

Postrecenze učebnice

„Fyzika pro gymnázia – Elektřina a magnetismus“

Luděk Bočánek, Přírodovědecká fakulta MU, Brno

Učebnice *Fyzika pro gymnázia – Elektřina a magnetismus* [1] autorů Oldřicha Lepila a Přemysla Šedivého se skládá ze tří částí: vlastního výkladu látky, teoretických cvičení a cvičení laboratorních. V závěru jsou připojeny výsledky úloh a věcný rejstřík. První část obsahuje třináct kapitol. Jedna z nich je věnována elektrostatice, osm stacionárním a kvazistacionárním proudům a jejich aplikacím, jedna statickému magnetickému poli a konečně tři poslední kapitoly nestacionárním elektromagnetickým polím. Základní rozčlenění učiva o elektřině a magnetismu je tedy stejné jako v předcházející řadě učebnic [2–5], v nichž však byla tato látka rozptýlena do tří knih [2–4].

V učebnici jsou dobře popsány základní elektrické, magnetické a elektromagnetické jevy a patřičná pozornost byla také věnována formulacím zákonů a pouček. Přesto bych na některých místech pravděpodobně postupoval odlišným způsobem než autoři. Ti třeba při výkladu náhrady sériově a paralelně zapojených rezistorů na straně 77 používají pro napětí a pro proudy rovnice, které nejsou ničím jiným než Kirchhoffovými zákony, s nimiž však seznamují studenty až o deset stran dále. (Podobně lze komentovat i výpočty prováděné v odstavci 3.5.) Při formulaci I. Kirchhoffova zákona se správně uvádí, že jde o důsledek zákona zachování náboje, u II. Kirchhoffova zákona však skutečnost, že je důsledkem zákona zachování energie, uvedena není. U obou zákonů by bylo vhodné zdůraznit, že platí pro elektrické obvody se stacionárním proudem. Lépe bylo možné využít obecné formulace II. Kirchhoffova zákona vyjadřující podmínku nulového součtu změn elektrického potenciálu v uzavřené smyčce. Její použití při řešení obvodů je totiž velmi výhodné, bohužel však nepříliš časté.

Několik připomínek bych měl také k výkladu a postavení Ohmova zákona v učebnici. Tento důležitý zákon je formulován v kapitole *Elektrický proud v kovech* dvakrát. Jednou pro vodič, nebo kovový vodič (z formulace na straně 68 to jednoznačně neplyne), podruhé pro uzavřený obvod na straně 81. Na základě platnosti Ohmova zákona je pak na straně 69 definován elektrický odpor. Tak může ovšem snadno vzniknout nesprávný dojem, že elektrický odpor jako fyzikální veličina je definován pouze pro určité vodiče, totiž pro ty, pro něž platí Ohmův zákon (tzv. lineární vodiče). Uvedená formulace Ohmova zákona pro uzavřený obvod může zase svádět k chybné představě, že proud v každém jednoduchém uzavřeném obvodu lze vypočítat z Ohmova zákona, aniž by bylo třeba se starat o platnost tohoto zákona pro jednotlivé části obvodu (v učebnici chybí tento předpoklad pro vnitřní odpor zdroje). Ve skutečnosti zde byl proveden výpočet proudu na základě II. Kirchhoffova zákona, respektive zákona zachování energie v uzavřeném obvodu, a název *Ohmův zákon pro uzavřený obvod* mohl být použit (podle mého názoru však zbytečně) pouze díky tomu, že jde o obvod s lineárními odpory. Z textu této kapitoly může přitom snadno vzniknout dojem, že z Ohmova zákona vyplývají všechny vlastnosti obvodů se stacionárním proudem. Ve skutečnosti tomu tak ovšem není: obecným východiskem zde jsou zákon zachování energie a zákon zachování náboje. A jen v případě, že jsou tyto obvody tvořeny prvky nebo součástkami z vodivých látek (obecně pevných, kapalných nebo plyných), které splňují Ohmův zákon, dochází k podstatnému zjednodušení jejich popisu uvedenému bez podrobnějšího komentáře v učebnici. Sám Ohmův zákon by však měl zůstat i na gymnaziální úrovni zákonem materiálovým a neměl by být spojován s definicí elektrického odporu vodiče. (Zdá se, že jde o víceméně tradiční učebnicový způsob zacházení s touto tematikou. Stejně koncipovaný výklad – jen s výjimkou odlišného způsobu odvození vztahu pro paralelně řazené rezistory, při němž byl správně použit I. Kirchhoffův zákon – lze totiž nalézt i v [3].)

Kritickou připomínku zasluhuje rovněž vysvětlení vzniku hradlové vrstvy v přechodu PN podané v kapitole *Elektrický proud v polovodičích* na straně 106 takto: *Volné nosiče náboje – elektrony v oblasti N a díry v oblasti P – konají neuspořádaný pohyb v krystalu. Na rozhraní obou oblastí se setkávají a vzájemnou rekombinací zanikají. To má za následek, že v blízkosti přechodu PN převládne elektrické působení nepohyblivých iontů příměsí – kladných donorů v oblasti N a záporných akceptorů v oblasti P. Vzniká hradlová vrstva ...* Mám za to, že příčinou vzniku hradlové vrstvy ochuzené o volné většinové nosiče náboje není jejich vzájemná rekombinace, ale jejich difúze způsobená obrovským gradientem koncentrace elektronů a děr v obou částech PN přechodu zastavená elektrickým polem iontů příměsí. Podobně lze komentovat i vysvětlení proudu v propustném směru: nejde o proud rekombinační, ale difúzní, který vznikne uvolněním difúze většinových nosičů náboje. K tomuto uvolnění dochází zmenšením vnitřního elektrického pole způsobeným připojením vnějšího zdroje elektromotorického napětí. Domnívám se, že zmínka o existenci difúzního proudu by byla v učebnici užitečná i sama o sobě, neboť tyto proudy jsou pro činnost bipolárních polovodičových součástek velmi významné; u kovových vodičů se s nimi naopak nesetkáváme vůbec.

Poslední poznámka se týká obrázků. V učebnici je jich mnoho a je to dobře. Jsou kresleny jednoduše a většinou uspokojivě vystihují to, co mají znázornit. Tři kritické připomínky bych však přece uvedl:

Obrázek 1-17 na straně 27, který znázorňuje chování kladného a záporného náboje v homogenním elektrickém poli, má sloužit k objasnění práce elektrické síly při pohybu náboje. Je sice správný, ale vyznačením pěti směrů pohybu ztrácí na přehlednosti a navíc v něm chybí podstatná informace, kterou autoři, myslím, chtěli sdělit – totiž: při kterém směru pohybu náboje je práce elektrické síly kladná a při kterém záporná.

Obrázek 4-8 na straně 101 znázorňuje závislost měrného odporu kovu a polovodiče na teplotě. Kvalitativní charakter závislosti je správný, ale skutečné velikosti sledované veličiny se u obou látek liší asi o osm řádů, bude-li polovodič reprezentován křemíkem, o němž se v textu nad obrázkem píše. Určitě by bylo vhodné to v obrázku nějakým způsobem sdělit.

Obrázek 12-21 na straně 261 doprovází výklad indukce magnetického pole časově proměnným polem elektrickým. Magnetická indukční čára mezi obdélníkovými deskami nemůže mít tvar kružnice, jak je na tomto obrázku nakresleno. Tak by tomu mohlo být jen v případě, že by posuvný proud měl osovou symetrii. Nejjednodušším způsobem nápravy je volba kruhových desek namísto obdélníkových.

U všech obrázků v učebnici by se samozřejmě zlepšila jejich informační i estetická hodnota, kdyby mohly být kresleny barevně.

Jsem přesvědčen, že každá vědní disciplína by měla být prezentována tak, aby byl zřetelně vidět postup od základních definic a zákonů k tvrzením odvozeným a dále až k praktickým aplikacím. Důsledná realizace takového způsobu vyučování by vedla k vytvoření přirozené hierarchie poznatků a tím by současně napomohla i k nalezení odpovědi na dnes často diskutovanou otázku, jakou minimální znalost fyziky by měli absolventi gymnázia mít. Zcela samozřejmým požadavkem pak je věcná správnost nejen všech popisů a vysvětlení, ale i jakýchkoli dalších uváděných informací. Na středoškolské úrovni nemusí být nalezení takových formulací vždy jednoduché. Řešení tohoto problému je však jedním ze základních úkolů didaktiky fyziky. Přál bych autorům případně další učebnice elektřiny a magnetismu výsledek v tomto směru co nejlepší.

Literatura:

- [1] Lepil O., Šedivý P.: *Fyzika pro gymnázia, Elektřina a magnetismus*. Galaxie, Praha 1993.
- [2] Vachek J. a kol.: *Fyzika pro I. ročník gymnázií*. SPN, Praha 1984.
- [3] Svoboda E. a kol.: *Fyzika pro II. ročník gymnázií*. SPN, Praha 1985.
- [4] Lepil O. a kol.: *Fyzika pro III. ročník gymnázií*. SPN, Praha 1986.
- [5] Pišút J. a kol.: *Fyzika pro IV. ročník gymnázií*. SPN, Praha 1987.