

# Pokroky matematiky, fyziky a astronomie

---

Ladislav Zachoval

N. Mott o vyučování základům kvantové fyziky

*Pokroky matematiky, fyziky a astronomie*, Vol. 10 (1965), No. 6, 339--340

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/138339>

## 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>

# VYUČOVÁNÍ MATEMATICE A FYZICE

## N. MOTT O VYUČOVÁNÍ ZÁKLADŮM KVANTOVÉ FYZIKY

LADISLAV ZACHOVAL, Praha

Zavádět do vyučování fyzice základní představy a pojmy kvantové fyziky je velmi obtížný úkol. Nejde jen o obtíže formální, matematické. Jde i o obtíže spojené s pojmovou výstavbou kvantové fyziky a s jejím spojením s klasickou fyzikou.

Otázce vyučování základům kvantové fyziky na středních školách věnoval pozornost Sir Nevill MOTT, Cavendish Professor of Physics, Cambridge University, známý u nás hlavně pracemi z oboru fyziky pevných látek. Článek Mottův\*) je natolik podnětný, že by neměl ujít pozornosti našich učitelů. Chtěl bych zde proto upozornit na hlavní myšlenky v něm obsažené, i když to ovšem nemůže nahradit studium celého textu.

Základní myšlenku Mottovu lze vyjádřit asi tak, že žáci nemají být uváděni do kvantové fyziky popisem atomu, pokud by tento popis zahrnoval dráhy elektronů v atomu podle Bohrovy teorie. Mott považuje za experimentální fakt, kterému je třeba porozumět nejdříve, to, že energie atomu je zkvantována. A k tomu vede podle Motta cesta přes kinetickou teorii plynů. O Bohrových oběžných drahách by se mělo mluvit teprve tehdy, až když jde o výpočet hodnot energie jednotlivých kvantových stavů. Bohrovy oběžné dráhy mají sloužit jako příklad modelu, který měl své doby mimořádně velikou cenu a který byl nyní nahrazen kvantovou mechanikou. Mott soudí dále, že je snažší pochopit kvantování energie atomu než kvantování energie záření.

Za základní vědomosti, na nichž je nutno stavět další výuku, považuje Mott znalost existence a vlastností elektronů (z katodových paprsků), znalost metody pro stanovení  $e/m$  pro elektron a  $e/M$  pro pozitivní ionty (např. z Faradayových zákonů elektrolýzy), dále pojem volné molekuly nebo volného atomu v plynu na rozdíl od chování molekul a atomů v kapalinách a pevných látkách a konečně znalost specifických tepel jednoatomového plynu a jejich odvození z kinetické teorie plynů.

Výchozí poznatky o kvantovém charakteru energie atomu v základním stavu odvozuje Mott z rozboru našich vědomostí o výměně energie při srážkách atomů v plynu a o jejich specifických teplech. Jde o fakta známá už dávno před r. 1913, kdy Bohr uveřejnil práci o modelu atomu.

Podobně základní poznatky o vzbuzených stavech atomu Mott odvozuje z pokusu

---

\*) Sir Nevill MOTT: On Teaching Quantum Phenomena. Contemporary Physics 5 (1964), 401. Mott v Anglii řídí práce na modernizaci výuky fyziky na středních školách.

Dymonda a Watsona (Proc. Roy. Soc. A, 122, 571, 1929). Jde při něm o změny energie elektronů při srážce s atomy plynného hélia. Tento pokus ukazuje – bez odvolání na vlastnosti záření –, že celková energie elektronů v atomu je zkvantována. To znamená, že je nejnižší možná hodnota energie a řada vyšších povolených hodnot.

Mott upozorňuje, že základní pravidla pro kvantování energie jsou odvozena z pozorování. Pokud jde o kvantování světelné energie, je možno vyjít z experimentálního faktu, že energie systému, který vykonává harmonický pohyb o frekvenci  $h\nu$ , je násobkem  $h\nu$  (potvrzeno souhlasem teorie specifických tepel s experimentem) a že světelná vlna je takovým systémem. Rozhodující je, že všude tam, kde dochází k výměně energie mezi hmotou a světlem, se energie přenáší po násobcích  $h\nu$ . To je poučení ze studia fotoelektrického jevu a fotochemických dějů; to zároveň dosvědčuje i existence ostrého omezení spojitého spektra paprsků  $X$  na straně vyšších frekvencí. S těmito fakty je třeba žáky seznámit. A pak teprve – když je takto z faktů doložen vztah  $E = h\nu$  – je možno přejít k popisu vlastností čárových spekter, které vyplynuly z pozorování, a k popisu a rozboru pokusu Francova a Hertzova.

Výklad o záření černého tělesa pokládá Mott za záležitost vysoké školy. Vlastnosti čárových spekter vyplývají i z Bohrova modelu atomu. Mott však pokládá za správné vyložit tyto vlastnosti dříve než Bohrov model, a to proto, že tento model byl nahrazen vlnově mechanickým výkladem.

Dalším zdrojem poznatků o atomu, tentokrát o jádře atomu, jsou pokusy o rozptylu nabitých částic při průchodu látkou, především klasické pokusy Rutherfordovy o rozptylu částic  $\alpha$ .

Teprve po této přípravě popisuje Mott Bohrov model atomu. Žák už ví z experimentálních faktů, že atom má pozitivně nabitě jádro o náboji  $Ze$ , v němž je soustředěna většina hmoty atomu, že je v něm  $Z$  elektronů. Dále ví, rovněž jako experimentální fakt, že energie atomu je zkvantována, a konečně – rovněž z výsledků pokusů – že je zkvantována i energie světelná a že výměna energie mezi hmotou a zářením a naopak se děje v násobcích  $h\nu$ .

Po tomto výkladu naznačuje Mott, jak je možno žáky naučit chápat základní myšlenky vlnové mechaniky. Podle Motta je možno popř. začít s tímto výkladem už před výkladem o Rutherfordových pokusech o rozptylu částic  $\alpha$  při průchodu látkou. Mott zdůrazňuje, že při výkladu o vlnové mechanice žák nesmí nabýt pochybnosti o tom, že elektron, proton apod. jsou částice. Vztah  $\lambda = h/p$  odvozuje Mott z pokusů Davissona a Germera a z pokusů G. P. Thomsona, s nimiž nutno žáky seznámit.

Mottovy úvahy jsou uzavřeny výkladem, jak seznámit žáky s vlnově mechanickým modelem atomu a s výkladem o významu studia spekter paprsků  $X$  pro pochopení periodické soustavy prvků.