

**MATEMATICKO-FYZIKÁLNÍ
FAKULTA**
Univerzita Karlova

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Gabriela Štyksová

Aktivity z optiky pro skupinové experimentování žáků

Katedra didaktiky fyziky

Vedoucí bakalářské práce: RNDr. Petr Kácovský, Ph.D.

Studijní program: Fyzika

Studijní obor: Fyzika zaměřená na vzdělávání

Praha 2019

Ráda bych zde poděkovala několika lidem, bez jejichž pomoci by tato práce nikdy nevznikla. Zejména musím poděkovat svému vedoucímu práce RNDr. Petru Kácovskému, Ph.D. za cenné rady, připomínky, podporu a neuvěřitelnou trpělivost, kterou se mnou měl. Dále bych ráda poděkovala Mgr. Marii Kocánkové, která byla tak laskavá, že pročetla a okomentovala všechny pracovní listy. A v neposlední řadě musím poděkovat své mamince Mgr. Janě Štykové za návrh tématu této práce, možnost otestování pracovních listů na Gymnáziu v Lovosicích a za kontrolu samotných pracovních listů.

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 má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

V Praze dne 1. 7. 2019

Název práce: Aktivity z optiky pro skupinové experimentování žáků

Autor: Gabriela Štyksová

Katedra / Ústav: Katedra didaktiky fyziky

Vedoucí bakalářské práce: RNDr. Petr Kácovský, Ph.D., Katedra didaktiky fyziky

Abstrakt: Hlavním cílem této bakalářské práce bylo vytvořit několik pracovních listů do výuky optiky využitelných především na základní škole, které by zahrnovaly různé optické experimenty a úlohy. V rámci práce vznikly pracovní listy pro žáky i pro učitele. Práce tedy obsahuje celkem 12 pracovních listů na šest témat: přímočaré šíření světla, zobrazení rovinným zrcadlem, barvy předmětů, skládání barev, lom a rozptyl světla, u nichž se předpokládá skupinová práce žáků. Všechny pracovní listy byly zkontrolovány zkušenými učiteli z praxe a většina z nich také vyzkoušena v reálné výuce, aby učitelské verze pracovních listů mohly být doplněny o metodické i technické poznámky a usnadnily tak budoucím uživatelům jejich přípravu i využití. Součástí práce je také přehled vybraných materiálů, které obsahují experimenty z optiky, a kapitola věnovaná dvěma způsobům využití mobilních telefonů v optice.

Klíčová slova: experimenty z optiky, pracovní listy, skupinová práce žáků

Title: Classroom optics-related activities

Author: Gabriela Štyksová

Department: Department of Physics Education

Supervisor: RNDr. Petr Kácovský, Ph.D., Department of Physics Education

Abstract: The main aim of this bachelor thesis was to create several worksheets with various optics experiments for teaching optics, that would be especially usable at primary schools. These worksheets were created for pupils as well as teachers, and involve group work. The work contains of 12 worksheets on six topics: straightforward propagation of light, image formation in a plane mirror, colors of objects, color folding, refraction of light and light scattering. All worksheets have been checked by experienced teachers and most of them have also been tested in real lessons. Therefore the teachers' versions of worksheets could be supplemented with methodological and technical notes in order to help future users prepare and use them. Part of the thesis is also an overview of selected materials that contain optics experiments and a chapter devoted to two ways mobile phones can be used in optics.

Keywords: optics experiments, worksheets, pupils' group work

Obsah

Úvod	7
1. Přehled vybraných materiálů obsahující experimenty z optiky	8
1.1 Závěrečné práce	8
1.1.1 Kopecká Václava – Zájmový kroužek: Pokusy kolem nás [1]	8
1.1.2 Machalická Jana – Experimenty z optiky pro střední školu [2].....	8
1.2 Internetové materiály	8
1.2.1 Badatelna [3]	8
1.2.2 Pokusy pro děti [4].....	8
1.2.3 Sběrka fyzikálních pokusů [5]	9
1.2.4 Webové stránky Matfyz.cz [6]	9
1.2.5 Webové stránky Science center v ČR.....	9
1.3 Tištěné materiály v českém jazyce	10
1.3.1 Bláhová Věra, Volf Ivo – Domácí fyzikální pokusy [11].....	10
1.3.2 Lorbeer George C., Nelson L. – Fyzikální pokusy pro děti [12]	10
1.3.3 Pilát Vladimír – Pokusy z optiky [13]	10
1.3.4 Rakušan Zdeněk a kolektiv – Sborník pokusů a aktivit [14]	10
1.3.5 Svoboda Emanuel – Fyzika: pokusy s jednoduchými pomůckami [15].....	11
1.3.6 Svoboda Emanuel a kolektiv – Pokusy z fyziky na střední škole 4 [16].....	11
1.4 Tištěné materiály v anglickém jazyce	11
1.4.1 Robinson Paul – Laboratory Manual [17].....	11
1.4.2 Sprott Julien C. – Physics Demonstrations [18].....	12
2. Využití mobilních telefonů v optice	13
2.1 Mobilní aplikace	13
2.1.1 Výukové aplikace	13
2.1.2 Optické kalkulačky	13
2.1.3 Herní aplikace s optickými klamy	14
2.1.4 Další aplikace	15
2.2 Experimenty	16
3. Pracovní listy k vytipovaným aktivitám	18
3.1 Přímocháre šíření světla	18
3.1.1 Inspirace	19
3.1.2 Obsah	19
3.1.3 Pomůcky.....	19
3.2 Zobrazení rovinným zrcadlem	19

3.2.1 Inspirace	19
3.2.2 Obsah	20
3.2.3 Pomůcky.....	20
3.2.4 Metodické poznámky.....	21
3.3 Barvy předmětů kolem nás.....	21
3.3.1 Inspirace	21
3.3.2 Obsah	21
3.3.3 Pomůcky.....	22
3.3.4 Metodické poznámky.....	22
3.4 Skládání barev	23
3.4.1 Inspirace	23
3.4.2 Obsah	23
3.4.3 Pomůcky.....	23
3.4.4 Metodické poznámky.....	24
3.5 Lom světla	24
3.5.1 Inspirace	24
3.5.2 Obsah	24
3.5.3 Pomůcky.....	25
3.5.4 Metodické poznámky.....	25
3.6 Rozptyl světla.....	25
3.6.1 Inspirace	25
3.6.2 Obsah	25
3.6.3 Pomůcky.....	26
3.6.4 Metodické poznámky.....	26
4. Testování pracovních listů	27
4.1 Posouzení pracovních listů učiteli fyziky.....	27
4.2 Testování v reálné výuce	28
4.2.1 První testování.....	28
4.2.2 Druhé testování.....	29
4.2.3 Třetí testování.....	31
4.2.4 Čtvrté testování.....	33
Závěr.....	34
Seznam použité literatury	35
Přílohy.....	37

Úvod

Hlavním cílem této bakalářské práce bylo vytvořit pracovní listy do výuky fyziky, konkrétně optiky, které by zahrnovaly optické experimenty, přičemž se předpokládá, že žáci budou pracovat ve skupinách. Námět na toto téma jsem získala od své maminky Mgr. Jany Štykové, která je sama učitelkou fyziky.

Jedním z dalších cílů práce bylo provést průzkum materiálů (tištěných i elektronických), které se týkají experimentů z optiky. Podrobně je popsán v první kapitole této práce. Na základě tohoto průzkumu pak byly vybrány aktivity do pracovních listů. Často se jednalo o demonstrační experimenty, které byly převedeny do podoby žákovských pokusů.

Druhá kapitola pojednává o využití chytrých mobilních telefonů v optice. Popisuje dva různé způsoby: mobilní aplikace a experimenty, při jejichž realizaci se mobilní telefon použije.

Další kapitola již obsahuje podrobný popis všech pracovních listů včetně souvisejících obrázků.

Všechny pracovní listy byly zkontrolovány zkušenými učiteli fyziky a většina z nich také otestována v reálné výuce, aby mohly být doplněny o metodické a technické poznámky a opraveny případné nepřesnosti ve formulacích. O tomto cíli práce pojednává poslední kapitola. Jednak obsahuje komentáře dvou oslovených vyučujících, jednak jsou v ní podrobně rozebrány čtyři dny, ve kterých žáci na pracovních listech pracovali včetně fotografií přímo ze samotného testování a ukázek odpovědí z vyplněných pracovních listů.

1. Přehled vybraných materiálů obsahující experimenty z optiky

Průzkum zdrojů (tištěných i elektronických), které obsahují experimenty z optiky, byl prováděn z toho důvodu, abych se zorientovala v oblasti optických experimentů a na základě této rešerše se pak inspirovala při výběru aktivit do pracovních listů.

1.1 Závěrečné práce

1.1.1 Kopecká Václava – Zájmový kroužek: Pokusy kolem nás [1]

Jedná se o diplomovou práci, v rámci které autorka vytvořila celkem 24 témat, z čehož některá byla i nefyzikální, pro žáky prvního stupně základní školy. Vytvořené experimenty byly testovány v průběhu školního roku v zájmovém kroužku pro děti.

Jednotlivá témata byla zpracována formou pracovních listů pro učitele, přičemž vybraná čtyři témata byla rozšířena i o pracovní listy pro žáky. Optiky se dotýkají dva náměty: Zrcátka a Čočky, z čehož Zrcátka jsou právě tím vybraným zmiňovaným tématem, u kterého nalezneme i pracovní list pro žáky.

Samotná práce je přehledně řazena a příjemně se čte. Jelikož autorka samotné pracovní listy i prakticky vyzkoušela na žácích, mohla přidat i své osobní zkušenosti a také zpětnou vazbu žáků na dané aktivity, kterou získala použitím dotazníků.

1.1.2 Machalická Jana – Experimenty z optiky pro střední školu [2]

Autorka ve své bakalářské práci sestavila celkem 12 podrobných a strukturovaných návodů k optickým experimentům pro žáky ze středních škol. Vybrané experimenty by se daly rozdělit do dvou větších celků: geometrická a vlnová optika.

Samotná práce je velmi přehledná díky rozumnému členění a formátování, což je velkou výhodou.

Každý pokus začíná stručně a jasně daným cílem a potřebnou teorií k pochopení a správnému vysvětlení pozorovaných jevů. Následuje seznam pomůcek. Pak se již dostáváme k samotnému postupu, který je pro lepší orientaci sepsán v jednotlivých krocích. Jelikož autorka sama dané pokusy opakovaně vyzkoušela, mohla práci doplnit svými vlastními metodickými a technickými poznámkami.

Všechny vytvořené návody byly psány tak, aby se následně daly využít v elektronické Sbírce fyzikálních pokusů (viz 1.2.3 Sběrka fyzikálních pokusů v další podkapitole).

1.2 Internetové materiály

1.2.1 Badatelna [3]

Jedná se o soubor populárně naučných videí, která pro širokou veřejnost vytváří Masarykova univerzita. Jednotlivá videa nalezneme na jejím portálu věda.muni.cz, ale jsou k dispozici i jako série na YouTube.

Soubor obsahuje do dnešní doby (březen 2019) celkem 33 dílů věnovaných různým oborům fyziky. Optiky se dotýká hned 16 z nich a dozvíme se např. jak se stát neviditelným, jak si doma můžeme změřit rychlost světla či proč je nebe modré.

Jak už jsem zmínila, videa jsou určena pro širokou veřejnost, což znamená, že jsou srozumitelná, mají přiměřenou délku (od tří do sedmi minut) a často jsou i zábavná. Vzhledem k tomu se dají využít i ve výuce a zpestřit tak nějakou hodinu fyziky.

1.2.2 Pokusy pro děti [4]

Tato internetová stránka se především věnuje pokusům pro žáky na základních školách. Všechny pokusy jsou přehledně rozděleny podle vědních oborů jako fyzika nebo chemie.

V kapitole Optika si můžeme prohlédnout celkem 10 jednoduchých experimentů, které by měly zvládnout i samy děti. Jednotlivé návody obsahují stručný teoretický úvod, zmínku o bezpečnosti, údaj o době trvání pokusu, seznam pomůcek a samotný popis pokusu. U některých experimentů je dokonce přiloženo i video, ve kterém je názorně předveden celý pokus. Dle mého názoru je však velmi nevhodně zvolen dotyčný předvádějící pokusů, jelikož jeho unylý a nezajímavý projev od zhlédnutí videa odrazuje.

1.2.3 Sbíрка fyzikálních pokusů [5]

Tato elektronická sbírka je dílem Katedry didaktiky fyziky MFF UK. Na její tvorbě se podílejí jak učitelé, tak samotní studenti, kteří tvorbu pokusů mohou využít jako téma své bakalářské práce, jak jsme viděli v předchozí podkapitole. Cílem sbírky je především inspirovat učitele fyziky k provádění experimentů v jejich výuce a podrobnými návody, fotografiemi či videi je dovést k úspěšnému provedení těchto pokusů.

Momentálně (březen 2019) sbírka obsahuje pět okruhů fyziky, mezi nimiž samozřejmě nechybí ani optika. Ta se skládá z dalších šesti částí, ve kterých dohromady nalezneme 24 zajímavých pokusů, ať už z geometrické či vlnové optiky.

Přestože se na vytváření návodů podílejí různí lidé, je snaha o dodržování určité struktury jednotlivých experimentů. Ve většině případů se začíná zformulováním cíle pokusu, následuje stručná teorie, seznam pomůcek a samotný postup pokusu. Dále jsou tam připojeny metodické a technické poznámky pro úspěšné provedení experimentu. Některé pokusy jsou dokonce doplněny i videem či fotografiemi zachycujícími jejich průběh.

1.2.4 Webové stránky Matfyz.cz [6]

Návody k fyzikálním pokusům nalezneme i na webových stránkách MFF UK. Bohužel dané návody nejsou nikde přehledně uloženy, jsou pouze ve formě článků na zmíněné stránce, což značně ztěžuje jejich vyhledání a procházení. Doporučuji si do políčka pro hledání na stránkách matfyz.cz zadat slovní spojení „fyzikální pokus“.

Jednotlivé pokusy nejspíše nejsou prací jednoho autora, jelikož každý článek má jiné uspořádání a je jinak stylizovaný. Ve většině případů se jedná o krátké, jednoduché experimenty, k jejichž provedení využijeme minimum snadno dostupných pomůcek. Součástí článků často bývají i fotografie a videa.

Optice se věnují tyto experimenty: Miraskop, Skládání barev, Lom světla a Fata morgána.

1.2.5 Webové stránky Science center v ČR

Science centra jsou střediska, která se snaží o popularizaci vědy a techniky zejména formou experimentů, interaktivních her a aktivního zapojení návštěvníků. Právě proto jsou velmi dobrým zdrojem, kde načerpat inspiraci pro provádění experimentů.

V České republice nalezneme hned několik takových středisek rozmístěných téměř ve všech koutech ČR. Jedno z prvních takových center vzniklo v Liberci, kde jsou v současnosti dokonce dvě: iQPARK a iQLANDIA [7]. Na jejich stránkách nalezneme popsané jejich rozdělení a u každé části i informace pro učitele, jaké znalosti děti využijí. Bohužel jednotlivé expozice popsány nejsou.

Druhým centrem, na které jsem se v mém průzkumu zaměřila, je science centrum VIDA! v Brně [8]. To nabízí svým návštěvníkům 170 hravých stanovišť, kde se dozví něco o naší planetě, mikrosvětě i o sobě samých. Na rozdíl od předchozích science center v Liberci má na svých stránkách popis jednotlivých exponátů. Optiky se však týká pouze minimum z nich (jeden či dva), proto jako dobrý zdroj experimentů z optiky bych jejich stránky neoznačila.

Posledním centrem, které bych zmínila, je Techmania v Plzni [9]. To nabízí celkem 11 expozic, z nichž právě ta nejrozsáhlejší je zaměřená na fyziku. Nazývá se Edutorium a obsahuje 92 experimentů, které jsou pečlivě popsány a vysvětleny na samostatné webové stránce Eduportál [10], jenž Techmania provozuje. Experimenty jsou rozděleny do čtyř kategorií: veřejnost, 2. stupeň základní školy, střední škola a vysoká škola. Navíc u většiny experimentů je uvedeno, kterému bodu v Rámcovém vzdělávacím programu, neboli RVP, odpovídají. Expozice zahrnuje většinu odvětví fyziky, ale zasahuje i do dalších oborů, jako je např. matematika, biologie či architektura. Na optiku je zaměřeno 20 exponátů, v nichž se dozvíme např. něco o rozkladu světla, barvách, ohybu světla nebo západu Slunce.

1.3 Tištěné materiály v českém jazyce

1.3.1 Bláhová Věra, Volf Ivo – Domácí fyzikální pokusy [11]

Jedná se o tenkou sbírku s jednoduchými pokusy zahrnující učivo 7. ročníku základních škol a odpovídající třídě víceletých gymnázií. Aktivity jsou uzpůsobeny pro domácí experimentování žáků, jak můžeme vyčíst z názvu. To znamená, že se při jejich uskutečňování obejdeme bez složitých aparatur a těžko dostupných pomůcek.

Celá sbírka je psána formou pracovních listů pro žáky. Jako většině zdrojů s experimenty nechybí ani tomuto u každého pokusu seznam pomůcek a podrobný pracovní postup. Naopak se liší v tom, že na začátku je jednoduše zformulován úkol a pracovní list uzavírají otázky, na které by měl žák po provedení experimentu odpovědět.

1.3.2 Lorbeer George C., Nelson L. – Fyzikální pokusy pro děti [12]

Tato kniha je rozdělena do čtyř obsáhlých kapitol, kde optiku nalezneme hned ve druhé části s názvem Energie. V podkapitole Světlo a barva se nachází celkem 12 optických experimentů.

Osobně mi přijde, že je kniha pojata poněkud netradičněji, než je zvykem u podobných typů zdrojů. Kromě klasických částí jako jsou např. pomůcky či postup, totiž obsahuje i výsledky, zajímavé doplňující informace, otázky k zamyšlení či příbuzné náměty a činnosti. V poslední zmíněné části nám autoři radí, s čím můžeme danou aktivitu propojit, čím ji případně rozšířit nebo jak dále navázat ve výkladu. Pro zpestření je také ke každému pokusu přidána tzv. myšlenka na dnešní den, pod kterou se ukrývá nějaký citát týkající se zejména školního vyučování či výchovy dětí.

1.3.3 Pilát Vladimír – Pokusy z optiky [13]

V první části tohoto materiálu je uveden podrobný popis pomůcek, které se při pokusech v optice mohou hodit. Například se autor věnuje obecně různým zdrojům světla, optické lavici či Hartlově optickému kotouči.

V dalších částech již přicházejí na řadu jednotlivé experimenty, u kterých je vše velmi detailně popsáno. Nechybí samozřejmě seznam pomůcek, provedení pokusu a závěr, ve kterém autor upozorňuje na důležité vlastnosti pozorovaných jevů. Někdy jsou předchozí odstavce ještě doplněny technickými a metodickými poznámkami, aby případný experimentátor vše dovedl do vítězného konce.

1.3.4 Rakušan Zdeněk a kolektiv – Sborník pokusů a aktivit [14]

Tento sborník vznikl v rámci projektu Science Gate a je určený zejména pro výuku přírodovědných předmětů, tedy nejenom fyziky, ale své si najdou i učitelé biologie, chemie, či dokonce hudební výchovy.

Je rozdělen do osmi tematických okruhů: Věda v kuchyni, Člověk a jeho schopnosti, Energie, Vědecká hračka, Vidíme a pozorujeme, Vzduch, Voda, Slyšíme a posloucháme. Každému celku je přiřazena jedna barva, takže je sborník přehledný a velmi dobře se v něm orientuje. Navíc autoři u jednotlivých témat vždy uvádějí přehled učiva, kterého se pokusy budou týkat.

Ve sborníku najdeme přes 200 pokusů a aktivit vhodných především pro nižší ročníky víceletých gymnázií nebo pro druhý stupeň základních škol. Každý pokus je složen z následujících odstavců: pomůcky, příprava a provedení, vysvětlení, komentář, učivo, přičemž je doplněn ilustracemi či fotografiemi. Výhodou této knihy mohou být ikonky umístěné u aktivit, které informují čtenáře například o tom, kolik času bude na daný pokus potřebovat nebo pro jakou konkrétní třídu by se dal využít.

Optika je víceméně obsažena v celku Vidíme a pozorujeme, kde nalezneme celkem 32 experimentů od přímočarého šíření světla přes zobrazování čočkou až po stavbu a funkci lidského oka.

1.3.5 Svoboda Emanuel – Fyzika: pokusy s jednoduchými pomůckami [15]

Tato útlá knížечka obsahuje jednoduché experimenty z různých odvětví fyziky, přičemž optika je zde zastoupena 6 zajímavými pokusy. Jak už název napovídá, autor se snaží využívat snadno dostupné pomůcky, což žákům i učitelům umožňuje domácí experimentování. V každém pokusu je přehledně zapsán seznam pomůcek, stručně a výstižně přípravu a následné provedení samotné aktivity. K tomu je připojeno vysvětlení pozorovaných jevů a poznámky, které by nám měly pomoci k úspěšnému provedení experimentu. Pro lepší pochopení uspořádání jednotlivých pokusů je navíc často přiložen obrázek.

1.3.6 Svoboda Emanuel a kolektiv – Pokusy z fyziky na střední škole 4 [16]

Tato kniha je součástí série „Pokusy z fyziky na střední škole“ a tento závěrečný díl je věnován optice a fyzice mikrosvěta.

V první části publikace nalezneme experimenty z obou okruhů fyziky, které doplňují klasické učebnice fyziky pro gymnázia. Z optiky zde najdeme hned 75 pokusů, které jsou rozděleny do čtyř kapitol zahrnující učivo od šíření, lomu či odrazu světla až po vlnovou optiku. Co se týče struktury a formy jednotlivých experimentů, tak je velmi podobná ostatním publikacím stejného zaměření. Nechybí zde seznam pomůcek, který je následován návodem na přípravu a provedení pokusu. Součástí jsou často i obrázky či fotografie sestaveného pokusu a závěr, v němž se dočteme stručné vysvětlení pozorovaného jevu či stručné shrnutí výsledku. Některé pokusy jsou také doplněny nezbytnými metodickými či technickými poznámkami, aby se každému experiment podařil.

Ve druhé části se autoři věnují popisu a funkcím vybraných školních pomůcek a přístrojů, které jsou přehledně rozděleny do jednotlivých kapitol a seřazeny podle abecedy, aby se v textu čtenáři snadno orientovalo.

1.4 Tištěné materiály v anglickém jazyce

1.4.1 Robinson Paul – Laboratory Manual [17]

V této publikaci objevíme fyzikální experimenty zpracované formou pracovních listů, které rovnou můžeme použít ve výuce. Autor takovým způsobem vypracoval hned sedm různých odvětví fyziky, mezi nimiž samozřejmě optika nemůže chybět. Uvnitř nalezneme celkem 8 pracovních listů věnovaných optickým experimentům od sestavení dírkové komory, přes výrobu kaleidoskopu až po měření vlnové délky laserového paprsku.

Na začátku pracovního listu je vždy zadán úkol či cíl pokusu a seznam pomůcek, které jsou následované krátkou, ale jasnou diskuzí a podrobným krokovaným návodem k úspěšnému provedení pokusu. Na závěr nás čeká shrnutí, které je sestaveno z různých otázek, na které bychom všichni měli být schopni odpovědět po absolvování celého experimentu. Některé z pracovních listů jsou ještě doplněny částí s anglickým názvem „Going Further“, tedy v češtině „Kam dál?“, která může být formou dalších doplňujících otázek či rozšířením předchozího experimentu. Součástí knihy jsou názorné ilustrace a předpřipravené tabulky.

1.4.2 Sprott Julien C. – Physics Demonstrations [18]

Jak už název napovídá, tato publikace obsahuje celkem 85 demonstračních pokusů z fyziky. Jelikož se jedná právě o demonstrační pokusy, tak byly zvoleny takové experimenty, které by mohly zaujmout většinu lidí, dokonce i ty, kteří mají k fyzice odpor. Věřím, že s trochou snahy a kreativity by se některé však daly přetvořit tak, aby bylo žákům umožněno aktivní zapojení.

Optice se věnuje úplně poslední kapitola této poměrně obsáhlé knihy. Na úvod se dozvíme něco z historie tohoto populárního oboru fyziky, ale také budeme upozorněni na nebezpečí, které při experimentování v optice, kde často pracujeme s lasery, hrozí. Pak následuje celkem 13 pokusů, které se skládají z následujících částí: úvod, materiály, provedení pokusu, diskuze, rizika a zdroje. Celá kniha je navíc doplněna fotografiemi, na kterých sám autor dané pokusy předvádí.

2. Využití mobilních telefonů v optice

V dnešní době má už smart-phone, neboli „chytrý telefon“, téměř každý, ať je dítě na základní škole nebo dospělý člověk. Zejména žáci a studenti tráví na svých zařízeních stále více času a to i během vyučování, což učitelé nevidí rádi. Mobilní telefon však může být velmi užitečný i ve výuce a to nejenom jako zdroj informací. Pojďme si tedy v této kapitole ukázat jeho využití ve výuce optiky, na kterou se tato bakalářská práce zaměřuje.

V rámci této práce byly prozkoumány dva způsoby využití mobilních telefonů ve výuce optiky. Jedním z nich jsou dostupné mobilní aplikace, které se týkají optiky. Ve druhém případě se jedná o různé experimenty, jež se dají s pomocí mobilního telefonu realizovat.

2.1 Mobilní aplikace

Mobilních aplikací, které se nějakým způsobem týkají optiky, existuje celá řada. Já jsem jich osobně vyzkoušela sedm a všechny jsou popsány v následujících podkapitolách.

Předtím však ještě pár obecných poznámek. Průzkum probíhal tak, že se do vyhledávače Google Play [19], což je služba poskytující digitální obsah jako právě aplikace, ale i hudbu, knihy nebo filmy, pro zařízení s operačním systémem Android, zadala různá slovní spojení v angličtině související s optikou např. optics nebo optical illusion. Další aplikace byly vyhledány pomocí vyhledávače Google, do kterého bylo zadáno spojení: „mobilní aplikace využitelné v optice“. Většina objevených a prozkoumaných aplikací je v anglickém jazyce a všechny byly hledány pro systém Android, jelikož je tento operační systém mezi studenty mnohem rozšířenější než ostatní operační systémy.

2.1.1 Výukové aplikace

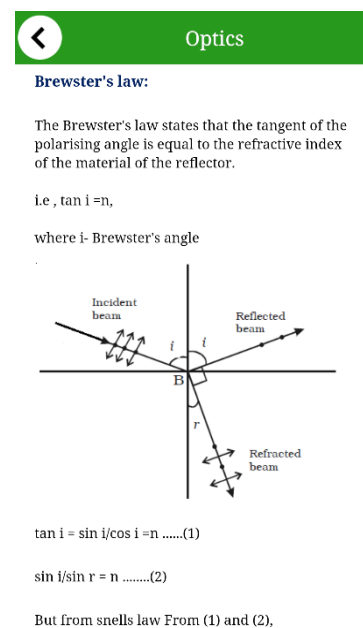
V první řadě můžeme narazit na výukové mobilní aplikace, které v podstatě mohou nahradit tištěné učebnice.

Do této kategorie můžeme zařadit aplikaci s názvem *Optics – Physics* [20]. Ta obsahuje sedm stručných a jasných kapitol psaných v angličtině. Dočteme se v ní informace o odrazu a lomu světla, čočkách, optických přístrojích, vlnové optice, difrakci a polarizaci. Všechny kapitoly jsou psané velmi přehledně a jsou doplněné o obrázky. Ukázka aplikace, konkrétně z kapitoly Polarizace, se nachází na obrázku č. 1 vpravo. Přímou z ukázky si však můžeme povšimnout, že v aplikaci nejsou správně napsány matematické vztahy, což bych označila za nevýhodu této aplikace.

Další aplikaci, již v této podkapitole uvedu, je trochu odlišná od té předchozí. Aplikace *Optics Questions* [21] totiž není výkladová, ale procvičovací. Nalezneme v ní různé otázky a úlohy, na kterých si můžeme procvičit různé partie optiky např. Snellův zákon, výpočet mezního úhlu nebo určování dioptrií čoček. Bohužel tuto aplikaci jsem osobně nemohla vyzkoušet, jelikož jsem ji na svém telefonu nemohla spustit. Z toho důvodu byl popis sepsán z informací uvedených na stránkách aplikace [21].

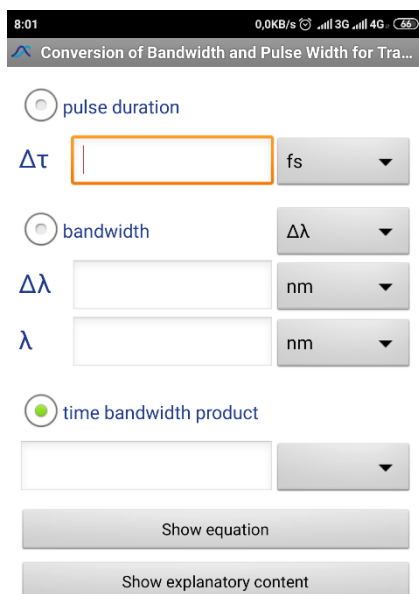
2.1.2 Optické kalkulačky

Aplikace *APE Optics Calculator* [22] pomáhá vypořádat se s různými výpočty v optice. Ze zadaných hodnot dopočítá např. vlnovou délku nebo energii. Navíc obsahuje i vzorce, podle



Obrázek 1 Ukázka z aplikace *Optics - Physics*

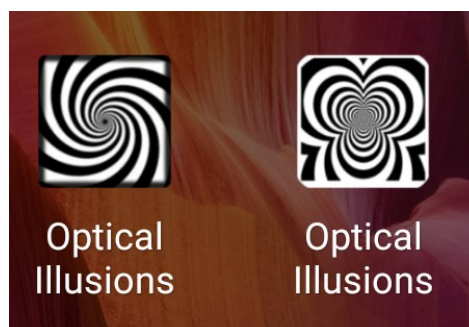
kterých získává výsledky. Dle mého názoru však tato aplikace ve středoškolské výuce využitelná není, spíše se hodí pro odborné fyziky zabývající se optikou, jelikož použité vzorce jsou často velmi složité. Na obrázku č. 2 níže se nachází ukázka z této aplikace.



Obrázek 2 Ukázka z aplikace APE Optics Calculator

2.1.3 Herní aplikace s optickými klamy

Další kategorií jsou optické klamy, které jsou mezi žáky velmi oblíbené. Prozkoumala jsem dvě aplikace, které optické klamy obsahují. Obě se však jmenují úplně stejně *Optical Illusions* a jelikož mají i velmi podobné ikony, je velmi těžké je nějak rozlišit. Jejich ikony se nachází na následujícím obrázku č. 3:



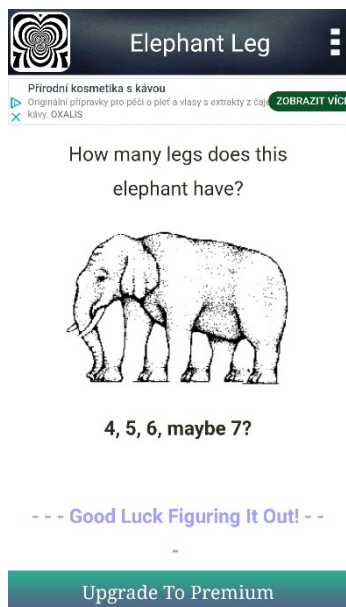
Obrázek 3 Ikony aplikací Optical Illusions

Aby se daly aplikace nějak rozlišit, dále se o nich bude hovořit jako o první aplikaci [23] a o druhé aplikaci. Názvy vznikly podle pořadí na předchozím obrázku č. 3.

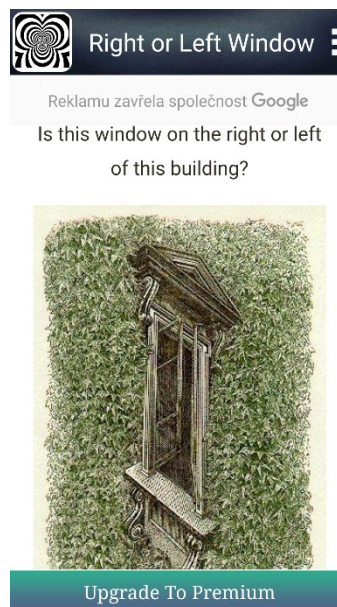
První aplikace je v češtině, přestože podle anglického názvu bychom mohli hádat jinak. Bohužel je ale patrné, že překlad byl tvořen automaticky, jelikož je často použit špatný pád nebo dokonce některá slovní spojení nedávají smysl. Když aplikaci spustíme, dostaneme na výběr ze dvou herních možností: Zbožné přání a Iluze hra. Hned z těchto dvou názvů, které dle mého mínění nedávají smysl, se dá usoudit, že aplikaci nepřekládal člověk. Část Zbožné přání obsahuje celkem šest pohyblivých iluzí, do jejichž středu se má člověk třicet sekund dívat. Po uplynutí dané doby se má podívat na nějaký blízký předmět, který by se měl zvětšovat. Po nainstalování aplikace je možné spustit pouze jednu iluzi, zbytek se musí odemknout za mince,

kteře se dají získat v druhé části hry. Ta spočívá v hraní hry, kde se k točícímu se kruhu musí přidávat další tak, aby se nedotýkaly těch předchozích. Dle mého názoru tato hra není příliš zábavná a celkově aplikaci nemohu hodnotit kladně. Navíc obsahuje časté reklamy ve formě videí, které jsou velmi otravné.

Druhá aplikace na rozdíl od té první obsahuje nepohyblivé obrázky optických klamů. Celkem v aplikaci najdeme 168 obrázků se zadáním v angličtině. Některé z optických klamů se nachází na přiložených obrázcích níže.



Obrázek 4 Optický klam 1 – slon



Obrázek 5 Optický klam 2 – okno

Přestože celkově hodnotím tuto aplikaci kladně, ráda bych zmínila pár negativ, která jsem objevila. U většiny optických klamů není uvedeno správné řešení a ani žádné vysvětlení principu optického klamu. Samozřejmě u některých optických klamů ani správné řešení neexistuje, ale u některých by se hodilo. Aplikace obsahuje reklamy, které naštěstí jsou pouze ve formě obrázků, takže nejsou tak otravné jako u předchozí aplikace. Poslední nevýhodu bych viděla v tom, že žádný obrázek nejde zvětšit ani přiblížit. Možná tyto nevýhody zmizí zakoupením prémiové verze, ale to bohužel nemám vyzkoušené.

2.1.4 Další aplikace

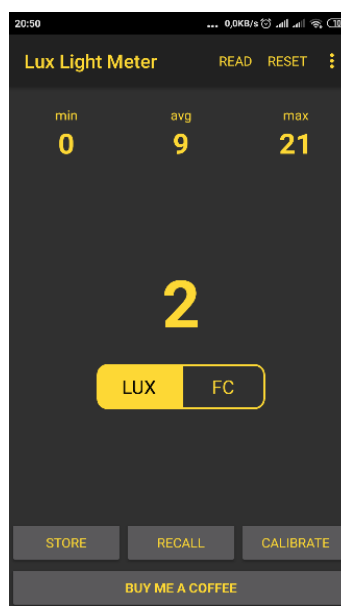
Další zajímavou aplikací související s optikou je česká aplikace s názvem *Vidiš dobře* [24], která umožňuje otestovat zrak. K testu je zapotřebí mobilní telefon s nainstalovanou aplikací, počítač s přístupem na internet, pravítko či platební karta ke kalibraci a přibližně dva metry prostoru před monitorem počítače. Jak samotný test probíhá? Nejprve je potřeba na internetu otevřít webovou stránku *Vidiš dobře* [25] a provést kalibraci monitoru přiložením pravítka či karty k vyobrazené ose. Dále se musí spárovat mobilní aplikace s počítačem tak, že fotoaparát mobilního telefonu nasnímá QR kód zobrazený na webové stránce. Spuštěním testu se na monitoru počítače začne objevovat různě natočené písmeno E, jehož správná podoba se musí zaznamenat na mobilním telefonu. Při každém dalším zobrazení se písmeno zmenší. Pro každé oko se písmeno zobrazí celkem desetkrát. Poté se na monitoru počítače zobrazí vyhodnocení testu, kde uvidíme, jakou úroveň velikosti znaku jsme určili správně a jakou špatně. Na stránce autoři zmiňují, že se objeví i slovní zhodnocení našeho vidění, ale ať jsem hledala, jak jsem hledala, žádný slovní komentář ohledně mého výsledku testu jsem nenašla.

Poslední aplikace, kterou v rámci této kapitoly zmíním, je *Lux Light Meter* [26]. Pomocí této aplikace totiž můžeme měřit intenzitu světla. Na rozdíl od předchozí aplikace zde opět narazíme na angličtinu. Na obrázku č. 7 se můžeme podívat, jak samotná aplikace vypadá.

Mobilních aplikací měřících intenzitu světla existuje opravdu mnoho, proto bych ráda ještě uvedla internetovou stránku jedné společnosti s osvětlením s názvem Top osvětlení, kde se nachází porovnání sedmi takových aplikací s profesionálním měřicím přístrojem zvaným luxmetr. Z jejich měření vyšlo, že všechny aplikace dosahují velkých odchylek, a tudíž je nedoporučují ani pro orientační měření. Více se dočteme zde [27]. Různí uživatelé hodnotí však posledně zmíněnou aplikaci velmi dobře a z jejich komentářů se dozvíme, že pro domácí používání, kdy je např. potřeba ověřit správné osvětlení pracovního stolu či najít nejlépe osvětlené místo v pokoji pro umístění akvária, zcela postačuje.



Obrázek 6 Úvodní stránka aplikace Vidiš dobře



Obrázek 7 Ukázka z aplikace Lux Light Meter

2.2 Experimenty

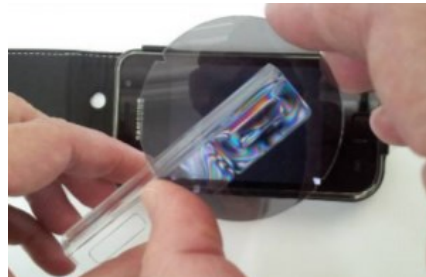
Jako první způsob, jak využít chytrý telefon v optických experimentech, se nabízí jeho použití jako zdroj světla. Většina chytrých telefonů totiž obsahuje svítivé diody, které primárně slouží pro fotografování, ale mohou sloužit i jako trvalejší zdroj osvětlení. Zapnutí tohoto světla by mělo jít ovládat přímo v nastavení telefonu. Pokud ne, existuje mnoho aplikací, které to dokáží např. FlashLight Pocket nebo Svítilna (zdarma a bez reklam).

Některé mobilní telefony vyzařují lineárně polarizované světlo (některé vyzařují také kruhově polarizované světlo), čehož se dá využít pro ukázání fotoelasticity průhledných materiálů při mechanickém zatěžování. Pokud budeme mechanicky zatěžovat plastový objekt (např. pravítko), zároveň jím necháme procházet polarizované světlo, objeví se v místě napětí barevné obrazce, tzv. fotoelastický jev. Kromě polarizovaného světla z mobilního telefonu budeme ještě potřebovat polarizační filtr či polarizační brýle, abychom obrazce viděli, což dokazují následující dva obrázky č. 8 a 9¹:

¹ Oba obrázky byly převzaty z [28]: PONS, Amparo a kol. Learning Optics using a smart-phone. *Education and Training in Optics and Photonics* [online]. 2013 [cit. 2019-07-01]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/263820916_Learning_Optics_using_a_smart-phone

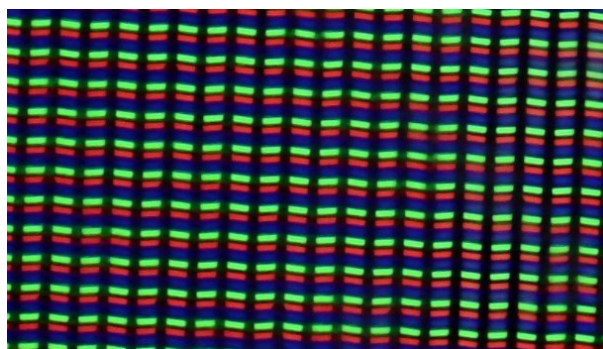


Obrázek 9 Žádný barevný obrazec bez použití polarizačního filtru nevidíme



Obrázek 8 Až s polarizačním filtrem se obrazec objeví

Displej chytrého telefonu se dá využít i jiným způsobem. Skládá se totiž z pixelů, jak se můžeme přesvědčit z obrázku č. 10, který byl pořízen USB mikroskopem.



Obrázek 10 Displej mobilního telefonu pod mikroskopem

Každý pixel se dále skládá ze tří subpixelů různých barev: červené, zelené a modré. Výsledná barva pixelu vznikne složením těchto tří barev o různých intenzitách, což znamená, že se dá pomocí mobilního telefonu a USB mikroskopu ukázat, jak funguje aditivní skládání barev (viz pokus 2 v pracovním listu Skládání barev, který se nachází v přílohách této práce).

Nezbytnou součástí chytrých telefonů je také fotoaparát, na který samozřejmě nesmíme zapomenout, jelikož se dá v optických experimentech dobře využít. Na internetu, zejména na různých asijských e-shopech, se dá sehnat mnoho zajímavých součástek rozšiřující funkce fotoaparátu např. makro čočka (viz obrázek č. 11²). Pro více informací doporučuji článek Radima Kusáka Od jednoduchých pokusů po moderní technologie [29].



Obrázek 11 Makro čočka

Zřejmě existují i další využití chytrých telefonů v optických experimentech, stejně jako další mobilní aplikace, nějak se týkající optiky. Vzhledem k tomu, že toto téma není to hlavní a vzhledem k rozsahu hlavní části práce, nebylo možné, věnovat těmto záležitostem tolik prostoru a pozornosti, jakou by si určitě zasloužily.

² Obrázek převzat z [29]: KUSÁK, Radim. Od jednoduchých pokusů po moderní technologie. *Sborník příspěvků z mezinárodní konference Veletrh nápadů učitelů fyziky 22* [online]. 2017, str. 201-203 [cit. 2019-06-27].

Dostupné z: http://www.vnufof.cz/prispevky/2017/Kusak_VNUF22_2017.pdf

3. Pracovní listy k vytipovaným aktivitám

Na základě průzkumu tištěných i internetových zdrojů, který je popsán v 1. kapitole, bylo vybráno následujících šest témat: přímočaré šíření světla, zobrazení rovinným zrcadlem, barvy předmětů, lom světla, rozptyl světla a skládání barev, jež byly dále vypracovány formou pracovních listů. Jak z názvu samotné bakalářské práce vyplývá, předpokládá se, že žáci budou pracovat ve skupině.

Jednotlivé pracovní listy se skládají z několika částí: teoretického úvodu, jednoho či více pokusů, úloh a závěru. Teoretický úvod je ve většině případů umístěn na začátek pracovního listu, v některých případech však následuje až po nějaké úloze či pokusu, které slouží jako motivace či ověření, co o daném tématu zatím žáci vědí. Samotné tělo pracovního listu je tvořeno pokusy a úlohami. Pokusy byly vybírány tak, aby při jejich realizaci byly používány snadno dostupné pomůcky např. čtvrtky, špejle, gelové kuličky atd. a nebyly tak přehnaně náročné na přípravu. Úlohy navazují na experimenty nebo se týkají daného tématu. Na konci pracovního listu se nachází závěr. Ten je napsán ve větách, kde jsou vynechána určitá slova, která mají žáci doplnit.

Ke každé aktivitě byly vytvořeny rovnou dva pracovní listy, jednak pracovní list pro žáky, popsán výše, jednak pracovní list pro učitele. V tom se navíc oproti listu pro žáky nachází správné řešení úloh a otázek, potřebné pomůcky k jednotlivým experimentům a různé poznámky (metodického i technického rázu). Na začátku je také uvedena odhadovaná časová náročnost pracovního listu a různé další pomůcky, které by se žáků mohli hodit při vypracovávání jako je např. kalkulačka či rýsovací potřeby a které by nejen na hodiny fyziky měli běžně nosit. Na konci některých listů pro učitele (např. u *Skládání barev*) se ještě nachází mnou vytvořené šablony, jež se mohou využít k experimentům a usnadní tak vyučujícím přípravu.

Teoretické úvody byly napsány s pomocí středoškolské učebnice optiky vydané nakladatelstvím Prometheus v sérii Fyzika pro gymnázia [30]. Inspirace ohledně pokusů pochází z materiálů zmíněných v 1. kapitole, zejména z bakalářské práce Experimenty z optiky pro střední školy [2] Jany Machalické, ze souboru populárně naučných videí Badatelna [3] a z knihy Sborník pokusů a aktivit [13] od Zdeňka Rakušana a kolektivu. Použité úlohy jsou většinou čerpány ze Sbírkky řešených úloh [31] a z cyklu Tematické prověrky z učiva fyziky ZŠ od autorů Jiřího Bohuňka a Evy Hejnové, konkrétně se jedná o 2. díl věnovaný 7. ročníku základních škol [32], ve kterém se objevuje optika. Co se týče formátu označení jednotlivých částí pracovních listů a formy závěrů, tak ty jsou inspirovány z pracovních listů vytvářených pro Interaktivní fyzikální laboratoř, ve zkratce IFL, kterou spravuje Katedra didaktiky fyziky MFF UK (více informací viz [33]).

Všechny pracovní listy jsou umístěny v přílohách této bakalářské práce. V jednotlivých podkapitolách níže nalezneme stručnou charakterizaci každého z nich, jenž obsahuje úvodní informace (čas vypracování, pro koho je určen a co by měli mít žáci u sebe), odkud byla převzata inspirace, obsah pracovního listu, potřebné pomůcky s poznámkami a na konec metodické poznámky. Všechny převzaté obrázky, které se v pracovních listech využily, jsou citovány v poznámkách pod čarou přímo v daných pracovních listech.

3.1 Přímočaré šíření světla

Jak už samotný název napovídá, tento pracovní list se týká toho, jakým způsobem se šíří světlo. Přibližně by žáci měli strávit jeho vyplňováním 30 minut, tedy zbylých 15 minut z vyučovací hodiny se dá využít pro výklad. Tento pracovní list je tedy vhodný hned pro první hodiny optiky, kdy toho z ní žáci ještě moc nevědí. Spíše je určený pro druhý stupeň základní

školy či nižší stupeň gymnázií, ale jak mám odzkoušeno (viz 4. kapitola: Testování pracovních listů), poslouží i pro starší žáky gymnázií.

3.1.1 Inspirace

První úloha se stínem včetně obrázku byla převzata z díla Tematické prověrky z učiva fyziky pro 7. ročník základních škol [32].

3.1.2 Obsah

Obsahuje krátký a stručný teoretický úvod, dvě úlohy, jeden experiment a závěr. V první úloze žáci určí, jaký stín vrhá chlapec na cestu a jak se bude jeho stín měnit, když se bude od světla vzdalovat. V následném pokusu si z kelímku od jogurtu a průsvitného papíru vyrobí primitivní dírkovou komoru, pomocí níž dokáží, že se světlo šíří opravdu přímočaře. V druhé úloze spočítají hodnotu světelného roku v kilometrech a dobu, za kterou světlo ze Slunce dorazí na povrch Země. V krátkém závěru pak na konci zhodnotí výsledek experimentu.

3.1.3 Pomůcky

K pokusu budou potřeba následující pomůcky: kelímek od jogurtu, špendlík/jehla/hrot kružítka, průsvitný papír, gumičky, svíčka a zápalky. Kelímek od jogurtu je dobré předem vybarvit černou barvou, protože nějaký čas trvá, než barva zaschne. Já jsem použila dvě vrstvy černé akrylové barvy a na obrázku č. 12 vpravo je vidět výsledek.



Obrázek 12 Kelímek od jogurtu nabarven dvěma vrstvami černé barvy

3.2 Zobrazení rovinným zrcadlem

V tomto pracovním listu žáci důkladně prozkoumají, jaký obraz vzniká v rovinném zrcadle. Časová náročnost závisí na zvolené variantě. Tak, jak je samotný pracovní list vytvořený, se dá zvládnout v rámci jedné vyučovací hodiny, pokud žáci budou pracovat na obou experimentech zároveň (u prvního pokusu se využívá krabicové zrcadlo, které stejně najednou může používat pouze jeden člověk ze skupiny). K vypracování se žákům budou hodit rýsovací potřeby a nůžky.

Žáci by měli dopředu určitě znát zákon odrazu, popřípadě již i být seznámeni se zobrazováním v rovinném zrcadle (potom se dá pracovní list pojmout jako opakovací). O tom se však mohou informovat v teoretickém úvodu, takže to není nezbytně nutné. Opět je tento pracovní list sestaven zejména pro druhý stupeň základních škol a odpovídající ročníky víceletých gymnázií, ale stejně jako předchozí aktivitu i tuto jsem úspěšně ozkoušela na vyšším stupni gymnázia.

3.2.1 Inspirace

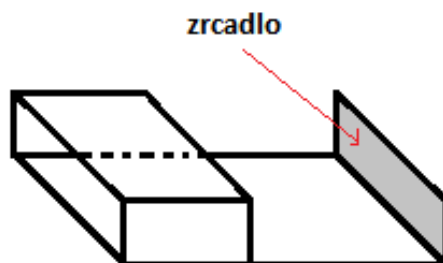
Druhá úloha o dětech u přívěsu včetně obrázku byla opět převzata s díla Tematické prověrky z učiva fyziky pro 7. ročník základních škol [32] Jiřího Bohuňka a Evy Hejnové. Výroba a využití krabicového zrcadla byly inspirovány z článku Věry Bdinkové na stránkách fyzikahrou.cz [33]. V úloze s princeznou a zrcadlem jsem se inspirovala v příkladu Správná velikost zrcadla ve Sbírce řešených úloh [31].

3.2.2 Obsah

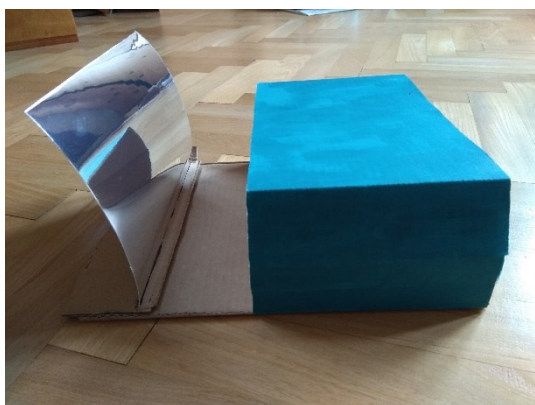
Pracovní list obsahuje teoretický úvod, dva pokusy, celkem čtyři různě obtížné úlohy a samozřejmě závěr. První úloha je klasické sestrojení obrazu písmene S v rovinném zrcadle, přičemž dále mají žáci uvést co nejvíce vlastností sestrojeného obrazu. Následuje druhá úloha, kde se opět objevuje rovinné zrcadlo, ale tentokrát je úloha zadána jinak, a přestože se zde zobrazuje pouze bod, je pro žáky obtížnější. V prvním experimentu žáci využijí tzv. krabicové zrcadlo, ve kterém se budou podepisovat a soutěžit se spolužáky, kdo nejlépe tužkou projede závodní dráhu. Dále se zamyslí, proč vozy záchranné služby mají vpředu nápis AMBULANCE převráceně. V rámci druhého experimentu si vyrobí periskop a prozkoumají jeho vlastnosti. A v poslední úloze poradí princezně, jak veliké zrcadlo si má nechat vyrobít na stěnu, aby se v něm viděla celá.

3.2.3 Pomůcky

V obou experimentech se využijí tyto pomůcky: krabicové zrcadlo, papíry s předkreslenou závodní dráhou, papíry velikosti A5, krátké tužky, čtvrtky, lepidlo, nůžky, zrcadlová folie. Krabicové zrcadlo je třeba vyrobít předem z kartonové krabice a zrcadlové folie. Schéma se nachází na obrázku č. 13. Mnou vytvořené krabicové zrcadlo se nachází na obrázcích č. 14 a 15.



Obrázek 13 Schéma krabicového zrcadla



Obrázek 14 Mnou vyrobené krabicové zrcadlo (pohled 1)



Obrázek 15 Mnou vyrobené krabicové zrcadlo (pohled 2)

Pro napsání jména se dá využít druhá strana papíru s předkreslenou závodní dráhou, tudíž papíry o velikosti A5 pak nejsou potřeba. Ke snadnějšímu psaní v krabicovém zrcadle je dobré použít krátké tužky, které se seženou v prodejnách nábytku např. IKEA nebo SCONTO. Mnou nakreslená závodní dráha se nachází na konci pracovního listu pro učitele. Při výrobě periskopu byla zrcadlová folie předem nastříhána na požadované obdélníky, aby žáci zrcadlovou folií zbytečně neplýtvali. Pro vystřihování otvorů pro zrcátka je výhodné mít při ruce nůžičky na nehty.

3.2.4 Metodické poznámky

V této podkapitole se budeme věnovat metodickým poznámkám. První úlohu, ve které se sestrojuje obraz písmene S, může vyučující různě obměňovat, existuje totiž mnoho variant. Pokud chce složitější úkol, jednak může zrcadlo natočit tak, aby s podložkou svíralo jiný úhel než 90° , jednak může místo písmene S použít nějaký obrázek, čímž žákům určitě prodlouží rýsování. Pokud naopak chce úkol zjednodušit, dá se písmeno S nahradit jiným písmenem, které se skládá pouze z rovných čar, a tudíž se lépe kreslí např. F, E nebo T. Stejně tak i výroba periskopu může probíhat v různých časově náročných variantách. V pracovním listu je popsána zrovna ta nejnáročnější, kdy žáci dostanou pouze prázdnou čtvrtku. Na tu si musí vše sami narýsovat a následně periskop sestavit. V jiném případě mohou žáci dostat již předpřipravenou šablonu periskopu. Tedy v této variantě nemusí nic rýsovat, jen periskop sestavit a vložit zrcátka. Pokud chce vyučující ušetřit ještě více času, je možné dát žákům do rukou již vyrobený periskop. Tím pádem nic nerýsují ani nesestavují, pouze zkoumají vlastnosti přístroje. Poslední metodická poznámka se týká třetí úlohy, kde princezna potřebuje správné zrcadlo. Tato úloha je rozhodně pro žáky nejobtížnější ze všech předchozích, tudíž je dobré mít předem rozmyšlené nějaké nápovědy a indície, které by je navedly ke správnému řešení. Já jsem si je připravila následovně:

1. Nakreslit si obrázek, ve kterém se využije vlastností obrazu princezny v rovinném zrcadle. Součástí obrázku by měly být dva paprsky jdoucí od bot a od koruny, které se odrazí do očí princezny. Využít zákon odrazu.
2. Vyjádřit si jednotlivé vzdálenosti, když si nějakým způsobem označíme výšku princezny i s korunou a vzdálenost očí od vršku korunky. Přitom opět využít zákon odrazu.
3. Vyjádřit velikost zrcadla označenou písmenem x .
4. Nutnou vzdálenost princezny od zrcadla určit z vyjádřeného vztahu pro velikost zrcadla.

3.3 Barvy předmětů kolem nás

V rámci tohoto pracovního listu by měli žáci pochopit, čím jsou dány barvy předmětů kolem nás a proč vidíme např. trávu zelenou. Pro vypracování žáci nepotřebují žádné speciální vědomosti, jelikož pracovní list se dá zvládnout, aniž by o barvách něco dopředu věděli. Potřebné informace se dozví v teoretickém úvodu. Stejně jako oba předchozí pracovní listy je i tento spíše zaměřen pro druhý stupeň základních škol a pro nižší stupeň gymnázií. Časová náročnost byla odhadnuta na 30 – 35 minut a zde se opravdu jedná pouze o odhad, jelikož tento pracovní list nebyl v rámci výuky otestován (viz 4. kapitola Testování pracovních listů ve výuce). K vyplnění se žákům budou hodit barevné pastelky nebo fixy (zejména červená a zelená barva) a nůžky.

3.3.1 Inspirace

První úloha byla opět převzata ze známého díla Tematické prověrky z učiva fyziky pro 7. ročník základních škol [32] Jiřího Bohuňka a Evy Hejnové, které jsou zmiňovány již poněkoličké. Inspirace na tematické pokusy se našla v knize Sborník pokusů a aktivit [13] od Zdeňka Rakušana a kolektivu. Všechny převzaté obrázky jsou citovány přímo v pracovním listu v poznámkách pod čarou.

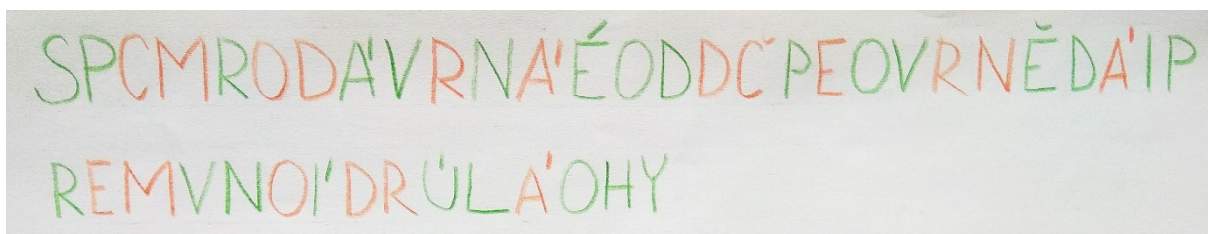
3.3.2 Obsah

Obsahem pracovního listu pro žáky je stručný teoretický úvod, jedna úloha, dva pokusy a závěr. V první úloze se žáci vypraví s Martinem na diskotéku a budou rozmýšlet nad tím, proč

má Martinovo oblečení v denním světle danou barvu a jak se barvy oblečení změní, když na něj posvítí modré světlo. Dále si vytvoří několikery brýle s různobarevnými skličky, se kterými pak prozkoumají dvoubarevný nápis a vyluští zašifrovaný vzkaz. A v posledním pokusu přijdou na kloub prostorovým obrázkům.

3.3.3 Pomůcky

V obou zmíněných experimentech se využijí následující pomůcky: čtvrtka, lepidlo, šablona brýlí, zelená a červená průhledná folie, barevné pastelky/fixy, papír, nůžky, anaglyfy (třírozměrné obrázky). Při snaze o zrealizování experimentů jsem narazila na problém, kdy jsem nikde nemohla sehnat vyhovující barevné průhledné folie. Červená folie jde nahradit červeným obalem do desek na dokumenty, který se sežene v téměř každém papírnictví. Bohužel stejný zelený obal již pro účely pokusu nevyhovuje. Vzhledem k problému při shánění potřebných folií se brýle s různobarevnými skličky (tzv. 3D brýle) dají zakoupit. Pokud však seženeme vyhovující barevné folie, je před použitím tohoto pracovního listu potřeba předem vyrobit šablonu brýlí a dvoubarevné zašifrované nápisy. Já jsem vytvořila dva a jsou k nahlédnutí na následujících obrázcích č. 16 a 17:



Obrázek 16 První zašifrovaný nápis



Obrázek 17 Druhý zašifrovaný nápis

Ke druhému pokusu je také zapotřebí si připravit třírozměrné obrázky neboli anaglyfy. Existují v mnoha barevných kombinacích např. zelená – červená, azurová – červená, proto je pak nutné při pozorování dávat pozor na to, jaké brýle používáme. Mnou vybrané anaglyfy se nachází na konci pracovního listu pro učitele (umístěn v přílohách).

3.3.4 Metodické poznámky

K tomuto pracovnímu listu bylo vytvořeno celkem šest metodických poznámek:

- 1) Teoretický úvod je záměrně umístěn až za první úlohou, aby se ověřilo, co žáci o daném tématu dosud vědí, přičemž pokud budou tápat, mohou využít informace uvedené právě v teoretickém úvodu.
- 2) Jak už bylo zmíněno v předchozím odstavci, v rámci tvorby pracovního listu vznikly mnou vytvořené dva zašifrované vzkazy, které se nachází v obrázcích č. 5 a 6 výše. Do první věty byly zašifrovány správné odpovědi částí c), d) a e) předchozí úlohy. V druhém nápisu je zase zakódována otázka: Jakou barvu písma vidíte?, na kterou by měli žáci odpovědět.

- 3) Další poznámka se bude týkat pozorování vytvořenými brýlemi, jenž se nemusí dávat přímo k očím.
- 4) V 7. kroku prvního pokusu mají žáci na nápisy svítit červeným a zeleným světlem. Tento úkol je tam z toho důvodu, aby si žáci uvědomili, že oba způsoby (svícení barevným světlem či pozorování přes barevný filtr) dávají stejné výsledky a propojili si tak provedený experiment s předchozí úlohou se světlem.
- 5) Poslední poznámka k prvnímu pokusu: vlastní zašifrovaný vzkaz může vytvořit každý žák ve skupině a poté si je vzájemně povyměňovat, nebo vytvořit společně jeden ve skupině a vyměnit si jej s jinou skupinou.
- 6) Ve druhém pokusu je potřeba připravit si nějaké anaglyfy, což již bylo zmíněno v odstavci o pomůckách, které je možné žákům ukázat mnoha způsoby. Zaprvé: vytisknout je a žákům předložit v papírové podobě. Pokud však dáváme přednost elektronické verzi, jsou tu ještě další dvě možnosti. Zadruhé: dané obrázky vložit do prezentace a zatřetí: vytvořit z obrázků video.

3.4 Skládání barev

Jak už název napovídá, v tomto pracovním listu se žáci opět setkají s barvami, ale tentokrát je budou skládat a také objeví a podrobně se seznámí s využitím tohoto jevu v praxi. K vypracování dle mého názoru opět nepotřebují žádné speciální vědomosti, vše by měli objevit pomocí samotného listu. Samozřejmě znalost principu aditivního skládání barev a RGB modelu je výhodou, ale opět jsou oba pojmy v listu vysvětleny. Tento pracovní list je spíše určen starším studentům, tedy vyššímu stupni gymnázií. Čas vypracování závisí na zvolené variantě prvního experimentu, ale pokud se postupuje přesně podle uvedeného pracovního listu, rozhodně práce na něm potrvá minimálně 90 minut. Při plnění jednotlivých úkolů žáci využijí pastelky či fixy, rýsovací potřeby a kalkulačku (jelikož budou mít k dispozici počítač, je možné využít kalkulačku v něm).

3.4.1 Inspirace

První experiment s barevnými kotoučky, na nichž se ukazuje skládání barev, obsahuje mnoho zdrojů týkající se pokusů z optiky. Já konkrétně čerpala z bakalářské práce Experimenty z optiky pro střední školu [2] Jany Machalické. Návrhy na zbylé experimenty vzešly od vedoucího mé bakalářské práce.

3.4.2 Obsah

Pracovní list o skládání barev obsahuje teoretický úvod, celkem tři experimenty, jednu úlohu a jako vždy závěr. V prvním pokusu žáky čeká kreslení barevných kotoučků, jejichž točením zjistí, jaké barvy vzniknou složením tří základních barev: červené, zelené a modré. V navazujícím experimentu se setkají s USB mikroskopem a důkladně prozkoumají, jak funguje obrazovka počítače nebo jejich telefonu. V jediné úloze v tomto pracovním listu si ověří, zda správně pochopili skládání barev v LCD obrazovkách a v závěrečném experimentu na základě měření velikosti pixelu spočítají rozměry obrazovky počítače. Závěr je tentokrát koncipován trochu jinak, jelikož první experiment žáci shrnou pomocí domalování RGB modelu.

3.4.3 Pomůcky

Ve všech třech pokusech se využijí tyto pomůcky: čtvrtka, lepicí páska, pastelky/fixy, špejle, nůžky, rýsovací potřeby včetně kružítka a úhloměru, USB mikroskop, počítač s nainstalovaným programem k USB mikroskopu. Pro dobré točení kruhů a lepší pozorování

výsledné barvy jsou vhodné špejle zakončené hrotem. K vybarvení kruhů se může použít ledacos – pastelky, fixy, temperové barvy, atd. – pokus však dobře funguje i s obyčejnými pastelkami, jejichž použití je dle mého mínění nejjednodušší. Testovaní žáci používali mikroskopy Levenhuk DTX 30 a Levenhuk DTX 50, ke kterým je stejný program s názvem MicroCapture Plus.

3.4.4 Metodické poznámky

U prvního experimentu s barevnými kotoučky si můžeme zvolit z několika různě časově náročných variant. V pracovním listu je popsána ta nejnáročnější, kdy si žáci používané kruhy musí sami narýsovat i vybarvit. V druhé variantě dostanou do rukou šablonu s narýsovanými kruhy, které musí pouze vybarvit, tudíž se ušetří čas pracným rýsováním. Poslední navrhovaná varianta je nejjednodušší a tedy časově nejméně náročná, jelikož žáci dostanou šablonu s narýsovanými i vybarvenými kruhy. Jejich práce spočívá pouze ve vystřížení všech kruhů a jejich připevnění na špejle. Obě zmíněné šablony jsou umístěné na konci pracovního listu pro učitele v části Přílohy. U pokusů s mikroskopy se snadno může stát, že žáci místo zadaných úkolů budou mikroskopem zkoumat něco úplně jiného, zejména v případě, že se s USB mikroskopem ještě nesetkali. Je dobré na tuto situaci brát ohled a počítat s drobným zdržením. V závěrečném pokusu, kdy mají žáci za úkol změřit velikost pixelu obrazovky počítače a následně vypočítat rozměry obrazovky, mohou obrazovku počítače nahradit displejem svého mobilního telefonu. Jednotlivé výsledky různých přístrojů si pak mohou ve skupině porovnávat. Poslední poznámka se bude týkat samotného měření velikosti pixelu. Je totiž přesnější pokud se změří najednou několik pixelů a naměřená hodnota se pak vydělí počtem změřených pixelů.

3.5 Lom světla

V pracovním listu s názvem *Lom světla* se žáci budou zabývat lomem paprsků světla na rozhraní dvou prostředí, zejména vody a vzduchu. Pro vypracování by již měli mít základní povědomí o světle a o jeho šíření různými prostředími. Dle mého názoru by bylo lepší, aby již žáci měli za sebou nějaký výklad o lomu světla, ale všechny důležité informace o lomu světla, které budou k vyplnění potřebovat, se nachází v teoretickém úvodu. Spíše je koncipován pro žáky vyššího stupně gymnázií. Čas vypracování byl stanoven na jednu vyučovací hodinu, tedy 45 minut a žáci by měli mít při ruce pravítko s ryskou a kalkulačku.

3.5.1 Inspirace

Inspirace byla čerpána z populárně naučných videí s názvem Badatelna [3] a z knihy Sborník pokusů a aktivit [13] od Zdeňka Rakušana a kolektivu. Podobná úloha se nachází ve Sbírce řešených úloh [31].

3.5.2 Obsah

Obsahem tohoto pracovního listu je teoretický úvod, dva experimenty, jedna úloha navazující na jeden z experimentů a trochu netradiční závěr. První experiment je motivační, tedy byl umístěn před teoretický úvod, a žáci v něm objeví zajímavou vlastnost gelových kuliček, když se ponoří do vody. V druhém pokusu na ně čeká mince v hrníčku, jenž se zdánlivě posune, když do něj nalijeme vodu. S mincí v hrníčku se ještě setkají v jediné úloze tohoto pracovního listu, kdy budou počítat zdánlivou hloubku mince. První část závěru je vytvořena klasicky na doplňování slov ve větách, ale v druhé části je ponecháno žákům trochu prostoru v tom, že mají uvést příklady situací, ve kterých nás mohou klamat naše smysly v důsledku lomu světla.

3.5.3 Pomůcky

Pro hladký průběh obou experimentů potřebujeme následující pomůcky: kádinka, voda, průhledné gelové kuličky, hrníček s neprůhlednými stěnami, mince, Matematické, fyzikální a chemické tabulky (popřípadě přístup na internet). Gelové kuličky je třeba den před využitím nechat ve vodě dostatečně dlouho nabobtnat, například alespoň 8 hodin.

3.5.4 Metodické poznámky

Před samotnou vyučovací hodinou, kde se bude pracovní list využívat, se musí připravit kádinka s vodou, do které se umístí libovolné množství gelových kuliček. V odpovědích na třetí úkol: „Pokuste se vysvětlit, proč vylovené předměty nejsou v kapalině vidět.“ se může objevit argument pouze týkající se průhledné barvy kuliček. Pro takové případy je dobré mít připravené skleněné kuličky a pomocí nich žákům ukázat, že jenom barvou to není, a nasměrovat je tak k lomu světla. Ještě drobná poznámka ke gelovým kuličkám. Pokud se s nimi žáci dosud nesešli, je možné, že si s nimi budou hrát místo, aby se soustředili na další úkoly v pracovním listu. Proto je potřeba brát na to ohled. U druhého pokusu s hrníčkem a mincí je důležité žáky na začátku trochu nasměrovat. Mince se ke dnu hrníčku nemusí nijak připevňovat, když se do něj voda nalévá pomalu a mimo položenou minci. Navíc pro správný výsledek experimentu je třeba si nejprve hrneček a svou hlavu dobře nastavit. Nejdříve si hrneček postavit tak, aby mince byla dobře viditelná. Poté jen posunovat hlavu dozadu, až z mince nic neuvidí, a při nalévání vody dbát na to, aby se hlava nepohnula.

3.6 Rozptyl světla

V posledním mnou vytvořeném pracovním listu žáci narazí na rozptyl světla a snad po jeho vypracování již budou umět správně odpovědět na otázku: Proč je nebe modré?, na kterou se ptají již malé děti. Předpokládané znalosti, které by žáci před vyplňováním měli mít, jsou: vlnová délka, jak vypadá spektrum viditelného světla a jaké vlnové délce odpovídají jednotlivé barvy spektra. Tento pracovní list je určen pro starší žáky na vyšším stupni gymnázií. Čas vypracování byl odhadnut na 45 minut. Stejně jako u pracovního listu *Barvy předmětů kolem nás* se jedná pouze o neověřený odhad, jelikož tento pracovní list nebyl ve výuce otestován. K vypracování žáci nebudou potřebovat žádné speciální pomůcky.

3.6.1 Inspirace

První pokus byl převzat z jednoho videa z cyklu *Badatelna* [3], kdežto druhý experiment byl inspirován již několikrát zmiňovanou knihou *Sborník pokusů a aktivit* [13] od Zdeňka Rakušana a kolektivu.

3.6.2 Obsah

Pracovní list obsahuje teoretický úvod, jednu úlohu, dva experimenty a závěr. Začíná se úlohou, která obsahuje pouze otázku: „Proč je nebe modré?“. Je umístěna před teoretický úvod, aby se ověřilo, jaké teorie žáci o barvě oblohy mají. První experiment je pojat netradičně, jelikož je demonstrační. Kvůli bezpečnosti ho musí provést vyučující. Žáci v něm budou rozhodovat, která barva laseru se rozptyluje nejvíce a seznámí se se vzorcem pro intenzitu rozptýleného světla, který odvodil lord Rayleigh. V druhém experimentu již sami ověří, že se běžné světlo při průchodu prostředím s malými částicemi zbarví domodra. Závěr je vytvořen jako obvykle ve větách s vynechanými slovy.

3.6.3 Pomůcky

K pokusům se využijí následující pomůcky: velké skleněné akvárium, barevné lasery (červený, zelený, modrý), smetana nebo mléko, voda, sklenice, baterka/lampička s obyčejnou žárovkou.

3.6.4 Metodické poznámky

Jak už bylo řečeno, první experiment s lasery musí být demonstrační, jelikož silné lasery se dětem nesmí dostat do rukou kvůli bezpečnosti. S tím souvisí poznámka, že pokud se v hodinách optiky dosud na lasery nenarazilo, je dobré chvíli věnovat informacím o bezpečném zacházení s nimi a důrazně děti varovat před možným nebezpečím. V jednom z úkolů mají děti odpovídat, proč je Slunce při západu červené. Tento jev můžeme ukázat pomocí akvária s vodou a smetanou a lampičky s obyčejnou žárovkou. Když k jedné straně akvária přiložíme rozsvícenou lampičku a podíváme se na ni z druhé strany akvária skrz kapalinu, měli bychom vidět načervenalé vlákno žárovky. Poslední metodická poznámka se bude týkat druhého žákovského pokusu se sklenicí. Ten se dá totiž ještě rozšířit, pokud chceme žákům ukázat, že existují i jiné druhy rozptylů, než zkoumaný Rayleighův rozptyl. Pokud do mléka přidáme citronovou šťávu a následně do této směsi posvítíme baterkou, směs se nijak nezbarví.

4. Testování pracovních listů

Kontrola vytvořených pracovních listů probíhala dle zadání práce dvěma způsoby. Jednak posouzením zkušenými učiteli fyziky z praxe a jednak samotným otestováním aktivit v reálné výuce. V této závěrečné kapitole se tedy společně podívejme, jaké výsledky obě kontroly přinesly.

4.1 Posouzení pracovních listů učiteli fyziky

Pro splnění tohoto bodu ze zadání jsem se obrátila na učitele fyziky pracující na Gymnáziu v Lovosicích, jelikož se jedná o gymnázium, kde jsem studovala. Konkrétně byly osloveny učitelky Marie Kocánková a Jana Štyksová s prosbou o prostudování všech pracovních listů a napsání jejich zhodnocení.

První zmíněná vyučující Marie Kocánková se k pracovním listům vyjádřila následovně:

„Pracovní listy na téma Optika jsou dobrým východiskem pro to, aby žáci pokud možno samostatně pochopili některé fyzikální jevy. V každém listu je stručné teoretické vysvětlení, na které navazují úlohy (lehčí i náročnější) a hlavně žákovské experimenty umožňující žákům objasnit daný jev a najít správnou odpověď na uvedené otázky. V závěru je stručné shrnutí. Podnětné jsou náměty na pokusy s jednoduchými pomůckami (dírková komora, krabicové zrcadlo, brýle s barevnými skly). V úlohách jsou využívány mezipředmětové vztahy (např. počítání s mocninami, zobrazení osová souměrnost, konstrukce dvanáctiúhelníku).

Úlohy v pracovních listech mají rozdílnou náročnost, některé nejsou vhodné pro žáky základní školy (např. výpočty s goniometrickými funkcemi, teorie o rozptylu světla se složitým vzorcem pro intenzitu světla). Vypracování úloh bude patrně žákům trvat déle a bude vhodné pracovní listy využít ve více hodinách nebo pro domácí práci. Některé pomůcky by měly být vyrobeny předem, aby se hodina nezdržovala technickými problémy.

S pracovními listy se bude dobře pracovat v menších skupinách při dělených cvičeních z fyziky. Z časových důvodů bude asi vhodné rozsah úkolů omezit a vytvořit kratší verze pracovních listů pro žáky.“

Druhá oslovená učitelka Jana Štyksová ohodnotila práci takto:

„Každý pracovní list přináší učiteli několik zajímavých (známých i méně známých) experimentů a výukových aktivit, na nichž žáci mohou „objevit“ nový poznatek, nebo si na základě předchozího výkladu ověřit pochopení daného tématu. Žáci jsou vedeni od jednodušších úkolů k náročnějším, v pracovních listech jsou také zařazeny i úkoly vyžadující využití teoretických fyzikálních znalostí a matematiky. Verze pracovního listu pro učitele obsahuje užitečné metodické poznámky a praktické rady, které usnadní přípravu na vyučovací hodinu. V experimentálních částech se především využívají pomůcky běžně dostupné a levné (kelímky, svíčky, hrnek, gelové kuličky), ale jsou zde zařazeny i pokusy s finančně náročnější výbavou - využití notebooku a USB mikroskopu, laser.

Pro zdárné splnění úkolů předložených v pracovních listech musí žáci ve skupině navzájem dobře spolupracovat (vzhledem k časové náročnosti předložených aktivit), vyžaduje se tedy od nich i schopnost práci si vhodně rozdělit. Správné provedení některých úkolů přepokládá u žáků jistou manuální zručnost, což může být u některých žáků dnes již problém (vyučující si však může některé pomůcky připravit předem a žáci je vyrábět nemusí). Některé úkoly, byť jednoduché, budou i pro žáky střední školy zábavné, např. závodní dráha v rovinném zrcadle, pokus s gelovými kuličkami, skládání barev.

Doporučila bych dát učitelské veřejnosti pracovní listy k dispozici v editovatelné podobě, z toho důvodu, aby si vyučující mohl přizpůsobit některé úkoly dle schopností svých žáků.“

Celkově tedy pracovní listy oslovené vyučující hodnotily kladně. Zejména mám radost ze zjištění, že by některé z pracovních listů učitelka Marie Kocánková ráda využila v příštím školním roce. Z jejich komentářů však také vyplynulo několik doporučení, která se zejména týkala náročnosti některých pokusů a úloh. Obě učitelky navrhly různá řešení této situace:

- 1) Některé pomůcky mít vyrobené předem.
- 2) Využít pracovní listy ve více hodinách či jako domácí práci.
- 3) Vytvořit kratší verze pracovních listů a omezit tak počet jednotlivých úloh a pokusů.
- 4) Pracovní listy dát k dispozici v editovatelné podobě.

Uzpůsobení náročnosti pracovních listů úzce souvisí s úrovní žáků, kteří s nimi budou pracovat. Přesto na základě těchto připomínek i na základě samotného testování ve výuce (viz následující podkapitola 4.2) byly k časově nejnáročnějším experimentům (pokus 1 v pracovním listu *Skládání barev* a pokus 2 v pracovním listu *Zobrazení rovinným zrcadlem*) uvedeny i další dvě varianty, které by žákům měly zabrat méně času.

4.2 Testování v reálné výuce

Testování probíhalo v období květen – červen 2019 na Gymnáziu v Lovosicích, konkrétně ve třídách kvarta a sexta. Tyto třídy byly vybrány z následujících důvodů:

- 1) V obou ročnících se optika vyučuje.
- 2) Pracovní listy se otestují jak na nižším stupni, tak na vyšším stupni gymnázia.
- 3) Možné porovnání, kdy do výuky listy zařadit, jelikož kvarta měla již v době testování optiku ve výuce probranou, kdežto třída sexta ji probírala v průběhu testování.

Bohužel z časových i organizačních důvodů nebylo možné otestovat všechny pracovní listy vytvořené v rámci této práce. Pracovní listy *Barvy předmětů kolem nás* a *Rozptyl světla* tedy dosud nebyly vyzkoušené v reálné výuce.

Nyní se pojďme podrobně podívat na jednotlivé vyučovací hodiny, ve kterých testování probíhalo.

4.2.1 První testování

První testovací hodina proběhla dne 14. 5. 2019 se třídou sexta. Jelikož se zároveň jednalo o jejich první vyučovací hodinu optiky na vyšším stupni gymnázia, všichni žáci pracovali s pracovním listem *Přímočaré šíření světla*. Žáci byli rozděleni do pěti skupin. Odhadovaný čas vypracování (30 minut) byl na minutu přesně dodržen, přičemž dle mého názoru měli žáci dostatek času na debaty i případné opravy po mém nahlédnutí a upozornění.

Co se týče výsledků, tak první úloha s Cyrilovým stínem nedělala žádné skupině problémy. Pouze jedna skupina se odchýlila od očekávané odpovědi C na odpověď B, ale jelikož otázka se vztahovala na stín Cyrilovy hlavy a nijak dále nespecifikovala, jakou část toho stínu má na mysli, i tato odpověď tedy byla správná. Proto po tomto testování byla původní formulace, kterou můžeme vidět na obrázku č. 18 (převzatého z jednoho vypracovaného pracovního listu), upravena na: „Rozhodněte podle obrázku, zda bude stín Cyrilovy hlavy nejpravděpodobněji končit v místě A, B, C nebo D“.

Úloha 1

Cyril má na domě, kde bydlí, umístěné světlo. Když je v noci světlo rozsvíceno, vrhá chlapec na cestu stín.

a) Rozhodněte podle obrázku, zda bude stín Cyrilovy hlavy ležet v místě A, B, C nebo D:
 D: **B**

b) Napište a nakreslete do obrázku, jak jste ke svému rozhodnutí dospěli.
Pomocí polopřímky se šíří světlo ke jeho hlavě a poté na dolní čáru

c) Co se stane s velikostí Cyrilova stínu, když se bude od domu vzdalovat? Bude se jeho stín zkracovat, prodlužovat, nebo zůstane stejný? Svou odpověď zdůvodněte.
*Prodlužovat
 - Prozkoušeno na obědovém*

Obrázek 18 Žákovské řešení úlohy 1 z pracovního listu *Přímočaré šíření světla*

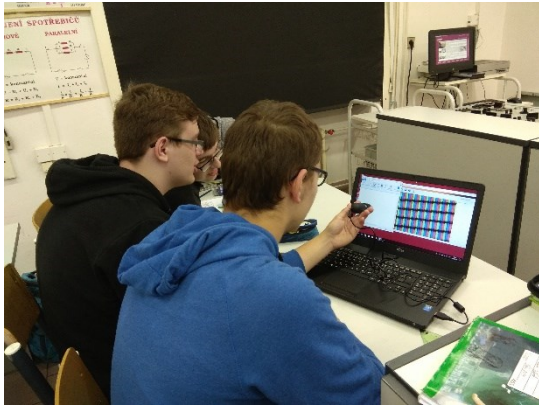
Pokus 1 také proběhl bez problémů. Jen se zjistilo, že žáci mají potíže správně zformulovat odpověď v pátém bodu, kde mají uvést, jak experimentálně dokázali, že se světlo šíří přímočaře. Přestože správnou odpověď znají, mají problém ji slovně vyjádřit. Proto je důležité s nimi správné fyzikální vyjadřování trénovat.

V poslední úloze ve dvou početních úkolech č. 2 a 3 žáci psali pouze výsledek či ho dokonce jen odhadovali a ani nepočítali. Z tohoto důvodu byla k oběma úkolům přidána věta: „Uveďte i postup řešení.“

4.2.2 Druhé testování

Druhé testování proběhlo opět se sextou dne 20. 5. 2019. Žáci byli stejně jako předchozí hodinu rozděleni do pěti skupin, ale tentokrát se zkoušely hned dva pracovní listy najednou. Dvě skupiny pracovaly s USB mikroskopy v rámci pracovního listu *Skládání barev* a zbylé tři skupiny zpracovávaly *Zobrazení rovinným zrcadlem*. Toto rozvržení bylo zvoleno proto, že k dispozici byly pouze dva USB mikroskopy.

Nejprve se zaměříme na první zmíněný pracovní list *Skládání barev*. Tentokrát se čas vypracování správně odhadnout nepodařilo. Žákům na vyplnění měla stačit jedna vyučovací hodina (45 minut), ale ukázalo se, že za tento vymezený čas zvládli splnit pouze pokus 1 a část pokusu 2. K úloze 1 a pokusu 3 už se žádná skupina nepropracovala. Na základě tohoto zjištění byl čas vypracování odhadnut na 90 minut s tím, že nějakou další hodinu žáci dostanou pracovní listy zpět na dopracování a ověření tohoto nového odhadu (viz podkapitola Čtvrté testování). Zjistilo se, že žákům velmi dlouho trvá narýsování a vybarvení potřebných kruhů v pokusu 1, proto vznikly dvě šablony (nacházející se na konci pracovního listu *Skládání barev* pro učitele), které by žákům měly usnadnit a zrychlit práci. První šablona totiž obsahuje již čtyři narýsované kruhy, takže žákům zbývá je jenom vybarvit, vystříhnout a připevnit na špejle (případně ještě na začátku přilepit na čtvrtku, aby byly kruhy pevnější a dobře se točily). Druhá šablona obsahuje narýsované i vybarvené kruhy, takže jediné co musí žáci v tomto případě udělat je přilepit na čtvrtku, vystříhnout a připevnit ke špejlím. Další zdržení způsobil fakt, že se žáci dosud s USB mikroskopy nesečkali a měli tendenci si s nimi hrát a zkoumat jiné předměty (např. své tělo či displej mobilního telefonu) místo toho, aby se soustředili na vypracovávání jednotlivých úkolů.

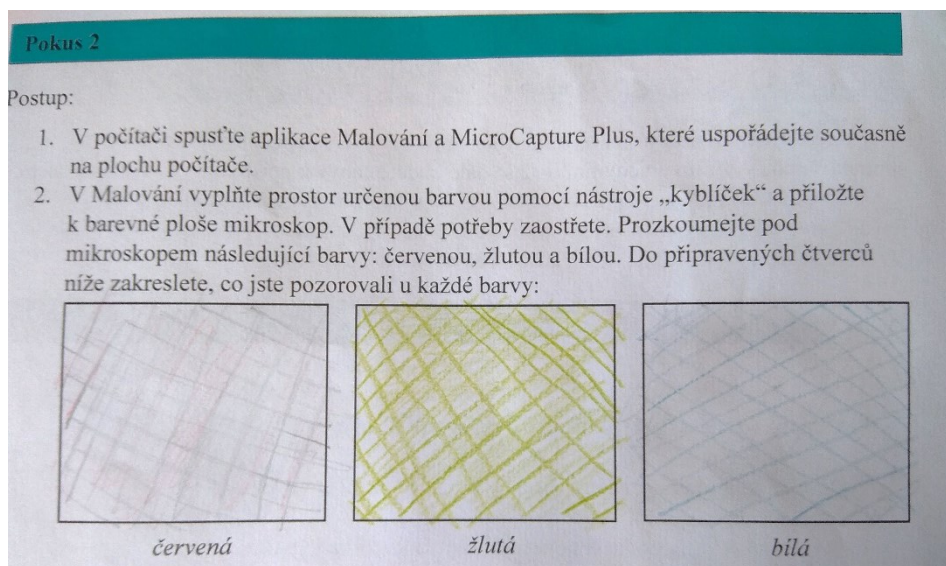


Obrázek 20 Žáci sexty při vypracovávání pracovního listu *Skládání barev*



Obrázek 19 Žáci sexty zkoumají skládání barev

Pokud se zaměříme na výsledky, můžeme tedy hodnotit pouze pokus 1 a první část pokusu 2. U prvního pokusu s točícími se barevnými kruhy jedna skupina příjemně překvapila, když znala název barvy, která vznikne složením modré a zelené, tedy azurová. Bohužel u druhého pokusu s USB mikroskopem jedna ze skupin nakreslila pro dané barvy dost zvláštní obrázky (viz obrázek č. 21), přestože u první barvy jsem jim pomáhala mikroskop zaostřit tak, že jednotlivé červené subpixely viděli.



Obrázek 21 Jak vypadají barvy pod mikroskopem podle jedné skupiny

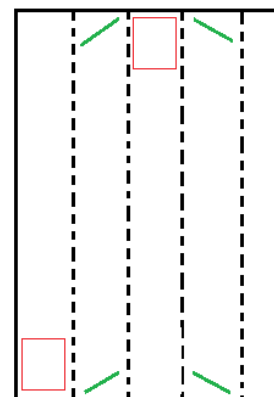
U druhého testovaného pracovního listu *Zobrazení rovinným zrcadlem* se čas správně odhadnout podařilo. Většině skupin se podařilo dojít až na konec pracovního listu. Důležité však je, aby si žáci práci rozdělili a na obou pokusech začali pracovat zároveň, jinak 45 minut nestačí.



Obrázek 22 Sextáni experimentují s krabicovým zrcadlem

V průběhu testování se narazilo na několik maličkostí a jednu zásadnější chybu, kterou bylo potřeba opravit. Hned v první úloze v odpovědi na otázku: „Jaké vlastnosti má sestrožený obraz?“, měli žáci tendenci uvádět pouze jednu optickou vlastnost (tu nejzjevnější, že je obraz stranově převrácený), proto byla otázka doplněna slovy: „Uveďte jich co nejvíce.“ U druhého pokusu, kde se vyrábí periskop, byla objevena chyba v uvedeném obrázkovém návodu. V šestém kroku byla špatně zakreslena okénka a takto vyrobený periskop nefungoval. Proto byl původní obrázek nahrazen novým (viz obrázek č. 22).

Přestože tento pracovní list je spíše zaměřen pro mladší studenty, bylo jeho vypracovávání užitečné a zábavné i pro starší sextány. Tento závěr vyplynul hned z několika věcí. Žáky velmi zaujal pokus s krabicovým zrcadlem. Může se zdát, že úkol projet tužkou závodní dráhu je jednoduchý, ale všechny skupiny tento pokus označily za obtížný. Přesto každý žák se pokusil závodní dráhu projet. Navíc úlohu s princeznou a zrcadlem žádná skupina nevyřešila.



Obrázek 23 Opravený obrázek 6. kroku ve výrobě periskopu

4.2.3 Třetí testování

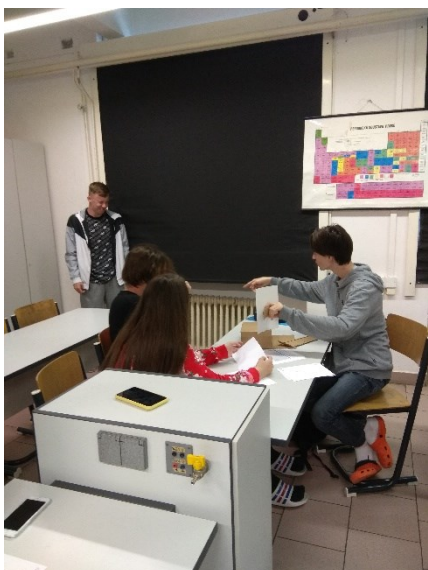
V pořadí třetí testování proběhlo již s kvartou dne 31. 5. 2019. Jelikož kvartánů je o dost více než sextánů, testování probíhalo ve dvou vyučovacích hodinách vždy pouze s polovinou žáků. Pokaždé byli rozděleni do čtyř skupin, kdy dvě skupiny pracovaly s pracovním listem *Přímočaré šíření světla* a zbylé dvě skupiny s pracovním listem *Zobrazení rovinným zrcadlem*.

Vzhledem k tomu, že oba pracovní listy byly již zkoušeny v sextě a jejich testování podrobně popsáno v podkapitolách První testování a Druhé testování, zde se zaměříme pouze na rozdíly oproti předchozímu testování.

Kvartáni celkově byli hravější a aktivnější. Do vypracovávání pracovních listů se opravdu zapojili všichni na rozdíl od předchozí třídy, kde většinou nechávali práci na jednom žákovi, kterého považovali za nejchytřejšího. Přestože byli aktivnější, práce jim trvala mnohem déle. U pracovního listu *Přímočaré šíření světla* se s tím počítalo, jelikož na něm mohli pracovat celých 45 minut, bohužel u druhého pracovního listu k podobnému prodloužení dojít nemohlo, proto skupinám v druhé hodině bylo doporučeno pokus s periskopem vynechat a soustředit se na ostatní úkoly.

Nejvíce zaujal opět experiment s krabicovým zrcadlem. Žáci se snažili závodní dráhu projet co nejrychleji a nejlépe, a poté si navzájem porovnávali svá díla. Zároveň u toho pronášeli komentáře typu: „Neruš řidiče, když řídí.“ nebo „Ty jsi děsný spolujezdec...“ apod.

Úlohu s princeznou samostatně opět žádná skupina nevyřešila, ale protože byli kvartáni komunikativnější a nebáli se zeptat, dvě skupiny nakonec s mou pomocí dotáhly úlohu do konce. Navíc jedna skupina se na tuto úlohu snažila přijít experimentálně využitím zrcadla z pokusu 1 (viz obrázek č. 24).



Obrázek 25 Pokus o experimentální řešení úlohy s princeznou



Obrázek 24 Žáci kvarty pracující na pracovním listu Zobrazení rovinným zrcadlem

To, že byli otrlejší, však mělo za následek i takovéto odpovědi:

Úloha 1

Cyřil má na domě, kde bydlí, umístěné světlo. Když je v noci světlo rozsvíceno, vrhá chlapec na cestu stín.

a) Rozhodněte podle obrázku, zda bude stín Cyrilovy hlavy končit v místě A, B, C nebo D:

b) Napište a nakreslete do obrázku, jak jste ke svému rozhodnutí dospěli.

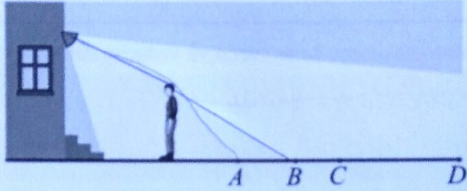
Jakžež žáci gymnasia umíme používat logiku k našemu prospěchu. Tudiž jsme vyvodili, jak by stín měl vypadat

Obrázek 26 Jedna z žákovských odpovědí na úlohu se stínem

Fakt, že tato třída již měla optiku za sebou, měl svá pozitiva i negativa. Pozitivně se projevil v úlohách, kde žáci měli uvést vlastnosti zobrazených objektů, konkrétně u obrazu plamene svíčky nebo obrazu písmene S v rovinném zrcadle, jelikož jich uváděli více (obvykle dokonce všechny). Bohužel mělo to i stinnou stránku, kdy nejspíše přeskakovali teoretické úvody a pak dělali zbytečné a nesmyslné chyby např. u první úlohy se stínem v pracovním listu *Přímočaré šíření světla* si jedna skupina myslela, že se paprsek světla o Cyrilovu hlavu zlomí (viz následující obrázek 27).

Úloha 1

Cyřil má na domě, kde bydlí, umístěné světlo. Když je v noci světlo rozsvíceno, vrhá chlapec na cestu stín.



a) Rozhodněte podle obrázku, zda bude stín Cyrilovy hlavy končit v místě A, B, C nebo D:
D: A B

b) Napište a nakreslete do obrázku, jak jste ke svému rozhodnutí dospěli.

hastane zlom světla

Obrázek 27 Chybná odpověď na úlohu se stínem

4.2.4 Čtvrté testování

Poslední testování probíhalo dne 21. 6. 2019 se sextou, jelikož bylo nutné otestovat pracovní list *Lom světla*, který byl vytvořen právě pro vyšší stupeň gymnázia. Zároveň se toto testování využilo k tomu, aby jedna skupina dokončila rozpracovaný pracovní list *Skládání barev*. Žáci se tedy rozdělili do čtyř skupin, lomem světla se tedy zabývaly zbylé tři skupiny.

K pracovnímu listu *Skládání barev* se nedá napsat téměř nic nového, jelikož žáci opět s mikroskopem zkoumali všechno možné, proto poslední pokus s měřením obrazovky počítače celý nestihli. Pokud by však poctivě pracovali na zadaných úkolech, ve dvou hodinách by byl pracovní list hotov.

U druhého pracovního listu žáky velmi zaujaly gelové kuličky. Velmi je fascinovalo, že ve vodě nejsou téměř vidět. Přestože se jimi všechny skupiny zabývaly velmi dlouho, nakonec se všichni dobrali k závěru. Z toho se dá usoudit, že odhadnutý čas na vypracování 45 minut je dostatečný.

S vyplňováním pracovního listu nebyl problém, až na úlohu 1, kde mají žáci vypočítat zdánlivou hloubku mince ponořené ve vodě. Tato úloha se ukázala být pro tyto žáky příliš náročná, protože ani přes četné rady a popostrčení se žádná skupina nakonec nedobrala k výsledku.

Závěr

V rámci této bakalářské práce vzniklo celkem 6 pracovních listů na témata: přímočaré šíření světla, zobrazení rovinným zrcadlem, barvy předmětů, skládání barev, lom světla a rozptyl světla. K práci jsou připojeny jak verze pro žáky, tak i pro učitele. U všech vytvořených pracovních listů se předpokládá, že žáci budou pracovat ve skupinách.

Experimenty, které se objevují v pracovních listech, byly vybrány na základě průzkumu zdrojů, tištěných i elektronických, jenž je popsán v první kapitole této práce. Často se jednalo o demonstrační experimenty, které byly přetvořeny do podoby žákovských pokusů.

Jedním z cílů také bylo pokusit se při experimentování využít „chytré“ mobilní telefony, které v dnešní době má většina žáků i na základní škole. Jejich využití je popsáno ve druhé kapitole, kde jsem se zaměřila na mobilní aplikace související s optikou a také na pokusy, při nichž se dá použít mobilní telefon. Na začátku byla snaha zařadit mobilní telefony i do aktivit objevujících se v pracovních listech. Na základě průzkumu materiálů jsem však objevila takové pokusy, které mě velmi zaujaly a při kterých se mobilní telefon bohužel využít nedal. V jednom pracovním listu, konkrétně *Skládání barev*, by ovšem mohl nahradit počítač např. v pokusu 3 při měření velikosti pixelu. Původní verze pracovního listu také tuto variantu obsahovala, ale jelikož nespolečupracoval software USB mikroskopu, který při měření velikosti pixelu displeje mobilního telefonu ukazoval nesprávné hodnoty, byl pokus přepracován pro měření obrazovky počítače.

Všechny pracovní listy byly zkontrolovány zkušenými učitelkami fyziky Mgr. Marií Kocánkovou a Mgr. Janou Štykovou z Gymnázia v Lovosicích. Zároveň byla většina z nich také otestována v reálné výuce na stejném gymnáziu ve třídách kvarta a sexta. Bohužel z časových a organizačních důvodů nebyly otestovány dva pracovní listy, konkrétně se jedná o *Barvy předmětů kolem nás* a *Rozptyl světla*.

Obě vyučující, zmíněné v předchozím odstavci, se o pracovních listech vyjádřily pozitivně. V průběhu testování žáky se však často stalo, že předpokládaný čas vypracování jsem neodhadla správně. Žákům práce trvala někdy i mnohem déle, než jsem předpokládala. Na základě tohoto testování jsem také upravila pár formulací otázek a úkolů, aby byli žáci více nasměrováni ke správné a očekávané odpovědi. Během zkoušení ve výuce se také ukázalo, že některé úlohy byly pro žáky velmi obtížné a spíše by se hodily jako domácí práce.

Vědomosti, které žáci v odpovědích předvedli, zdaleka nedosahovaly očekávané úrovně. Bylo však vidět, že žáky experimentování baví, zejména pokusy s krabicovým zrcadlem, USB mikroskopem a gelovými kuličkami.

Utvrдила jsem se v přesvědčení, že tvorba takovýchto pracovních listů má smysl, jelikož několik vyučujících vyjádřilo přání pracovní listy využít ve své výuce, tudíž má práce nebyla zbytečná.

Seznam použité literatury

- [1] KOPECKÁ, Václava. *Zájmový kroužek Pokusy kolem nás* [online]. Praha, 2006 [cit. 2019-06-22]. Dostupné z: Repozitáře závěrečných prací UK. Diplomová práce. Karlova univerzita, Matematicko-fyzikální fakulta.
- [2] MACHALICKÁ, Jana. *Experimenty z optiky pro střední školu* [online]. Praha, 2015 [cit. 2019-06-22]. Dostupné z: Repozitáře závěrečných prací UK. Bakalářská práce. Karlova univerzita, Matematicko-fyzikální fakulta.
- [3] Badatelna. *Veda.muni.cz* [online]. [cit. 2019-03-07]. Dostupné z: <https://www.em.muni.cz/hledani?searchword=badatelna&searchphrase=all>
- [4] *Pokusy pro děti* [online]. [cit. 2019-03-07]. Dostupné z: <http://www.pokusyprodeti.cz/pokusy/fyzika/21-optika>
- [5] *Sbírka fyzikálních pokusů: Optika* [online]. [cit. 2019-06-27]. Dostupné z: <http://fyzikalnipokusy.cz/cs/fyzika/optika>
- [6] *Matfyz.cz* [online]. [cit. 2019-06-27]. Dostupné z: <https://www.matfyz.cz/>
- [7] *IQLANDIA* [online]. [cit. 2019-06-27]. Dostupné z: <http://www.iqlandia.cz/cz/>
- [8] *VIDA!* [online]. [cit. 2019-06-27]. Dostupné z: <https://vida.cz/>
- [9] *Techmania Science Center* [online]. [cit. 2019-06-27]. Dostupné z: <https://techmania.cz/cs/>
- [10] *Eduportál Techmania* [online]. [cit. 2019-06-27]. Dostupné z: <https://edu.techmania.cz/>
- [11] BLÁHOVÁ, Věra a Ivo VOLF. *Domácí fyzikální pokusy: Pracovní listy k domácím experimentům v 7. ročníku*. Hradec Králové: MAFY, 1995. ISBN 80-7041-157-0.
- [12] LORBEER, George C. a Leslie W. NELSON. *Fyzikální pokusy pro děti: náměty a návody pro zajímavé vyučování: hmota, energie, vesmír, letectví*. Praha: Portál, 1998. ISBN 80-717-8181-9.
- [13] PILÁT, Vladimír. *Pokusy z optiky*. 2. vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1965. ISBN 46-0-33.
- [14] RAKUŠAN, Zdeněk a kol. *Sborník pokusů a aktivit ze vzdělávací oblasti "Člověk a příroda"*. Liberec: LABYRINT BOHEMIA, 2012.
- [15] SVOBODA, Emanuel. *Fyzika: Pokusy s jednoduchými pomůckami*. 2. vyd. Praha: Prometheus, 2001. ISBN 80-7196-226-0.
- [16] SVOBODA, Emanuel a kol. *Pokusy z fyziky na střední škole 4*. Praha: Prometheus, 2001. ISBN 80-7196-010-1.
- [17] ROBINSON, Paul. *Conceptual Physics - Laboratory Manual*. San Francisco: Addison Wesley, 2006. ISBN 0-8053-9199-1.
- [18] SPOTT, Julien C. *Physics demonstrations: A Sourcebook for Teachers of Physics*. Madison: The University of Wisconsin Press, 2006. ISBN 02-992-1580-6.

- [19] *Google Play* [online]. Google [cit. 2019-06-26]. Dostupné z: <https://play.google.com/store>
- [20] Optics Physics. *Google Play* [online]. [cit. 2019-06-27]. Dostupné z: <https://play.google.com/store/apps/details?id=learnersseries.physics.optics&hl=cs>
- [21] Optics Questions. *Google Play* [online]. [cit. 2019-06-27]. Dostupné z: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.arcompanion.opticsquestions&hl=cs>
- [22] APE Optics Calculator. *Google Play* [online]. [cit. 2019-06-27]. Dostupné z: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.apeberlin.calc&hl=cs>
- [23] Optical Illusions. *Google Play* [online]. [cit. 2019-06-27]. Dostupné z: <https://play.google.com/store/apps/details?id=net.spiral.optical.effect.illusion&hl=cs>
- [24] Vidíš dobře. *Google Play* [online]. [cit. 2019-06-27]. Dostupné z: <https://play.google.com/store/apps/details?id=cz.optiscont.vidisdobre&hl=cs>
- [25] *Vidíš dobře* [online]. [cit. 2019-06-27]. Dostupné z: <https://www.vidisdobre.cz/>
- [26] Lux Light Meter. *Google Play* [online]. [cit. 2019-06-27]. Dostupné z: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.doggoapps.luxlight&hl=cs>
- [27] Mobilní aplikace měřící intenzitu osvětlení vs. kvalitní luxmetr. *Top osvětlení* [online]. [cit. 2019-06-27]. Dostupné z: <http://top-osvetleni.cz/17-udalosti-prace/udalosti-prace/708-mobilni-aplikace-merici-intenzitu-osvetleni-vs-kvalitni-luxmetr>
- [28] PONS, Amparo a kol. Learning Optics using a smart-phone. *Education and Training in Optics and Photonics* [online]. 2013 [cit. 2019-07-01]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/263820916_Learning_Optics_using_a_smart-phone
- [29] KUSÁK, Radim. Od jednoduchých pokusů po moderní technologie. *Sborník příspěvků z mezinárodní konference Veletrh nápadů učitelů fyziky 22* [online]. 2017, str. 201-203 [cit. 2019-06-27]. Dostupné z: http://www.vnufof.cz/prispevky/2017/Kusak_VNUF22_2017.pdf
- [30] LEPIL, Oldřich a Zdeněk KUPKA. *Fyzika pro gymnázia: Optika*. 2. vyd. Praha: Prometheus, 1996. Učebnice pro střední školy. ISBN 80-858-4971-2.
- [31] *Sbírka řešených úloh* [online]. Katedra didaktiky fyziky, MFF UK, 2006 [cit. 2019-06-22]. Dostupné z: <http://reseneulohy.cz/cs>
- [32] BOHUNĚK, Jiří; HEJNOVÁ, Eva. *Tematické prověrky z učiva fyziky pro 7. ročník základní školy*. Praha: Prometheus, 2010, ISBN 978-80-7196-300-4.
- [33] Interaktivní fyzikální laboratoř. *Katedra didaktiky fyziky* [online]. [cit. 2019-06-22]. Dostupné z: <http://kdf.mff.cuni.cz/ifl/>
- [34] BDINKOVÁ, Věra. *Hračky se zrcadly* [online]. [cit. 2019-06-23]. Dostupné z: <http://www.fyzikahrou.cz/fyzika/hracky-a-modely/hracky-se-zrcadly>

Přílohy

V této části bakalářské práce se nachází všechny pracovní listy, které v rámci práce vznikly. Nejprve je uvedena verze pro žáky, po ní následuje verze pro učitele. Jsou uvedeny v pořadí, ve kterém byly popisovány v kapitole 3, tedy: *Přímočaré šíření světla*, *Zobrazení rovinným zrcadlem*, *Barvy předmětů kolem nás*, *Skládání barev*, *Lom světla* a *Rozptyl světla*.

Přímočaré šíření světla

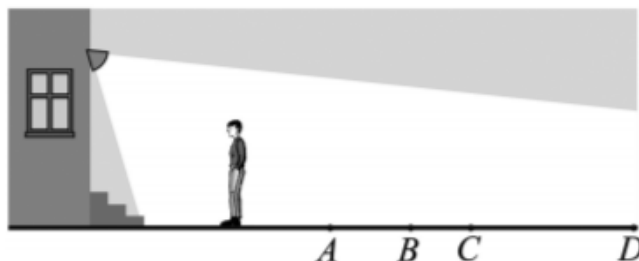
Teoretický úvod

Šíření světla je ovlivněno vlastnostmi prostředí, kterým světlo prochází. Jestliže má prostředí všude stejné optické vlastnosti, pak ho nazýváme opticky homogenní neboli stejnorodé. Pokud rychlost šíření světla nezávisí na směru šíření, označujeme toto prostředí opticky izotropní.

Světlo se v opticky homogenním izotropním prostředí šíří přímočaře a všemi směry stejně rychle.

Úloha 1

Cyril má na domě, kde bydlí, umístěné světlo. Když je v noci světlo rozsvíceno, vrhá chlapec na cestu stín.



a) Rozhodněte podle obrázku³, zda bude stín Cyrilovy hlavy nejpravděpodobněji končit v místě A, B, C nebo D:

b) Napište a nakreslete do obrázku, jak jste ke svému rozhodnutí dospěli.

c) Co se stane s velikostí Cyrilova stínu, když se bude od domu vzdalovat? Bude se jeho stín zkracovat, prodlužovat, nebo zůstane stejný? Svou odpověď zdůvodněte.

Pokus 1

Postup:

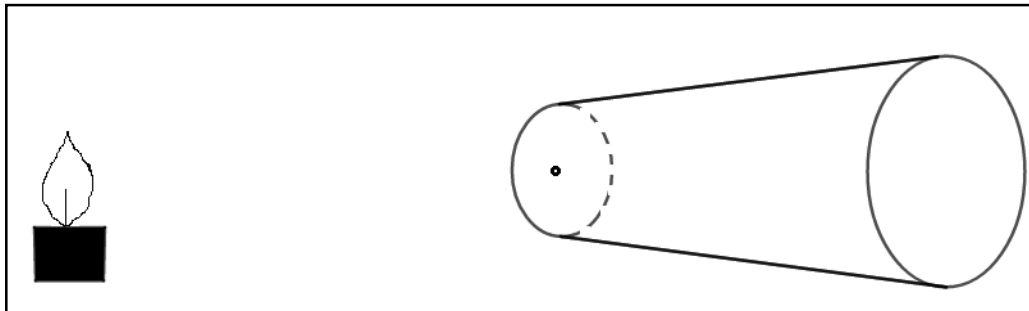
1. Dno kelímku od jogurtu propíchněte opatrně špendlíkem či hrotem kroužítka a vytvořte tak vprostřed malou díрку.
2. Vrchní část zakryjte průsvitným papírem a připevněte ho ke kelímku gumičkami. Tím jste vytvořili tzv. dírkovou komoru.

³ Úloha včetně obrázku převzata z: BOHUNĚK, Jiří; HEJNOVÁ, Eva. Tematické prověrky z učiva fyziky pro 7. ročník základní školy. Praha: Prometheus, 2010, ISBN 978-80-7196-300-4.

Příloha č. 1 – *Přímocharé šíření světla* pro žáky

3. Zapalte svíčku a do vzdálenosti 10 – 15 cm umístěte upravený kelímek tak, aby dno bylo blíže ke zdroji světla. Co pozorujete na papírovém stínítku? Jaké vlastnosti má zobrazený objekt?

4. Nakreslete chod paprsků od svíčky k jejímu obrazu.



5. Dokázali jste tímto pokusem, že se světlo ve vzduchu šíří přímočaře? Jak?

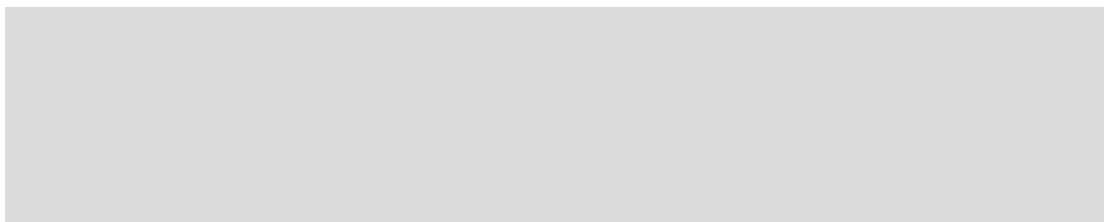
Úloha 2

1. Které významné astronomické jevy například souvisejí s přímocharým šířením světla?





2. V astronomii se jako jednotka délky používá světelný rok (značí se ly), což je vzdálenost, kterou urazí světlo za 1 rok. Kolik je to přibližně kilometrů? Uveďte i postup řešení.

3. Zjistěte dobu, za kterou dorazí světlo ze Slunce na povrch Země. Uveďte i postup řešení.

4. Jak by se tato doba změnila, kdyby mezi Sluncem a Zemí nebylo vakuum, ale voda? Prodloužila, zkrátila či by se nijak nezměnila? Svou odpověď zdůvodněte.



Závěr

Ve stejnorodém optickém prostředí se světlo šíří , což jsme dokázali pomocí zařízení . Na stínítku tohoto zařízení vznikl  a  obraz plamene svíčky.

Přímočaré šíření světla

Poznámky:

- K vypracování se žákům bude hodit pravítko a kalkulačka.
- Časový odhad: 30 min

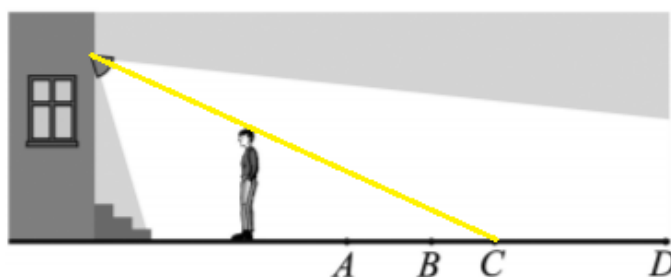
Teoretický úvod

Šíření světla je ovlivněno vlastnostmi prostředí, kterým světlo prochází. Jestliže má prostředí všude stejné optické vlastnosti, pak ho nazýváme opticky homogenní neboli stejnorodé. Pokud rychlost šíření světla nezávisí na směru šíření, označujeme toto prostředí opticky izotropní.

Světlo se v opticky homogenním izotropním prostředí šíří přímočarě a všemi směry stejně rychle.

Úloha 1

Cyril má na domě, kde bydlí, umístěné světlo. Když je v noci světlo rozsvíceno, vrhá chlapec na cestu stín.



- a) Rozhodněte podle obrázku⁴, zda bude stín Cyrilovy hlavy nejpravděpodobněji končit v místě A, B, C nebo D:

- b) Napište a nakreslete do obrázku, jak jste ke svému rozhodnutí dospěli.

Světlo se šíří přímočarě, proto spojením středu světla (odkud paprsky vycházejí) s nejvyšším bodem Cyrilovy hlavy získáme místo, kde bude končit Cyrilův stín.

- c) Co se stane s velikostí Cyrilova stínu, když se bude od domu vzdalovat? Bude se jeho stín zkracovat, prodlužovat, nebo zůstane stejný? Svou odpověď zdůvodněte.

Pokud se Cyril bude od domu vzdalovat, jeho stín se bude prodlužovat. Je tomu tak proto, že i průsečík žluté úsečky (znázorňující paprsek, který ohraničuje Cyrilův stín) a země se bude posouvat a to dále od domu.

⁴ Úloha včetně obrázku převzata z: BOHUNĚK, Jiří; HEJNOVÁ, Eva. Tematické prověrky z učiva fyziky pro 7. ročník základní školy. Praha: Prometheus, 2010, ISBN 978-80-7196-300-4.

Pokus 1

Pomůcky: kelímek od jogurtu, špendlík/jehla/kružítko, průsvitný papír, gumičky, svíčka, zápalky, nůžky.

Poznámky:

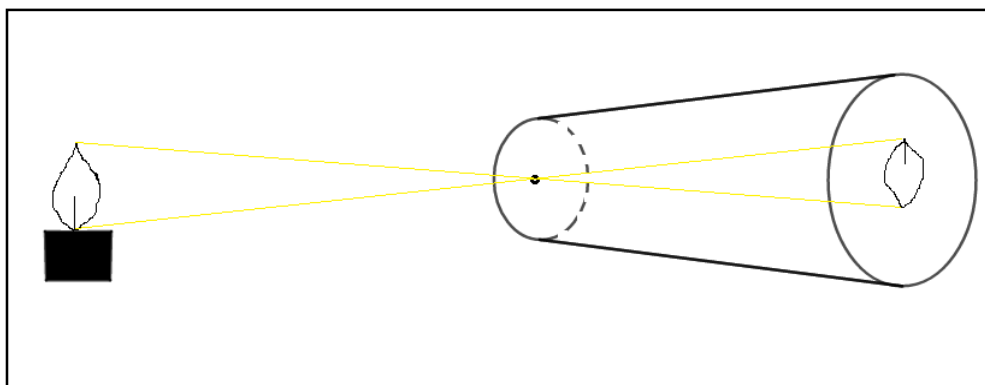
- Vnitřek kelímku byl předem vymalován černou akrylovou barvou. Použity byly dvě vrstvy.
- Aby byl obraz svíčky dobře viditelný, je potřeba místnost zatemnit.

Postup:

1. Dno kelímku od jogurtu propíchněte opatrně špendlíkem či hrotem kružítko a vytvořte tak vprostřed malou díрку.
2. Vrchní část zakryjte průsvitným papírem a připevněte ho ke kelímku gumičkami. Tím jste vytvořili tzv. dírkovou komoru.
3. Zapalte svíčku a do vzdálenosti 10 – 15 cm umístěte upravený kelímek tak, aby dno bylo blíže ke zdroji světla. Co pozorujete na papírovém stínítku? Jaké vlastnosti má zobrazený objekt?

Obraz plamene svíčky, který je převrácený a zmenšený.

4. Nakreslete chod paprsků od svíčky k jejímu obrazu.



5. Dokázali jste tímto pokusem, že se světlo ve vzduchu šíří přímočaře? Jak?

Ano, dokázali jsme, že se světlo šíří přímočaře, protože vznikl převrácený obraz svíčky. Tzn., že paprsek z vrcholu svíčky se musel pohybovat po přímce, aby se na stínítku objevil dole, jak je vidět na předchozím obrázku.

Úloha 2

1. Které významné astronomické jevy například souvisejí s přímočarým šířením světla?

Zatmění Slunce a Měsíce.

2. V astronomii se jako jednotka délky používá světelný rok (značí se ly), což je vzdálenost, kterou urazí světlo za 1 rok. Kolik je to přibližně kilometrů? Uveďte i postup řešení.

$$c \doteq 3 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}$$

$$t = 1 \text{ rok} = 365 \text{ dní} = 8760 \text{ h} = 525\,600 \text{ min} = 31\,536\,000 \text{ s}$$

$$1 \text{ ly} = c \cdot t = 94\,608\,000 \cdot 10^8 \text{ m} = 94,6 \cdot 10^{14} \text{ m} = 94,6 \cdot 10^{12} \text{ km}$$

3. Zjistěte dobu, za kterou dorazí světlo ze Slunce na povrch Země. Uveďte i postup řešení.

$$\text{rychlost světla: } c \doteq 3 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{vzdálenost Slunce a Země: } s = 149\,600\,000 \text{ km} \doteq 15 \cdot 10^{10} \text{ m}$$

$$t = \frac{s}{c} = \frac{15 \cdot 10^{10}}{3 \cdot 10^8} \text{ s} = 5 \cdot 10^2 \text{ s} = 500 \text{ s} = 8 \text{ min } 20 \text{ s}$$

4. Jak by se tato doba změnila, kdyby mezi Sluncem a Zemí nebylo vakuum, ale voda? Prodloužila, zkrátila či by se nijak nezměnila? Svou odpověď zdůvodněte.

Doba, za kterou by světlo dorazilo ze Slunce na povrch Země, by se prodloužila, protože rychlost světla ve vodě je menší než ve vakuu.

$$v_v < c \Rightarrow t_v > t$$

$$v_v = 0,75c \doteq 225\,000 \text{ kms}^{-1}$$

Závěr

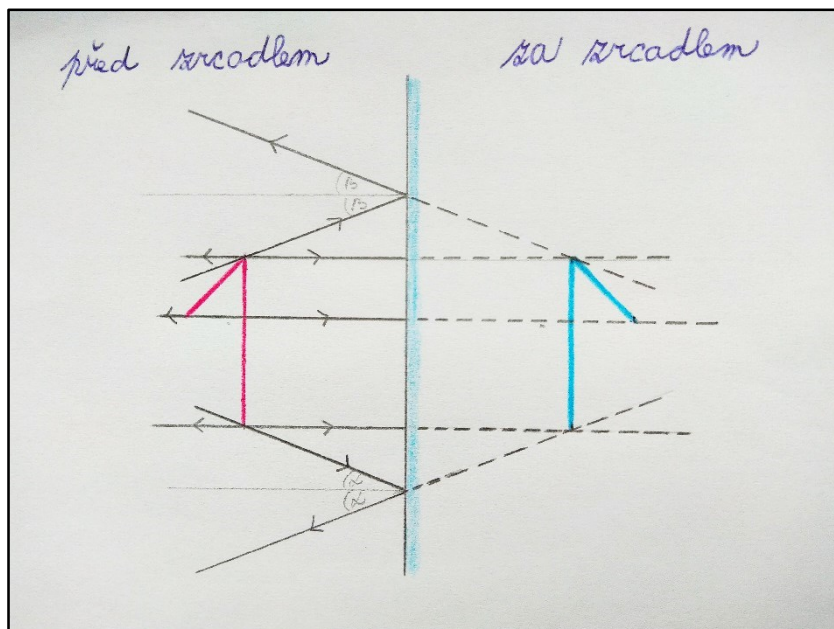
Ve stejnorodém optickém prostředí se světlo šíří **přímocháře**, což jsme dokázali pomocí zařízení **dírková komora**. Na stínítku tohoto zařízení vznikl **převrácený** a **zmenšený** obraz plamene svíčky.

Zobrazení rovinným zrcadlem

Teoretický úvod

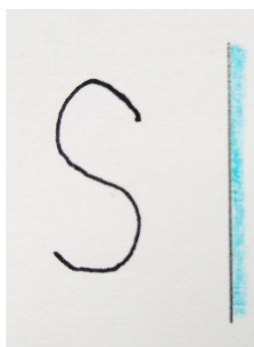
Zobrazení rovinným zrcadlem je zobrazení odrazem na lesklé rovinné ploše. To znamená, že se při optickém zobrazení využívá pouze odrazu světla.

Konstrukci obrazu v rovinném zrcadle si můžete prohlédnout na následujícím obrázku:



Úloha 1

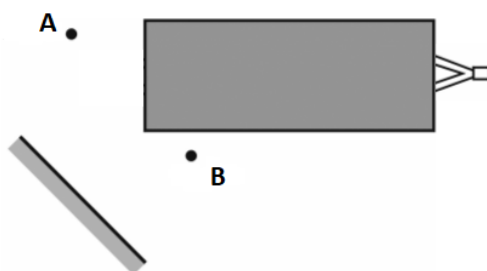
Sestrojte k danému písmenu S jeho obraz v rovinném zrcadle. Alespoň jeden bod písmene zobrazte pomocí dvou význačných paprsků.



Jaké vlastnosti má sestrojený obraz? Uveďte jich co nejvíce.

Úloha 2

Adam a Bětka si hrají u obytného přívěsu. Obrázek⁵ ukazuje pohled shora.



- a) Proč se děti nemohou vidět přímo?

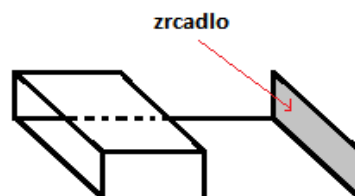
V blízkosti obytného přívěsu se nachází prosklená plocha, ve které Adam uvidí Bětku jako v zrcadle.

- b) Vyznačte do obrázku nahoře, kde se vytvoří obraz Bětky jako v zrcadle.
c) Nakreslete do stejného obrázku chod paprsku, který Adamovi umožňuje Bětku vidět.

Pokus 1

Postup:

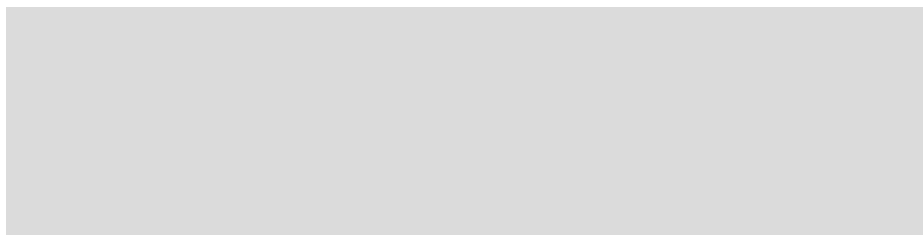
1. V tomto pokusu budete pracovat s „krabicovým zrcadlem“, které si umístíte před sebe tak, aby zrcadlová část byla od vás co nejdále.
2. Do krabice dejte prázdný papír tak, abyste ho viděli pouze v zrcadle. Napište na něj tiskacími písmeny své jméno tak, abyste ho mohli správně přečíst v zrcadle.
3. Následně papír vyměňte za druhý, na kterém je vyobrazena závodní dráha. Pokuste se vyznačenou dráhu projet tužkou, aniž byste se dotkli jejích okrajů.
4. Byly pro vás předchozí úkoly obtížné, nebo naopak snadné? Na co zejména jste museli pamatovat při plnění takovýchto úkolů s rovinným zrcadlem?



⁵ Úloha včetně obrázku (obojí trochu upraveno) byla převzata z: BOHUNĚK, Jiří; HEJNOVÁ, Eva. Tematické prověrky z učiva fyziky pro 7. ročník základní školy. Praha: Prometheus, 2010, ISBN 978-80-7196-300-4.

Úloha 3

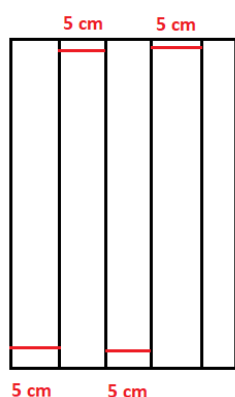
Proč mají vozy záchranné služby vpředu nápis AMBULANCE převrácený (viz foto⁶)?



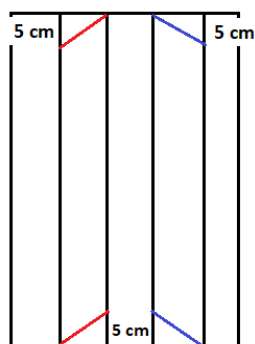
Pokus 2

Postup:

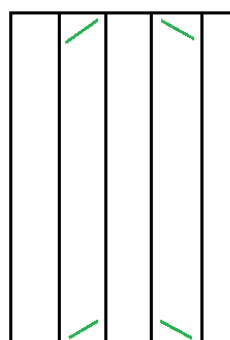
1. Čtvrtku, kterou si dejte kratší stranou k sobě, rozdělte na čtyři sloupce po 5 cm. S přebývající částí nic nedělejte, využijete ji na konci ke slepení.
2. Na první čáře odshora odměřte 5 cm a tento bod spojte s bližším koncem sousední čáry. Totéž udělejte i s poslední čárou.
3. Předchozí krok opakujte i u prostředních čar, akorát odměřte 5 cm odspodu a vzniklé body spojte vždy s krajními čarami. Zároveň dbejte na to, aby spojnice v jednom sloupci byly vzájemně rovnoběžné.
4. U každé vzniklé spojnice vyznačte od jejích konců 1 cm a podél této nově vzniklé úsečky čtvrtku rozstříhnete. Získáte tak čtyři otvory.
5. Podél čar, které vymezují sloupce, čtvrtku přehněte tak, abyste vytvořili kvádr bez podstav.
6. Kvádr rozložte a do prvního sloupce nahoru a do třetího sloupce dolů si nakreslete obdélníky na okénko, které následně vystříhnete.
7. Čtvrtku opět složte do tvaru kvádru a slepte.
8. Z další čtvrtky vyrobte dva obdélníky o rozměrech 6 a 4,8 cm. Nalepte na ně zrcadlovou fólii a prostrčte otvory v kvádru tak, aby zrcadlová plocha mířila k okénkům.



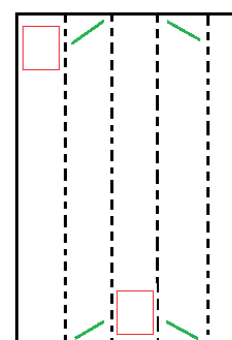
První krok



Druhý a třetí krok



Čtvrtý krok



Šestý krok

⁶ Obrázek byl převzat z: AUTOR NEUVEDEN. Modrá hvězda života [online]. [cit. 2019-04-27]. Dostupné z: <http://modrahvezdazivota.cz/2016/03/20/ma-stale-smysl-zrcadlovy-napis-ambulance-na-predni-casti-sanitek>

9. Prozkoumejte, co vyrobený přístroj umožňuje z hlediska optického zobrazování.

10. Víte, jak se takovému zařízení říká?

11. Kde se tento přístroj využíval či stále využívá v praxi?

Úloha 3

Princezna by si ráda nechala pověsit na stěnu zrcadlo, ve kterém by se viděla celá, tedy od špiček svých bot až po vršek korunky. Její oči jsou ve svislé vzdálenosti 20 cm od vršku korunky. Jak vysoké musí být rovinné zrcadlo, aby splňovalo princeznu podmínku? Do jaké vzdálenosti od zrcadla si má princezna stoupnout?

Závěr

Při zobrazení rovinným zrcadlem se uplatňuje pouze světla. Obraz předmětu je vždy , , a stejně jako předmět.

Rovinná zrcadla mají široké uplatnění. Narazíme na ně v domácnosti i na ulici. Dvě rovinná zrcátka se také používají v zařízení, které umožňuje vidět za roh. Takové zařízení nazýváme a využívá se zejména v/ve .

Zobrazení rovinným zrcadlem

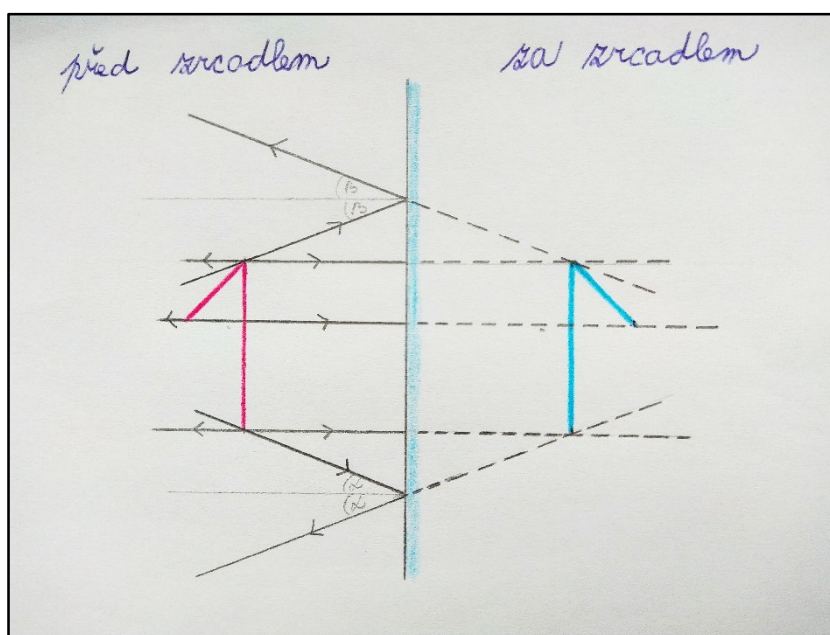
Poznámky:

- K vypracování se žákům budou hodit rýsovací potřeby a nůžky.
- Časový odhad: 45 minut
- Aby se všechny aktivity a úlohy stihly dokončit v jedné hodině, je třeba začít pracovat na obou pokusech zároveň. S krabicovým zrcadlem stejně může vždy pracovat pouze jeden žák ze skupiny.

Teoretický úvod

Zobrazení rovinným zrcadlem je zobrazení odrazem na lesklé rovinné ploše. To znamená, že se při optickém zobrazení využívá pouze odrazu světla.

Konstrukci obrazu v rovinném zrcadle si můžete prohlédnout na následujícím obrázku:

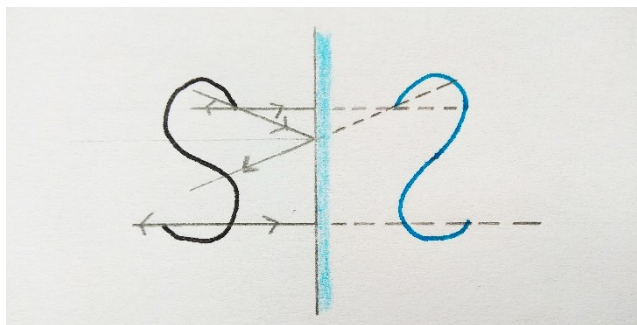


Úloha 1

Poznámky:

- Tato úloha může mít mnoho variant. Pokud chce vyučující žákům práci ztížit, je možné zrcadlo neumístit kolmo k podložce, ale natočit ho tak, aby s podložkou svíralo jiný úhel než 90° . Také můžete písmeno S nahradit nějakým obrázkem. Pokud by se naopak hodila lehčí úloha, je možné místo písmene S použít takové písmeno, které se skládá pouze z rovných čar např. F, E, T atd.

Sestrojte k danému písmenu S jeho obraz v rovinném zrcadle. K alespoň jednomu bodu písmene nakreslete jeho dva význačné paprsky.

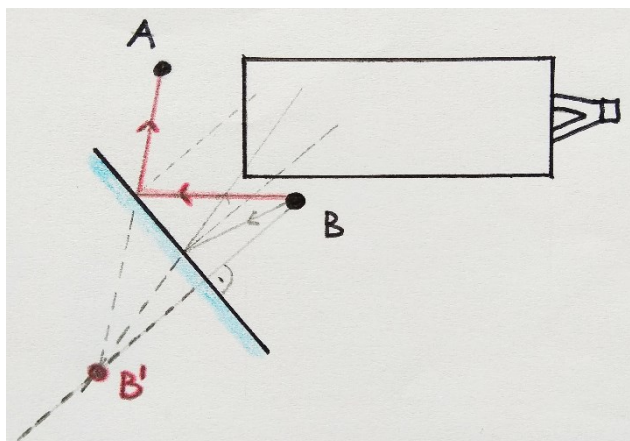


Jaké vlastnosti má sestrojěný obraz? Uveďte jich co nejvíce.

Obraz písmene S je zdánlivý, stranově převrácený, vzpřímený a stejně veliký jako předmět.

Úloha 2

Adam a Bětka si hrají u obytného přívěsu. Obrázek⁷ ukazuje pohled shora.



a) Proč se děti nemohou vidět přímo?

Adam s Bětkou se nemohou vidět přímo, protože jim v tom brání přívěs.

V blízkosti obytného přívěsu se nachází prosklená plocha, ve které Adam uvidí Bětku jako v zrcadle.

- b) Vyznačte do obrázku nahoře, kde se vytvoří obraz Bětky jako v zrcadle.
c) Nakreslete do stejného obrázku chod paprsku, který Adamovi umožňuje Bětku vidět.

Pokus 1

Pomůcky: krabicové zrcadlo, papíry velikosti A5, papíry s předkreslenou závodní dráhou, krátké tužky.

Poznámky:

- Před využitím pracovního listu je třeba vyrobit krabicové zrcadlo. Já jsem ho vytvořila z kartonové krabice takto:

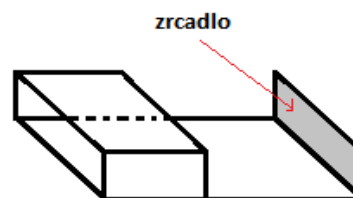
⁷ Úloha včetně obrázku (obojí trochu upraveno) byla převzata z: BOHUNĚK, Jiří; HEJNOVÁ, Eva. Tematické prověrky z učiva fyziky pro 7. ročník základní školy. Praha: Prometheus, 2010, ISBN 978-80-7196-300-4.



- Pro napsání svého jména mohou žáci využít druhou stranu papíru se závodní dráhou, tudíž papíry velikosti A5 by již nebyly potřeba.
- Do vytvořené krabice se obtížně vejde ruka s normální tužkou, proto jsou výhodné krátké tužky, které se dají sehnat v prodejnách nábytku jako je např. IKEA nebo SCOTTO.
- Mnou nakreslená závodní dráha následuje na konci pracovního listu.

Postup:

1. V tomto pokusu budete pracovat s „krabicovým zrcadlem“, které si umístíte před sebe tak, aby zrcadlová část byla od vás co nejdále.
2. Do krabice dejte prázdný papír tak, abyste ho viděli pouze v zrcadle. Napište na něj tiskacími písmeny své jméno tak, abyste ho mohli správně přečíst v zrcadle.
3. Následně papír vyměňte za druhý, na kterém je vyobrazena závodní dráha. Pokuste se vyznačenou dráhu projet tužkou, aniž byste se dotkli jejích okrajů.
4. Byly pro vás předchozí úkoly obtížné, nebo naopak snadné? Na co zejména jste museli pamatovat při plnění takovýchto úkolů s rovinným zrcadlem?



Všechny mnou testované skupiny žáků označily předchozí úkoly za obtížné.

Zejména se musí myslet na to, že rovinné zrcadlo zobrazuje předměty stranově převrácené.

Úloha 3

Proč mají vozy záchranné služby vpředu nápis AMBULANCE převrácený (viz foto⁸)?

Nápis na vozech záchranné služby je převrácený proto, aby v zrcátkách ostatních aut se zobrazil správně (viz přiložený obrázek níže).

⁸ Citace obrázku: AUTOR NEUVEDEN. Modrá hvězda života [online]. [cit. 2019-04-27]. Dostupné z: <http://modrahvezdazivota.cz/2016/03/20/ma-stale-smysl-zrcadlovoy-napis-ambulance-na-predni-casti-sanitek>



Pokus 2

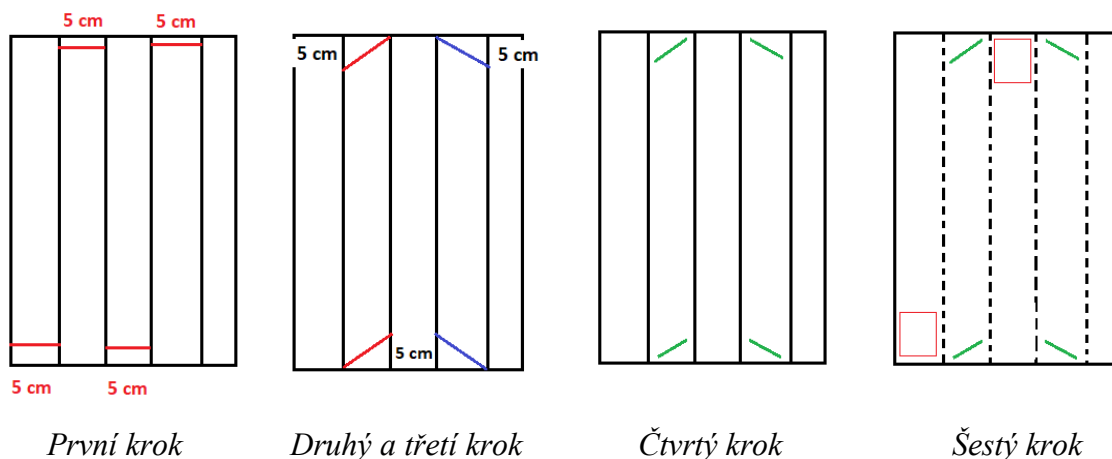
Pomůcky: čtvrtky, pravítka, nůžky, lepidlo, zrcadlová folie.

Poznámky:

- Tento pokus s periskopem může být různě časově náročný, podle zvolené varianty:
 1. Časově nejnáročnější varianta je popsána v postupu níže, kdy žáci dostanou pouze prázdnou čtvrtku, na kterou si sami narýsují šablonu pro periskop, který následně sestaví.
 2. V další méně náročné variantě žáci dostanou již připravenou šablonu periskopu. Nemusí tedy nic rýsovat, jen periskop sestaví.
 3. V nejméně časově náročné variantě žáci dostanou do ruky již vyrobený periskop. V tomto případě tedy nebudou nic rýsovat ani skládat, jen prozkoumají vlastnosti přístroje.
- Ke stříhání otvorů pro zrcátka se hodí nůžičky na nehty.
- Aby zrcadlovou fólií žáci zbytečně neplýtvali, dostali již předem mnou vystřižené obdélníčky.

Postup:

1. Čtvrtku, kterou si dejte kratší stranou k sobě, rozdělte na čtyři sloupce po 5 cm. S přebývajícím částí nic nedělejte, využijete ji na konci ke slepení.
2. Na první čáře odshora odměřte 5 cm a tento bod spojte s bližším koncem sousední čáry. Totéž udělejte i s poslední čárou.
3. Předchozí krok opakujte i u prostředních čar, jen odměřte 5 cm odspodu a vzniklé body spojte vždy s krajními čarami. Zároveň dbejte na to, aby spojnice v jednom sloupci byly vzájemně rovnoběžné.
4. U každé vzniklé spojnice vyznačte od jejích konců 1 cm a podél této nově vzniklé úsečky čtvrtku rozstříhnete. Získáte tak čtyři otvory.
5. Podél čar, které vymezují sloupce, čtvrtku přehněte tak, abyste vytvořili kvádr bez podstav.
6. Kvádr rozložte a do prvního sloupce dolů a do třetího sloupce nahoru si nakreslete obdélníky na okénka, které následně vystříhnete.
7. Čtvrtku opět složte do tvaru kvádru a slepte.
8. Z další čtvrtky vyrobte dva obdélníky o rozměrech 6 cm a 4,8 cm. Nalepte na ně zrcadlovou fólii a prostrčte otvory v kvádru tak, aby zrcadlová plocha mířila k okénkům.



9. Prozkoumejte, co vyrobený přístroj dokáže. Co jste objevili za jeho vlastnost?

S pomocí přístroje můžeme vidět za roh.

10. Víte, jak se takovému zařízení říká?

Periskop

11. Kde se tento přístroj využíval či stále využívá v praxi?

V armádě: v ponorkách či tancích.

Úloha 4

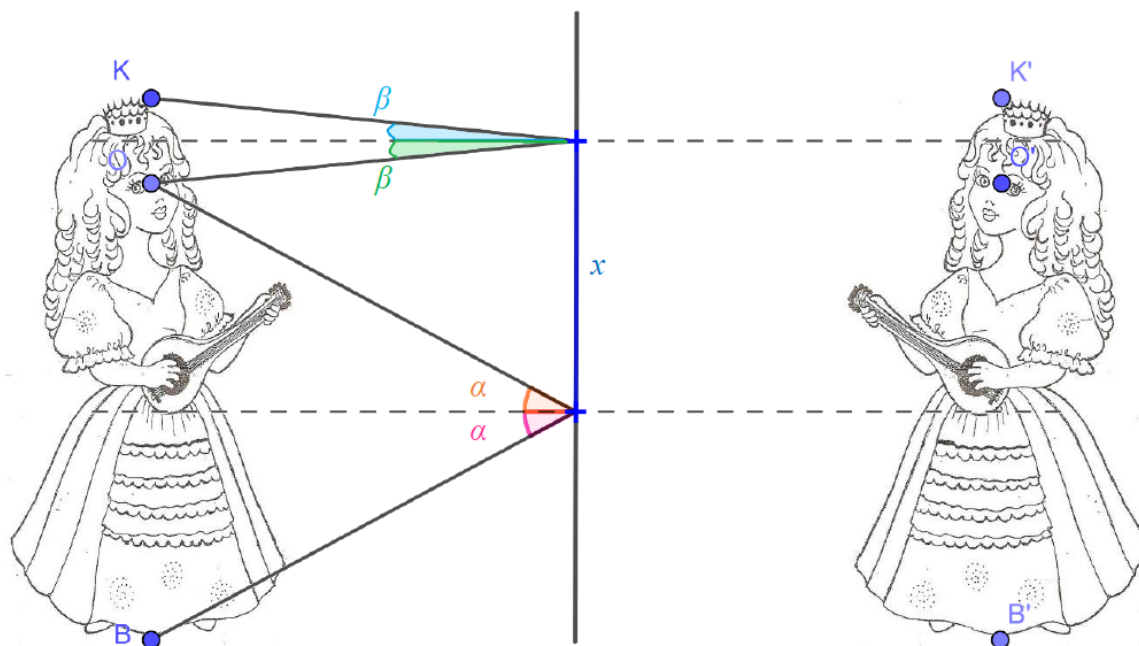
Princezna⁹ by si ráda nechala pověsit na stěnu zrcadlo, ve kterém by se viděla celá, tedy od špiček svých bot až po vršek korunky. Její oči jsou ve svislé vzdálenosti 20 cm od vršku korunky. Jak vysoké musí být rovinné zrcadlo, aby splňovalo princeznu podmínku? Do jaké vzdálenosti od zrcadla si má princezna stoupnout?

Poznámky:

- Tato úloha bývá pro žáky docela obtížná, proto je dobré mít připravené nápovědy a indicie, které by je postupně k řešení dovedly:
 1. Nakreslit si obrázek, ve kterém se využije vlastností obrazu princezny v rovinném zrcadle. Součástí obrázku by měly být dva paprsky jdoucí od bot a od koruny, které se odrazí do očí princezny. Využít zákon odrazu.
 2. Vyjádřit si jednotlivé vzdálenosti, když si nějakým způsobem označíme výšku princezny i s korunou a vzdálenost očí od vršku korunky. Přitom opět využít zákon odrazu.
 3. Vyjádřit velikost zrcadla označenou písmenem x .
 4. Nutnou vzdálenost princezny od zrcadla určit z vyjádřeného vztahu pro velikost zrcadla.

⁹ Obrázek princezny, který se nachází na další straně, byl převzat z:

AUTOR NEUVEDEN. *Muchlanek.estranky.cz* [online]. [cit. 2019-06-23]. Dostupný z: http://www.muchlanek.estranky.cz/fotoalbum/tvorenicko/omalovanky/z-pohadek-pro-nejmensi/pohadkove-bytosti/ostatni-pohadkove-bytosti/princezna-04.-.html?fbclid=IwAR09YLF4h_Hx_yxxBSocD11bImPvIrdR76-8JcSDz0iEPJabXVafJzrf61c



Výšku princezny (i s korunkou) označíme $v = |KB|$. Vzdálenost očí princezny od vršku korunky označíme $o = |KO|$.

Potom vzdálenost $|OB| = v - o$.

Nyní již můžeme z obrázku vyjádřit vzdálenost $x = \frac{o}{2} + \frac{v-o}{2}$.

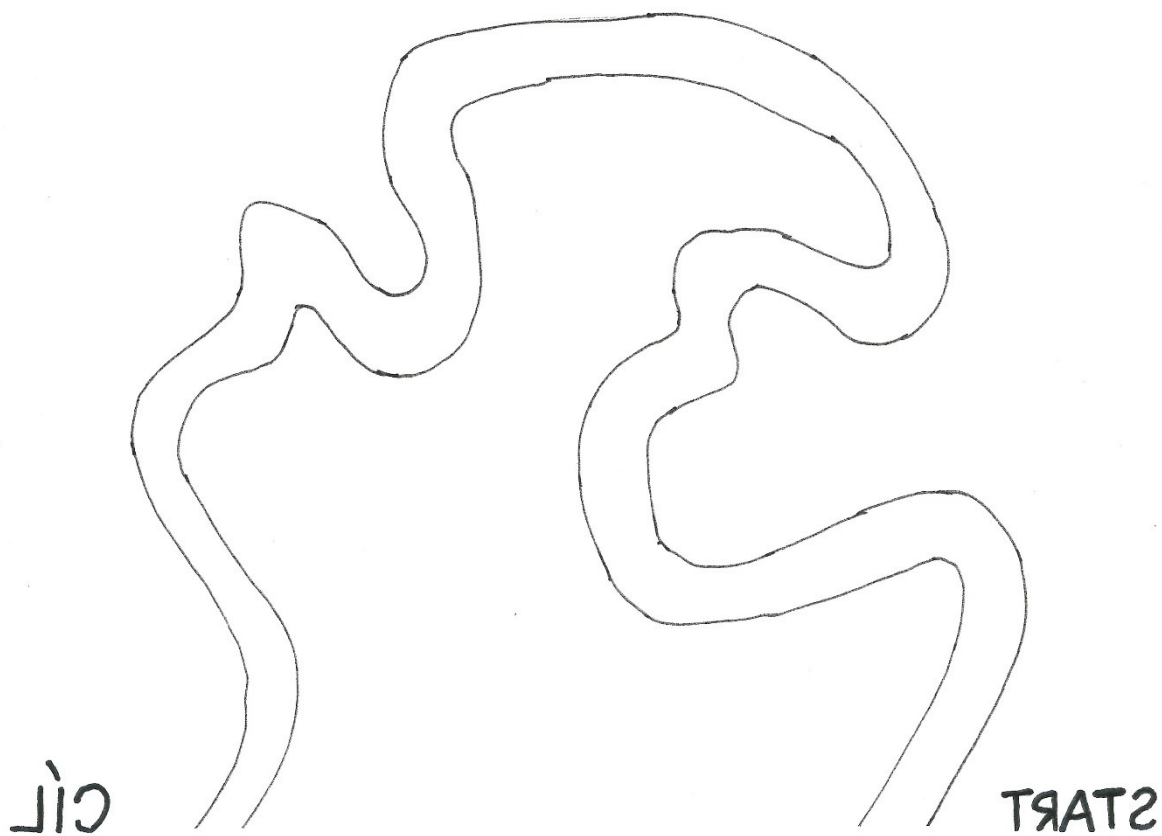
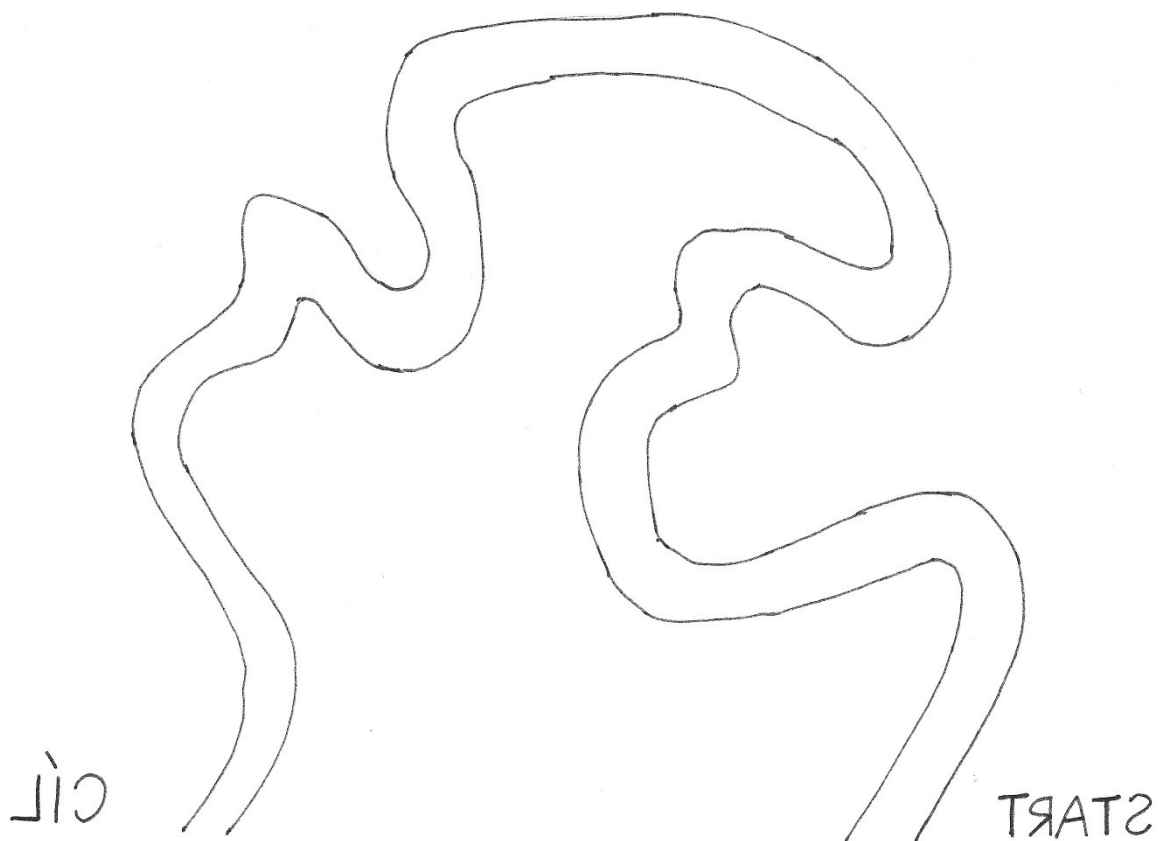
A tento vztah dále upravíme: $x = \frac{o+v-o}{2} = \frac{v}{2}$. Z toho vyplývá, že velikost zrcadla, aby se v něm princezna viděla celá od korunky až po boty, se musí rovnat polovině její výšky.

Ze vztahu pro velikost zrcadla vyplývá, že závisí pouze na výšce princezny, to znamená, že je jedno, do jaké vzdálenosti od zrcadla si princezna stoupne.

Závěr

Při zobrazení rovinným zrcadlem se uplatňuje pouze **odraz** světla. Obraz předmětu je vždy **zdánlivý**, **vzpřímený**, **stranově převrácený** a stejně **veliký** jako předmět.

Rovinná zrcadla mají široké uplatnění. Narazíme na ně v domácnosti i na ulici. Dvě rovinná zrcátka se také používají v zařízeních, které umožňují vidět za roh. Takové zařízení nazýváme **periskop** a využívá se zejména v/ve **armádě/vojenství/ponorkách atd.**



Barvy předmětů kolem nás

Úloha

Martin se chystá na diskotéku. Oblékl si modré tričko, černé kalhoty a obul si bílé boty.

- a) Proč má Martinovo tričko v denním světle modrou barvu?



- b) Proč mají Martinovy kalhoty v denním světle černou barvu?



Taneční plocha na diskotéce je osvětlena modrým světlem. Napiš, jakou barvu bude mít:

- c) Martinovo modré tričko
d) Martinovy černé kalhoty
e) Martinovy bílé boty



Teoretický úvod

Barvy předmětů jsou určeny tím, kterou složku dopadajícího světla předmět odráží a kterou pohlcuje. Ukažme si to na příkladu: zelený předmět pohlcuje všechny složky dopadajícího světla kromě zelené, jenž jako jedinou odráží. Velmi podobně to funguje i s barevnými filtry. Zelený filtr bude opět velmi dobře pohlcovat všechny složky světla, jen zelenou bude propouštět.

Pokus 1

Postup:

1. Na čtvrtku obkreslete šestkrát přiloženou šablonu brýlí a vystříhněte.
2. Z červené a zelené průhledné folie vystříhněte sklíčka brýlí tak, abyste je následně mohli vlepít mezi dvojici papírových obrouček. Tímto způsobem vytvořte troje brýle: jedny s pouze červenými sklíčky, druhé s dvěma zelenými sklíčky a poslední s jedním červeným a jedním zeleným sklíčkem.
3. Vyrobenými brýlemi s červenými sklíčky se podívejte na nápis, který najdete na přiloženém listu papíru. Co vidíte?



4. Na stejný nápis se nyní podívejte přes zelená sklíčka druhých brýlí. Co vidíte?



5. Co uvidíte, když se na stejný nápis podíváte i posledními brýlemi s jedním zeleným a jedním červeným sklíčkem?



6. Pokuste se vlastními slovy vysvětlit, co se v předchozích krocích děje.



7. Na stejný nápis posvíťte postupně nejprve červeným a pak zeleným světlem. Našli jste nějaký rozdíl oproti pozorování nápisu přes barevná sklíčka brýlí? Pokud ano, uveďte ho.



8. Vytvořte pro své spolužáky vlastní zašifrovaný vzkaz stejným způsobem, jako byl vytvořen vámi zkoumaný dvoubarevných nápis.

Pokus 2

Postup:

1. Dále budeme využívat pouze brýle s jedním zeleným sklíčkem a druhým červeným, které jste si vytvořili v předchozím pokusu.
2. Přes tyto brýle se podívejte na přiložené obrázky. Co se změnilo?



Závěr

Modrý předmět se nám jeví modře, protože pohlcuje [] složky bílého světla kromě [], kterou []. Pokud na takový předmět posvítíme např. červeným světlem, pak předmět přicházející červené paprsky [] a místo modré uvidíme [] barvu.

Barvy předmětů kolem nás

Poznámky:

- K vypracování se žákům budou hodit pastelky/fixy (konkrétně zelená a červená barva) a nůžky.
- Časový odhad: 30 – 35 minut.

Úloha

Martin se chystá na diskotéku. Oblékl si modré tričko, černé kalhoty a obul si bílé boty.

- a) Proč má Martinovo tričko v denním světle modrou barvu?

Martinovo tričko má v denním světle modrou barvu, protože všechny ostatní barevné složky denního světla pohlcuje a pouze modrou složku odráží.

- b) Proč mají Martinovy kalhoty v denním světle černou barvu?

Martinovy kalhoty mají v denním světle černou barvu, protože všechny složky bílého denního světla pohlcují a žádnou z nich neodráží.

Taneční plocha na diskotéce je osvětlena modrým světlem. Napiš, jakou barvu bude mít:

- | | |
|----------------------------|--------|
| c) Martinovo modré tričko | Modrou |
| d) Martinovy černé kalhoty | Černou |
| e) Martinovy bílé boty | Modrou |

Teoretický úvod

Barvy předmětů jsou určeny tím, kterou složku dopadajícího světla předmět odráží a kterou pohlcuje. Ukažme si to na příkladu: zelený předmět pohlcuje všechny složky dopadajícího světla kromě zelené, jenž jako jedinou odráží. Velmi podobně to funguje i s barevnými filtry. Zelený filtr tedy bude opět velmi dobře pohlcovat všechny složky světla, jen zelenou bude propouštět.

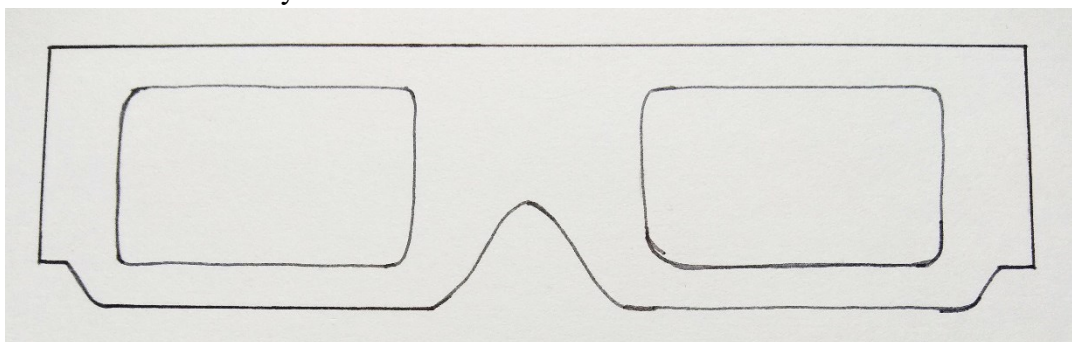
Pokus 1

Pomůcky: čtvrtka, lepidlo, červená a zelená průhledná folie, šablona brýlí, papír, barevné fixy, papír s nápisem, nůžky, červené a zelené světlo.

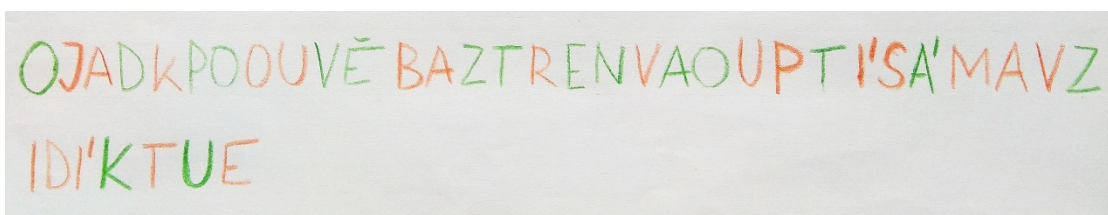
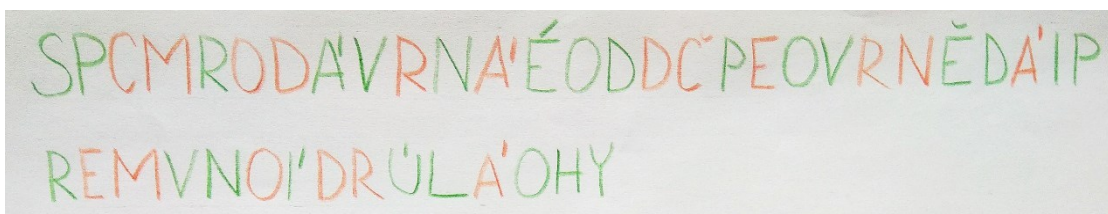
Poznámky:

- U tohoto pokusu byl velký problém sehnat vyhovující barevné průhledné folie. U červené barvy dobře funguje červený obal do desek na dokumenty, který se sežene v téměř každém papírnictví. Bohužel stejný zelený obal již pro účely pokusu nevyhovuje.

- Před použitím tohoto listu je potřeba vytvořit ze čtvrtky šablonu brýlí, kterou budou žáci obkreslovat. Já vytvořila tuto:



- Také je třeba předem napsat zašifrovaný vzkaz střídavě zelenou a červenou barvou. Zašifrovat se dá naprosto cokoliv. Já vytvořila dva nápisy, kdy v prvním jsou zakódované správné odpovědi částí c), d) a e) předchozí úlohy a v druhém otázka: „Jakou barvu písma vidíte?“. Oba vzkazy si můžete prohlédnout na následujících obrázcích:



- Vytvořené brýle se nemusí dávat až úplně k očím.
- Úkol s barevnými světly je přidán z toho důvodu, aby si žáci uvědomili, že svícení barevným světlem a pozorování přes barevný filtr dává stejný výsledek a propojili si tak výsledky experimentu s předchozí úlohou.
- Vlastní zašifrovaný vzkaz si žáci mohou vyměnit navzájem ve skupině, nebo ve skupině vytvořit jeden společně a vyměnit si je v rámci skupin.

Postup:

1. Na čtvrtku obkreslete šestkrát přiloženou šablonu brýlí a vystříhnete.
2. Z červené a zelené průhledné folie vystříhnete sklíčka brýlí tak, abyste je následně mohli vlepít mezi dvojici papírových obrouček. Tímto způsobem vytvořte troje brýle: jedny s pouze červenými sklíčky, druhé s dvěma zelenými sklíčky a poslední s jedním červeným a jedním zeleným sklíčkem.
3. Vyroběnými brýlemi s červenými sklíčky se podívejte na nápis, který najdete na přiloženém listu papíru. Co vidíte?

Červená písmena zmizela, vidíme pouze ta zelená, která se ale jeví černě.

Přečteme nápisy... 1. nápis: Správné odpovědi první úlohy.

... 2. nápis: Odpovězte na otázku.

4. Na stejný nápis se nyní podívejte přes zelená sklíčka druhých brýlí. Co vidíte?

Tentokrát zmizí zelená písmena a vidíme pouze červený nápis, který ale opět vidíme černý.

Přečteme nápisy...1. nápis: c) modrá d) černá e) modrá.

...2. nápis: Jakou barvu písma vidíte?

5. Co uvidíte, když se na stejný nápis podíváte i posledními brýlemi s jedním zeleným a jedním červeným sklíčkem?

Uvidíme všechna písmena, tzn. celý nápis, který v této formě nedává smysl.

6. Pokuste se vlastními slovy vysvětlit, co se v předchozích krocích děje.

Červený nápis pohlcuje všechny složky bílého světla kromě červené, kterou odráží. Podobně funguje zelený nápis, který odráží jen zelené světlo. Červené sklíčka zase pohlcují všechny složky bílého světla kromě červené, kterou propouští.

Tj. ve třetím kroku červený nápis odráží červené světlo, které sklíčka propustí. Bílý papír odráží všechny složky světla, ale červená sklíčka propustí pouze červenou složku, tudíž se nám celý papír jeví červeně a červený nápis tak zanikne, jelikož ho naše oči nerozliší od stejně barevného pozadí. Zelený nápis odráží zelené světlo, které by ideální filtr nepropustil vůbec, náš ho však trochu propouští, proto zelená písmena uvidíme, ale nebudou mít zelenou barvu, ale černou.

Ve čtvrtém kroku stejné vysvětlení jako u třetího jen se změní barvy.

V pátém kroku uvidí každé oko jiný barevný nápis. Až v našem mozku se oba vjemy propojí do jednoho.

7. Na stejný nápis posvíte postupně nejprve červeným a pak zeleným světlem. Našli jste nějaký rozdíl oproti pozorování nápisu přes barevná sklíčka brýlí? Pokud ano, uveďte ho.

Když na nápisy posvítime barevnými světly, neměli bychom vidět žádný rozdíl oproti pozorování nápisů přes brýle.

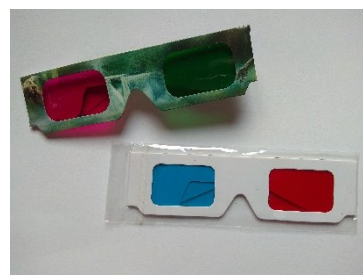
8. Vytvořte pro své spolužáky vlastní zašifrovaný vzkaz stejným způsobem, jako byl vytvořen vámi zkoumaný dvoubarevných nápis.

Pokus 2

Pomůcky: brýle s dvojbarevnými sklíčky z předchozího pokusu, „trojrozměrné“ obrázky

Poznámky:

- Vzhledem k problému se sehnáním vyhovujících folií (viz první poznámka v předchozím pokusu), je možné v tomto pokusu využít již vyrobené brýle s dvojbarevnými sklíčky, tzv. 3D brýle, které se dají zakoupit. Já osobně sehnala dvoje: zelené a purpurové, azurové a červené (viz obrázek vpravo).



- Před použitím tohoto listu je třeba si připravit speciální „trojrozměrné“ obrázky (tzv. anaglyfy), které jsou rozloženy pro pravé a levé oko na různou kombinaci dvou barev: např. zelená – červená, zelená – purpurová, azurová – červená.
- Je třeba dát pozor, aby se na různé barevné kombinace obrázků použily správné brýle. Některé mnou objevené obrázky fungují i s jinak barevnými brýlemi, ale většinou to tak nebývá.
- Mnou připravené obrázky jsou umístěny na konci tohoto pracovního listu.
- Existuje mnoho možností, jak vybrané obrázky žákům ukázat. Dají se vytisknout a žákům předložit v papírové podobě. Pokud však chceme využít počítač, můžeme vytvořit prezentaci nebo video.

Postup:

1. Dále budeme využívat pouze brýle s jedním zeleným sklíčkem a druhým červeným, které jste si vytvořili v předchozím pokusu.
2. Přes tyto brýle se podívejte na přiložené obrázky. Co se změnilo?

Dvojměrné obrázky díky dvoubarevným brýlím vidíme trojrozměrně, neboli prostorově.

Závěr

Modrý předmět se nám jeví modře, protože pohlcuje **všechny** složky bílého světla kromě **modré**, kterou **odráží**. Pokud na takový předmět posvítíme např. červeným světlem, pak předmět přicházející červené paprsky **pohltní** a místo modré uvidíme **černou** barvu.

Zelená – červená

1) Nosorožec¹⁰



Azurová – červená

1) Nosorožec ve dveřích¹¹



2) Páv¹²



¹⁰ Zdroj: AUTOR NEUVEDEN. *Addons.thunderbird.net* [online]. [cit. 2019-06-23]. Dostupné z: <https://addons.thunderbird.net/en-us/firefox/addon/anaglyph-3d/?src=cb-dl-toprated>

¹¹ Zdroj: PANG, Lucifer. *Pinterest.com* [online]. [cit. 2019-06-23]. Dostupné z: <https://cz.pinterest.com/pin/225109681349094944/>

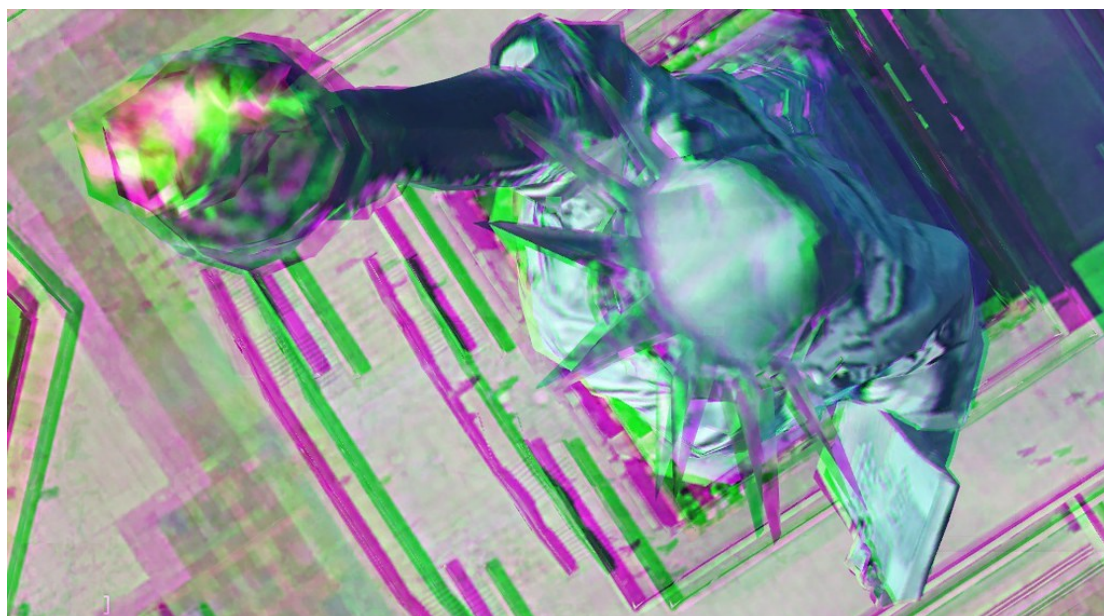
¹² Zdroj: العراقى صفاء, صفاء. *Pinterest.com* [online]. [cit. 2019-06-23]. Dostupné z: <https://cz.pinterest.com/pin/373658100320246048/>

Zelená – purpurová

1) Pes v parku¹³



2) Socha Svobody¹⁴



¹³ Zdroj: HINDT, Chuck. *Flickr.com* [online]. [cit. 2019-06-23]. Dostupné z: <https://www.flickr.com/photos/hindt3d/4141066667/>

¹⁴ Zdroj: HINDT, Chuck. *Flickr.com* [online]. [cit. 2019-06-23]. Dostupné z: <https://www.flickr.com/photos/hindt3d/15425169204>

Skládání barev

Teoretický úvod

Skládání (neboli mísení) barev můžeme realizovat dvěma způsoby: aditivním a subtraktivním. V tomto pracovním listě se dále budete zabývat pouze tím prvním způsobem.

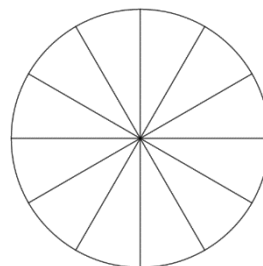
Aditivní skládání barev spočívá v tom, že k jednomu barevnému světlu se přidají světla jiných barev tak, že výsledné světlo je složeno z více spektrálních složek než dílčí světla.

Využívá se při tom tři základních barev – zelené, modré a červené.

Pokus 1

Postup:

1. Na čtvrtku narýsujte 4 kružnice o poloměru 5 cm a vystříhnete je.
2. Pomocí úhloměru rozdělte všechny kružnice na 12 stejných výsečí (viz obrázek).
3. Veprostřed každého kruhu opatrně pomocí kružítko vytvořte otvor tak, aby se jím dala prostrčit špejle.
4. První kruh vybarvěte střídavě modrou a červenou barvou. Následně ho lepicí páskou připevněte ke špejli. Vytvořenou káču pořádně roztočte. Jakou barvu při točení pozorujete?



5. Druhý kruh vybarvěte střídavě modrou a zelenou barvou. Dále postupujte stejně jako v předchozím kroku. Jakou barvu vidíte tentokrát?
6. Na třetí kruh použijte opět střídavě zelenou a červenou barvu. Zbylý postup opět stejný. Jakou barvu při točení pozorujete v tomto případě?
7. Poslední kruh vybarvěte střídavě všemi třemi barvami, např. v pořadí Č-M-Z-Č-M-Z atd. Znovu využijte stejný postup jako předtím k vytvoření káči. Jaká barva se při točení objevila?

Kde se tohoto způsobu skládání barev v dnešní době stále využívá v praxi?

Pokus 2

Postup:

1. V počítači spusťte aplikace Malování a MicroCapture Plus, které uspořádejte současně na plochu počítače.
2. V Malování vyplňte prostor určenou barvou pomocí nástroje „kyblíček“ a přiložte k barevné ploše mikroskop. V případě potřeby zaostřete. Prozkoumejte pod mikroskopem následující barvy: červenou, žlutou a bílou. Do připravených čtverců níže zakreslete, co jste pozorovali u každé barvy:



červená



žlutá



bílá

3. Co je to pixel a subpixel? Oba pojmy vyznačte do vámi vytvořených obrázků v předchozím kroku.



4. Odhadněte a do níže připravených čtverců nakreslete, jak by pod mikroskopem vypadaly následující barvy:



zelená



fialová



černá

5. Své odhady ověřte pomocí mikroskopu. Povedlo se vám správně odhadnout všechny barvy? Pokud ne, v čem jste udělali chybu?

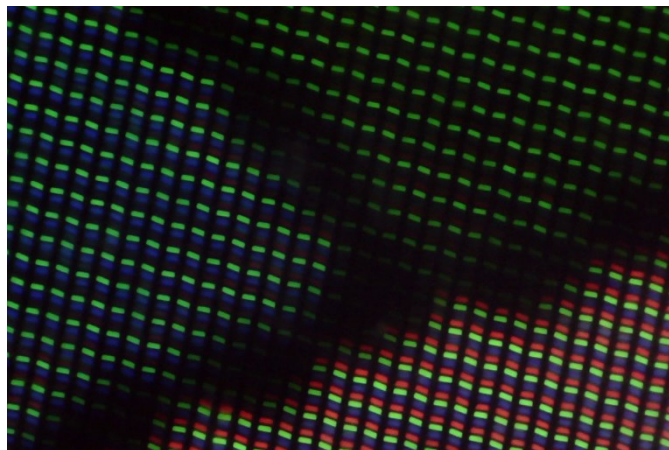


6. Jak monitor vyrobí šedou barvu?

7. Odpověď na předchozí otázku ověřte experimentem pomocí mikroskopu.

Úloha 1

Pozorně se podívejte na oba obrázky níže.



Na jakém místě obrázku stromu by mohl vzniknout daný obrázek z mikroskopu? Popište či vyznačte na obrázku.

Pokus 3

Postup:

1. V Malování si opět nastavte bílou plochu, ke které přiložte mikroskop.
2. Zaostřete mikroskop tak, abyste bez problémů rozeznali jednotlivé subpixely a pokuste se mikroskop natočit tak, aby jednotlivé pixely byly rovnoběžné s jednou hranou počítače.
3. Snímek si zaznamenejte kliknutím na ikonku fotoaparátu vlevo nahoře. Tím se vám uloží do pravého sloupce s názvem „Photo“. Na uložený snímek dvakrát klikněte a dále budete pracovat s nově otevřeným oknem.
4. Na mikroskopu odečtěte hodnotu zvětšení, kterou napíšete do okénka v pravém horním rohu s názvem „Magnification“.
5. Následně s pomocí tlačítka „Measurement“ změřte velikost pixelu.

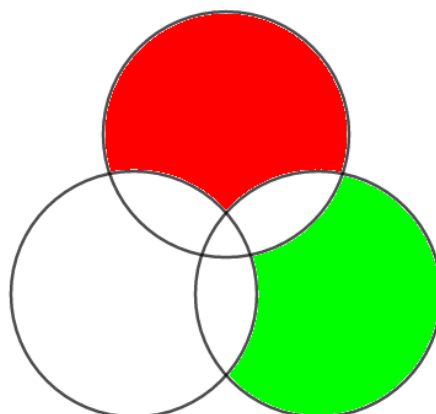
6. V nastavení počítače vyhledejte rozlišení jeho obrazovky.

7. S pomocí hodnot, zjištěných v předchozích dvou krocích, vypočítejte rozměry obrazovky počítače.

8. Předchozí výpočet ověřte změřením obrazovky počítače. Shodují se vaše výpočty se skutečnými hodnotami? Pokud ne, jak moc se liší a kde se dopouštíte nepřesností?

Závěr

Pomocí poznatků z pokusu 1 si zkuste domalovat tzv. model RGB:



*Pozn.: Pokud jste se s takovým modelem ještě nesetkali, tak znázorňuje aditivní skládání tří barev: červené (**R**ed), zelené (**G**reen) a modré (**B**lue). To znamená, že např. v průniku červeného a zeleného kruhu nalezneme barvu, která vznikne smícháním těchto dvou barev.*

Aditivní skládání barev se stále v dnešní době využívá v praxi, konkrétně v barevných monitorech [] a displejích mobilních telefonů. Takový displej je totiž složen z [], které jsou dále rozděleny na tři [], jenž každý reprezentuje jednu z těchto tří základních barev: [], [] a []. Výsledná barva pixelu tedy vznikne [] těchto tří barev o různých intenzitách.

Skládání barev

Poznámky:

- K vypracování se budou žákům hodit pastelky, rýsovací potřeby, kalkulačka.
- Časový odhad: 90 minut.

Teoretický úvod

Skládání (neboli mísení) barev můžeme realizovat dvěma způsoby: aditivním a subtraktivním. V tomto pracovním listě se dále budeme zabývat pouze tím prvním způsobem.

Aditivní skládání barev spočívá v tom, že k jednomu barevnému světlu se přidá jiná barevná světla tak, že výsledné světlo je složeno z více spektrálních složek než dílčí světla. Využívá se při tom tři základních barev – zelené, modré a červené.

Pokus 1

Pomůcky: čtvrtka, barevné papíry/pastelky/fixy, kružítko, lepidlo, nůžky, špejle, lepicí páska, úhломěr.

Poznámky:

- Tento pokus může být různě časově náročný, podle toho jakou variantu vyučující zvolí:
 1. Nejnáročnější varianta popsána v postupu níže, kdy si žáci potřebné kruhy sami narýsují i vybarví.
 2. Vyučující může dát žákům již předem narýsované nevybarvené kruhy, které žáci sami vybarví.
 3. V nejjednodušší variantě žáci dostanou již vybarvené kruhy, které pouze vystříhnou a připevní ke špejlím.

Šablony ke druhé a třetí variantě se nacházejí na konci tohoto pracovního listu.

- Pro dobré točení a lepší pozorování výsledné barvy jsou vhodné špejle zakončené na jedné straně špičkou.
- K vybarvení kruhů se dá použít ledacos: barevné papíry, pastelky, fixy, temperové barvy atd. – pokus však dobře funguje i s obyčejnými pastelkami, jejichž použití je dle mého nejjednodušší.

Postup:

1. Na čtvrtku narýsujte 4 kružnice o poloměru 5 cm a vystříhněte je.
2. Pomocí úhломěru rozdělte všechny kružnice na 12 stejných výsečí.
3. Vprostřed každého kruhu opatrně pomocí kružítko vytvořte otvor tak, aby se jím dala prostrčit špejle.
4. První kruh vybarvěte střídavě modrou a červenou barvou. Následně ho lepicí páskou připevněte ke špejli. Vytvořenou káču pořádně roztočte. Jakou barvu při točení pozorujete?

purpurová

5. Druhý kruh vybarvěte střídavě modrou a zelenou barvou. Dále postupujte stejně jako v předchozím kroku. Jakou barvu vidíte tentokrát?

azurová

6. Na třetí kruh použijte opět střídavě zelenou a červenou barvu. Zbylý postup opět

žlutá

stejný. Jakou barvu při točení pozorujete v tomto případě?

7. Poslední kruh vybarvěte střídavě všemi třemi barvami, např. v pořadí Č-M-Z-Č-M-Z atd. Znovu využijte stejný postup jako předtím k vytvoření káči. Jaká barva se při točení objevila?

bílá

Kde se tohoto způsobu skládání barev v dnešní době stále využívá v praxi?

V barevných digitálních displejích např. u počítače či mobilního telefonu.

Pokus 2

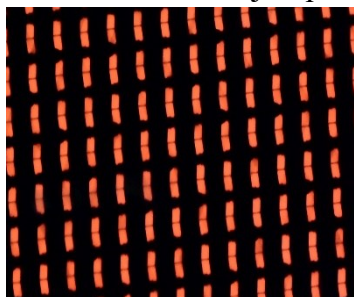
Pomůcky: počítač s nainstalovaným programem pro USB mikroskop, USB mikroskop.

Poznámky:

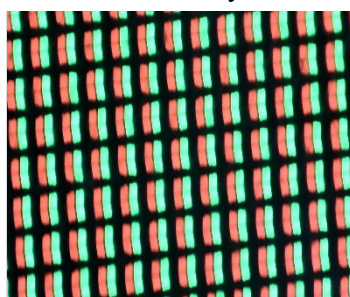
- Předem je zapotřebí do počítače nainstalovat program pro USB mikroskop. Mnou testovaní žáci používali mikroskopy Levenhuk DTX 30 a Levenhuk DTX 50 s programem MicroCapture Plus.
- Pokud se žáci ještě s USB mikroskopem nikdy předtím nesetkali, je velice pravděpodobné, že místo vytvořených úkolů budou s mikroskopem zkoumat všechno možné.

Postup:

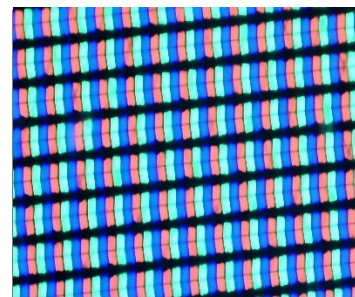
1. V počítači spusťte aplikace Malování a MicroCapture Plus, které uspořádejte současně na plochu počítače.
2. V Malování vyplňte prostor určenou barvou pomocí nástroje „kyblíček“ a přiložte k barevné ploše mikroskop. V případě potřeby zaostřete. Prozkoumejte pod mikroskopem následující barvy: červenou, žlutou a bílou. Do připravených čtverců níže zakreslete, co jste pozorovali u každé barvy:



červená



žlutá



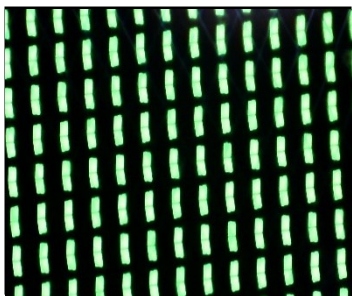
bílá

3. Co je to pixel a subpixel? Oba pojmy vyznačte do vámi vytvořených obrázků v předchozím kroku.

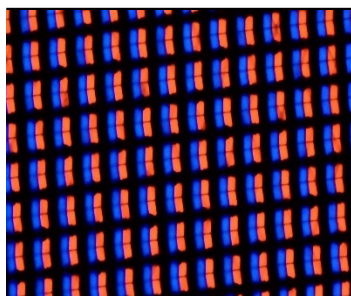
Pixel je základní jednotkou rastrové grafiky, v našem případě je to jeden svítící bod na monitoru, tzn. na obrázku bílé barvy ho najdeme jako soubor všech tří barev.

Pixel se skládá ze tří subpixelů různých barev: červené, modré a zelené. Např. na obrázku červené barvy vidíme svítit pouze červené subpixely.

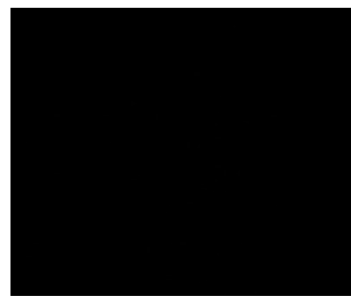
4. Odhadněte a do níže připravených čtverců nakreslete, jak by pod mikroskopem vypadaly následující barvy:



zelená



fialová



černá

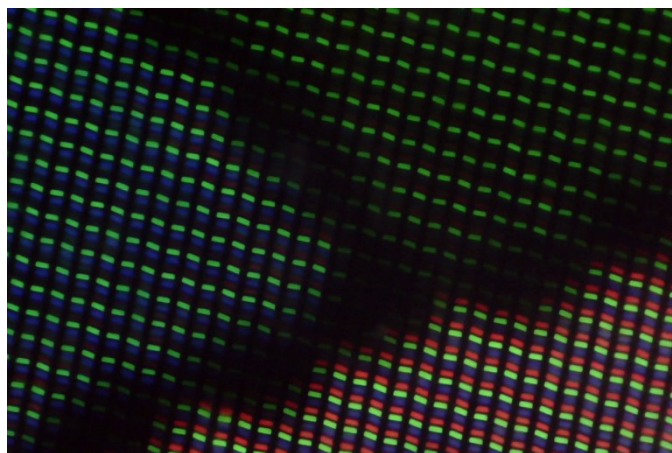
5. Své odhady ověřte pomocí mikroskopu. Povedlo se vám správně odhadnout všechny barvy? Pokud ne, v čem jste udělali chybu?

6. Jak monitor vyrobí šedou barvu?

Bílá vznikne rozsvícením všech subpixelů, černou dostaneme tak, že všechny subpixely necháme zhasnuté. Tím pádem šedou barvu monitor vyrobí tak, že použije všechny základní barvy, ale sníží jejich intenzitu na polovinu.

Úloha 1

Pozorně se podívejte na oba obrázky níže.



Na jakém místě obrázku stromu¹⁵ by mohl vzniknout daný obrázek z mikroskopu? Určete všechny barvy, které se na obrázku z mikroskopu nachází, a dané místo vyznačte v obrázku stromu nebo slovně popište.

Na obrázku z mikroskopu vidíme 4 barvy: azurovou, černou, zelenou a bílou. Z toho můžeme usoudit, že obrázek mohl vzniknout na 2 místech a to vždy v blízkosti stonku zeleného listu.

Pokus 3

Pomůcky: počítač s nainstalovaným programem pro USB mikroskop, USB mikroskop, kalkulačka.

Poznámky:

- V tomto pokusu mohou žáci k měření využít i svůj „chytrý“ mobilní telefon místo obrazovky počítače.
- Při měření pixelu je lepší změřit velikost několika pixelů najednou a následně zjištěné číslo vydělit počtem pixelů, aby byl výsledek přesnější.

Postup:

1. V Malování si opět nastavte bílou plochu, ke které přiložte mikroskop.
2. Zaostřete mikroskop tak, abyste bez problémů rozeznali jednotlivé subpixely a pokuste se mikroskop natočit tak, aby jednotlivé pixely byly rovnoběžné s jednou hranou počítače.
3. Snímek si zaznamenejte kliknutím na ikonku fotoaparátu vlevo nahoře. Tím se vám uloží do pravého sloupce s názvem „Photo“. Na uložený snímek dvakrát klikněte a dále budete pracovat s nově otevřeným oknem.
4. Na mikroskopu odečtěte hodnotu zvětšení, kterou napíšete do okénka v pravém horním rohu s názvem „Magnification“.
5. Následně s pomocí tlačítka „Measurement“ změřte velikost pixelu.

1 pixel ... 0,1955 x 0,1955 mm

6. V nastavení počítače vyhledejte maximální rozlišení jeho obrazovky.

1600 x 900

7. S pomocí hodnot, zjištěných v předchozích dvou krocích, vypočítejte rozměry obrazovky počítače.

Délka: $d = 0,1955 \cdot 1600 \text{ mm} = 312,8 \text{ mm} \doteq 31,3 \text{ cm}$

Výška: $v = 0,1955 \cdot 900 \text{ mm} = 175,95 \text{ mm} \doteq 17,6 \text{ cm}$

8. Předchozí výpočet ověřte změřením obrazovky počítače. Shodují se vaše výpočty se skutečnými hodnotami? Pokud ne, jak moc se liší a kde se dopouštíte nepřesností?

¹⁵ Citace obrázku: AUTOR NEUVEDEN. *omalovanky.name* [online]. [cit. 2019-06-22]. Dostupný z: <http://www.omalovanky.name/priroda/podzim.php>

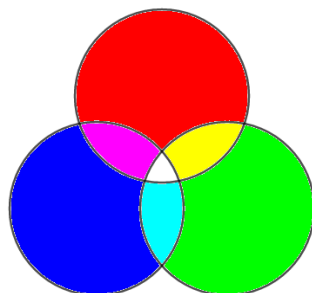
Výška: 19,6 cm; délka: 34,5 cm.

Při porovnání výsledků vidíme, že u výšky se liší o 2 cm a u délky o 3,2 cm.

Největších nepřesností se nejspíše dopouštíme při měření velikosti pixelu, kdy je obtížné přesně určit jeho začátek a konec. Pak také při měření obrazovky počítače pravítkem. Samo pravítko měří s chybou kolem 0,5 cm a přikládat ho k hranám počítače také není úplně snadné.

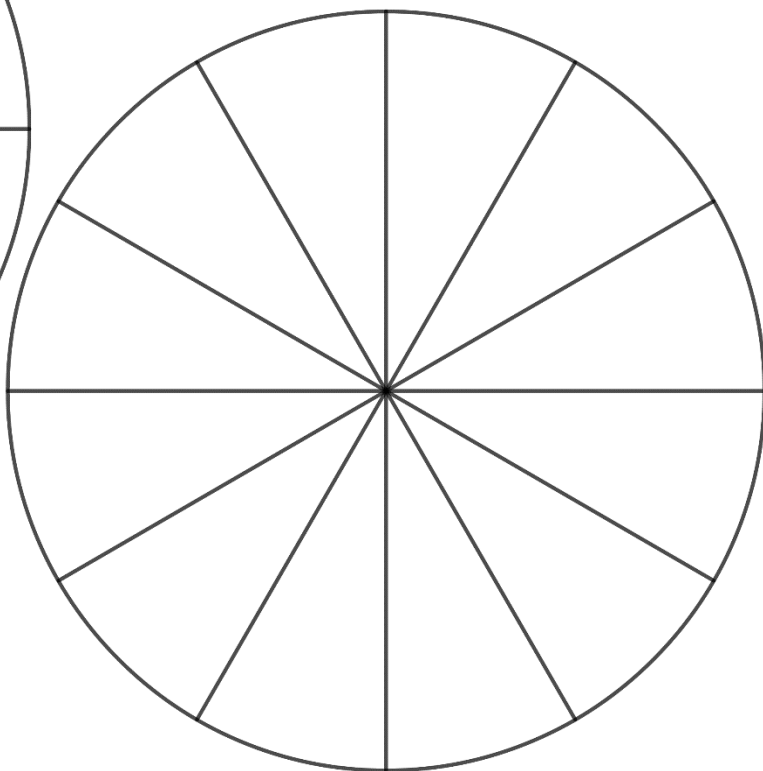
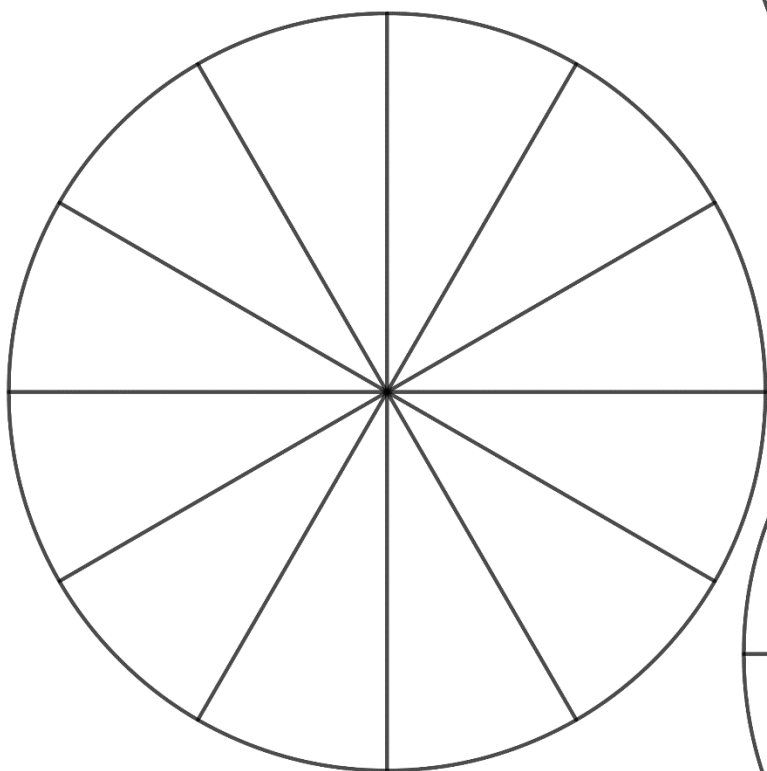
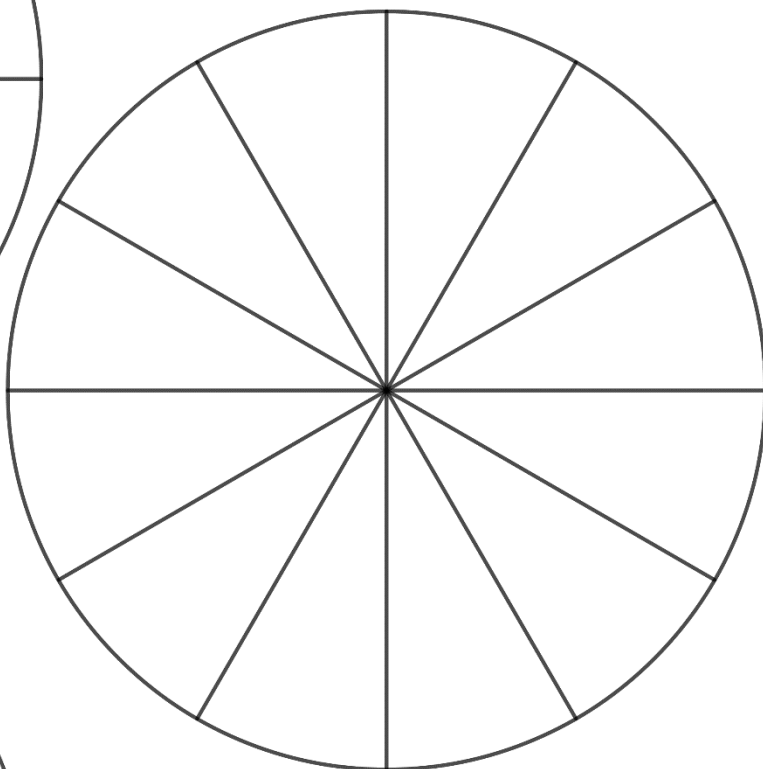
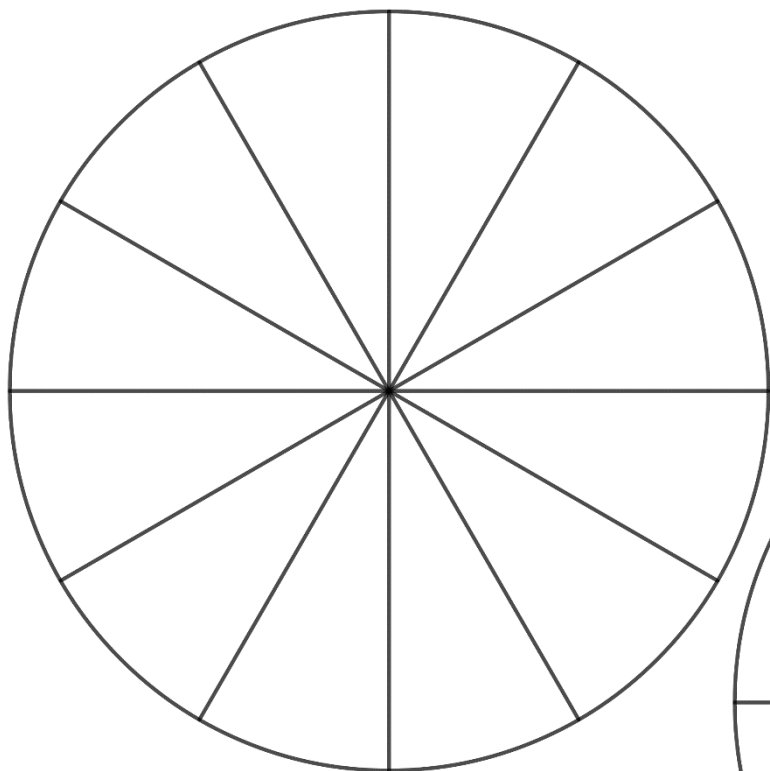
Závěr

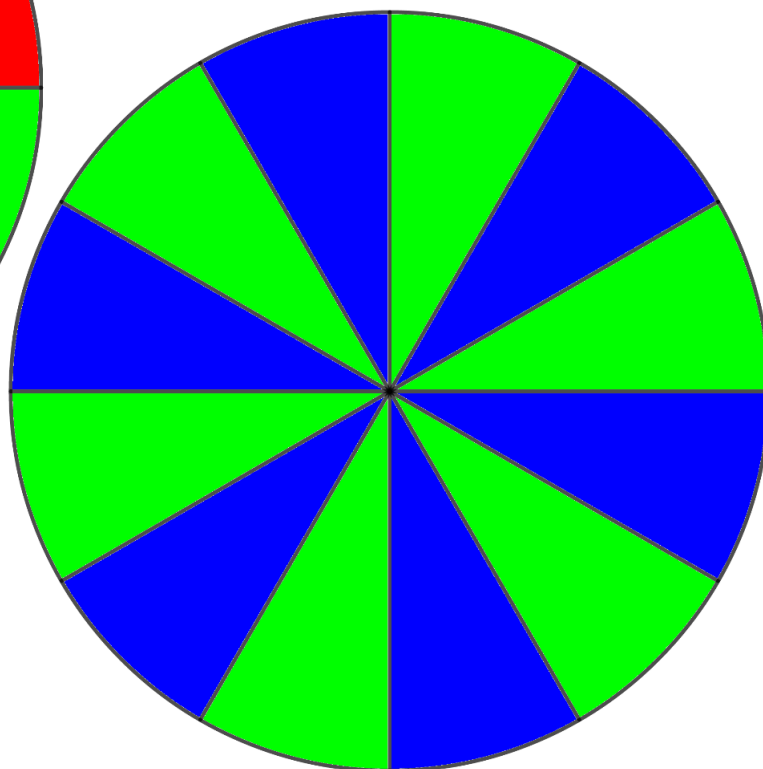
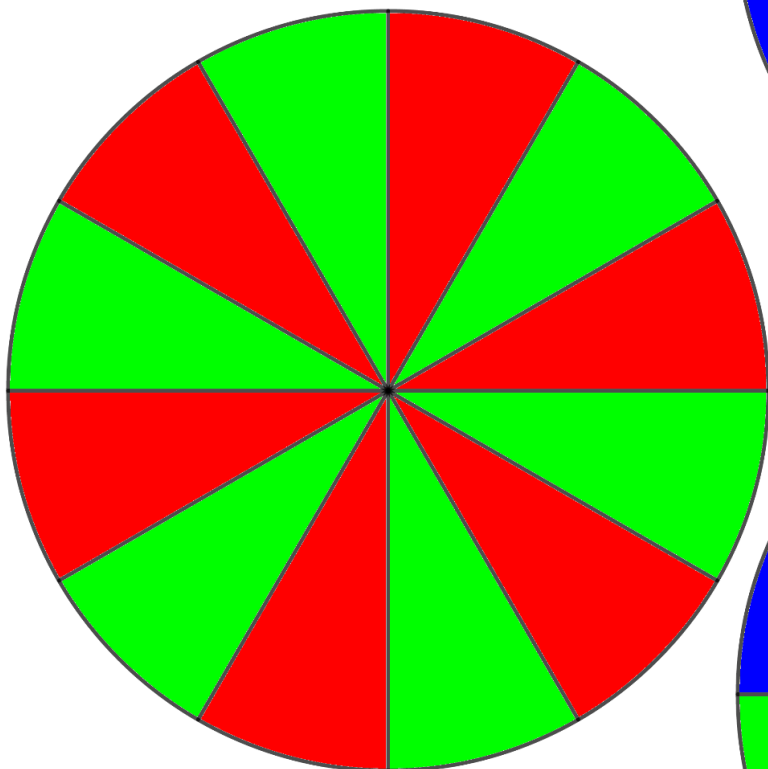
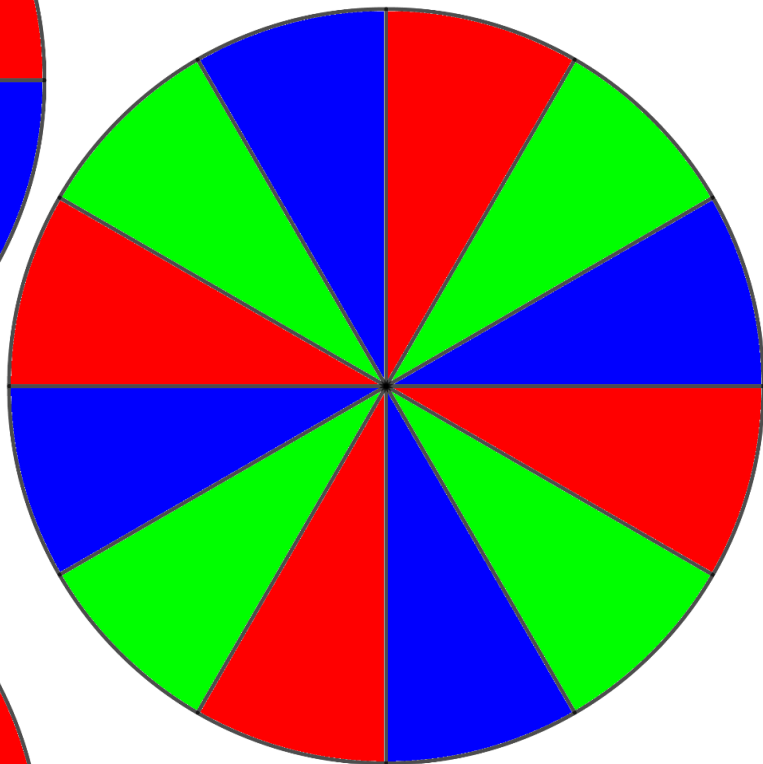
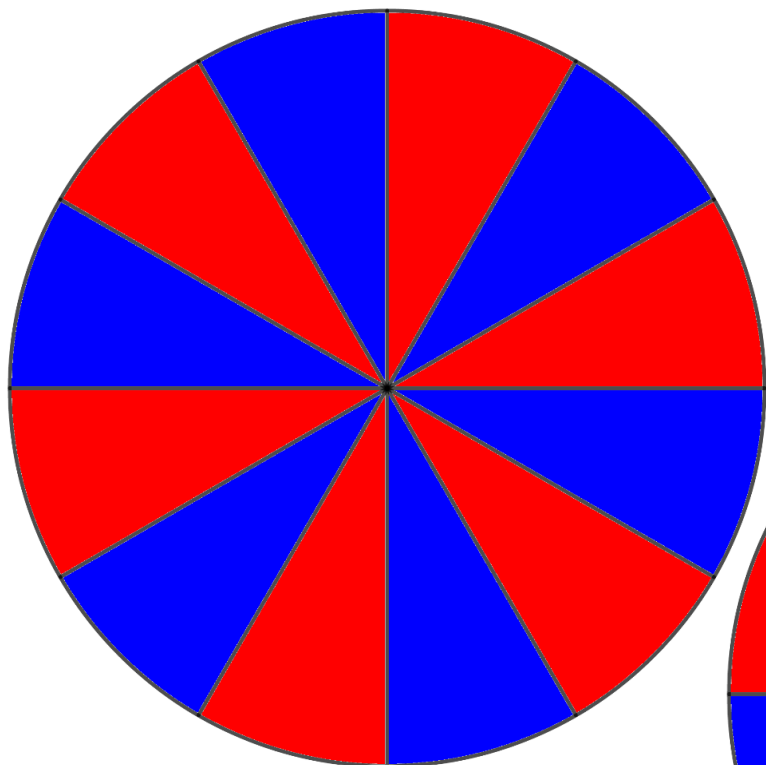
Pomocí poznatků z pokusu 1 si zkuste domalovat tzv. model RGB:



*Pozn.: Pokud jste se s takovým modelem ještě nasetkali, tak znázorňuje aditivní skládání tří barev: červené (**R**ed), zelené (**G**reen) a modré (**B**lue). To znamená, že např. v průniku červeného a zeleného kruhu nalezneme barvu, která vznikne smícháním těchto dvou barev.*

Aditivní skládání barev se stále v dnešní době využívá v praxi, konkrétně v barevných monitorech **počítačů** a displejích mobilních telefonů. Takový displej je totiž složen z **pixelů**, které jsou dále rozděleny na tři **subpixely**, jenž každý reprezentuje jednu z těchto tří základních barev: **červenou**, **zelenou** a **modrou**. Výsledná barva pixelu tedy vznikne **složením** těchto tří barev o různých intenzitách.





Lom světla

Pokus 1

Postup:

1. Pozorně se zadívejte na kádinku, kterou máte před sebou. Aniž byste s ní pohnuli nebo se dotkli jejího obsahu, určete, co se v kádince nachází:

2. Nyní prozkoumejte obsah kádinky rukou. Co jste zjistili?

3. Pokuste se vysvětlit, proč vylovené předměty nejsou v kapalině vidět.

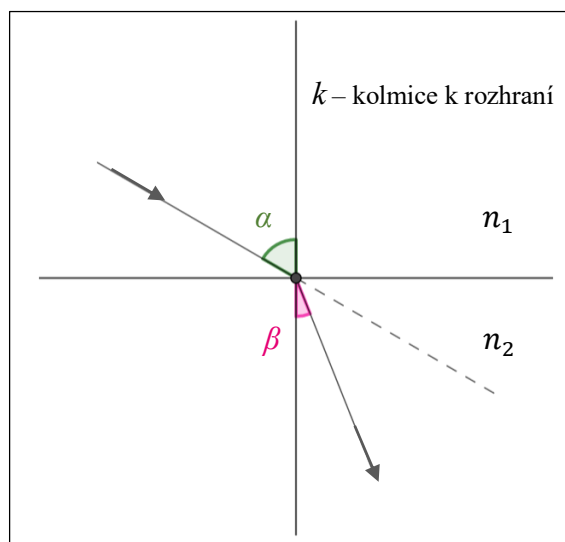
Teoretický úvod

Ve stejnorodém optickém prostředí se světlo šíří přímočaře. Pokud světelný paprsek dopadá na rozhraní dvou prostředí s různými optickými vlastnostmi, pak se jednak částečně odráží, jednak částečně láme a prochází do druhé prostředí. Tyto jevy nazýváme odraz a lom světla.

Lom světla se řídí Snellovým zákonem:

$$n_1 \sin \alpha = n_2 \sin \beta,$$

kde α je úhel dopadu, β úhel lomu a n_1 , n_2 jsou indexy lomu příslušející daným prostředím (viz následující obrázek).



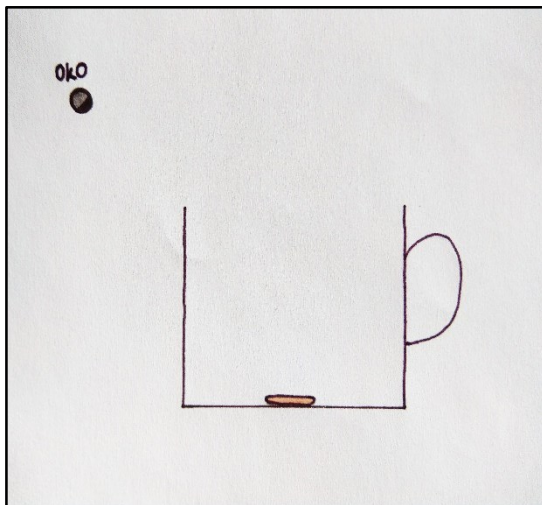
Pokus 2

Postup:

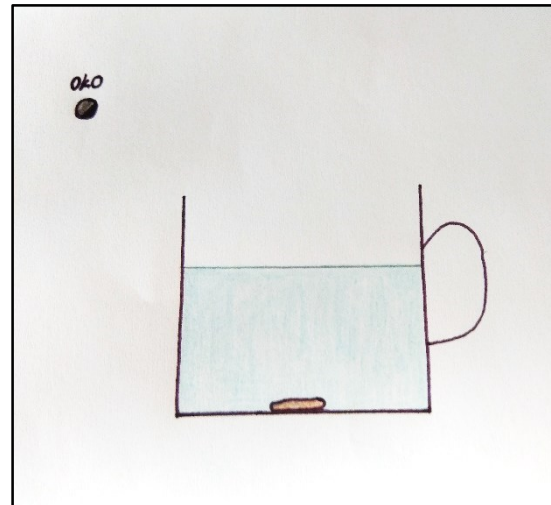
1. Postavte hrneček s mincí před sebe tak, abyste přes okraj hrnečku na minci neviděli.
2. Neměňte pozici hlavy ani hrnečku a postupně (velmi opatrně) nalijte do hrnečku vodu. Co nyní pozorujete?



3. Odhadněte chod paprsku jdoucího od mince do oka v obou situacích, tedy v prázdném hrnečku a hrnečku naplněném vodou.

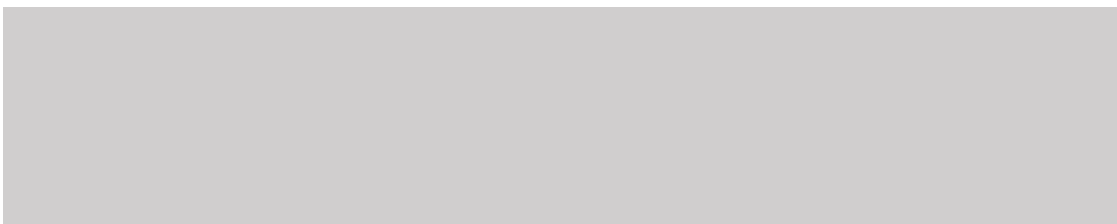


prázdný hrneček

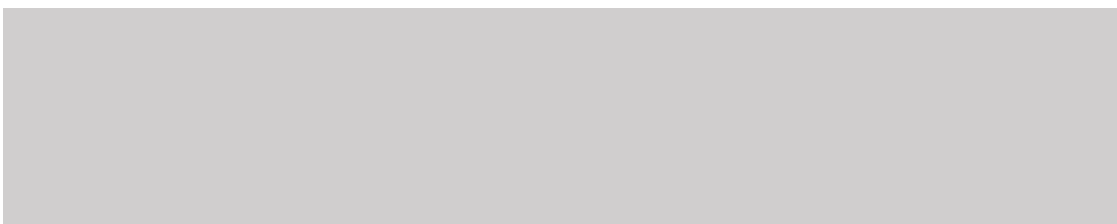


hrneček s vodou

4. Pokuste se vlastními slovy vysvětlit pozorovaný jev v kroku č. 2.

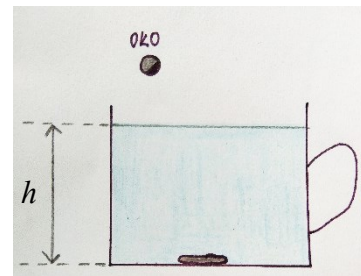


5. Jaké optické vlastnosti by musela mít **tekutina**, kterou by mohl být naplněn hrneček, aby nedošlo k jevu pozorovanému v kroku č. 2? V MFCh tabulkách zkuste nějakou takovou tekutinu najít.

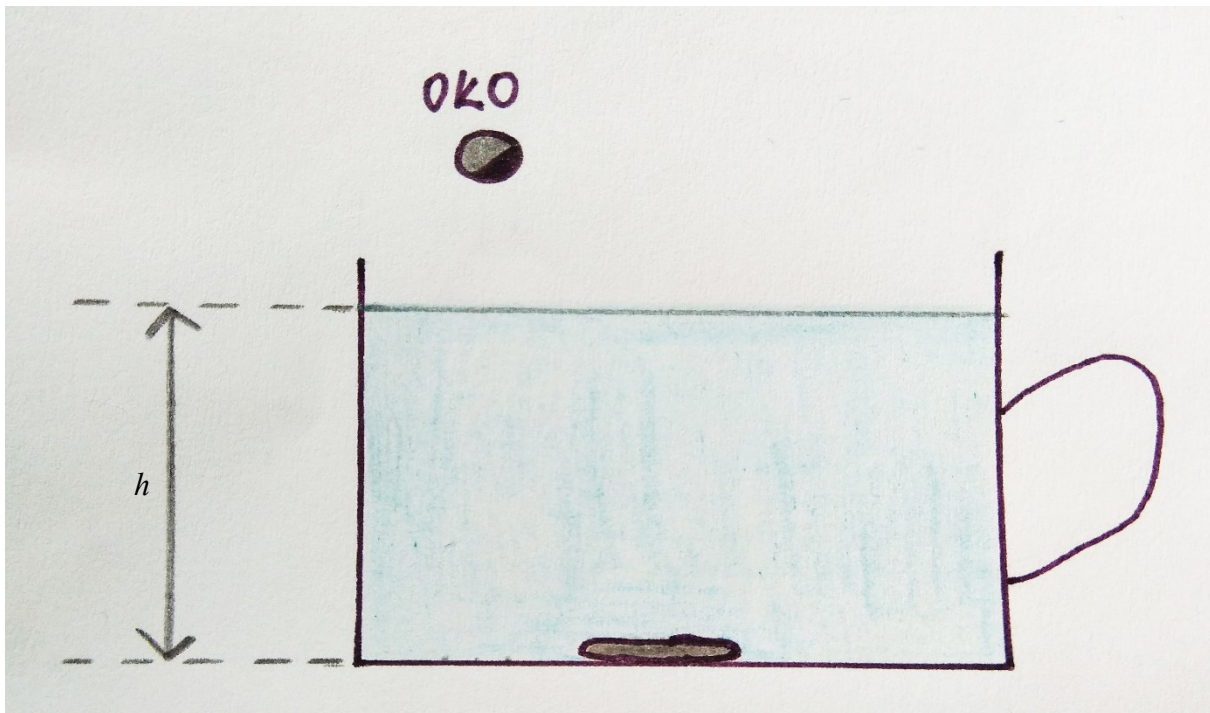


Úloha 1

Máte hrneček s mincí na dně, který je naplněn vodou. Budete-li minci sledovat seshora (viz obrázek vpravo), v důsledku lomu světla vám bude připadat, že se mince vznáší v hloubce h' pod hladinou.



Nakreslete do připraveného obrázku níže polohu obrazu mince, který okem pozorujeme:



Dále vypočítejte zdánlivou hloubku h' , ve které se mince jeví, když ji pozorujete pod malými úhly. Dále znáte následující hodnoty: $h = 8$ cm, $n_{\text{vody}} = 1,33$.



Závěr

Pokud paprsek světla dopadne na rozhraní dvou prostředí (např. v našem případě [] - []), pak se částečně [] a částečně [] do druhého prostředí.

Kvůli lomu světla nás mohou naše smysly někdy klamat, uveďte příklady takových situací:



Lom světla

Poznámky:

- K vypracování se žákům bude hodit pravítko s ryskou a kalkulačka.
- Časový odhad: 45 minut.

Pokus 1

Pomůcky: kádinka, voda, průhledné gelové kuličky.

Poznámky:

- Gelové kuličky se musí nejprve nechat nabobtnat několik hodin ve vodě. Na obalu se píše nejméně 8 hodin, já nechala celou noc.
- Před samotnou hodinou je třeba připravit kádinku s vodou, do které přidáme libovolné množství gelových kuliček. Neměly by ovšem vyčnívat nad hladinu.
- Pokud se v odpovědi na 3. otázku objeví pouze argument s barvou, je dobré mít připravené skleněné kuličky, které mají také průhlednou barvu, ale ve vodě vidět jsou, a tím žáky navést na lom světla.
- Pokud se žáci dosud s gelovými kuličkami neseťkali a je to pro ně něco nového, pak je velice pravděpodobné, že si s nimi budou hrát.

Postup:

1. Pozorně se zadívejte na kádinku, kterou máte před sebou. Aniž byste s ní pohnuli nebo se dotkli jejího obsahu, určete, co se v kádince nachází:

Zde se můžou objevit různé odpovědi. Správně se v kádince nachází voda a gelové kuličky, které by však neměli být vidět. Proto se očekává, že žáci budou psát jen vodu, popřípadě ještě vzduch, když kádinka nebude plná. Když se ale na kádinku s kuličkami podíváme pečlivě a zblízka, můžeme kuličky ve vodě rozeznat, proto je možné, že se tu objeví i tato odpověď.

2. Nyní prozkoumejte obsah kádinky rukou. Co jste zjistili?

Po prozkoumání kádinky rukou objevíme, že se v kádince nachází gelové kuličky.

3. Pokuste se vysvětlit, proč vylovené předměty nejsou v kapalině vidět.

Gelové kuličky jsou z 95% tvořeny vodou, tj. mají skoro stejný index lomu jako voda, a proto když paprsek světla narazí na povrch kuličky, téměř nemění svůj směr v důsledku lomu světla a my nemáme tedy šanci kuličku ve vodě rozeznat. Také záleží na tom, že gelové kuličky mají stejnou barvu jako voda, kdyby byly barevné, viděli bychom je velmi dobře.

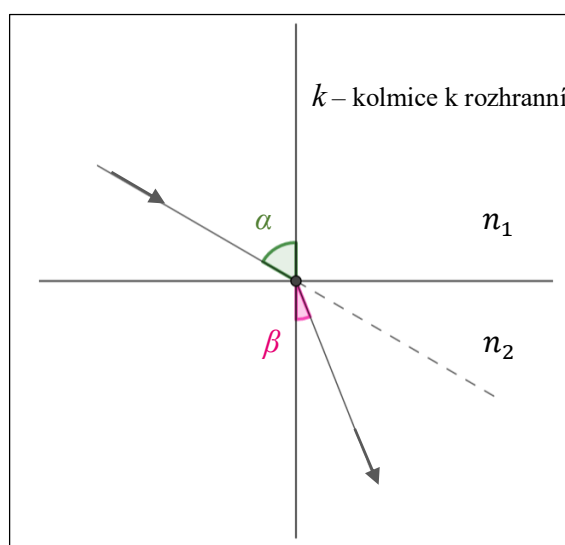
Teoretický úvod

Ve stejnorodém optickém prostředí se světlo šíří přímočaře. Pokud světelný paprsek dopadá na rozhraní dvou prostředí s různými optickými vlastnostmi, pak se jedním částečně odráží, jedním částečně láme a prochází do druhé prostředí. Tyto jevy nazýváme odraz a lom světla.

Lom světla se řídí Snellovým zákonem:

$$n_1 \sin \alpha = n_2 \sin \beta,$$

kde α je úhel dopadu, β úhel lomu a n_1 , n_2 jsou indexy lomu příslušející daným prostředím (viz následující obrázek).



Pokus 2

Pomůcky: hrneček s neprůhlednými stěnami, mince, voda, MFCh tabulky.

Poznámky:

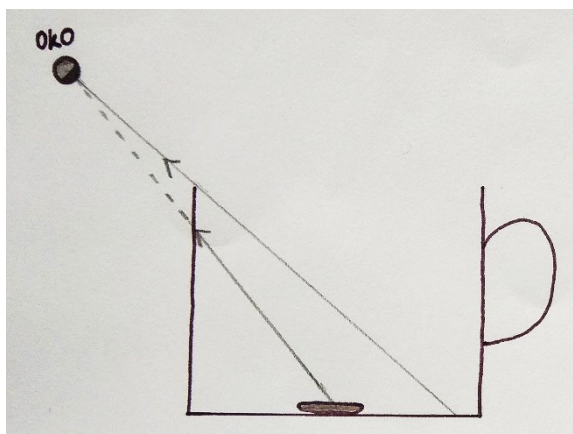
- Minci není třeba ke dnu hrnečku nijak připevňovat, pokud se bude voda nalévat opatrně, pomalu a mimo umístěnou minci. Také je důležité, aby si hrneček správně nastavili. Nejprve by si ho měli postavit tak, aby minci v hrnečku viděli. Poté jen posunovat hlavu dozadu do té chvíle, kdy minci už nevidí, a při nalévání vody s hlavou nepohnout.

Postup:

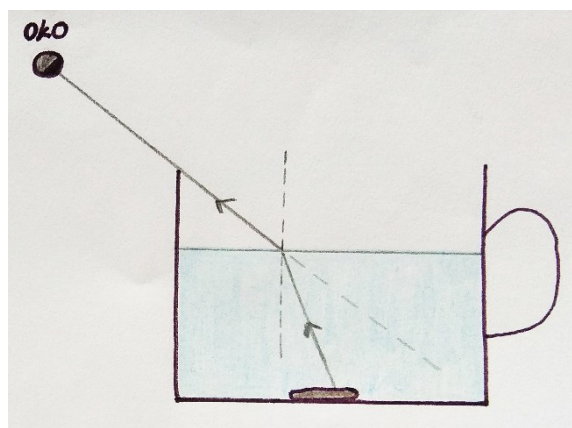
- Postavte hrneček s mincí na dně před sebe tak, abyste na minci neviděli.
- Postupně nalijte do hrnečku vodu. Co se stalo?

Po nalití vody je vidět kus mince.

- Odhadněte chod paprsku jdoucího od mince do oka v obou situacích, tedy v prázdném hrnečku a hrnečku naplněném vodou.



prázdný hrneček



hrneček s vodou

4. Pokuste se vlastními slovy vysvětlit pozorovaný jev v kroku č. 2.

Když nalijeme do hrnečku s mincí vodu, paprsek odražený mincí se na rozhraní voda-vzduch zlomí od kolmice, jelikož světlo míří z opticky hustšího prostředí do prostředí opticky řidšího. Díky lomu světla tedy mince po nalití vody uvidíme, jak je vidět na obrázku v předchozím úkolu.

5. Zkuste vymyslet, co by musela splňovat tekutina, kterou byste mohli naplnit hrneček, aby nedošlo k jevu pozorovanému v kroku č. 2? Znáte nějakou takovou tekutinu? Pokud ne, tak ji zkuste vyhledat v MFCh tabulkách¹⁶.

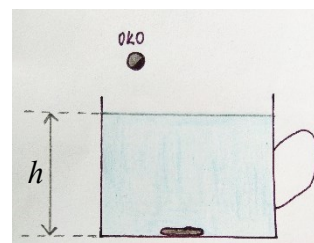
Chceme tedy, aby nedošlo k lomu světla na prostředí voda-vzduch, díky kterému mince po nalití vody uvidíme. K tomu bychom potřebovali tekutinu, která má stejný index lomu jako vzduch, resp. velmi podobný.

Pokud budeme předpokládat, že index lomu vzduch je 1, potom se této hodnotě nejvíce blíží helium s indexem lomu $n_{HE} = 1,000036$.

Pokud vezmeme index lomu vzduchu přesnější, jak uvádějí tabulky, $n = 1,000277$, poté se této hodnotě nejvíce blíží plyny kyslík $n_{O_2} = 1,000271$ a argon $n_{Ar} = 1,000281$.

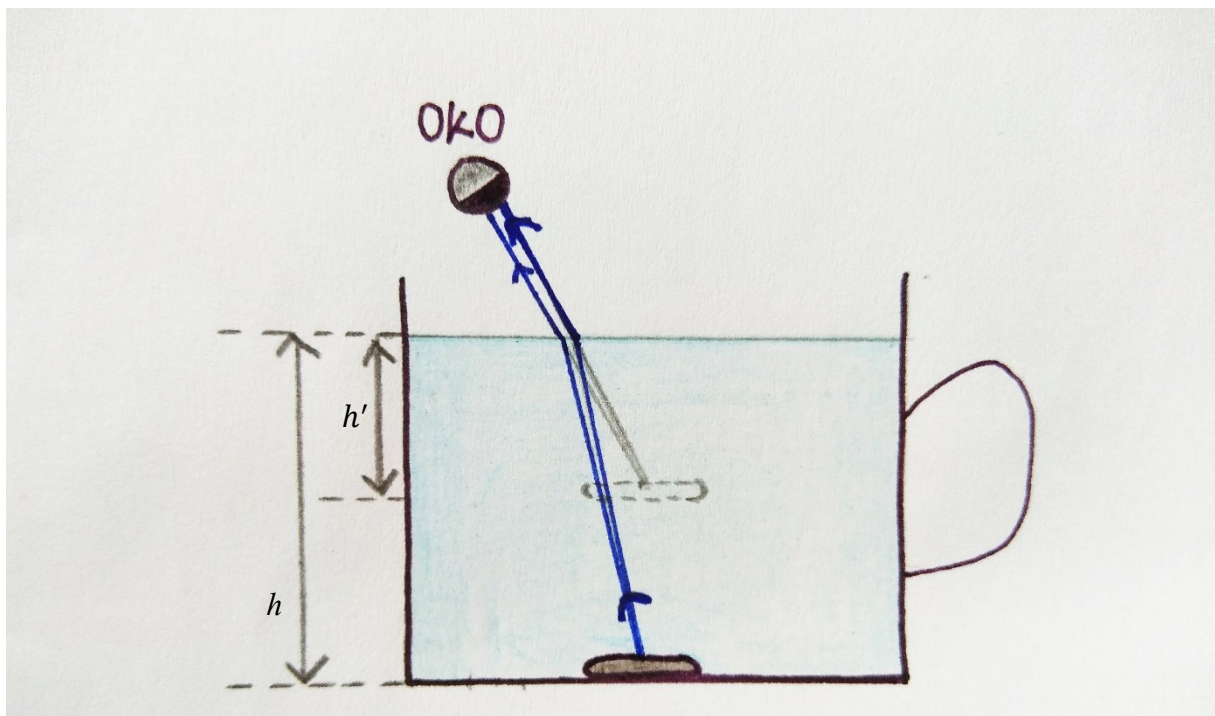
Úloha 1

Máte hrneček s mincí na dně, který je naplněn vodou. Budete-li minci sledovat seshora (viz obrázek vpravo), v důsledku lomu světla vám bude připadat, že se mince vznáší v hloubce h' pod hladinou.



¹⁶ Údaje převzaty z těchto MFCh tabulek: *Matematické, fyzikální a chemické tabulky a vzorce pro střední školy*. 4. vyd. Praha: Prometheus, 2003. Pomocné knihy pro žáky (Prometheus). ISBN 80-719-6264-3.

Nakreslete do připraveného obrázku níže polohu obrazu mince, který okem pozorujeme:



Dále vypočítejte zdánlivou hloubku h' , ve které se mince jeví, když ji pozorujete pod malými úhly. Dále znáte následující hodnoty: $h = 8 \text{ cm}$, $n_{\text{vody}} = 1,33$.

Nakreslíme si obrázek s jedním paprskem jdoucí od mince, který se zlomí do oka. Vyznačíme v něm úhel dopadu α i úhel lomu β .

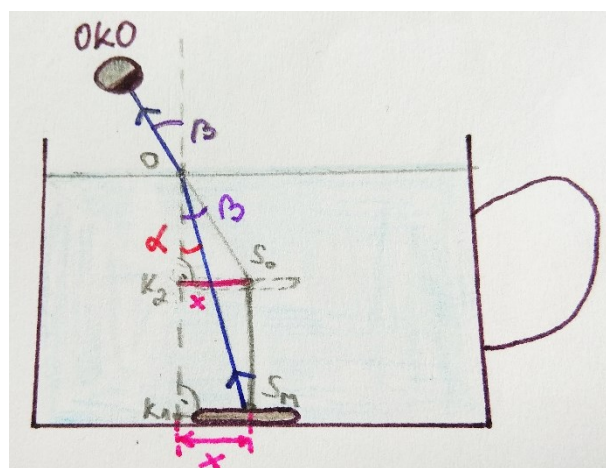
K určení hloubky h' potřebujeme zákon lomu: $n_{\text{vody}} \sin \alpha = n_{\text{vzduchu}} \sin \beta$, kde $n_{\text{vzduchu}} = 1$.

Z pravouhlých trojúhelníků OK_2S_0 a OK_1S_M vyjádříme úhly α a β : $\text{tg} \alpha = \frac{x}{h}$; $\text{tg} \beta = \frac{x}{h'}$.

Jelikož minci pozorujeme pod malými úhly, platí $\sin \alpha \doteq \text{tg} \alpha$ a $\sin \beta \doteq \text{tg} \beta$.

Tím pádem můžeme psát zákon lomu ve tvaru: $n_{\text{vody}} \text{tg} \alpha = \text{tg} \beta$. Dosadíme za $\text{tg} \alpha$ a $\text{tg} \beta$:

$n_{\text{vody}} \frac{x}{h} = \frac{x}{h'}$, odkud již vyjádříme hledané h' : $h' = \frac{h}{n_{\text{vody}}} = \frac{8 \text{ cm}}{1,33} \doteq 6 \text{ cm}$.



Závěr

Pokud paprsek světla dopadne na rozhraní dvou prostředí (např. v našem případě **voda** – **vzduch**), pak se částečně **odráží** a částečně **láme** do druhého prostředí.

Kvůli lomu světla nás mohou naše smysly někdy klamat, uveďte příklady takových situací:

Některé předměty se mohou stát neviditelnými (např. gelové kuličky ve vodě). Potopené předměty ve vodě nevidíme ve správné hloubce.

Rozptyl světla

Úloha 1

Proč má nebe modrou barvu?

Teoretický úvod

Pokud rovnoběžné paprsky světla dopadají na rovinné rozhraní, odražené paprsky budou opět rovnoběžné. Co se ale stane v případě, že rozhraní nebude rovinné? V takové situaci se paprsky světla odráží všemi směry a tento jev se označuje jako rozptyl světla.

Světlo se rozptyluje, např. když narazí na pevné částičky v plynu (kouř) nebo na kapky vody ve vzduchu (mlha).

Pokus 1

Postup:

1. Sledujte demonstrační experiment, který kvůli bezpečnosti předvede učitel.
2. Která z barev laseru se v akváriu rozptylovala nejvíce? Která nejméně?

3. Jestli rozptyl světla závisí na jeho barvě, tedy jeho vlnové délce, zkoumal lord Rayleigh, který odvodil pro intenzitu rozptýleného světla tento vzorec:

$$I = I_0 \left(\frac{d}{2}\right)^6 \left(\frac{2\pi}{\lambda}\right)^4 \left(\frac{n^2 - 1}{n^2 + 2}\right) \frac{1 + \cos^2\theta}{2R^2},$$

kde I_0 je původní intenzita světla, d průměr rozptylující částice, n index lomu rozptylující částice, θ rozptylový úhel a R je vzdálenost od částice.

Rozhodněte, zda výsledek našeho experimentu a vaše závěry v 2. kroku odpovídají tomuto vztahu a svou odpověď zdůvodněte.

Pokus 2

Postup:

1. V kádince smíchejte vodu s několika kapkami mléka.
2. Poté malé množství vytvořené kapaliny nalijte do připravené sklenice.
3. Posviťte zesponu do sklenice baterkou a pozorujte barvu kapaliny. Jaké zabarvení kapaliny jste pozorovali, když jí procházelo světlo z baterky?

4. Oběma předchozími experimenty jsme se pokusili modelovat situaci rozptylu světla v atmosféře. Co tedy v zemské atmosféře nahrazuje molekuly mléka nebo smetany ve vodě? Kvůli čemu se tedy světlo v atmosféře rozptyluje?

5. Vzhledem k předchozím poznatkům z experimentů se pokuste vlastními slovy vysvětlit, proč je nebe modré?

6. Kdyby naše Země neměla kolem sebe atmosféru, jakou barvu by měla obloha?

7. Z demonstračního experimentu i z Rayleighova vzorce vyplývá, že nejvíce se rozptyluje světlo s nejmenší vlnovou délkou. Modrá barva však není tou složkou s nejmenší vlnovou délkou viditelného světla, jelikož za modrou následuje ještě fialová barva. Proč tedy nebe není fialové ale modré?

8. Proč Slunce vidíme ve dne žlutě a při západu červeně?

Závěr

K rozptylu světla dochází, když svazek rovnoběžných paprsků [] na rovinné rozhraní a odražené paprsky míří []. Můžeme ho dobře pozorovat např. na [] nebo [].

S rozptylem světla souvisí i modrá barva [], na což jako první přišel anglický fyzik []. Ten odvodil poměrně složitý vzorec pro intenzitu rozptýleného světla na částicích menších, než je jeho vlnová délka. Pro naše účely a pro vysvětlení barvy oblohy však z celého vzorce postačí pouze člen [], ve kterém se objevuje veličina [].

Rozptyl světla

Poznámky:

- Časový odhad: 45 minut.

Úloha 1

Proč má nebe modrou barvu?

Sluneční světlo se na molekulách zemské atmosféry rozptyluje. Lord Rayleigh odvodil, že nejvíce se rozptylují nejmenší vlnové délky, tedy v oblasti viditelného světla modrá barva.

Teoretický úvod

Pokud rovnoběžné paprsky světla dopadají na rovinné rozhraní, odražené paprsky budou opět rovnoběžné. Co se ale stane v případě, že rozhraní nebude rovinné? V takové situaci se paprsky světla odráží všemi směry a tento jev se označuje jako rozptyl světla. Existuje mnoho druhů rozptylu podle toho, jaké jsou částice, na nichž se světlo rozptyluje.

Světlo se rozptyluje, např. když narazí na pevné částičky v plynu (kouř) nebo na kapky vody ve vzduchu (mlha).

Pokus 1

Pomůcky: Velké skleněné akvárium, barevné lasery (červený, zelený, modrý), smetana nebo mléko, voda.

Poznámky:

- Tento experiment kvůli bezpečnosti musí být demonstrační, tedy ho musí provést učitel. Pracuje se v něm totiž se silnými lasery, které by žákům neměly přijít do rukou.
- Pokud se ještě na lasery v hodinách předtím nenarazilo, je vhodné chvíli věnovat bezpečnosti práce s lasery a důrazně žáky upozornit na možné nebezpečí.

Postup:

1. Sledujte demonstrační experiment, který kvůli bezpečnosti předvede učitel.

Demonstrační experiment:

Do akvária s vodou přidejte malé množství mléka nebo smetany a důkladně vše rozmíchejte. Postupně do něj ze strany posviťte červeným, zeleným a nakonec modrým laserem.

2. Která z barev laseru se v akváriu rozptylovala nejvíce? Která nejméně?

Nejvíce se rozptylovala modrá barva laseru, nejméně naopak červená.

3. Jestli rozptyl světla závisí na jeho barvě, tedy jeho vlnové délce, zkoumal lord Rayleigh, který odvodil pro intenzitu rozptýleného světla tento vzorec:

$$I = I_0 \left(\frac{d}{2}\right)^6 \left(\frac{2\pi}{\lambda}\right)^4 \left(\frac{n^2 - 1}{n^2 + 2}\right) \frac{1 + \cos^2\theta}{2R^2},$$

kde I_0 je původní intenzita světla, d průměr rozptylující částice, n index lomu rozptylující částice, θ rozptylový úhel a R je vzdálenost od částice.

Rozhodněte, zda výsledek našeho experimentu a vaše závěry v 2. kroku odpovídají tomuto vztahu a svou odpověď zdůvodněte.

Výsledky demonstračního experimentu s lasery odpovídají vzorci, který odvodil lord Rayleigh. Ze vztahu totiž plyne, že intenzita rozptýleného světla závisí nepřímo úměrně na čtvrté mocnině vlnové délky, tj. čím menší vlnová délka, tím více se rozptýlí. Tento závěr sedí s výsledky experimentu, jelikož v něm vyšlo, že nejvíce se rozptýlila modrá barva, která ze všech testovaných má nejmenší vlnovou délku.

Pokus 2

Pomůcky: Kádinka s vodou, sklenice, mléko nebo smetana, baterka nebo lampička s běžným světlem.

Poznámky:

- Vysvětlení na otázku v bodě 8: „Proč je Slunce při západu červené?“ můžeme ukázat i experimentem s pomocí akvária s vodou a smetanou a lampičky s obyčejnou žárovkou. Když k jedné straně akvária přiložíme rozsvícenou lampičku a podíváme se na ni z druhé strany akvária skrz kapalinu, měli bychom vidět načervenalé vlákno žárovky.
- Tento experiment se dá ještě rozšířit, pokud chceme žákům ukázat, že existují i jiné druhy rozptylů, než zmiňovaný Rayleighův. Pokud do mléka přidáme citronovou šťávu a následně do této směsi posvítíme baterkou, směs se nijak nezbarví, protože se jedná o rozptyl na větších částicích, než je vlnová délka světla, a tento rozptyl na vlnové délce v podstatě nezávisí.

Postup:

1. V kádince smíchejte vodu s několika kapkami mléka.
2. Poté malé množství vytvořené kapaliny nalijte do připravené sklenice.
3. Posvítte zesponu do sklenice baterkou a pozorujte barvu kapaliny. Jaké zbarvení kapaliny jste pozorovali, když jí procházelo světlo z baterky?

Kapalina ve sklenici se jemně zbarví domodra.

4. Oběma předchozími experimenty jsme se pokusili modelovat situaci rozptylu světla v atmosféře. Co tedy v zemské atmosféře nahrazuje molekuly mléka nebo smetany ve vodě? Kvůli čemu se tedy světlo v atmosféře rozptyluje?

Molekuly a atomy plynů, drobné prachové částičky, atd.

5. Vzhledem k předchozím poznatkům z experimentů se pokuste vlastními slovy vysvětlit, proč je nebe modré?

Viz vysvětlení u první úlohy.

6. Kdyby naše Země neměla kolem sebe atmosféru, jakou barvu by měla obloha?

Měla by černou barvu, jako např. nebe na Měsíci.

7. Z demonstračního experimentu i z Rayleighova vzorce vyplývá, že nejvíce se rozptyluje světlo s nejmenší vlnovou délkou. Modrá barva však není tou složkou s nejmenší vlnovou délkou viditelného světla, jelikož za modrou následuje ještě fialová barva. Proč tedy nebe není fialové ale modré?

Jednoduše proto, že sluneční spektrum obsahuje fialové barvy mnohem méně než modré a také proto, že lidské oko je na modrou barvu citlivější.

8. Proč Slunce vidíme ve dne žlutě a při západu červeně?

Slunce vidíme ve dne žlutě, protože sluneční světlo při průchodu atmosférou přijde o část modré, která se rozptyluje.

Když Slunce zapadá, musí sluneční světlo k našim očím urazit dlouhou vzdálenost vrstvou atmosféry, tzn. světlo tak kvůli rozptylu přichází o velkou část modré barvy a i o trochu zelené, což znamená, že do našich očí tak přichází světlo s převahou větších vlnových délek. Ty odpovídají červené barvě.

Závěr

K rozptylu světla dochází, když svazek rovnoběžných paprsků **nedopadá** na rovinné rozhraní a odražené paprsky míří **všemi/různými směry**. Můžeme ho dobře pozorovat např. na **kouři** nebo **mlze**.

S rozptylem světla souvisí i modrá barva **oblohy/nebe**, na což jako první přišel anglický fyzik **lord Rayleigh**. Ten odvodil poměrně složitý vzorec pro intenzitu rozptýleného světla na částicích menších, než je jeho vlnová délka. Pro naše účely a pro vysvětlení barvy oblohy však z celého vzorce postačí pouze člen $\left(\frac{2\pi}{\lambda}\right)^4$, ve kterém se objevuje veličina **vlnová délka**.