

Pokroky matematiky, fyziky a astronomie

Josef Fuka

Nová učebnice fyziky pro vyšší střední školy v Austrálii

Pokroky matematiky, fyziky a astronomie, Vol. 13 (1968), No. 2, 100--108

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/137238>

Terms of use:

© Jednota českých matematiků a fyziků, 1968

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 MATEMATICE A FYZICE

NOVÁ UČEBNICE FYZIKY PRO VYŠŠÍ STŘEDNÍ ŠKOLY V AUSTRÁLII

(K novému pojetí vyučování fyzice)

JOSEF FUKA, Olomouc

ÚVOD

Při modernizaci vyučování fyzice jde o modernizaci obsahu, metod a prostředků vyučování. Hlavní pozornost je u nás i v cizině soustředěna především na otázku obsahu školské fyziky. Ve školské fyzice se u nás i v zahraničí traduje většinou jen klasická fyzika 19. stol. a žáci se v dostatečné míře neseznamují s myšlenkami a představami moderní fyziky 20. stol., ani s myšlením současných fyziků-badatelů. Jde tedy při řešení otázky modernizace obsahu školské fyziky nejen o nový výběr učiva a jeho uspořádání, ale především o nové pojetí vyučování z hlediska představ moderní fyziky kvantové, relativistické a statistické. U nás je v tomto směru známá americká učebnice *Physics* pro střední školy s označením PSSC (Physical Science Study Committee), která vyšla v Bostonu r. 1960; byla přeložena do ruštiny a vyšla v Moskvě v r. 1965 pod názvem *Fizika*. Je to první středoškolská učebnice v novém pojetí; relativistická fyzika se však v této učebnici ještě neobjevila. Základním rysem této nové učebnice je úsilí vytvořit u žáků hluboké představy o vnitřní podstatě dějů v přírodě na podkladě dostatečných znalostí moderních fyzikálních teorií. Zajímavé je však také jak metodické zpracování této učebnice, tak i technika použitá v této knize.

V roce 1966 byla vydána v Sydney v Austrálii nová učebnice fyziky pro vyšší střední školy. Seznámil jsem se s touto učebnicí na mezinárodním symposiu o modernizaci vyučování fyzice v Lausanne v roce 1967 a získal jsem jeden exemplář učebnice pro náš Kabinet. Na obsahu učebnice jsou patrné silné stopy modernizačního úsilí; jsou zde zpracovány některé partie, které dosud nebyly ve středoškolských učebnicích, např. speciální teorie relativity. Chtěl bych proto seznámit naše učitele fyziky s obsahem a pojetím této učebnice, aby si mohli učinit konkrétnější představu o řešení modernizačních snah v západních zemích.

V Austrálii je všeobecně vzdělávací škola dvanáctiletá jako u nás. Vyučování přírodním vědám a v tom i fyzice tam probíhá od 7. do 12. ročníku ve dvou cyklech. První cyklus je čtyřletý a obsahuje v jedné učebnici (Přírodověda pro středoškolské studenty — Science for High School Students) o rozsahu 1100 stran poznatky z fyziky, chemie, biologie, geologie a astronomie. Vyšší střední škola je jen dvouletá a má samostatné učebnice pro jednotlivé přírodní vědy (zatím pro fyziku, chemii a biologii). Učebnice fyziky byla vydána v Sydney v roce 1966 s názvem *Vyšší přírodověda pro středoškolské studenty — část I: Fyzika* (Senior Science for High School Students, Part I: Physics); byla vydána nákladem Nuclear Research Foundation za redakce prof. H. MESSELA z university v Sydney.

Nová učebnice byla zpracována autorským kolektivem složeným z předních odborníků fyziků a vynikajících učitelů fyziky z praxe. Jsou to: S. T. BUTLER, M. Sc., Ph.D., D.Sc., profesor teoretické fyziky na universitě v Sydney, E. P. GEORGE, B.Sc., Ph.D., profesor fyziky na universitě v Sydney, H. MESSEL, profesor fyziky a ředitel jaderného výzkumu na universitě v Sydney, H. K. CAREY, B.Sc., Dip. Ed., středoškolský profesor, M. W. A. CULLEN, A. S. T. C., středoškolský profesor. K učebnici byl vypracován *Metodický průvodce k přírodovědě pro středoškolské studenty* (Senior Science for High School Students Teachers Manual), který obsahuje pokyny pro učitele fyziky, chemie a biologie. Učebnice fyziky, chemie a biologie tvoří sbírku přírodovědných učebnic dokonale koordinovaných, takže se v nich nic zbytečně neopakuje.

Obsah učebnice fyziky je rozdělen do 24 kapitol a má 480 stran textu, 261 obrázků (většinou pérovek), 240 otázek a příkladů k procvičení učební látky a 29 praktických prací, které jsou uváděny za každou kapitolou a které by bylo možno srovnat s našimi laboratorními pracemi. Na závěr každé kapitoly je uvedeno výstižné shrnutí učební látky. Pro srovnání uvádím, že naše současné učebnice fyziky pro SVVŠ mají celkem 680 stran textu, 673 obrázků s množstvím fotografií a 794 otázek a příkladů ke cvičení. Je ovšem nutné zdůraznit, že u nás je věnováno výuce fyziky asi o 30% více času než v Austrálii, neboť vyučovací cíle jsou rozdílné.

Učebnice připomíná do jisté míry americké učebnice fyziky, je v ní použito matematiky jen v nezbytně nutné míře, jsou takřka úplně vynechány technické aplikace, učební látka je vybrána a uspořádána se zřetelem na současný stav fyziky jako vědy a hlavní pozornost je věnována fyzikálnímu výkladu jevů, zákonů a teorií. Metodické zpracování, grafická úprava a způsob provedení obrázků a také řeč učebnice neodpovídají našim zvyklostem.

O obsahu učebnice si učiníme nejlepší představu, když uvedeme aspoň názvy jednotlivých kapitol:

1. Čas, prostor a látka, 2. Význam směrových veličin-vektory, 3. Pohyb, 4. Struktura a vlastnosti látky, 5. Kinetická teorie a teplo, 6. Elektrostatika, 7. Stejnoseměrný elektrický proud, 8. Magnetismus a jeho původ, 9. Vlnový pohyb, 10. Odraz a lom

vln, 11. Vlastnosti světla, 12. Elektronika, 13. Einsteinova teorie I, 14. Einsteinova teorie II, 15. Rovnoměrný kruhový pohyb a jednoduchý harmonický pohyb, 16. Gravitační pole, 17. Elektromagnetická indukce, 18. Elektromagnetické vlny, 19. Planckova konstanta a Bohrova teorie vodíkového atomu, 20. Další vlastnosti vln 21. Vlnová povaha částic, 22. Vlnová povaha světla, 23. Součásti jader a jaderných sil, 24. Jaderné reakce a neutron.

Z názvů jednotlivých kapitol a z jejich uspořádání je zřejmé, že bylo v nové učebnici upuštěno od tradičního rozdělení fyziky na jednotlivé disciplíny (mechaniku, termiku, akustiku, elektřinu a magnetismus, optiku a atomovou fyziku). Výběr a uspořádání učební látky ukazují, že byly sledovány modernizační snahy. Je patrná snaha o logičtější skloubení učiva a respektování vnitřních souvislostí. Hlavní důraz je položen na vlnové děje, o nichž jedná celkem sedm kapitol, na statistické a kvantové představy, jimž jsou věnovány čtyři kapitoly a konečně na relativistickou fyziku, která je diskutována ve dvou kapitolách.

Z výběru učební látky je patrné, že hlavním cílem vyučování fyzice na australských školách není poznání co největšího počtu různých jevů a vlastností látek, ale porozumění těmto jevům a vlastnostem na základě co možná nejmenšího počtu zákonů a teorií. Odtud pak nutně vyplývá pro středoškolskou fyziku požadavek, ukázat žákům, že základních zákonů, které ovládají dění ve Vesmíru, je málo. Proto se v nové učebnici klade důraz jen na malý počet základních principů. Jsou to:

1. Zákony pohybu těles, na něž působí síly.
2. Skutečnost, že se látky vzájemně přitahují a že každá látka má své gravitační pole.
3. Skutečnost, že elektrony a protony mají vlastnost, kterou označujeme jako elektrický náboj a způsob ovlivňování těchto částic prostřednictvím jejich elektrických polí.
4. Skutečnost, že elektrická pole se ve vakuu pohybují rychlostí světla c , jež je univerzální konstantou, nezávislou na pohybovém stavu osoby, která provádí měření.
5. Povaha sil působících mezi neutrony a protony v jádře atomů.
6. Skutečnost, že elementární částice lze vždy považovat za malý svazek vln.

Na uvedených principech spočívá nové pojetí diskutované učebnice fyziky. Nesleduje se historický vývoj, ale především se zdůrazňují vzájemné souvislosti jevů a z učební látky se odstraňuje mnoho faktografie, která jen zatěžuje středoškolskou fyziku a činí ji nepřehlednou.

Z obsahu a pojetí nové učebnice je dále patrné, že v uvedeném pojetí se student lépe seznamuje s myšlením dnešních fyziků badatelů, a že žákům názorně ukazuje, že dnešní stav fyziky je výsledkem po staletí prováděných výzkumů a pokusů a kritických rozborů velikého počtu badatelů, kteří ze změní komplikovaných, zdánlivě

nesrozumitelných faktů dovedli vytvořit a vystihnout výklad pomocí malého počtu zákonů, principů a teorií.

V novém pojetí fyziky pro vyšší střední školy jsou zdůrazněny především, jak už bylo uvedeno, teorie kinetická, speciální teorie relativity a teorie kvantová, neboť ty měly největší vliv na rozvoj fyzikálního myšlení v moderní fyzice.

Aby si čtenář mohl učinit konkrétnější představu o novém pojetí vyučování fyzice podle nové učebnice, všimnu si v dalším poněkud podrobněji některých zvlášť zajímavých kapitol. Jsou to především kapitoly pojednávající o teorii relativity a dále kapitoly, které se zabývají otázkami kvantové fyziky. Jde v podstatě o čtyři kapitoly, které jsou v učebnici zpracovány zcela nově:

Kap. 13.: Einsteinova relativita I.

Kap. 14.: Einsteinova relativita II.

Kap. 19.: Planckova konstanta a Bohrova teorie vodíkového atomu.

Kap. 21.: Vlnová povaha částic.

V našich dosavadních učebnicích fyziky pro střední školy toto učivo buď vůbec nebylo obsaženo, nebo jen zcela nedostatečně. Zvláštní pozornost by měla být u nás věnována metodickému zpracování oddílu o Einsteinově relativitě pro potřeby výuky na středních školách, avšak to by si vyžádalo novou obsáhlejší studii.

UKÁZKA OBSAHU A POJETÍ NĚKTERÝCH KAPITOL UČEBNICE

Dosavadní učebnice středoškolské fyziky jak u nás, tak i v zahraničí neobsahují poučení o tak závažné přírodní zákonitosti jako je Einsteinova relativita. Předností nové australské učebnice je právě skutečnost, že je v ní metodicky rozpracována originálním způsobem speciální teorie relativity. Obsah Einsteinovy relativity je diskutován ve dvou kapitolách (13 a 14) na 27 stranách textu. V kapitole 13. je celkem devět článků: 1. Rychlost světla, 2. Pojem éteru, 3. Relativní rychlosti, 4. Michelsonův-Morleyův pokus, 5. Důsledky Michelsonova-Morleyova pokusu, 6. Einsteinova teorie relativity, 7. Jev dilatace času, 8. Hmota a energie, 9. Původ magnetických sil. V kapitole 14 je celkem šest článků: 1. Dilatace času, 2. Paradox dvojčat, 3. Optický jev Dopplerův, 4. Sčítání rychlostí, 5. Kontrakce délek, 6. O původu magnetismu. Za oběma kapitolami je uvedeno shrnutí učební látky a cvičení.

Z názvů jednotlivých článků 13. kapitoly je patrné, že je zde položen hlavní důraz na pojem rychlosti světla. Je zde ukázáno, že rychlost světla je konečná a měřitelná, dále, že éter byl pojem zavedený ve snaze vysvětlit šíření elektromagnetického záření ve vakuu. V této kapitole se dále ukazuje, že Michelsonův-Morleyův pokus prokázal nemožnost zjištění pohybu Země vzhledem k éteru, a tedy nutnost opuštění této hypotézy, a konečně se vyvozují důsledky plynoucí z pokusu Michelsonova-Morleyova, a to, že rychlost světla je konstantní bez ohledu na pohyb pozorovatele, dále existence principu relativity včetně jevu dilatace času a souvislosti mezi hmotností a energií.

Z faktu, že světlo má konečnou rychlost plyne jako nutný důsledek princip relativity, souvislost mezi hmotností a energií a pojetí magnetických sil.

V kapitole 14. jsou dále prohlubovány poznatky uvedené v kapitole 13., především je věnována velká pozornost otázce času a dilataci času, kontrakci délek, skládání rychlostí a důležitému relativistickému efektu, tj. vzniku magnetické síly při relativním pohybu elektrických nábojů.

V našich učebnicích fyziky pro střední školy se uvádí pro silové působení mezi náboji jen zákon Coulombův. Z něho však neplyne nic o povaze silového pole, které vzniká při pohybu elektrického náboje. Tato otázka byla řešena původně jen fenomenologicky a ani Maxwellova teorie nemohla nic říci o vzniku magnetických sil mezi pohybujícími se náboji. Teprve z Einsteinovy relativity plyne vznik magnetické síly jako relativistický efekt. V učebnici se také v kapitole o magnetismu (kap. 8 – Magnetismus a jeho původ) vyšetřují magnetické jevy jen z hlediska fenomenologického a experimentálně se vyvozuje síla mezi dvěma rovnoběžnými vodiči s proudem ve tvaru

$$F = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I_1 \Delta l_1 I_2 \Delta l_2 \sin \varphi}{r^2}.$$

Výklad vzniku této síly se však podává až v kapitole 14. v článku „O původu magnetismu“. Tam se teprve odpovídá na otázku, proč se dva rovnoběžné proudy přitahují nebo odpuzují. Zdůvodnění vyplývá ze speciální teorie relativity. V učebnici se ukazuje, že Coulombův zákon

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q_1 Q_2}{r^2}$$

platný ve vakuu pro sílu mezi náboji v klidu se změní, jestliže se jeden náboj vzhledem k druhému pohybuje rychlostí v , a to na tvar

$$F' = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q_1 Q_2}{r^2 \sqrt{\left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)}},$$

kde c je rychlost světla. Dále se pak vyvozuje, že při pohybu obou nábojů rychlostmi v_1 a v_2 působí tyto náboje na sebe vzájemně silou

$$F'' = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q_1 Q_2}{r^2} \left(1 - \frac{v_1 v_2}{c^2} + \frac{1}{2} \frac{v_1^2}{c^2} + \frac{1}{2} \frac{v_2^2}{c^2}\right),$$

kteřá je větší než Coulombova síla F o hodnotu

$$F_1 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q_1 Q_2}{r^2} \left(\frac{1}{2} \frac{v_1^2}{c^2} + \frac{1}{2} \frac{v_2^2}{c^2} - \frac{v_1 v_2}{c^2}\right).$$

V dalším výkladu se tyto výsledky aplikují na dva rovnoběžné proudy. Při fenomenologickém probírání vzájemného působení dvou rovnoběžných proudů se zdůrazňuje, že magnetická síla mezi dvěma proudy vzniká proto, že se elektrické síly mezi dvěma vodiči s proudem zcela neruší. Jestliže vodiči neprochází proud, elektrické síly jsou nulové, neboť vodiče jsou elektricky neutrální. Prochází-li vodiči proud, nastávají v elektrických silách malé změny, a to následkem skutečnosti, že se elektrické účinky šíří rychlostí světla; elektrické síly se úplně neruší a co zůstává navíc, se nazývá síla magnetická (elektrodynamická). Jednoduchým výpočtem se pak stanoví velikost této síly ve tvaru

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 c^2} \frac{I_1 \Delta l_1 I_2 \Delta l_2 \sin \varphi}{r^2},$$

z něhož pak plyne

$$\frac{\mu_0}{4\pi} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 c^2}$$

nebo

$$c = \frac{1}{\sqrt{(\epsilon_0 \mu_0)}},$$

takže žáci ihned vidí souvislost mezi jevy elektrickými, magnetickými a světelnými.

Uvedeným způsobem se ve středoškolských učebnicích fyziky dosud nevykládal vznik magnetických sil mezi pohybujícími se elektrickými náboji a elektrickými proudy.*) Bylo by jistě užitečné uvážit při přípravě nového pojetí vyučování fyzice na našich školách, zda by nebylo vhodné zavést do nových učebnic fyziky pro střední školy podobné úvahy.

Zcela jinak než v našich učebnicích je uspořádána a pojata kapitola 19. s názvem „Planckova konstanta a Bohrova teorie vodíkového atomu“. Je vcelku stručná (jen 17 stran textu) a obsahuje tyto články: 1. Potíže Rutherfordova modelu atomu, 2. Planckova konstanta a Bohrova teorie — Bohrova teorie vodíkového atomu, 3. Důsledky Bohrovy teorie, 4. Vlnová a částicová povaha světla — Hmotnost fotonu a jeho hybnost, Tlak záření — Fotoelektrický jev, 5. Energie v Bohrových orbitech, 6. Rotační hybnost a Planckova konstanta. Z výčtu jednotlivých článků je patrné, že tato kapitola je logičtěji uspořádána, než tomu bylo dosud ve středoškolských učebnicích fyziky. Vychází se z experimentálních faktů a všechny úvahy zde uváděné jsou jednoduché a pro žáka snadno pochopitelné. Obsah celé kapitoly je velmi dobře vystižen ve „Shrnutí“, které zde proto uvedu v plném znění:

1. Hlavním nedostatkem Rutherfordova modelu atomu bylo to, že každý elektron

*) U nás se vznik magnetické (elektrodynamické) síly nevykládal jako relativistický efekt ani v učebnicích vysokoškolských, s výjimkou učebnice Z. Horák, F. Krupka: *Fyzika (příručka pro strojní fakulty)*, SNTL, Praha, 1966.

by měl vyzařovat na oběžné dráze kolem jádra při vzájemné coulombovské interakci elektromagnetické záření.

Na základě toho by nemohl být žádný atom stabilní a nemohla by se vyskytovat čárová spektra.

2. V roce 1913 Niels BOHR vyslovil názor, že musí existovat určité oběžné dráhy elektronů, po nichž se elektron pohybuje bez vyzařování. Pro vodíkový atom jsou poloměry těchto orbitů dány rovnicí

$$r = \frac{j^2 h^2 \epsilon_0}{\pi m_e e^2},$$

kde j je celé číslo. Konstanta h se nazývá Planckova konstanta a její velikost je $6,63 \cdot 10^{-34}$ Js. Je-li $j = 1$, říkáme, že vodíkový atom má svou nejnižší energii nebo že je v základním stavu. V tomto případě má poloměr Bohrova orbitu hodnotu $a_0 = 5,3 \cdot 10^{-11}$ m.

3. Konstanta h byla odvozena M. PLANCKEM v roce 1900 na základě studia záření emitovaného žhavými tělesy. PLANCK předpokládal, že světlo se musí šířit v malých „kvantech“ energie o velikosti $h\nu$, kde ν je frekvence záření.

4. BOHR použil Planckovy hypotézy k tvrzení, že je-li elektron v atomu vyražen do jedné z vnějších Bohrových oběžných drah, např. do j -té, může klesnout na nižší, např. k -tou dráhu, za vyzáření určitého kvanta elektromagnetického záření o frekvenci ν . Energie obsažená v tomto kvantu nebo „fotonu“ je spojena s frekvencí ν pomocí Planckovy konstanty h , neboť $h\nu = W_j - W_k$, kde W_j a W_k jsou energie vodíkového atomu na orbitech j a k .

5. Bohrova teorie skvěle souhlasila s pozorovanými spektrálními čarami vodíkového spektra.

6. Světlo jako každé elektromagnetické záření má dvojí povahu. Můžeme se na ně dívat jako na proud malých stříel, tzv. fotonů, které jsou emitovány jednotlivými atomy. Každý foton se vyznačuje kmitavým pohybem oscilujícího elektrického a magnetického pole a vykonává sám v sobě vlnový pohyb; nazýváme jej proto vlnovým svazkem (klubkem).

7. Foton, který je součástí světla o frekvenci ν má energii $w = h\nu$, hybnost $p = h\nu/c$ a ekvivalentní hmotnost $m = h\nu/c^2$. Vztah pro ekvivalentní hmotnost vyplývá z Einsteinova vztahu pro souvislost hmotnosti a energie $W = mc^2$.

8. Tlak záření o intenzitě I , měřený jako množství energie dopadající za 1 s na jednotku plochy (1 m^2) kolmo ke směru šíření, je roven hodnotě $2I/c$.

9. Celková energie elektronu na jedné z Bohrových stabilních drah vodíkového atomu je

$$W_j = -\frac{1}{2} \frac{1}{4\pi\epsilon_0} e^2 \frac{\pi m_e e^2}{j^2 h^2 \epsilon_0},$$

kde j je celé číslo charakterizující orbit.

10. Každá stabilní dráha ve vodíkovém atomu je dána podmínkou, že rotační hybnost musí být rovna $h/2\pi$ násobeno celým číslem j . To odpovídá podmínce

$$m_e v r = j \frac{h}{2\pi}.$$

Zcela nově je do obsahu středoškolské fyziky zařazena kapitola 21. s původním označením Matter Waves (látkové vlny nebo lépe vlnová povaha částic). Úkolem této kapitoly je ukázat žákům, že vlnové vlastnosti různých fyzikálních jevů jsou velmi důležité v mnoha oblastech fyziky a že velmi pozoruhodnou aplikací vlnových vlastností je chování atomových částic. V této kapitole je dokončen výklad Bohrova modelu atomu z hlediska kvantových představ a je zde rozpracována na příslušné úrovni problematika vlnové povahy částic látky.

Kapitola 21. je opět velmi stručná; obsahuje pět článků a 9 stran textu. Jsou to články: 1. Hypotéza de Broglieova, 2. Schroedingerova teorie, 3. Ohyb částic, 4. Vlnový model atomu, 5. Odvození Bohrových postulátů.

V prvním článku se uvádí, že Louis de BROGLIE si v podstatě položil otázku: Jestliže světlo, které je vlnové povahy, se také za určitých okolností projevuje kvantově — má ráz částic (fotonů), proč by objekty, které se obvykle projevují jako částice (např. elektrony) neměly mít povahu vlnovou? Tato otázka se pak diskutuje a ukazuje se, že částici o hmotnosti m a o rychlosti v lze přisoudit vlnovou délku $\lambda = h/mv$. V dalším se pak podávají zcela elementárně a bez zbytečných podrobností základní myšlenky Shroedingerovy teorie a vyvozuje se vlnově mechanický model vodíkového atomu.

Obsah i pojetí této kapitoly nejlépe vysvitne ze „Shrnutí“, které proto opět uvedu v plném znění:

1. V roce 1924 učinil Louis de BROGLIE předpoklad, že světlo není jediným jevem vykazujícím dualismus, tj. vlastností vln a částic. De BROGLIE navrhl, aby se elementární částice považovaly za vlnová klubka skládající se z vln, jejichž vlnová délka závisí na hybnosti částice. Pro částici o hmotnosti m a o rychlosti v navrhl Louis de BROGLIE vlnovou délku $\lambda = h/mv$, kde h je Planckova konstanta.

2. V roce 1926 bylo dokázáno SCHROEDINGEREM, že Broglieovo tvrzení může podat objasnění, proč Bohrova teorie vodíkového atomu souhlasí s pozorovaným vodíkovým spektrem.

3. Vlnově mechanický model vodíkového atomu je založen na tom, že elektronové stojaté vlny mohou probíhat jen po určitých drahách a že tyto dráhy svým poloměrem odpovídají Bohrovým nevyzařujícím orbitům.

4. Jestliže vodíkový atom emituje foton při přeskoku elektronu z nějaké vnější stojaté vlny na vlnu vnitřní, odpovídá frekvence světla frekvenci zánějových kmitů, které by vznikly složením dvou druhů elektronových vln.

5. Vlnová povaha částic umožňuje používat korpuskulárních paprsků ke studiu

struktury látky. Ohyb elektronů a neutronů je příkladem těchto technik; elektronový mikroskop pak umožňuje fotografovat i velké molekuly.

6. De Broglieův model stojaté vlny elektronu v atomu umožňuje pochopení Bohrovy podmínky, že pro nevyzařující stabilní dráhu je elektronová točivost rovna $h/2\pi$ krát celé číslo a také podmínky, že když elektron přeskóčí z jednoho orbitu j na nižší k , je energie vlnového klubka dána vztahem $h\nu = W_j - W_k$.

Závěrem lze říci, že v nové australské učebnici fyziky pro střední školy je zcela nový výběr učební látky a že jsou zde uvedeny některé nové metodické postupy. Lze tedy získat jejím pozorným studiem cenné poznatky pro přípravu nového pojetí středoškolské fyziky u nás.

MODERNIZACE VYUČOVÁNÍ FYZIKY V ANGLOSASKÝCH ZEMÍCH*)

MILOŠ MATYÁŠ, Praha

V letošním březnovém čísle časopisu *Physics Today*, který vydává Americký fyzikální ústav (The American Institute of Physics), se objevilo několik článků o stavu prací při řešení otázek modernizace v anglosaských zemích. Tyto informace se týkají jak výuky středoškolské fyziky, tak i úvodních vysokoškolských kursů. V tomto článku se podrobněji zmíníme o středoškolské fyzice. Byly navrženy dvě americké a jedna britská koncepce. První z nich vypracovala *Komise pro studium fyzikálních věd* (The Physical Science Study Committee) a v dalším ji budeme nazývat kurs PSSC. Druhý návrh vznikl na *harvardské universitě* a budeme jej nazývat harvardský pokus. V Anglii vypracovala návrh na změnu ve výuce středoškolské fyziky *Nuffieldova nadace* (The Nuffield Foundation) a tento pokus budeme označovat jako britský. Všechny tři návrhy se již zkoušejí po dobu několika let.

KURS PSSC

Kurs PSSC tvoří učebnice fyziky, laboratorní příručka a instrukční filmy spolu s novými laboratorními pomůckami. Dnes je tento kurs užíván ve Spojených státech ve více než polovině středních škol. Kromě toho se využívá příručky pro laboratorní cvičení a instrukčních školních filmů ještě na dalších amerických školách, na kterých

*) Předneseno na konferenci o modernizaci vyučování fyziky na SVVŠ v Trojanovických Horečkách u Frenštátu p. Radhoštěm ve dnech 24. až 25. října 1967.