

## VÝUKA ASTRONOMIE A ASTROFYZIKY PRO OBOR UČITELSTVÍ NA MFF UK V PRAZE

Marek WOLF

### Abstrakt

V příspěvku jsou shrnuty dlouholeté zkušenosti a poznatky s vedením přednášky z astronomie pro studenty oboru učitelství v kombinaci s fyzikou na Matematicko-fyzikální fakultě UK v Praze v letech 1985–2016.

### TEACHER EDUCATION IN ASTRONOMY AND ASTROPHYSICS AT THE FACULTY OF MATHEMATICS AND PHYSICS, CHARLES UNIVERSITY IN PRAGUE

### Abstract

The paper summarizes long-time experience in lectures on astronomy and astrophysics devoted to students of teaching combined with physics at the Faculty of Mathematics and Physics at the Charles University in Prague during years 1985–2016.

### Přednáška Astronomie a astrofyzika

Hlavním prostředkem výuky astronomie pro obor učitelství v kombinaci s fyzikou je přednáška Astronomie a astrofyzika (kód NUFY020), která je jednou z mála podobných přednášek na vysokých školách v naší republice. Na MFF UK v Praze probíhá nepřetržitě od vzniku fakulty v r. 1952. V jejím vedení se postupně vystřídali prof. Mikuláš Mohr, prof. Vladimír Vanýsek, dr. Jan Svatoš a doc. Martin Šolc. Nyní je přednáška zařazena ve 2. ročníku navazujícího magisterského studia všech kombinací U FM/ZŠ, U FM/SŠ, U FI/SŠ (dříve také kombinace F-Vt, F-Z, Ch-F pro 5. ročník).

Současný rozsah přednášky je 2/0 Zk, student za ni obdrží 3 kredity (dříve 2/1 Z, Zk) a probíhá v zimním semestru každého školního roku. Zkouška je písemná a ústní. Její status se v průběhu uplynulých let několikrát změnil: od povinné přes povinně volitelnou k volitelné přednášce a zpět. Garantem výuky je katedra didaktiky fyziky na MFF UK, kde se v roli vedoucích postupně vystřídali zkušení pedagogové prof. E. Svoboda, doc. M. Rojko, doc. R. Kolářová, doc. L. Dvořák a doc. Z. Drozd. Se všemi byla vždy vynikající spolupráce při organizaci výuky. Podobně jako astronomie se pro studenty učitelství nabízely přednášky z geofyziky, meteorologie, obecné relativity, jaderné a částicové fyziky, příp. fyziky pevných látek.

V průběhu let se výrazně měnily počty zapsaných studentů: od 60 posluchačů v 80. a 90. letech až po pouhých 6 studentů na počátku nového století. V současné době navštěvuje přednášku průměrně 12 studentů. Z dotazování však vyplývá, že ne všichni jsou odhodláni v budoucnu učit, ale naopak, někteří již učí na částečný úvazek 4–6 hodin týdně buď v Praze nebo místě svého bydliště. Přednášku navštěvují také posluchači z jiných oborů na MFF (i z jiných fakult UK) nebo externisté – učitelé z různých typů škol za účelem zvýšení své odborné kvalifikace.

V uplynulých pěti letech byla průměrná klasifikace 1,25, což znamená, že studenti látku znají, na zkoušku chodí dobře připraveni a nemají s pochopením učiva žádné

podstatné problémy. To by se mělo promítnout i do začlenění astronomie do středoškolské fyziky.

### Zásady a metody

Ve všech tématech je při výkladu kladen důraz na jednoduchá odvození středoškolskou matematikou (např. atmosférická refrakce, Keplerovy zákony, zúžení Planckova zákona). Značná část výuky se věnuje sférické astronomii a pohybům nebeských těles, časomíře, zákrytům a zatměním, úkazům na obloze a jejich opakovatelnosti. V rámci přednášky jsou zařazeny výpočty pomocí řetězových zlomků (perioda Saros) nebo rozměrová analýza (Jeansova kritická hmotnost) jako velmi efektivní nástroj na odvození potřebné veličiny bez dlouhých výpočtů (v. t. Štefl 2010). Pro lepší názornost probíhala v dřívějších letech výuka sférické astronomie i v pražském planetáriu pod vedením ing. Příhody. Další neocenitelnou pomůckou je otočná mapa oblohy od Ing. A. Rükla, znalost jejího správného nastavení a použití je nutnou podmínkou ke zkoušce.

### Seminář z astronomie pro učitele

Díky povinné pedagogické praxi studentů učitelství na školách, která je zařazena vždy na úvod zimního semestru, nastává pro posluchače faktický začátek výuky tohoto předmětu až koncem října. Reálně tak na studenty čeká pouze 10 přednášek, tj. asi 20 hodin výuky!

Určitým východiskem z nedostatku výukových hodin bylo proto zavedení dalšího volitelného předmětu **Seminář z astronomie pro učitele**, 0/2 Z, který se otvíral podle zájmu a počtu posluchačů. Na program byly v minulých letech různé aktuální problémy v astronomii, didaktika a popularizace, výukové a demonstrační programy pro PC, astronomie na internetu nebo současný kosmický výzkum. Velkou oblibu si získaly mimoškolní akce a exkurze s historickou tematikou: Staroměstský orloj, Klementinum, Keplerovo muzeum nebo návštěva Štefánikovy hvězdárny na Petříně. V posledních letech jsme zařadili do programu semináře také řešení úloh Astronomické olympiády předchozích ročníků. Díky neznalosti astronomických pojmů a základních vztahů mají budoucí učitelé fyziky s řešením těchto úloh určité problémy.

Současný syllabus má 5 bloků (zhruba po 4 hodinách výuky):

1. Postavení Země ve Vesmíru (sférická astronomie, mapy a atlasy oblohy, jednotky vzdálenosti, čas, kalendář, zatmění a zákryty, úkazy na obloze)
2. Nebeská mechanika (Keplerovy zákony, problém 2 těles, viriálová věta, slapy)
3. Základy astrofyziky (Pogsonova rovnice, Planckův zákon a záření ČT, HR diagram, vznik a vývoj hvězd)
4. Stelární a galaktická astronomie (proměnné hvězdy, dvojhvězdy, složení a rotace Galaxie)
5. Planetární soustavy (Sluneční soustava, extrasolární planety)

Z nedostatku času se poslední blok Planetární soustavy často musí omezit jen na krátkou populární přednášku s obrazovým doprovodem. Každý blok je doplněn výpočtem vzorového příkladu k daným veličinám (např. výpočet hmotnosti planety, hmotnosti hvězdokupy, poloměru hvězdy, Jeansovy hmotnosti). V programu bohužel chybí téma

kosmologie, přístroje a metody, fyzika Slunce, fyzika malých těles sluneční soustavy, družicová astronomie a některé další.

### Terminologie

Další ze zásad výuky bylo, že klíčové termíny pro astrofyziku musí plynule navazovat na terminologii obecné fyziky z předchozích let, zejm. v mechanice, molekulové fyzice, optice a jaderné fyzice. Velká roztržitost radiometrických veličin v naší astronomické literatuře (srovnej výklad a definice pojmů jasnost, svítivost, zářivost, luminozita, intenzita, tok a výkon od různých našich autorů) vedla ke snaze omezit se na nejnütnější minimum (jasnost, tok a výkon) společně s tradičním a přesným dodržováním pojmu hvězdná velikost (vždy jako veličina) a magnituda (její jednotka). Každý budoucí učitel fyziky by měl rovněž umět vysvětlit rozdíl dobře známých, ale často zaměňovaných pojmů jako např. meteor – meteoroid – meteorit.

Je také naší snahou vysvětlovat všechny nové pojmy a objevy, pokud možno co nejdříve, aby je učitelé mohli dále vysvětlit svým žákům. To se týkalo např. nedávných objevů exoplanet, definice trpasličích planet, kryovulkanismu nebo detekce gravitačních vln. Některé tradiční, námi používané, termíny a jejich definice jsou rovněž zařazeny ve slovníku Tillich a kol. (1988) nebo Mechlová a kol. (1999).

### Používaná literatura

Dále je uveden seznam doporučené literatury, která byla používána v průběhu let 1985–2016 jako učebnice nebo výukové pomůcky:

Široký, J., Široká, M.: *Základy astronomie v příkladech*, SPN, 1966

Vanýsek, V.: *Základy astrofyziky*, Academia, 1980

Šolc, M. a kol.: *Fyzika hvězd a vesmíru*, SPN, 1985

Rükl, A.: *Obrazy z hlubin vesmíru*, Artia, 1988

Překlady různých velkoformátových obrazových publikací za zahraničí (např. Artia, Svojtka, Osveta)

Macháček, M.: *Astrofyzika – Fyzika pro gymnázia*, Prometheus, Praha, 1998

Zeilik, M.: *Astronomy - the evolving Universe*, Cambridge University Press, 2002

Rükl, A.: *Otočná mapa hvězdné oblohy*, HaP hl. m. Prahy, 2007

Štefl, V.: série článků v časopisu MFI, od r. 2009

vlastní sbírka příkladů z různých zdrojů

na doplnění články v časopisu Astropis nebo na webu astro.cz

První dvě učebnice uvedené kurzívou byly používány zejména v 80. a 90. letech, seznam je průběžně doplňován o nové zajímavé tituly. Rád bych na tomto místě vyzdvihl velmi pěkné články a současně série navazujících příkladů pro středoškoláky od doc. Vladimíra Štefla, publikované pravidelně v časopisu MFI na různá témata, např. planeta Saturn nebo k výročí objevu Neptunu (Štefl 2014, 2016).

### Diplomové a disertační práce

Součástí výuky budoucích pedagogů byly v uplynulých letech také diplomové nebo disertační práce. Témata diplomových prací zahrnovala většinou jednodušší úlohy stelární astronomie nebo fyziky sluneční soustavy, často doplněné praktickým měřením (fotometrie, spektroskopie) a analýzou naměřených dat. V několika diplomových pracích šlo o průzkumy vědomostí a různé dotazníkové akce na školách a jejich statistické vyhodnocení nebo tvorbu výukových programů a databází. Oblast historie astronomie

byla doménou diplomových prací vedených doc. Martinem Šolcem. Téměř ve všech případech byly výsledky práce publikovatelné v odborných časopisech (*Information Bulletin on Variable Stars, New Astronomy*), v konferenčních sbornících nebo na internetu.

Disertační práce studentů učitelství se v rámci studijního programu 4F12 *Obecné otázky fyziky* zabývaly poměrně různorodou astronomickou problematikou. Šlo buď o ryze astrofyzikální téma nebo didaktické či sociologické studie. V uplynulých letech tak na našem ústavu absolvovali tito magistři: T. Raja, P. Pudivítr, T. Franc, M. Randa, kteří dnes působí ve vedení pražských gymnázií nebo vysokých škol. Výsledkem byly vždy publikace v odborných zahraničních časopisech (*Astronomy & Astrophysics, Physics Education*) nebo v konferenčních sbornících.

### Závěr

Osobně nejsem zastáncem zavedení samostatného předmětu Astronomie na našich středních školách (gymnáziích), jak vyplynulo z panelové diskuse na této konferenci. Závěrem však mohu zopakovat následující doporučení, které dávám všem našim absolventům – budoucím pedagogům:

*Astronomii a astrofyziku je třeba na školách zařazovat průběžně do jednotlivých fyzikálních a zeměpisných témat pokud možno co nejčastěji jako vhodný příklad, zajímavost nebo komentář.*

### Literatura

1. MECHLOVÁ, E. a kol. *Výkladový slovník fyziky pro VŠ*, Prometheus, 1999
2. ŠTEFL, V. *Rozměrová analýza v astrofyzikální výuce na středních školách*, MFI 19, 348, 2010
3. ŠTEFL, V. *Nejkrásnější planeta sluneční soustavy Saturn v úlohách*, MFI 23, 27, 2014
4. ŠTEFL, V. *K výročí objevu Neptunu*, MFI, 25, 203, 2016
5. TILICH a kol. *Slovník školské fyziky*, SPN, 1988

### Kontaktní adresa

doc. RNDr. Marek Wolf, CSc.  
Astronomický ústav MFF UK  
V Holešovičkách 2  
Telefon: +420 951 552 186  
E-mail: wolf@cesnet.cz