

Spektrální charakteristiky světelných zdrojů a světla prošlého a odraženého

LENKA LIČMANOVÁ, LIBOR KONÍČEK

Přírodovědecká fakulta, Ostravská univerzita v Ostravě, Ostrava

Abstrakt

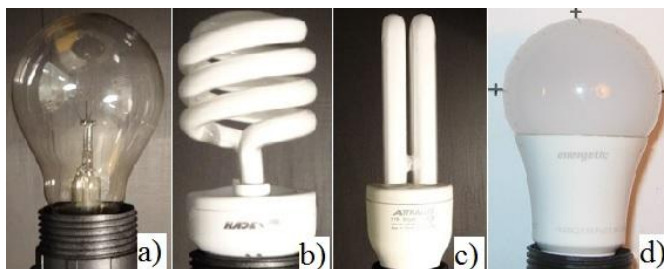
Príspevek se zabývá popisem nových moderních úloh v kurzu Fyzikální praktikum z optiky na Ostravské univerzitě. Kurz je povinný pro studenty bakalářského studia fyziky, kteří většinou pokračují v navazujícím magisterském studiu učitelství fyziky. Přínos spočívá v zatraktivnění úloh pomocí modernějšího pojetí s využitím informačních a komunikačních technologií (ICT) a moderních pomůcek. Cílem je především propojení těchto laboratorních úloh s praxí a využitím výsledků v každodenním životě. Jednotlivé úlohy se zabývají spektrálními vlastnostmi různých zdrojů světla, spektrálními vlastnostmi světla odraženého od různých materiálů a také spektrálními vlastnostmi světla prošlého přes různé materiály. K měření se využívají materiály z běžného života, např. se jedná o odraz světla na smirkovém papíru či průchod světla barevnými fóliemi, slunečními brýlemi či okenní fólií. Studenti rozvíjejí experimentální dovednosti a získají představu o mísení barev, a proč člověk vidí předměty kolem sebe danou barvou.

Modernizace fyzikálního praktika

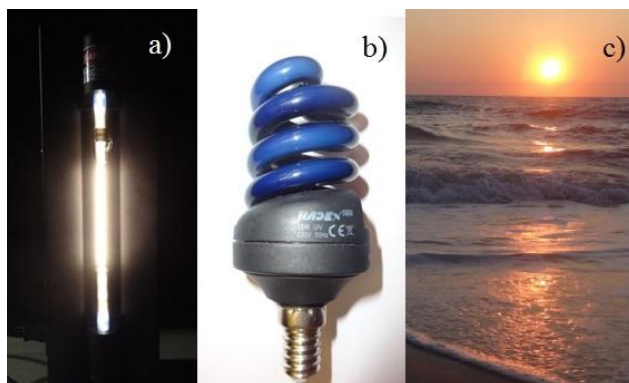
Současné úlohy ve fyzikálním praktiku z optiky byly inspirovány publikacemi Praktikum školních pokusů pro studující pedagogických fakult [1] a Praktikum školních pokusů pro pedagogické fakulty [2]. Byla vytvořena zadání pro 10 úloh [3]. Nicméně tato zadání byla vytvořena již v roce 2004. S vývojem nových technologií, modernějších přístrojů a především nových zdrojů světla se stávají tyto úlohy zastaralé. Jedná se především o úlohu týkající se naměření polárního diagramu osvětlení pro 12 V žárovku, která se již běžně nepoužívá. Nahrazena je novými zdroji světla, např. úspornými zářivkami či LED. Při měření se již využívají čidla připojená k pc, jedná se o luxmetr a čidlo vzdálenosti od firmy Vernier [4]. Práce při měření je tímto ulehčena a studenti mohou proměřit více zdrojů světla než pouhý jeden. Taktéž v praktiku chybělo jakékoliv měření spektrálních charakteristik běžně používaných zdrojů světla. Pomocí klasického mřížkového nebo hranolového spektrometru se pouze určovaly vlnové délky spektrálních čar helia a neonu, se kterými se studenti v každodenním životě nesetkají. Nyní studenti měří jak s tradičními mechanickými spektrometry, tak také s novým spektrometrem, který lze přes USB připojit k pc. Mohou tak snadno porovnávat i jednotlivá spojitá spektra různých zdrojů světla. Taktéž spektrometr využijí v dalších úlohách zaměřených na prostupnost přes různé barevné fólie a odrazivost od různých materiálů.

Zdroje světla

Studenti ve fyzikálním praktiku z optiky využívají při měřeních především ty zdroje světla, se kterými se setkávají v běžném životě. Jak vidíme na obrázku 1, jedná se tedy o klasické žárovky, kompaktní úsporné zářivky a dnes stále častěji používané LED. Samozřejmě se objeví i zdroje světla, se kterými se každý člověk neseťká, ale ve fyzice se používají, jedná se o různé spektrální výbojky, především se jedná o výbojku s heliem, vodíkem či rtutí, viz. obrázek 2. Tyto výbojky jsou v praktiku zařazeny proto, že někteří absolventi bakalářského či magisterského studia fyziky se v budoucím povolání mohou setkat se spektrální analýzou různých látek či světla přicházejícího z hvězd. A právě na základě této spektrální analýzy mohou určit, jaké prvky daný objekt tvoří.



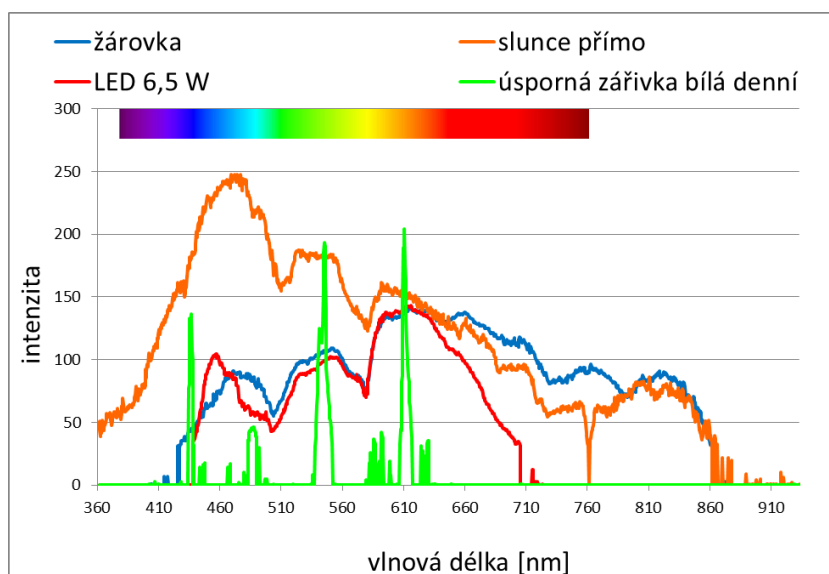
Obrázek 1 Zdroje světla:
a) klasická žárovka; b) kompaktní úsporná zářivka - spirála;
c) kompaktní úsporná zářivka - podélná; d) LED



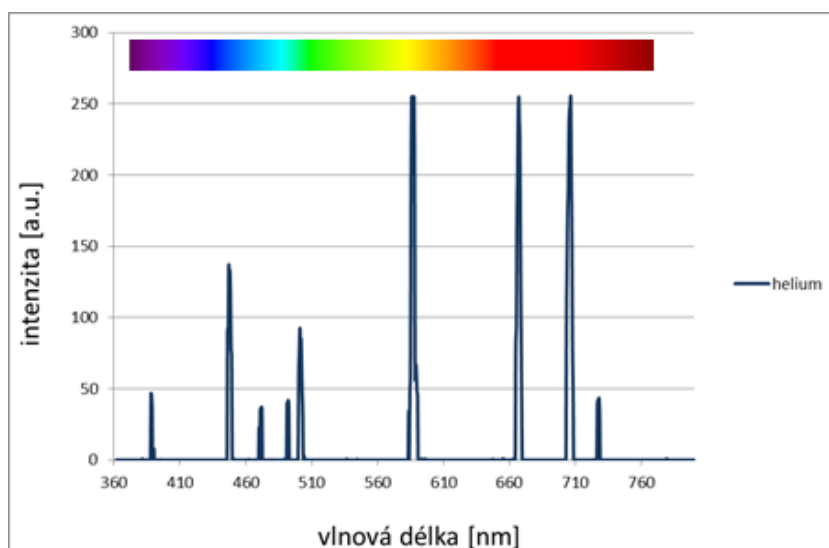
Obrázek 2 Zdroje světla: a) spektrální výbojka - helium;
b) kompaktní úsporná zářivka UV; c) sluneční záření

Spektrální charakteristiky různých zdrojů světla

V první úloze studenti proměřují spektrální charakteristiky různých zdrojů světla. V teoretické části se seznámí s typy spekter a na základě měření určují, jaká spektra mají proměřované zdroje světla. Získaná spektra vzájemně porovnávají, zejména porovnají se spektrem slunečního záření. Studenti vždy zpracují protokol o měření a zodpoví všechny otázky dle zadání. Studenti pracují se spektrometrem Spectra 1 firmy Kvant [5]. Na následujících obrázcích vidíme jednotlivá spektra zdrojů světla.



Obrázek 3 Spektrální charakteristiky: sluneční záření, klasická žárovka, kompaktní úsporná zářivka a LED

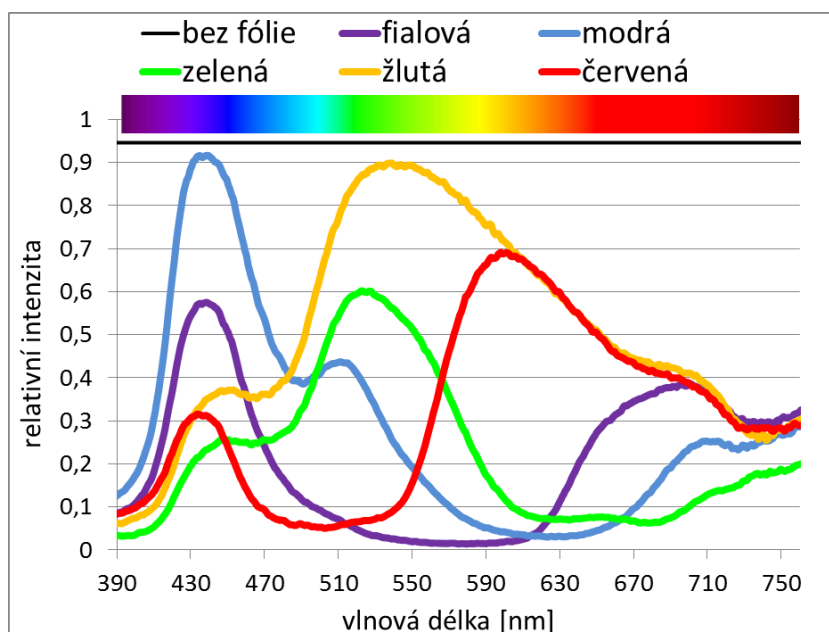


Obrázek 4 Spektrum helia

Jaké spektrální charakteristiky bude mít světlo prošlé přes různé barevné fólie?

U této úlohy se studenti seznamují se vznikem bílého světla. Co se stane, pokud bude bílé světlo procházet přes různé barevné fólie. Důležité u této úlohy je použitý zdroj bílého světla. Je tedy požadováno, aby zdroj bílého světla měl zastoupeny všechny barvy. Toho docílíme vhodnou kombinací různých zdrojů světla. Osvědčila se klasická žárovka v kombinaci s bílou chladnou LED a UV LED. Bílé světlo vzniklé kombinací těchto tří zdrojů necháme procházet přes různé barevné fólie, použít můžeme obyčejné kancelářské fólie nebo barevné průsvitné papíry. Cílem této úlohy je uvědomění si, že světlo, které projde barevnou fólií, má již jinou spektrální charakteristiku než světlo původní. Vzniklé světlo za fólií má v některých vlnových délkách výrazně nižší intenzitu. Vždy samozřejmě závisí na použité barvě fólie. Například

v případě, že použijeme modrou fólii, bude mít vzniklé světlo za fólií nejmenší pokles intenzity právě pro vlnové délky odpovídající modré barvě. Pro ostatní vlnové délky bude pokles intenzity výraznější. Platí to analogicky i pro ostatní barvy, jak můžeme vidět na následujícím grafu.



Obrázek 5 Spektrální charakteristiky světla prošlého přes barevné fólie

U této úlohy lze místo kancelářských barevných fólií použít např. sluneční brýle a sledovat jak se mění spektrum prošlého světla a úlohu je možné doplnit o naměření intenzity prošlého světla a také propustnost UVA či UVB brýlemi. Skla slunečních brýlí mohou být zabarvena do šeda, do hněda, ale také do modra. V následující tabulce můžeme vidět propustnost světla některými slunečními brýlemi.

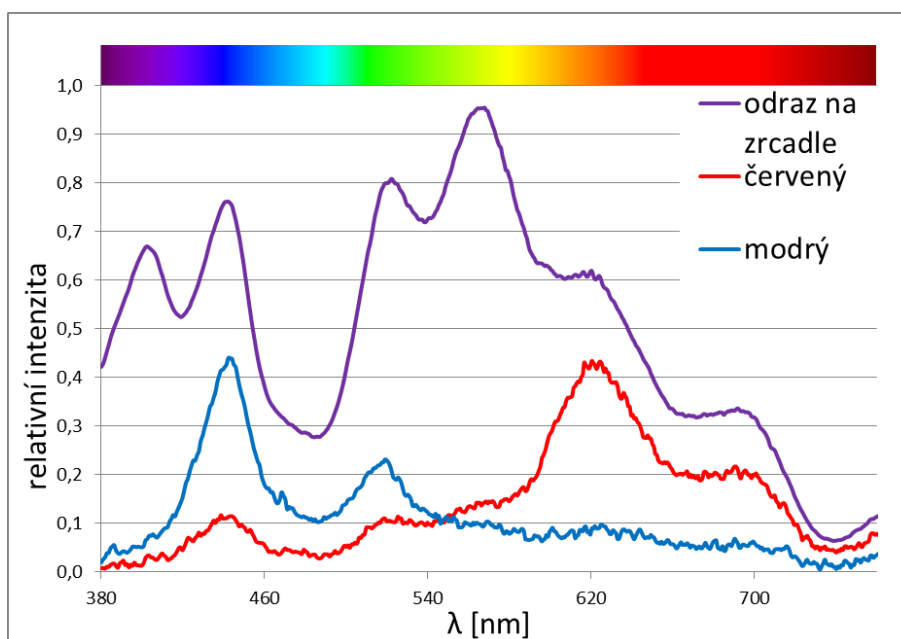
Tabulka 1 Propustnost světla, UVA a UVB slunečními brýlemi

Osvětlení [lux]	UVA [mW/m ²]	UVB [mW/m ²]	Místo nákupu
97 432 (100 %)	6173	107	hodnoty bez brýlí
16 261 (17 %)	0	0	sport
15 789 (16 %)	0	0	sport
29 325 (30 %)			
10 688 (11 %)	0	0	tržnice
20 849 (21 %)			
13 277 (17 %)	0	0	supermarket
31531 (32%)	529	0	optika

Zajímavé je, že dioptrické sluneční brýle zakoupené v optice propouštějí i částečně UVA, téměř 12% UVA brýlemi projde. Naopak brýle zakoupené v nedávné době na tržnici UVA i UVB nepropouštějí.

Jaké spektrální charakteristiky bude mít světlo odražené od povrchů různých barev?

Na obrázku 6 vidíme spektrální charakteristiky světla odraženého od modrého a červeného povrchu. Tyto křivky ještě nejsou normovány. Normujeme tak, abychom původní bílé světlo měli v grafu reprezentováno přímkou, tak jak je tomu na obrázku 5.



Obrázek 6 Spektrální charakteristiky odraženého světla od různě barevných povrchů - nenormované

Úlohu opět můžeme doplnit o další část, kdy k odrazu použijeme povrchy s různou drsností a budeme sledovat množství světla, které se od daného povrchu odrazí. Použít můžeme například smirkové papíry s různou drsností. Souvislost s praxí spočívá, že studenti zjistí, že nejvíce světla se odrazí od stříbrného a hladkého povrchu. Současně na odrazu bílého světla od povrchů různé barvy odvodí, proč člověk vidí předměty barevně. Děje se tak na základě odrazu světla od předmětů a poté toto odražené světlo vniká do lidského oka, které jej dále zpracovává.

Shrnutí

Nové úlohy zahrnuté do Fyzikálního praktika z optiky se inspirojí novými zdroji světla, modernějšími přístroji vhodnými k měření a především si kladou za cíl studentům přiblížit smysl měření propojený s využitím výsledků v běžném životě. Úlohy budou studenti měřit poprvé v akademickém roce 2014/2015.

Další informace

Příspěvek byl vypracován za podpory projektu IRP 2014 38 Modernizace fyzikálního praktika 3 (praktikum z optiky: KFY/FYZP3).

Literatura

- [1] Mazáč J., A. Hlavička: *Praktikum školních pokusů z fyziky pro studující pedagogických fakult.* SPN, Praha, 1968. ISBN 16-902-68
- [2] Lehotský D. a kol.: *Praktikum z fyziky pre pedagogické fakulty. Slovenské pedagogické nakladateľství,* Bratislava, 1966. ISBN 68-049-67
- [3] HRIVŇÁK D.: *Fyzikální praktikum.* Vyd. 1. Ostrava: Ostravská univerzita v Ostravě, 2004, 47 s. ISBN 80-7042-883-x.
- [4] <http://www.vernier.cz/produkty/senzory>
- [5] <http://www.forschool.eu/spectrometry/spectra/>