikálního obrazu světa, jak jej vidí dnešní moderní fyzika. Přitom je ovšem třeba si uvědomit, že obecné zákony moderní fyziky jsou charakterizovány teorií relativity, kvantové mechaniky a fyzikální statistiky, jež odhalují nový pohled na svět a jeho zákonitosti.

V moderní fyzice jde o vyšetřování dějů a jevů, které probíhají jednak v ohromných rozměrech megasvěta, jednak v rozměrech atomárního mikrosvěta. Je proto třeba při modernizaci obsahu školské fyziky vycházet z toho, že fyzika 20. století se změnila nejen kvantitativně, ale že prodělala mnohem hlubší, zásadnější proměny. Fyzika 19. století je charakterizována, jak uvádí sovětský akademik JOFFE, určitými rysy: zákony jednoznačně přísné příčinné spojitosti, jednotou zákonů fyziky na celé frontě od vesmíru k atomu, nepřetržitými přechody, které užívaly pro atomovou strukturu jen formálních korelací veličin charakterizujících děje. Naproti tomu fyzika 20. století, jak uvádí např. prof. VALOUCH v článku dříve citovaném, „se jeví jako jednotná harmonická soustava pojmů a zákonů, jejichž obecnost dovoluje studovat jak procesy v mikrosvětě, tak i děje v megasvětě. Přitom jsou základní pojmy klasické fyziky, jako prostor, čas, hmota, síla, hybnost, energie apod. oprávněny i v moderní fyzice,

avšak obsah těchto pojmů a obecné vztahy mezi nimi se změnila a staly se obecnějšími. V moderní fyzice se ještě lépe a více projevuje sjednocující význam obecných fyzikálních zákonů, jako jsou zákony zachování energie, hybnosti, elektrického náboje apod. Tím se původní jednotný obraz světa, narušený v 19. století, stává opět jednotným, avšak na základě mnohem hlubších a obecnějších představ fyziky relativistické, kvantové a statistické. A právě tato soustava základních fyzikálních představ tvoří dnes základy fyziky jako vědy a osvojení si této osnovy pojmů, vztahů a zákonů je nutným předpokladem pro studium všech přírodních jevů i v ostatních přírodních vědách.“

c) Současný stav obsahu školské fyziky a snahy o jeho modernizaci

Školská fyzika na školách všech druhů a zejména na škole střední se dosud nepřiklonila k novému obsahu fyziky jako vědy a zejména k způsobu myšlení moderní fyziky. Ve školské fyzice se vykládají základní pojmy, vztahy a zákony jen v klasické formě a příležitostně se uvádí, že z hlediska moderní fyziky je třeba chápat tyto pojmy jinak. To pak vede k tomu, že se mnoho pojmů a vztahů v moderních částech fyziky nejeví jako doplnění a zpřesnění základů klasické fyziky, ale jejich popření.

Až dosud se rozpor mezi školskou fyzikou a fyzikou jako vědou řešil tím, že se do školské fyziky přidávaly nové poznatky moderní fyziky, vypouštěly některé poznatky klasické fyziky a že se učební látka jinak uspořádala. V posledním desetiletí však dozrává názor, především v řadě států s vysokou průměrnou a kulturní úrovní, že takovým způsobem nebude možno tento rozpor řešit, že bude nutno přistoupit k jeho řešení novým způsobem, že půjde o mnohem hlubší změnu v celkovém pojetí cíle výuky a v logickém uspořádání soustavy poznatků ve školské fyzice. V moderní školské fyzice se bude musit vycházet, jak zdůrazňuje akademik JOFFE, z popisu vlastností elementárních dějů, z mechanismu jejich působení v jednotlivých případech, ze statistického rázu zákonů zahrnujících veliký počet elementárních faktů, z chápání pohybu, který má vlnovou i korpuskulární povahu.

Má se za to, že takto podávaná fyzika nebude pro žáky obtížnější, ale že je více zaujme a upoutá, jak ukazují už dnes některé dílčí výsledky pokusu pracovníků ve Sverdlovsku. K popisu a k výkladu učiva by se podle těchto názorů mělo přistupovat tak, aby se žáci sžívali třeba i neuvědoměle s kvantovým a statistickým obrazem jevů v přírodě a s jejich výkladem. Při výkladu fyzikálních dějů by se tedy měla uplatňovat terminologie moderní fyziky a s makroskopickým popisem vlastností i jevů by se měl spojit důsledně mikrofyzikální pohled, který je charakteristický pro moderní fyziku. Žáci by měli dále pochopit, že přesný výklad vlastností i jevů nemusí být na všech stupních názorný a že často je plně srozumitelný až teprve po zvládnutí velmi složitého matematického aparátu.

Je třeba zdůraznit, že současné učebnice fyziky nenavýkají žáka myslet v moderních pojmech a souvislostech, není např. zdůrazněna otázka mikrostruktury, pojem

pole, nespojitost jevů v přírodě a statističnost jevů. Také fyzikální základ technických aplikací není dostatečně zdůrazněn.

Hlavní námitka proti současnému stavu školské fyziky tedy je, že učivo neodpovídá dnešnímu stavu fyziky jako vědy, a to ani pokud se týče výběru faktů, ani pokud se týče jejich pojetí a výkladu. Názory na to, které učivo z moderní fyziky má být do školské fyziky zařazeno nejsou jednotné, ale je nepochybné, že školská fyzika bude muset do svých osnov zařadit prvky teorie relativity, některé prvky statistické fyziky, poučení o fyzice pevných látek, základní pojmy a představy kvantové fyziky a nové poznatky o elementárních částicích. Je nyní otázka, co z tradičního učiva by se mělo z osnov vypustit. K této otázce zaujal na příklad sovětský akademik G. S. LANDSBERG toto stanovisko: „Otázka není v novosti, ale ve významu těch nebo oněch faktů, objevů a teoretických pouček, nezávisle na datu jejich objevení. Proto se mi zdá nerozumné dělit fyziku na starou a novou – je třeba oddělit podstatné od podružného.“ Proto se budou muset při modernizaci obsahu a pojetí zdůraznit ty pojmy a zákony, které jsou základní jak z hlediska klasické, tak moderní fyziky. Kromě toho bude třeba do školské fyziky zahrnout ty představy a pojmy, které jsou zásadní pro pochopení moderního fyzikálního obrazu světa. Sem patří především základní představy o mikrostruktuře látek, o vlnové a kvantové povaze světla a o atomické struktuře elektřiny, o elementárních částicích, o elektromagnetickém poli a struktuře atomu apod. Soubor takto vybraných fakt, pojmů, zákonů a představ moderní fyziky bude možno označit jako nový obsah školské fyziky. Rozhodující by ovšem měly být ty pojmy a poznatky, které jsou důležité pro pochopení těch oborů fyziky, které se nejvíce rozvíjejí, to je fyzikální statistiky, kvantové teorie a atomistiky, elektroniky a fyziky pevných látek. Vyučování fyzice by mělo postupovat tak, aby žáci byli připraveni na statistické chápání fyzikálních dějů, na pochopení dvojí povahy světla, modelu atomu, pojmu elektromagnetického pole apod. Školská fyzika by se tedy měla modernizovat z hlediska nových fyzikálních poznatků a teorií, přičemž by měl být výklad přiměřený věku žáků, neměl by být uzavřený, ale měl by připravovat cestu k porozumění modernímu vývoji fyziky.

Vybudování nové soustavy školské fyziky je, jak z předcházejícího vyplývá, úkol neobyčejně obtížný a nebude jej patrně možno řešit najednou v plné šíři. Změna struktury školské fyziky se musí uskutečňovat velmi obezřetně a postupně a také na úrovni vysokoškolské výuky a výsledky této změny si musí pochopitelně osvojit především učitelé škol nižších stupňů. Proto bude nutno, aby také u nás, tak jak je tomu v zahraničí, se zabývali řešením tohoto problému především fyzikové na vysokých školách a vědeckých ústavech ve spolupráci s učiteli praktiky, s pedagogy a psychologem. Nová soustava školské fyziky by se měla nejprve výzkumem prověřit a teprve potom zavést do škol obecně.

Existuje už nyní v zahraničí několik návrhů na modernizaci vyučování fyzice. Tak v SSSR existuje několik návrhů na nové pojetí vyučování fyzice, které jsou ve stadiu výzkumu. Nejdále jde návrh pracovníků ve Sverdlovsku, který vychází důsledně z představ moderní fyziky: v návrhu se zdůrazňuje, že nové představy mikrosvětla

a megasvětla nelze vtěsnat do představ klasické fyziky, ale že žáci se s nimi musí seznámit, i když nejsou pro ně názorné a místy i těžko pochopitelné. Dále se tvrdí, že současná školská fyzika sleduje příliš důsledně historický vývoj fyziky jako vědy a tím učí žáky v podstatě myslet v terminologii klasické fyziky. Je velmi těžké a také nevhodné provádět v závěru výuky přeučování z představ fyziky klasické na představy fyziky moderní. Poukazuje se na to, že obtížnost a nenázornost nových představ má jen dočasný ráz.

Mnozí metodikové vyučování fyzice však poukazují na to, že takovéto uspořádání učiva ve školské fyzice je z hlediska současné didaktiky a metodiky neúnosné a ve školním vyučování neproveditelné. Zdůrazňují, že nové pojetí a uspořádání faktů se musí nejprve teoreticky rozpracovat ve vědeckých publikacích, a pak by se mělo realizovat ve vysokoškolských učebnicích. Do středoškolské výuky lze zavést moderní pojetí kursu fyziky jen v určitém zjednodušení. Obrácený postup považují za nepřirozený.

Požadavek modernizace se v posledních letech uplatňuje v celém světě. Je třeba zdůraznit, že při realizaci modernizace na našich školách můžeme čerpat poučení i z pokusů, které probíhají na západě. Přitom si musíme ovšem uvědomit, že pojetí modernizace závisí na funkci, kterou má škola a výchova ve společnosti. A zde jsou právě podstatné rozdíly cílů a úkolů školy a výchovy ve společnosti kapitalistické a socialistické. V úsilí o modernizaci vyučování fyzice musíme ovšem vycházet z cílů výchovy, které jsou určeny potřebami naší socialistické společnosti, tj. musíme vycházet ze současného stavu a z perspektiv dalšího rozvoje v oblasti vědy a techniky. Přitom si musíme stále uvědomovat, že modernizaci pojetí, obsahu, metod a prostředků školské fyziky je nutno provádět ve všech složkách současně ve vzájemné závislosti. Nový obsah je spjat s novými metodami, vyžaduje nové prostředky, ale i naopak nové prostředky nutí uvažovat o nových metodách a o novém obsahu.

Modernizaci nelze tedy řešit přidáváním nového učiva a potlačováním učiva starého. Řešení musí být zásadní, jak už bylo uvedeno, a při vyučování musí být přeneseno těžiště z pasivního osvojování velkého množství učiva na osvojování metod aktivního získávání základních informací: Naučit, jak se učit, naučit řešit problémy a vést k samostatné tvořivé práci. Vyučování fyzice splní své poslání, povede-li každého žáka k tomu, aby dosáhl maximálního cíle, jehož je schopen dosáhnout. K tomu je ovšem nutno volit nové vhodné metody a prostředky.

Nové metody směřují především k větší efektivitě vyučování. Podstata efektivnosti záleží do značné míry ve zvýšení aktivity práce žáků. Tím se nerozumí jen samostatná práce, ale i organizování pozornosti žáků, aktivizace jejich myšlení, poznávací činnosti, rozvíjení tvůrčích schopností a rozvíjení iniciativy ve všech etapách vyučovací hodiny. Je třeba věnovat velkou pozornost demonstračnímu pokusu, laboratorním pracím, frontální metodě, žákovským praktikům, řešení fyzikálních úloh, problémovým otázkám apod. Tato metoda je dobře známa a vcelku vyzkoušena. Je třeba jen vytvořit předpoklady, aby mohla být všeobecně realizována.

Využívání moderních pomůcek ve vyučování fyzice je jednou ze složek komplex-

ního problému modernizace výuky. Všeobecně lze říci, že zatím je fyzikálních pomůcek, zejména moderních a didakticky vhodných, velký nedostatek, ale i těch, které na školách jsou, se často nevyužívá, nebo se jich užívá nevhodně. Každá vyučovací pomůcka od nejjednodušší až po nejsložitější, má-li přispět k modernizaci výuky a k zvýšení efektivity vyučování, musí být organickou součástí vyučování, tj. musí jí být funkčně využito souhlasně s cíli vyučování, jichž chceme dosáhnout, a také se zákonitostmi procesu učení.

Efektivnost vyučování závisí na tom, jak aktivně probíhá proces učení. Vyučování je v podstatě řízení procesu učení, zaměřené na dosažení nejoptimálnějších výsledků. Abychom takových výsledků dosáhli, musíme mít možnost stálé zpětné informace o průběhu procesu učení. Takovou možnost poskytuje např. metoda programovaného vyučování. V současné době se ve světové literatuře mnoho píše o programovaném vyučování. Provádí se výzkum aplikace kybernetiky na vyučovací proces, na proces osvojování a kontroly a s tím právě souvisí problematika programovaného vyučování.

V USA a SSSR byla vyvinuta řada nejrůznějších vyučovacích strojů od celkem jednoduchých zařízení až po stroje velmi složité a dokonalé. S využitím těchto strojů se počítá spíše ve vysokoškolské praxi a při studiu pracujících a v různých speciálních školách. Na střední škole bude asi nejvýhodnější použít speciální programované učebnice bez stroje. Studium nových vyučovacích metod je u nás teprve v začátcích. Prozatím se nepočítá ani s vyučovacími stroji, ani s programovanými učebnicemi.

Závěrem lze k této problematice podle mého názoru říci, že je nezbytně nutné posílit ve školním kursu fyziky moderní fyzikální představy a teorie, např. molekulárně kinetickou a elektronovou teorii, elementy teorie relativity, představy o fyzikálních polích, teorii stavby atomu a atomového jádra, elementy kvantové teorie, teorie elementárních částic a dále fundamentální zákony fyziky, jako zákon zachování a přeměny energie, zákony dynamiky a termodynamiky, zákon zachování hmoty, hybnosti, elektrického náboje, zákon vzájemné souvislosti hmoty a energie apod. Je třeba všemožně usilovat o sblížení školské fyziky s fyzikou moderní. Je třeba, aby žáci chápali zákony klasické fyziky z hlediska představ fyziky současné. Např. děje přenosu tepla je nutno vykládat na základě představ o vnitřní energii, při výkladu elektrických jevů se musí zdůraznit vzájemná souvislost mezi elektrickými a magnetickými poli, je třeba dříve zavést představy o elementárních částicích jako nositelích elektrického náboje a součástech atomů libovolné látky; také světlo je nutno hned od počátku vykládat z elektromagnetických představ atp. Výklad a utvrzování pojmů a jevů klasické fyziky může postupovat poměrně rychle. Mnohem obtížnější ovšem bude zavádění představ moderní fyziky do učiva na všeobecně vzdělávacích školách. Bylo by však velmi nerozvážné, kdyby zavádění základních pojmů, představ a teorií moderní fyziky do fyziky školské se zúžilo jen na pouhé zapamatování většinou pro žáky nezvyklých tvrzení. Bude třeba, aby se vždy při vyučování ukázala souvislost současné fyziky se zkušeností a s reálnou skutečností. Je třeba mít také na paměti, že mnohé důležité pokusy, na kterých jsou založeny důležité vývoody současné fyziky, nelze provádět ve školní praxi.

Při modernizaci je třeba mít neustále na paměti, ať je již pojetí kursu jakékoliv, že při vyučování fyzice se musí všestranně rozvíjet schopnosti žáků. Proto by bylo nepřijatelné jen dogmaticky zanést do školního kursu fyziky prvky současné fyziky. Nelze porušit zásadu, že jedině postupné vyučování, při němž nové pojmy navazují a vycházejí ze starých, zaručují takový proces osvojení, který může neustále pokračovat. Poněvadž zavedením představ a teorií moderní fyziky se zvětší rozsah učiva, aniž se patrně zvýší počet hodin pro výuku fyziky, bude třeba zavádět do vyučování nové, daleko efektivnější metody a nové vyučovací prostředky, aby žáci mohli uvědoměle zvládnout učivo ve stejné době.

Domnívám se, že se změnou pojetí kursu školské fyziky bude nezbytně nutná i přestavba kursu fyziky na vysokých školách, především však bude třeba v tom směru podstatně změnit odbornou a metodickou přípravu budoucích učitelů fyziky.

III. VÝZKUM MODERNIZACE VYUČOVÁNÍ FYZICE NA EXPERIMENTÁLNÍCH ŠKOLÁCH

Skutečností uvedených v druhé části článku je si plně vědoma JČMF, která se proto už delší dobu zabývá ve svých orgánech a komisích problematikou modernizace vyučování matematice a fyzice jako jedním ze svých důležitých úkolů. Předsednictvo ÚV JČMF uložilo ÚPKF, aby řešení otázek týkajících se modernizace vyučování fyzice považovala za prvořadý úkol své činnosti. Na doporučení JČMF zřídilo MŠK od 1. září 1963 tři experimentální školy, a to v Praze, v Brně a v Bratislavě. Na nich se bude konat do r. 1970 výzkum nového obsahu a pojetí, nových metod a prostředků vyučování matematice a fyzice. Novou koncepci připraví modernizační kroužky, které se prozatím ustavily v Praze, v Olomouci, v Brně a v Bratislavě.

Na experimentální školy jsou soustředováni žáci, kteří mají zájem o matematiku a fyziku a sami se do této školy přihlásí. Zatím jsou otevřeny jako experimentální jen ZDŠ, později budou zřízeny takové školy i pro druhý cyklus. Na experimentálních školách vyučují vybraní učitelé, kteří mají o tuto problematiku zájem a kteří se také aktivně a iniciativně účastní přípravy výzkumu a jeho provádění. Přitom je třeba zdůraznit, že absolventi experimentálních škol musí znát vše, co mají znát absolventi normálních škol.

Aby se problematika modernizace vyučování fyzice důkladně prodiskutovala a objasnila, dále pak k přípravě nové koncepce školské fyziky a k přípravě výzkumu, jeho metodiky a hodnocení, pořádá JČMF pracovní konference a porady, na nichž se řeší zásadní otázky pokusu, které byly rozpracovány v modernizačních kroužcích. Zatím byly uspořádány, jak už bylo uvedeno, dvě takové konference, v prosinci 1963 v Olomouci a v dubnu 1964 v Liblicích.

Na olomoucké konferenci se účastníci seznámili s cílem a s metodikou výzkumu na experimentálních školách, s organizací výzkumu, se snahami o modernizaci vyučování v zahraničí a s problematikou modernizace všeobecně. Byla také provedena

zevrubná analýza současných osnov fyziky na ZDŠ. Na konferenci se ukázalo, že je nezbytně nutné řešit otázky modernizace vyučování fyzice v těsné spolupráci s matematikou, s odborníky výzkumných ústavů, s pedagogy a s psychology.

Úkolem liblické konference bylo důkladně prodiskutování koncepce fyziky na ZDŠ a nastínění koncepce na SVVŠ. Na konferenci byly předloženy dva návrhy koncepce školské fyziky pro 1. až 12. roč. všeobecně vzdělávací školy. Oba se v podstatě shodují, pokud jde o pojetí fyzikálních poznatků a jejich zařazení do učiva v prvních šesti ročnících ZDŠ. Podstatné odchytky se ukázaly v pojetí a uspořádání učiva z hlediska modernizace v 7. až 12. ročníku.

Výzkumem problematiky modernizace pojetí a uspořádání fyzikálních poznatků v učivu národní školy byl pověřen kolektiv pracovníků katedry fyziky PI v Praze, který také připraví potřebné učební texty pro výzkum a navrhne potřebné učební pomůcky. Výzkumem se bude také zjišťovat, jaký má vliv nejranější zkušenost na správné chápání a rozlišování pojmů množství látky, síla, tíha, elektrické napětí, velikost elektrického proudu. Výzkumu se podrobí i zavedení jednotek kg, N, V a A.

Návrhy modernizace vyučování fyzice na ZDŠ jsou vcelku střizlivé a vycházejí z reálných možností. Oba návrhy stanoví nejprve cíl vyučování fyzice na ZDŠ, a to vcelku shodně, i když olomoucký návrh má větší požadavky a zařazuje na ZDŠ i některé pojmy a zákony, které v současné době na ZDŠ nejsou a považují se pro tento stupeň škol za velmi obtížné. Tato otázka bude také řešena výzkumem. Jako hlavní zásada modernizace obsahu a pojetí fyziky na ZDŠ se bude prozatím zkoušet odstranění způsobu vyučování fyzice v 7. – 9. roč., při němž převážně nebo výlučně převládá popisný ráz. Půjde o organické spojování fenomenologické stránky jevů s analýzou jejich příčin a vnitřního mechanismu. Proto se bude usilovat o posílení znalostí o mikrostruktuře látek a jejich využití pokud možno ve všech oddílech učiva, vymezení obsahu základních fyzikálních pojmů, logického skloubení učiva, aby vynikly vnitřní souvislosti, posílilo se rozvíjení logického myšlení žáků a zintenzivnělo výchovné působení fyziky na žáky. Přitom budou zdůrazněny laboratorní metody. Budou připraveny postupně učební texty pro výzkum a kromě toho se budou zkoumat podrobně některé speciální otázky ve vztahu k obtížnosti některých partií učiva fyziky zejména se zřetelem na princip modernizace. V podstatě bude zkoumán jako celek jen návrh pražský (s. CHYTILOVÁ). Výzkum započne od 1. září 1965, a to v sedmém ročníku. Bude prověřováno, do jaké míry lze také modernizovat obsah fyziky na základní škole. Je třeba připomenout, že většina pracovníků soudí, že prvky moderní fyziky bude možno uplatnit na tomto stupni jen v omezené míře.

Také pro SVVŠ byly předloženy dva návrhy pojetí kursu fyziky pro výzkum modernizace vyučování. Pražský návrh (zpracoval s. VALOUCH) znamená zásadní změnu v dosavadním kursu fyziky na SVVŠ. Je v něm důkladně propracován cíl kursu a jeho pojetí; třebaže obsah kursu není úplně rozpracován, dává tušit, že se bude podstatně lišit od dosavadní školské fyziky. Přitom je z něho patrné, že bude velmi náročný na rozumové schopnosti žáků. Má tvořit samostatný logicky skloubený celek; obsahuje čtyři podstatné části: poznatky z mechaniky, z elektřiny a magnetismu, z vlnové opti-

ky a z jaderné fyziky. Hlavním hlediskem dělení má být postupně rostoucí složitost a obtížnost základních představ, pojmů a fyzikálních i matematických vztahů, které jsou potřebné k hlubšímu, příčinnému výkladu probíraných jevů. Zejména půjde o mikrostrukturní pohled na stavbu látek v souvislosti s jejich vlastnostmi, a to od nejhrubšího modelu atomu jako pružné koule přes složitější jaderné modely atomů a jejich chování v podmínkách jednotlivých skupenství až k modelům atomových jader a elementárních částic látky. Přitom se učivo učleňuje tak, aby se pokud možno používalo zákonů vyvozených ze studia jednodušších jevů k výkladu jevů složitějších a aby současně byly dále zpřesňovány nebo zobecňovány.

Olomoucký návrh (zpracoval s. LEPIĽ) není tak revoluční a neklade tak veliké cíle, pokud jde o modernizaci obsahu a pojetí učiva. Je však v plné šíři vcelku dobře zpracován. Navrhuje, aby současná struktura fyziky na SVVŠ se modernizovala především v těchto směrech:

1. Zařazením některých nových poznatků moderní fyziky a změnou pojetí určitých tradičních témat.
2. Změnou uspořádání a posloupnosti učiva tak, aby lépe vynikly vnitřní a obecné souvislosti mezi jednotlivými fyzikálními jevy.
3. Změnou uspořádání učiva tak, aby se zvýšila produktivita výkladu.
4. Přezkoumáním technických aplikací a poznatků z hlediska jejich významu především po stránce aplikace fyzikálních poznatků.
5. Přezkoumání učiva se zřetelem na perspektivu dalšího studia žáků a na požadavek všeobecného vzdělání.

Obsah kursu je rozdělen na tři části:

a) Do I. ročníku jsou zahrnuty poznatky o tělesech z hlediska jejich pohybu, vlastností a fyzikálního stavu.

b) V II. ročníku jsou soustředěny jevy ve stacionárních silových polích a jsou zde také v podstatě všechny poznatky z astronomie zahrnuté do středoškolského učiva fyziky.

c) Ve III. roč. jsou soustředěny všechny děje s kmitavým průběhem a je zvolena taková posloupnost učiva, při níž by se obecné a nejvýznamnější poznatky pokud možná opakovaly vícekrát buď v nové podobě, nebo v širší souvislosti.

Oba návrhy mají ovšem ještě řadu nedostatků a budou znovu po důkladnějším rozpracování projednány pracovní konferencí na jaře v roce 1965.

V tomto roce uspořádá JČMF ještě dvě pracovní konference, které se budou týkat modernizace vyučování fyzice, z nichž jedna bude věnována metodice výzkumu a hodnocení jeho výsledků a druhá projednání ukázek učebních textů pro výzkum v 7. roč. ZDŠ. Celý učební text musí být připraven tak, aby pokus mohl začít od 1. 9. 1965.

Experimentální školy se mají stát laboratořemi pro řešení výzkumného úkolu modernizace vyučování matematice a fyzice. Bude ovšem třeba tyto školy náležitě vybavit materiálně i personálně tak, aby mohl výzkum probíhat nerušeně a uspokojivě. Bude se na nich zkoumat vyučování matematice a fyzice postupně ve všech ročnících. Pokud jde o fyziku, započne výzkum od škol. roku 1965/66 v 7. roč. a současně bude

probíhat i výzkum na národní škole. Od škol. roku 1966/67 započne se s výzkumem i na SVVŠ.

Výzkum modernizace byl pro svou závažnost zařazen do plánu státních úkolů, odpovědným pracovištěm je pedagogický ústav ČSAV. Koordinátorem úkolu v ČSAV je s. M. JELÍNEK. K řešení dílčích úkolů se přihlásila řada pracovišť vysokých škol a vědeckých ústavů.

Příprava, provádění a řízení výzkumu bude vyžadovat mnoho práce a úsilí celé řady pracovníků a institucí. Proto byla při MŠK zřízena zvláštní komise za přímé účasti JČMF (předseda s. KNICHAL), která má výzkum připravovat a hlavně sledovat a hodnotit. Je však třeba zdůraznit, že odpovědnost za výzkum nemají orgány JČMF, ale jednotlivá přihlášená pracoviště, MŠK a pedagogický ústav ČSAV.

Úkolem JČMF, jejích orgánů a komisí je výzkum připravit, tj. přichystat potřebné podklady a zpracovávat výsledky výzkumu. Půjde především o vypracování návrhů koncepcí, jejich prodiskutování, dále o vypracování zkušebních učebních textů a jejich prověření. JČMF se tedy bude podílet na výzkumu jen odbornými pracemi. K tomuto účelu byly také zřízeny pracovní modernizační kroužky a počítá se s tím, že vzniknou další kroužky v pobočkách.

JČMF bude mít v připravovaném výzkumu modernizace význačnou úlohu, neboť pro výzkum v podstatě připraví potřebné materiály. Dále se počítá s tím, že bude JČMF výzkum propagovat a seznamovat učitele s jeho výsledky a získávat pro řešení zásadních otázek další pracovníky. K realizaci výzkumu bude JČMF pořádat každoročně řadu konferencí, pracovních porad a diskusí, jakož i kursů a seminářů. Bude třeba, aby všichni členové JČMF se nejen s otázkami výzkumu seznámili, ale aby také svými zkušenostmi a svou prací přispěli k řešení tak závažné otázky jako je vypracování a prověření nového pojetí školské fyziky a matematiky. Bude to práce velmi obtížná, bude vyžadovat spolupráci odborných fyziků, pracovníků vědeckých ústavů, vysokých škol, učitelů z praxe, pedagogů a psychologů. Věříme, že spojenými silami se nám podaří do r. 1970 dosáhnout takových výsledků, které by bylo možno převést do všech našich všeobecně vzdělávacích škol. Bude ovšem nezbytně nutno přistoupit také na vysokých školách k řešení otázky modernizace výuky fyziky, především však k nové úpravě přípravy učitelů fyziky.

Velikým úkolem bude příprava učitelů pro novou výuku nového pojetí školské fyziky a jejich získání, neboť bez nich by se nám nepodařilo realizovat i sebe lepší výsledky výzkumu. Proto už od příštího roku bude JČMF pořádat řadu kursů a seminářů v pobočkách pro učitele fyziky, které budou zaměřeny k nové koncepci fyziky a k moderním disciplínám fyziky.

Úkoly související s přestavbou školské fyziky jsou velmi závažné a odpovědné. Bude možné je vyřešit jen za spolupráce vedoucích fyziků i jiných odborníků vysokých škol a vědeckých ústavů. Všichni naši fyzikové by si měli uvědomit, že bez vyřešení těchto úkolů nebudeme mít v dostatečném počtu a v náležité kvalitě dorost pro naši čs. fyziku. Volám proto všechny naše fyziky ke spolupráci na tomto díle.

Literatura

- FUKA, CHYTILOVÁ: K nové koncepci fyziky na všeobecně vzdělávacích školách. PVŠ 10, 208.
 GALANIN D. D.: O klasičeskoj i novoj fizike v srednej škole. Fizika v škole, roč. 1963, 44.
 JELÍNEK M.: Experimentální matematické školy. PMFA 8, 228.
 JELÍNEK M.: O našem výzkumu ve vyučování fyzicie. FvŠ, 2, 336.
 IOFFE A. F.: Fyzika v srednej škole. Narodnoje obrazovanie, roč. 1958, č. 3.
 KAHUDA F.: Vývoj naší školy v období dovršení socialismu. FvŠ, 1, 103.
 KAŠPAR E.: Rozvíjení fyzikálního myšlení a modernizace školské fyziky. FvŠ, 2, 221.
 KAŠPAR E.: 15 let naší středoškolské fyziky. PVŠ 11, 37.
 REZNIKOV: Puti rozvitija sodержanija i struktury kurza fiziki srednej školy. Fizika v škole, roč. 1963, 24.
 ROZSÍVAL M.: Několik poznámek k otázce modernizace výuky fyziky. PMFA 9, 113.
 PUSTILNIK I., PENNER D.: Škola novou fiziku. Narodnoje obrazovanie, roč. 1963, 65.
 VALOUCH M.: Snahy o modernizaci vyučování fyzice v zahraničí. PMFA 9, 99.
 VÁŇA J.: Některé otázky modernizace vyučování. UN 14, 1.
 ZACHOVAL L.: Význam fyziky pro všeobecné vzdělání, PVŠ 9, 22.

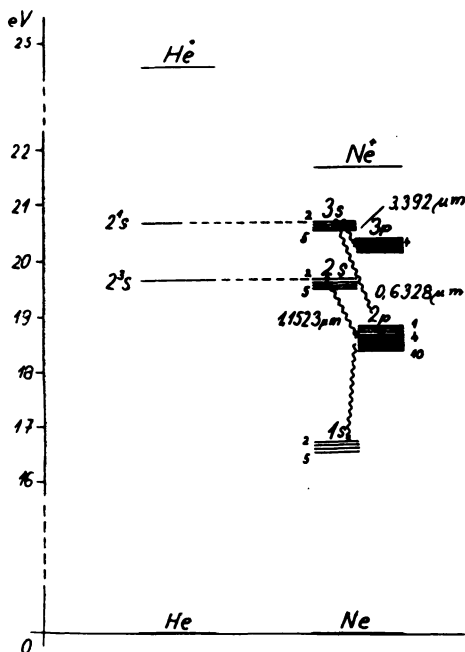
PLYNOVÉ LASERY

FRANTIŠEK PETRŮ, Brno

1. ÚVOD A FYZIKÁLNÍ PRINCIP

Od doby, kdy byl r. 1959 navržen a koncem r. 1960 realizován A. JAVANEM první plynový laser se směsí He-Ne, bylo dosaženo stimulované emise u celé řady plynů. Jako aktivní prostředí se používají jednak čisté plyny, nejvíce He, Ne, Ar, Kr, Xe, N₂, jednak směsi např. He-Ne, Ne-Xe, Ne-O₂, Ar-O₂, He-Cl₂, Ar-CO₂ atd.; též páry kovů: Cs, Hg, Hg-Zn, Kr-Hg, Hg-He atd. Stimulované záření těchto plynů zaujímá rozsah od ultrafialové oblasti (0,33 μm u N₂) do asi 57 μm v infračervené oblasti u He-Ne).

Dosud nejvíce používaná je směs He-Ne, u níž bylo zatím dosaženo stimulované emise asi na 70 vlnových délkách; 8 čar je ve viditelné oblasti od 5939 Å do 7306 Å,



Obr. 1. Schéma energetických hladin He-Ne.