

Univerzita Karlova v Praze
Matematicko-fyzikální fakulta

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE



Lenka Homolová

Řešené úlohy z optiky pro elektronickou sbírku

Katedra didaktiky fyziky

Vedoucí bakalářské práce: RNDr. Zdeňka Koupilová, Ph.D.

Studijní program: Fyzika

Studijní obor: Fyzika zaměřená na vzdělávání

Praha 2015

Poděkování

Tímto bych chtěla poděkovat své vedoucí bakalářské práce RNDr. Zdeňce Koupilové, Ph.D za její velkou trpělivost, podporu, cenné rady a schopnost dát ve správný čas tu správnou připomínku při tvorbě úloh i celého textu mé bakalářské práce.

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracovala samostatně a výhradně s použitím citovaných pramenů, literatury a dalších odborných zdrojů.

Beru na vědomí, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorského zákona v platném znění, zejména skutečnost, že Univerzita Karlova v Praze má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

V Praze dne 13. 5. 2015

Lenka Homolová

Název práce: Řešené úlohy z optiky pro elektronickou sbírku

Autor: Lenka Homolová

Katedra / Ústav: Katedra didaktiky fyziky

Vedoucí bakalářské práce: RNDr. Zdeňka Koupilová, Ph.D., Katedra didaktiky fyziky

Abstrakt: Cílem bakalářské práce bylo doplnit Elektronickou sbírku řešených úloh, která vzniká na Katedře didaktiky fyziky, o úlohy z vlnové optiky a rozšířit tak nově otevřenou oblast Optika. V rámci práce bylo vytvořeno celkem 22 úloh. Úlohy jsou zařazeny do jednotlivých podkapitol v kapitole Vlnová optika. Každá úloha obsahuje strukturované řešení a ve většině úloh jsou nově vytvořené obrázky. V textu práce je stručně popsána sbírka z pohledu uživatele i tvůrce úloh a je zde uvedena krátká charakteristika všech mnou vytvořených úloh. V příloze práce jsou pro ukázkou uvedeny čtyři úlohy včetně strukturovaného řešení. Další úlohy s jejich řešeními naleznete na přiloženém CD nebo na webových stránkách Elektronické sbírky: <http://fyzikalniulohy.cz/>.

Klíčová slova: optika, vlnová optika, elektronická sbírka, řešené úlohy, sbírka úloh

Title: Solved Problems in Optics for Electronic Collection

Author: Lenka Homolová

Department: Department of Physics Education

Supervisor: RNDr. Zdeňka Koupilová, Ph.D., Department of Physics Education

Abstract: These Bachelor thesis aim to extend Collection of Solved Problems in Physics by adding tasks to chapter wave optics and widening newly opened chapter named Optics. This collection is created at the Department of Physics Education. Twenty two tasks were prepared within this thesis and they are included in individual subsections of Wave optics chapter. Each task includes a structured solution and most of them newly drawn pictures. There is a brief description of the collection and characterization of all prepared tasks in the text of the thesis. Four tasks including their structured solution are shown in supplement. All tasks can be found on enclosed CD or on the website of Collection of Solved Problems in Physics <http://fyzikalniulohy.cz/>.

Keywords: optics, wave optics, electronic collection, solved problems, problem collection

Obsah

1. Úvod	1
1.1. Motivace	1
1.2. Cíl práce	1
1.3. Struktura práce	1
2. Stručná charakteristika sbírky	2
2.1. Popis sbírky	2
2.2. Tvorba úloh	3
3. Přehled úloh	5
4. Závěr	13
Seznam použité literatury	14
Přílohy	15

1. Úvod

1.1. Motivace

Tuto práci jsem si vybrala, protože jsem se chtěla podílet na něčem užitečném. V minulosti, ať už při studiu na vysoké škole nebo ještě dříve na střední škole, jsem Elektronickou sbírku řešených úloh, která se tvoří na Katedře didaktiky fyziky MFF UK, několikrát sama využila a byla mi velkým přínosem. Když jsem dostala možnost se na tomto projektu podílet, neváhala jsem. Podílela jsem se na nově otevřeném tématu ve sbírce – Optika. Motivací pro mě bylo, že mi tato práce pomůže i v přípravě na budoucí profesi, protože vysvětlovat úlohy srozumitelně a ne příliš komplikovaně je dost náročné. V tomto ohledu je tvorba úloh do sbírky ideální příprava.

1.2. Cíl práce

Cílem práce bylo vytvořit a sestavit úlohy vhodné do Elektronické sbírky řešených úloh a rozšířit nově otevřenou oblast Optika. Tuto sbírku naleznete na stránkách <http://fyzikalniulohy.cz/>.

1.3. Charakteristika práce

Text práce je rozdělen do čtyř kapitol.

První, tato kapitola popisuje důvody, proč jsem si tuto práci vybrala a jaké možnosti mi nabízí. Také je zde popsán cíl bakalářské práce a charakteristika celé práce.

Ve druhé kapitole se zabývám Elektronickou sbírkou. Věnovala jsem pozornost popisu, jak sbírka vypadá, ať už z hlediska uživatelů nebo z hlediska tvůrců úloh. V další části této kapitoly jsem zaměřila pozornost na vlastní tvorbu úloh.

Třetí kapitola je věnována úlohám, které jsem sama vytvořila. Najdete zde jejich názvy a rozřazení do podkapitol, ale i stručný popis každé úlohy.

Čtvrtou kapitolou je závěr, kde je celkové zhodnocení práce.

V příloze naleznete čtyři strukturovaně řešené úlohy. Součástí práce je přiložené CD s textem bakalářské práce a se všemi úlohami v digitální verzi.

2. Stručná charakteristika sbírky

2.1. Popis sbírky

Ve sbírce naleznete uspořádané řešení úloh z mnoha oblastí fyziky, ale i matematiky. V současné době sbírka obsahuje úlohy z Mechaniky, Termodynamiky a molekulové fyziky, Elektřiny a magnetismu, Optiky, Teoretické mechaniky, Fyziky mikrosvěta, ale také Matematické analýzy, Matematických metod a Lineární algebry. Sbíрка je spravována RNDr. Zdeňkou Koupilovou, Ph.D.

Ve sbírce existují dvě rozhraní – uživatelské a tzv. administrátorské.

Administrátorské rozhraní je mnohem obsáhlejší než uživatelské rozhraní. V tomto rozhraní se úlohy tvoří, a také si zde autoři mohou uložit rozpracované verze úloh s návrhy a komentáři, které uživatelé nevidí. V hlavičce úlohy jsou informace o jejím názvu a odkud byla převzata. Také je zde uvedeno, zda jsou potřeba při řešení konstanty, které nejsou v úloze explicitně zadány, a zda úloha má numerické řešení, případně jeho hodnota. Tyto informace se v budoucnu plánují využít jako zdroj pro učitele, kteří si budou moci vytáhnout jen ty informace, které budou potřebovat pro své přípravy na hodiny. V některých česky psaných úlohách je k nalezení odkaz na multimediální encyklopedii Jaroslava Reichla [1].

Když je vybráno zadání úlohy, pak každý autor vymýšlí, jak úlohu rozdělit do jednotlivých nápověd a následně vytvořit jejich řešení, která budou srozumitelná, pochopitelná a přehledná. Rozpracované, ale i hotové úlohy, jsou ukládány do databáze MySQL. Pro psaní úloh je důležité ovládat psaní textu a jednoduchých vztahů v XHTML, ale složitější vzorce a rovnice se píšou v LaTeXu. Administrátorské rozhraní dále umožňuje zařazení úloh do kapitol a podkapitol a v jaké úrovni obtížnosti je úloha řešena. Úlohy se rozdělují do čtyř obtížností: základní škola (ZŠ), střední škola (SŠ), obtížnější úloha pro střední školu (SŠ+) a vysokoškolská úloha (VŠ).

V okamžiku, kdy je úloha vytvořena, přichází na řadu kontrola recenzentem, v mém případě jím byla vedoucí práce. Teprve ve chvíli, kdy je řešení korektní, je úloha zveřejněna. Uživatel ji poté může nalézt v některé z kapitol sbírky.

Uživatelské rozhraní nabízí úlohy z výše zmíněných témat. Každou úlohu lze nalézt v kapitolách a podkapitolách, které se objeví v levé části obrazovky po vybrání oblasti, která nás zajímá. Po zvolení úlohy se objeví její název, zadání a kód,

pod kterým je úloha zařazena ve sbírce v pravé části obrazovky. Dále se s vybráním úlohy objeví nadpisy jednotlivých oddílů např. Nápověď 1, Nápověď 2, Zápis, Řešení a Odpověď. Text k jednotlivým oddílům lze zobrazit kliknutím na příslušný nadpis. Řešení je oddíl, který musí mít každá úloha a musí být srozumitelný samostatně bez nápověd. Obsahuje vysvětlení řešení celé úlohy.

Některé úlohy obsahují na konci oddíl Komentář, kde se uživatel může dočíst o zajímavosti nebo alternativním způsobu řešení úlohy. Pokud je v kapitole více podobných úloh, mohou autoři vložit odkaz na řešení v jiné úloze. Součástí úloh jsou obrázky, které pomáhají uživateli porozumět úloze.

Je na každém, zda bude úlohu procházet krok po kroku a odhalovat každou nápovědu a její řešení, nebo zda se rozhodne rovnou podívat na oddíl Řešení. Osobně bych doporučila dva postupy využívání úloh ve sbírce. Pokud uživatel rozumí zadání a chce úlohy ve sbírce využít jen pro procvičení znalostí, může přeskočit oddíly s nápovědami a rovnou se podívat do oddílu Řešení. Táp-li uživatel při řešení úlohy, vhodnou pomoc může nalézt v oddíle Nápověď. Pokud ale ani nápověď nepomůže, může odhalit řešení nápověd, kde je ukázán postup řešení.

Před tím, než jsem začala pracovat na úlohách, bylo ve sbírce k tématu Optika zveřejněno pouze 15 úloh rozdělených do šesti kapitol. V době, kdy je má práce na úlohách skončena (tj. ke dni 6. 5. 2015), má oblast Optika už 37 zveřejněných úloh a dále se pokračuje v jejím rozšíření – v databázi je rozpracováno dalších 15 úloh.

2.2. Tvorba úloh

Samotná tvorba úloh je složitější, než by se zdálo. Nový tvůrce úlohy je nucen se v krátkém čase seznámit s jazyky XHTML a LaTeX, které jsou potřeba pro psaní textů úloh do administrátorského rozhraní. Také je potřeba, aby ovládal některý z vektorových editorů pro kreslení obrázků (například CorelDraw Graphics Suite). Jelikož je Elektronická sbírka řešených úloh v provozu už skoro devět let, úlohy už mají jasnou strukturu, které se noví autoři musejí držet.

Každý nový autor dostane přístupové heslo, pod kterým se může přihlásit do administrátorského rozhraní a pracovat na vlastních úlohách.

Zadání úloh se mohou přebírat z již napsaných sbírek, pak se ovšem musí uvést zdroj, odkud čerpáme. Typičtější je ale, že zadání úloh je následně upravováno a doplňováno, takže ve většině případů je úlohou v příslušné sbírce spíše inspirováno než převzato.

3. Přehled úloh

Mým úkolem pro tuto bakalářskou práci bylo vytvořit úlohy na téma Vlnová optika se strukturovaným řešením pro Elektronickou sbírku, která je popsána v předchozí kapitole. Vytvořila jsem celkem 22 úloh. Převážně jsem vypracovávala úlohy pro úroveň střední školy (SŠ). Z tohoto důvodu se mi zdrojem vhodných úloh staly mé maturitní otázky, ze kterých jsem vybrala prvních třináct úloh ke zpracování. Až při zpracování jsem zjistila, že některé z nich patří do sbírky Karla Bartušky [2], kde už jsou vyřešeny. Řešení jsem nepřebírala, ale vytvořila jsem svoje vlastní. Zbylé úlohy jsme vybíraly postupně s vedoucí bakalářské práce RNDr. Zdeňkou Koupilovou, Ph.D. tak, aby doplnily okruh témat ve vlnové optice. Vybraly jsme také dvě vysokoškolské úlohy, které se nám zdály vhodné pro doplnění sbírky.

Všech 22 úloh je zařazeno do kapitoly Vlnová optika, kterou jsme rozčlenily na šest podkapitol. Níže uvádím jednotlivé podkapitoly a v závorce počet úloh, které jsou zde mnou vytvořeny.

Základy vlnové optiky (3)

Dvousvazková interference (1)

Optická mřížka (9)

Interference na tenké vrstvě (6)

Ohyb (1)

Polarizace a dvojlom (2)

Jelikož je Optika nově otevřené téma, mohla jsem úlohy tvořit podle svého uvážení, jen s dodržováním formální stránky sbírky. Do úloh jsem se snažila zařazovat oddíl Zápis, kde se stručně shrnují veličiny, které známe a které se mají v úloze dopočítat. Vymýšlela jsem srozumitelné nápovědy a jejich řešení, která měla uživatele vést k pochopení problematiky, ke správnému výsledku, ale také k aktivnímu přemýšlení. Ve většině úloh jsou v nápovědách nebo řešení připojeny obrázky, které mají napomáhat pochopení výpočtu a odvozování vztahů. Tyto obrázky jsem kreslila ve vektorovém editoru CorelDRAW(R) Graphics Suite X4. Všechny úlohy jsou řešeny nejprve obecně a v koncové části je provedeno číselné dosazení.

Především během sestavování nápověd a jejich řešení mi velmi pomohla má vedoucí bakalářské práce. Při vybírání úloh a sestavování řešení jsem využívala publikace uvedené v seznamu literatury na konci práce.

V dalším textu naleznete přehled vytvořených úloh. U každé úlohy zde najdete stručné shrnutí, co se zde počítá, odkud byla úloha převzata, zda je k úloze připojen rozšiřující komentář či odkaz na řešení jiné úlohy. V závorce za názvem úlohy je uveden kód, pod kterým je úloha zařazena ve sbírce, a zkratka obtížnosti úlohy. Všechny úlohy naleznete v kapitole Vlnová optika a zde jsou uvedeny v pořadí, jak jsou seřazeny v jednotlivých podkapitolách.

3.1. Základy vlnové optiky

Vlnová délka ve vodě (1566, SŠ)

Úloha se zabývá změnou vlnové délky při přechodu světla z jednoho prostředí do druhého. Pro vyřešení úlohy je nutné dohledat si hodnotu relativního indexu lomu vody. Úloha je řešena i numericky.

Je zde také připojen komentář, proč věci ponořené pod hladinu vody nemění svoji barvu, i když světlo mění vlnovou délku.

Zadání úlohy bylo převzato ze sbírky [2].

Osvětlená diamantová destička (1576, SŠ)

Cílem úlohy je vypočítat vlnovou délku světla o známé frekvenci, když prochází diamantem a vakuem. Úloha je vhodná na procvičení vztahu mezi frekvencí, vlnovou délkou a rychlostí světla. K numerickému řešení je potřeba dohledat relativní index lomu diamantu.

V úloze se odkazují na nápovědu v úloze *Vlnová délka ve vodě* (1566).

Zadání úlohy bylo převzato ze sbírky [3].

Skládání světla (1565, SŠ)

Úloha se zabývá interferencí dvou koherentních paprsků. Cílem je, aby si čtenář uvědomil, jaká podmínka platí, pokud se světlo skládá do interferenčního maxima. Úloha je zadána i numericky a je numericky vyřešena.

Zadání úlohy bylo převzato ze sbírky [2].

3.2. Dvousvazková interference

Výpočet vzdálenosti maxim pokud máme koherentní zdroje (1621, SŠ)

V této úloze je klíčové, aby si řešitel uvědomil, jaký je dráhový rozdíl paprsků ze dvou různých zdrojů a dokázal odvodit patřičný geometrický vztah s pomocí obrázků. Řešení je i numerické.

V úloze se odkazují na podrobné vysvětlení podmínky pro interferenční maximum v úloze *Skládání světla* (1565).

Zadání úlohy bylo převzato ze sbírky [3].

3.3. Optická mřížka

Výpočet úhlu odchýlení maxima (1646, SŠ)

Cílem úlohy je vypočítat úhel odchýlení prvního řádu, pokud známe mřížkovou konstantu.

Toto je první středoškolská úloha v podkapitole Optická mřížka. V této úloze se čtenář ujistí, že rozumí problematice optické mřížky na středoškolské úrovni. Z tohoto důvodu je tato jednoduchá úloha vyřešena podrobně. Na tuto úlohu se v následujících úlohách odkazují.

Zadání úlohy bylo převzato ze sbírky [2].

Výpočet vrypů na 1 mm (1622, SŠ)

Cíl úlohy je ukázat vztah, který platí pro přepočet mřížkové konstanty a počtu vrypů na 1 mm mřížky. Je zde podrobně vysvětleno, co je to mřížková konstanta a jak se s ní počítá. Na toto vysvětlení se odkazují v následujících úlohách.

V úloze se odkazují na podrobné řešení úlohy *Výpočet úhlu odchýlení maxima* (1646).

Zadání úlohy bylo převzato ze sbírky [2].

Výpočet vrypů z odchýlení maxima (1650, SŠ)

Cílem je procvičit si výpočet množství vrypů na 1 mm, pokud známe úhel odchýlení druhého maxima.

V této úloze se odkazují na úlohy *Výpočet úhlu odchýlení maxima* (1646) a *Výpočet vrypů na 1 mm* (1622).

Zadání úlohy bylo převzato ze sbírky [3].

Výpočet vzájemné vzdálenosti maxim (1651, SŠ)

Cílem úlohy je vypočítat vzájemnou vzdálenost prvního, druhého a třetího interferenčního maxima, které mřížka vytvoří na stínítku.

V úloze se odkazují na úlohy *Výpočet úhlu odchýlení maxima* (1646) a *Výpočet vrypů na 1 mm* (1622).

Úloha je nejprve řešena obecně s použitím zanedbání, že pro malé úhly je hodnota sinu, tangenty a velikosti úhlu přibližně rovna. V závěru je dosaženo numericky.

K úloze je připojen komentář, ve kterém je proveden výpočet vzájemné vzdálenosti pro maxima bez uvedeného zanedbání. Tento výpočet je proveden pro porovnání přesných a přibližných hodnot.

Zadání úlohy bylo převzato ze sbírky [3].

DVD jako mřížka (1661, SŠ)

Ze zadání je uvedeno, abychom na DVD pohlíželi jako na mřížku, od které se světlo odráží. Úkolem uživatele je vypočítat vzdálenost sousedních dvou záznamových stop – tedy mřížkovou konstantu a kolik záznamových stop se vejde na 1 mm délky z polohy prvního interferenčního maxima.

V úloze se odkazují na úlohu *Výpočet úhlu odchýlení maxima* (1646).

Zadání úlohy bylo převzato ze sbírky [4].

Výpočet šířky spektra (1649, SŠ)

V této úloze je vysvětlen výpočet šířky spektra, které vznikne na stínítku, pokud na mřížku dopadá bílé světlo.

V úloze je odkaz na podrobně vyřešenou úlohu *Výpočet úhlu odchýlení maxima* (1646).

K úloze je připojen komentář s alternativním způsobem řešení. Je zde proveden výpočet pomocí zanedbání pro velmi malé úhly odchýlení jako v úloze *Výpočet vzájemné vzdálenosti maxim* (1651).

Zadání úlohy bylo převzato ze sbírky [2].

Překrytí spekter (1669, SŠ+)

Úkolem je najít interval vlnových délek tak, aby se nepřekrývalo spektrum prvního řádu se spektrem druhého řádu. Řešení je uvedeno nejprve pro obecné spektrum k -tého řádu a pak je proveden výpočet pro 1. řád. Úloha je řešena s obecnou vlnovou délkou.

V úloze se odkazují na podrobně vyřešenou úlohu *Výpočet úhlu odchýlení maxima* (1646).

Překryv optických spekter vyšších řádů (1662, SŠ)

Otázkou v úloze je, zda se budou překrývat spektra jednotlivých řádů, pokud použijeme celé viditelné spektrum. Úloha je postavena na porovnávání úhlů odchýlení pro krajní vlnové délky v sousedních řádech. Při výpočtu je nutné si zvolit krajní hodnoty vlnové délky červeného světla a fialového světla. Řešení je kvalitativní.

V úloze se odkazují na úlohu *Výpočet úhlu odchýlení maxima* (1646).

V připojeném komentáři je uvedeno alternativní řešení úlohy.

Zadání úlohy bylo převzato ze sbírky [4].

Výpočet maximálního řádu spektra a rozlišovací schopnosti (1666, VŠ)

Tato úloha je jedna ze dvou vysokoškolských úloh, které jsem zpracovávala. První část úlohy je vhodná i na střední školu. Počítá se zde, které řády interference můžeme pozorovat na zadané mřížce. Druhá část je vysokoškolská. Jedná se o výpočet rozlišovací schopnosti této mřížky v nejvyšším řádu.

V řešení se odkazují na úlohu *Výpočet úhlu odchýlení maxima* (1646).

3.4. Interference na tenké vrstvě

Vrstva oleje na vodě (1578, SŠ)

Cílem je vypočítat vlnovou délku světla, která se bude po odrazu nejvíce zesilovat, a tím určit barvu olejové vrstvy.

Tato úloha je první ve své podkapitole. To znamená, že je dopodrobna vysvětlena a čtenář se v jejím řešení může utvrdit v tom, zda chápe problematiku interference na tenké vrstvě. Také se na tuto úlohu odkazují v řešeních ostatních úloh na stejnou problematiku.

V úloze je vložen odkaz na úlohu *Skládání světla* (1565).

Pro numerické řešení je potřeba si dohledat v tabulkách relativní index lomu oleje a vody.

Zadání úlohy je inspirováno úlohou ze sbírky [2].

Mýdlová blána (1579, SŠ)

V této úloze čtenář počítá tloušťku mýdlové bubliny, pokud ví, že jsme ji v odraženém světle viděli modrou.

Tato úloha je řešena stručněji, proto se během řešení odkazují na úlohu *Vrstva oleje na vodě* (1578), která je řešena detailněji.

Je nutné si během řešení dohledat hodnotu relativního indexu lomu mýdlové bubliny.

V závěru této úlohy je komentář, ve kterém je návod, jak si může čtenář vytvořit jednoduše mýdlovou blánu pomocí drátku a mýdlové vody.

Zadání úlohy bylo převzato ze sbírky [3].

Skleněná čočka s antireflexní vrstvou (1616, SŠ)

Cílem úlohy je vypočítat tloušťku antireflexní vrstvy, která pokrývá sklo, pokud se má maximálně zeslabit odražené světlo o určité vlnové délce. V předešlých úlohách jsme řešili interferenci paprsků, které se odráží na rozhraní opticky řidšího a opticky hustšího prostředí. Tato úloha je postavena na interferenci paprsků, které byly oba odraženy na dvou opticky hustších prostředí.

V řešení se odkazují na podrobně vyřešenou úlohu *Vrstva oleje na vodě* (1578).

K úloze jsou připojeny dva komentáře. První komentář se týká významu a využití antireflexní vrstvy a ve druhém se nachází dodatek k řešení.

Zadání úlohy bylo převzato ze sbírky [2].

Newtonova skla (1632, SŠ+)

Tato úloha je vhodná na seminář nebo jako rozšiřující téma pro výuku fyziky na střední škole. Uživatele seznamuje s Newtonovými skly a vysvětluje, k jakému jevu dochází, pokud jimi prochází světlo.

V řešení se odkazují na podrobně vyřešenou úlohu *Vrstva oleje na vodě* (1578).

Zadání úlohy bylo převzato ze sbírky [5].

Klínová vrstva (1634, SŠ)

Úloha ukazuje zajímavý způsob měření tloušťky vlasu pomocí interference na vzduchové klínové vrstvě mezi dvěma skleněnými deskami.

V řešení se odkazují na podrobně vyřešenou úlohu *Vrstva oleje na vodě* (1578).

Zadání úlohy bylo převzato ze sbírky [4].

CD jako tenká vrstva (1631, SŠ)

Tato zajímavá úloha nám umožňuje zjistit hloubku záznamových důlků na kompaktním disku (CD).

V řešení se odkazují na podrobněji vyřešenou úlohu *Vrstva oleje na vodě* (1578).

Zadání úlohy bylo převzato ze sbírky [4].

3.5. Ohyb

Difrakce na kruhovém otvoru (1670, VŠ)

Tato úloha je druhá v pořadí, která je určena pro vysokou školu.

Počítá se zde, jakou úhlovou vzdálenost musí mít dva objekty, abychom byli schopni je rozlišit při pozorování přes malou spojnou čočku. Čočka se zde chová jako kruhový otvor, na kterém dochází k ohybu světla. Dále je úkolem určit, jaká je vzdálenost středů difrakčních obrazů v ohniskové rovině.

Zadání úlohy bylo převzato ze sbírky [5]. V řešení je uveden převzatý obrázek z webových stránek [6].

3.6. Polarizace a dvojlom

Polarizace úplným odrazem (1618, SŠ)

Problém úlohy spočívá v uvědomění si, jak funguje polarizace odrazem a co je tzv. Brewsterův úhel.

Zadání úlohy bylo převzato ze sbírky [3].

Výpočet Brewsterova úhlu z mezního úhlu (1645, SŠ+)

V úloze je důležité si uvědomit, že nejprve potřebujeme z mezního úhlu spočítat index lomu skla, které je zde použito, a poté už jsme schopni dopočítat velikost Brewsterova úhlu. Tento výpočet je proveden pro odraz světla zvenku i zevnitř.

V úloze se odkazují na řešení předchozí úlohy *Polarizace úplným odrazem* (1618).

Zadání úlohy bylo převzato ze sbírky [7].

4. Závěr

Během tvorby bakalářské práce se mi podařilo naplnit její cíle. Vytvořila jsem 22 úloh do Elektronické sbírky a tím jsem pomohla rozšířit novou oblast Optika. Úlohy jsem připravila včetně strukturovaných řešení, tj. vhodných nápověd, jejich řešení, komentářů a dalších součástí. K úlohám jsem nakreslila obrázky a vše převedla do formátu, ve kterém jsou úlohy zveřejněny.

Díky této práci jsem se důvěrně seznámila s Elektronickou sbírkou řešených úloh. Musela jsem se naučit pracovat s jazyky XHTML a LaTeX, které byly nutností pro tvoření samotných úloh. Také jsem si prohloubila svoje dovednosti v kreslení obrázků v programu CorelDRAW(R) Graphics Suite X4.

Při tvorbě úloh jsem se utvrdila v látce střední školy a místy i prohloubila vlastní znalosti. Myslím si, že jako budoucí pedagog využiji tyto nabitě znalosti ve svém povolání.

Při tvorbě úloh pro mě bylo nejtěžší vytvořit smysluplné nápovědy. Všechny úlohy bylo jednoduché vypočítat, ale zamyslet se nad tím, jak úlohu správně vysvětlit, bylo velmi obtížné. Přesto jsem se snažila vžít se do role čtenáře, který danou problematiku vidí poprvé a zapřemýšlet, jak by bylo vhodné úlohu strukturovat. Celkový postup sestavování úloh mi je a bude velkým přínosem. Už v této době se snažím tento přístup zapojit při doučování studentů, kteří mají problémy a potřebují vždy nějaký podnět, aby byli schopni úlohu vyřešit. V budoucnosti bych chtěla zapojit strukturované řešení úloh do výuky a vyhnout se tak automatickému dosazování do vztahů bez jakéhokoli přemýšlení. Nechci podporovat automaticčnost a pasivní přístup, chtěla bych, aby moji studenti uměli aktivně přemýšlet.

Při tvorbě samotného textu bakalářské práce jsem si rozšířila slovní zásobu a zlepšila své vyjadřovací schopnosti.

Upřímně doufám, že mnou vytvořené úlohy pomohou čtenářům s jejich fyzikálními problémy a že pro ně budou přínosem.

Seznam použité literatury

- [1] Reichl J.: *Multimediální encyklopedie fyziky*. Dostupné z:
<http://fyzika.jreichl.com> [cit. 6.5.2015]
- [2] Bartuška K.: *Sbírka řešených úloh z fyziky pro střední školy IV*. Prometheus, Praha 2000
- [3] Lepil O. a kol.: *Sbírka úloh z fyziky pro gymnázia II. díl*. SPN, Praha 1989
- [4] Nahodil J.: *Sbírka úloh z fyziky kolem nás pro střední školy*. Prometheus, Praha 2011
- [5] Resnik R. a kol.: *Fyzika 4. část*. Český překlad Vutium, Brno 2000
- [6] Webové stránky pro astronomy. Dostupné z:
http://www.goldastro.com/goldfocus/resolving_power.php [cit. 6.5.2015]
Poznámka: Z těchto stránek byl převzat obrázek pro úlohu s kódem 1670
- [7] Kolovrat J.: *Příklady z optiky*. SPN, Praha 1979
- [8] Malý P.: *Optika*. Karolinum, Praha 2008

Přílohy

K této práci jsou přiloženy čtyři mnou vytvořené úlohy jako ukázka. Úlohy jsou upravené pro webové rozhraní a odtud jsou vytištěny. Tomu odpovídá i jejich vzhled. Stránky nejsou číslované.

Součástí této práce je i přiložené CD s textem práce a se všemi vytvořenými úlohami v digitální podobě, jakou mají v době odevzdání bakalářské práce. Pokud máte zájem o aktuální verzi úloh, naleznete je na stránkách Elektronické sbírky úloh na adrese: <http://fyzikalniulohy.cz/>.