

Postrecenze učebnice

„Fyzika pro gymnázia – Astrofyzika“

Vladimír Štefl, Přírodovědecká fakulta MU, Brno

V současné době je stále ještě na gymnáziích používána učebnice fyziky pro IV. ročník čtyřletého gymnázia [1], která byla zpracována v roce 1984 pod vedením prof. Jána Pišúta. Proto je účelné stručně charakterizovat její tematický celek *Astrofyzika* rozdělený takto:

<i>Záření – zdroj informací o hvězdách a vesmíru</i>	19 stran,
<i>Zdroje energie, stavba a vývoj hvězd</i>	19 stran,
<i>Stavba a vývoj vesmíru</i>	13 stran,
<i>Barevná příloha</i>	2 strany, 11 obrázků.

Témata začínají motivačně využitelnými úvody, následuje výkladový text a v závěru je vždy shrnutí podstatných myšlenek, souvislostí a vztahů. Přímo do výkladového textu jsou umístěny obrázky kosmických těles, případně schémata. Pro vytvoření správných představ o fyzikálních vlastnostech a prostorovém rozložení jsou využitelné tabulky charakteristik Slunce, Galaxie či typických vzdáleností mezi strukturami ve vesmíru. Menší počet typických úloh doplňuje výkladový text.

I při omezeném rozsahu 51 stran byla vybrána témata podstatná, nezbytná pro stručný a ucelený astrofyzikální výklad, jehož styl navazuje na předcházející zpracování fyzikální části učebnice. Úroveň je přiměřená poslednímu ročníku gymnázia.

Samostatná učebnice *Fyzika pro gymnázia – Astrofyzika* [2] autora dr. Martina Macháčka vyšla v nakladatelství Prometheus v Praze roku 1998. Úvodem připomínám, že zejména v posledním desetiletí probíhá výrazný rozvoj astrofyzikální vědy, který lze charakterizovat jako revoluční. Především využití nové pozorovací techniky umístované mimo atmosféru Země umožňuje detekci celého rozsahu vlnových délek záření kosmických těles, což přináší nové a v řadě případů převratné objevy. Z tohoto pohledu je třeba novou učebnici hodnotit, neboť její obsahová struktura by měla odrážet stav současné vědy i její předpokládaný vývoj. V textu by tedy největší pozornost měla být soustředěna na nejvýrazněji se vyvíjející vědní disciplíny, které se zabývají hvězdami a vnějšími galaxiemi. Obsah učebnice vychází z principu od blízkého ke vzdálenějšímu:

<i>Úvod</i>	10 stran,
<i>Sluneční soustava</i>	65 stran,
<i>Hvězdy a Galaxie</i>	33 stran,
<i>Dodatky</i>	34 stran,
<i>Barevná příloha</i>	7 stran, 38 obrázků.

Paradoxně málo je v obsahu zastoupena právě problematika hvězd i vnějších galaxií. Při detailnější analýze zjistíme, že v knize chybí tak závažná témata, jako například přesný tvar III. Keplerova zákona, fyzikální podmínky v nitru hvězd, zdroje energie hvězd, vývojová interpretace H-R diagramu, či vývoj galaxií. Přitom právě prostřednictvím těchto témat se studenti seznamují jak s metodami určování charakteristik a fyzikálních a chemických vlastností kosmických těles, tak s fyzikálními zákony uplatňujícími se při vývoji těchto těles a souhrnně se tak přesvědčují o platnosti fyzikálních zákonů ve vesmíru. Nezachycena zůstává rovněž jedna z ústředních myšlenek současné astrofyziky – idea vývoje kosmických těles všech typů i vesmíru jako celku. Středoškolské kursy všeobecně vzdělávacích škol ve střední Evropě tato témata obsahují. Kde pro ně vzít prostor v učebnici? Stačilo by podstatně omezit rozvláčný

desetistránkový úvod, historii kosmonautiky (strany 35–36), popis typů družic (strany 36–37), neboť to vše v takovém rozsahu nepatří do astrofyzikální učebnice. Jistě je vhodné připomenout různé širší souvislosti, například možnosti existence života ve vesmíru či poznatky z historie astronomie. Musí však být zařazeny promyšleným způsobem tak, aby podporovaly výklad ústředních astrofyzikálních témat, jako je tomu například v bulharské učebnici [3].

Výkladový text recenzované učebnice vychází ze slovních úvah opírajících se především o fyzikální poznatky. Hlubšímu pochopení však brání skutečnost, že téměř neobsahuje vzorce a matematická odvození. Jejich umístění v převážné většině až za témata do úloh je dalším netradičním prvkem učebnice, který nemá u našich ostatních gymnaziálních učebnic fyziky či středoškolských astrofyzikálních učebnic ve střední Evropě analogii. Takové uspořádání textu nutně narušuje práci studentů s učebnicí.

Až za výkladový text je zařazen větší počet úloh, majících v řadě případů zajímavé náměty. Tyto úlohy – pochopitelně různého stupně obtížnosti – jsou nazývány problémy, přestože nejjednodušší z nich lze vyřešit prostým dosazováním do vztahů. Například problém 1 na straně 18: *Vypočítejte přibližný podíl hmotnosti planet na hmotnosti celé sluneční soustavy* – vyžaduje sečtení hodnot hmotností Jupitera a Saturna a dělení hodnotou hmotnosti Slunce; problém 3 na straně 55: *Vypočítejte hlavní poloosu dráhy Halleyovy komety* – je jednoduchým výpočtem hlavní poloosu dráhy při znalosti oběžné doby komety. Rozhodně by stálo za úvahu oddělit numerické úlohy na prověřování vědomostí od skutečných problémových úloh. Za ně pokládám především takové, které rozvíjí dovednosti studentů a podporují jejich samostatnou činnost. Příkladně tak, že studenti proměřují obrázky kosmických těles, či grafy umístěné v učebnici, a tím získávají další nezbytné údaje k řešení problému. Jako možné náměty uvádím určování výšky hor na Měsíci, radiálních rychlostí kosmických těles z obrázků spektrogramů, stanovení spektrálních tříd hvězd z obrázků spekter, sestrojování H-R diagramu pro různě vybrané skupiny hvězd, vytyčování a ověřování hypotéz podávajících objasnění pozorovaného výskytu tří sérií čar ve spektru objektu SS 433 a následně astrofyzikální podstaty zkoumaného objektu.

Metodicky méně propracovaný je výkladový text některých témat, například pro studenty obtížně osvojitelná Pogsonova rovnice je vyložena pouze velmi stručně. Nevhodná je stavová interpretace klíčového pojmu gymnaziální astrofyziky – H-R diagramu, který je ve středoškolských kursech, kde je astrofyzika součástí fyziky, zpravidla uváděn jako závislost zářivého výkonu a efektivní povrchové teploty hvězd, nikoliv jako závislost absolutní hvězdná velikost–typ spektra. Samotný a bohužel jediný H-R diagram v učebnici je bez bližší specifikace, pro jaké hvězdy byl sestaven, bezcenný. Odpovídá počet obrazů hvězd v jednotlivých oblastech uváděného H-R diagramu skutečné četnosti výskytu hvězd v Galaxii? Co jsou vysoké a nízké teploty v popisu H-R diagramu v obrázku 3-7 na straně 88? Takové otázky si zvědaví studenti jistě budou klást.

Hloubka zpracování výkladu v učebnici je rozdílná v různých místech učebnice. Témata věnovaná planetám jsou probírána velmi detailně, zatímco u hvězd a galaxií, které jsou předmětem největšího zájmu současné vědy, je podáván spíše informativní výklad. Styl vyjadřování, kterým se autor ve výkladovém textu obrací ke studentům, je na některých místech, zřejmě pro zvýšení atraktivnosti a čtivosti popularizující, bez přesnějších formulací a vymezení pojmů. Text je tak nutně pouze popisný a neodpovídá náročnosti posledního ročníku výběrové všeobecně vzdělávací školy – gymnázia. Příkladně vybírám:

- na straně 13/řádku 22 je používán termín „rok“ *planety* místo siderická oběžná doba, na 21/6 se píše, že *poměry na Venuši jsou ještě o něco pekelnější*, 51/34 tvrdí, že *při každém přiblížení se k Slunci ztrácí kometa mnoho své hmoty na vytvoření komy a ohonu* – zde je na místě uvést, že „mnoho“ bylo pro Halleyovu kometu při jejím průchodu perihéliem v roce 1986 denně 10^9 kg prachu a vody.

Výklad se stává místy neurčitým a nepřesným, ztrácí učebnicový charakter, který by se měl vyznačovat maximálně promyšleným vyjadřováním.

V rozsáhlém textu se mohou objevit věcné chyby či opomenutí, našel jsem tato:

- 79/17 – *Starověký astronom Ptolemaios jako první sestavil katalog hvězd* – první katalog hvězd sestavil Hipparchos,
- 85/7 – *Ve spektru takto chladné hvězdy (při teplotě nižší než asi 5 000 K) tedy nevidíme absorpční čáry vodíku* – čáry vodíku jsou stále ještě dostatečně intenzivní a pozorovatelné,
- 88/12 – *Podle astronomů, kteří ho v r. 1913 poprvé nakreslili, se nazývá Hertzsprungův-Russellův nebo prostě HR diagram* – Hertzsprung diagram nakreslil, použil tabulky (v letech 1905–1907),
- 91/10 – *jeho poloměr (Slunce) se zvětší asi 1 000krát a bude sahat až někam k dráze Venuše* – při zvětšení poloměru Slunce asi 1 000krát by poloměr Slunce dosahoval téměř až k dráze Jupitera,
- 117/4 – *celoživotní dílo O oběhu nebeských sfér* – z věcných i historických důvodů patří O oběžích nebeských sfér.

Přehlednosti a srozumitelnosti výkladového textu by nepochybně prospělo jeho strukturování a vhodná grafická úprava, zejména zvýraznění úvodních motivací, definic, základních pojmů a závěrečných shrnutí. Za úvahu by stálo zařazení tabulek, grafů či obrázků zachycujících charakteristiky jednotlivých typů kosmických těles, včetně jejich typických hodnot, což je důležité pro tvorbu správných prostorových a následně i fyzikálních představ, zpravidla v astrofyzikální výuce budovaných prostřednictvím srovnávacích metod.

Uplatnění principu názornosti lze v učebnici posílit tím, že kvalitní a svými náměty nápadité barevné fotografie kosmických těles z přílohy, budou včleněny do výkladového textu. K zvýšení názornosti a srozumitelnosti by bylo účelné zařadit do astrofyzikální části učebnice složitější a propracovanější obrázky, nikoliv pouze jednoduché náčrty, dokonce bez stupnic a jednotek na nich vynášených (např. strana 84/obrázek 3-5 a 102/3-10).

Nevýkladový text není v učebnici plně rozvinut a je málo pestrý. Z procesuálního aparátu chybí větší zastoupení otázek na upevňování vědomostí. U orientačního aparátu jsou odkazy na jiné fyzikální učebnice formální, neboť studenti v posledním ročníku nemají všechny předchozí učebnice u sebe k dispozici. Patříčný fyzikální vzorec, na který navazuje astrofyzika, by bylo lepší uvést. Ve větší míře jsou v textu postrádány aktivizační výzvy a pobídky, například formou vložených otázek, což je zřejmě přenecháno na vlastní výuku.

Autor měl k dispozici velkou stránkovou dotaci (143 stran), které v řadě témat zdárně využil. Za velmi zajímavý a přitažlivý pokládám například výkladový text věnovaný tématům Země, Měsíc, Slunce. Recenzovanou učebnici astrofyziky pro poslední ročník gymnázií, zejména její část věnovanou sluneční soustavě, lze doporučit k tématu *Sluneční soustava* v nižších ročnících gymnázií. Pro výuku astrofyziky v závěrečném gymnaziálním ročníku však vyžaduje její používání od profesorů fyziky zvýšenou obezřetnost a pečlivou vlastní přípravu obsahu výuky.

Literatura:

- [1] Pišút J. a kol.: *Fyzika pro IV. ročník gymnázií*. SPN, Praha 1984.
- [2] Macháček M.: *Fyzika pro gymnázia, Astrofyzika*. Prometheus, Praha 1998.
- [3] Nikolov N. A. a kol.: *Astronomija za 11. klas na srednoto obščoobrazovatelno učilišče*. Prosveta, Sofija 1991.