

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Pedagogická fakulta – Katedra fyziky

Inovovaná souprava pro demonstrační pokusy z optiky

Diplomová práce

Vedoucí práce: PaedDr. Jiří Tesař, Ph.D.

Autor: Vladimír Vochozka

Anotace

Inovovaná souprava pro demonstrační pokusy z optiky

Tato diplomová práce pojednává o možnostech využití demonstrační soupravy ve vyučování optiky ve fyzice. Rozebírá obecné využití technických didaktických prostředků ve výuce a různé druhy přístupů k pokusům ve školní fyzice. Součástí je porovnání aktuálně nabízených souprav pro demonstrační pokusy. Práce obsahuje sadu vybraných experimentů a k nim vytvořené pracovní listy, které byly použity k ověření úloh. Výsledky pracovních listů jsou zde přiloženy a rozebrány. Cílem je ověřit přínos využití demonstrační soupravy ve výuce optiky.

Klíčová slova: Demonstrační souprava, demonstrační experiment, optika, pracovní listy, fyzikální úlohy.

Abstract

Innovated set for demonstrative experiments from optics

This diploma work deals the possibilities of use of demonstration set in teaching of optics in the physics. It is focused on general use of technical didactical means in teaching and various approachs to experiments in the school physics. Comparison of actually available sets for demonstration experiments is incorporated in this work. It contains also set of selected experiments and worksheets which were used for verification of tasks. Results of the worksheets are analysed and form the part of the work. The aim is to verify the benefit of use of demonstration sets in the physics teaching.

Keywords: Demonstration Kit, a demonstration experiment, optics, worksheets, physical tasks.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích dne 26. dubna. 2011

Podpis studenta

Touto formou děkuji svému konzultantovi p. PaedDr. Jiřímu Tesařovi, Ph.D. za cenné rady a připomínky při zpracování mé práce.

Obsah

1. Úvod.....	6
2. Didaktické prostředky ve výuce	7
3. Metody vyučování	11
4. Pokus ve vyučování fyziky	13
4.1. Typy pokusů definované dle zaměření	14
4.2. Oblíbenost jednotlivých částí vyučovací hodiny fyziky	19
5. Demonstrační souprava pro fyziku	21
5.1. Didaktik optika.....	21
5.2. Příprava soupravy.....	25
5.3. Zhodnocení soupravy	28
5.4. Srovnání hodnocené demonstrační soupravy s jinými.....	31
6. Vybrané experimenty z optiky pro ZŠ.....	40
6.1. Didaktický rozbor použití demonstrační soupravy	40
6.2. Návrh řazení vybraných experimentů	41
7. Pracovní listy k vybraným experimentům	77
7.1. Práce s pracovním listem	77
7.2. Tvorba pracovních listů.....	77
7.3. Pracovní listy k pokusům z optiky s demonstrační soupravou	80
7.4. Návrh řazení pracovních listů	81
7.5. Zařazení vytvořených pracovních listů a experimentů do výuky	104
8. Praktické ověření efektivity pracovních listů a experimentů z optiky.....	106
8.1. Didaktická sonda.....	106
8.2. Shrnutí didaktické sondy.....	115
9. Závěr	117
Seznam použité literatury	118
Seznam příloh	120

1. Úvod

Experiment má ve fyzice své nezastupitelné místo. Pokud jde o školní fyziku, je jeho význam neméně důležitý. Většina probírané látky je přímo spojená s nějakým experimentem. Ve vyučování se setkáváme s několika druhy experimentů a rozlišujeme je podle různých kritérií. Nejčastějším a nejkvalitnějším typem jsou demonstrační experimenty, protože je vykonává sám učitel. Ty by měly tvořit nedílnou součást výuky organicky spojenou s výkladem dané učební látky. Demonstrační pokus se tak stává důležitým zdrojem praktického poznání pro žáky. A vyučující má věnovat mimořádně velkou pozornost obsahu a metodice jejich provádění.

Každý pokus je náročný na přípravu. Velkým problémem mohou být pomůcky potřebné k demonstraci. Na školách se ovšem objevují speciální sady (soupravy), které pomocí jednoduchých úprav mohou sloužit hned k několika podobným i různým účelům. Tyto sady se samozřejmě od sebe liší, a proto je text věnován i jejich porovnání.

Značnou část práce tvoří i obrazová dokumentace pokusů a doplňující text. Po přečtení a zhlédnutí obsahu těchto stránek, by měla být problematika předvedení všech experimentů značně ulehčená.

Pokus se neskládá jen ze samostatné demonstrace a zhodnocení, zda proběhl korektně či ne. Jeho nezbytnou součástí je i zápis pozorování a jiných zajímavostí. K této aktivitě jsou ideální pracovní listy, které za spolupráce žáka tvoří sešit zajímavých informací a mohou mu být nápomocny při dalším studiu.

Dalším cílem této práce je zjištění, zda demonstrační úlohy pomáhají žákům k lepšímu pochopení probírané látky a je vhodné jim věnovat čas během vyučovacích hodin. Jako důležitý prostředek k poznání efektivity demonstračních pokusů byla vytvořena sada úloh, která má na různé fyzikální látce demonstrovat pozitivní či negativní dopad na žáky. Ty úlohy, které byly převedeny do pracovních listů, byly poté odzkoušeny na základních školách a výsledky jsou přiloženy a rozebrány v této práci.

2. Didaktické prostředky ve výuce

Výuka odborných předmětů je úzce spjata s učebními pomůckami, didaktickými technikami a verbální a neverbální komunikací. Možnost využívat efektivní výukové metody, používat učební pomůcky a modely za podpory didaktických technik je pro učitele cesta k snadnějšímu dosažení výukových cílů. Žáci mají možnost pracovat s předměty, modely a zkoumat objekty. Díky tomu je více aktivována jejich mysl.

Proces poznání

K získávání nejlepších výsledků v učení je vhodné využít více smyslů k vnímání nových informací, tedy zrak a sluch, minimálně jak píše Čáp v [1]. Proces poznání začíná názorným poznáváním, tedy vnímáním a představami.

Vnímání je psychický proces. Pomocí něho zobrazujeme jevy působící v daném okamžiku na naše smyslové orgány. Můžeme říci, že zachycuje to, co v daný okamžik působí na smysly a informuje nás o vnitřním i vnějším světě. *Analyzátor* je smyslový orgán, kterým vnímáme. Funkce analyzátoru spočívá v rozlišování, analyzování a vyčleňování jednotlivých částí. Druhy analyzátorů mají své zvláštnosti a plní v životě člověka určité úlohy. Druhy analyzátorů jsou zrak, sluch, hmat, čich, atd.

Zrak umožňuje poznávat předměty i na značnou vzdálenost a s velkou přesností. Kontroluje průběh a výsledky činnosti.

Sluchem získáváme informace o předmětech a událostech vzdálených od nás. Důležitou roli hraje sluch při vnímání řeči.

Ostatní analyzátory doplňují informace o vnitřním i vnějším světě. Můžeme říci, že díky ostatním analyzátorům a jejich signálům se informace spojují k lepšímu vnímání skutečnosti. [1]

Na podkladě vnímání se rozvíjejí ostatní poznávací procesy. Reflexní proces při vnímání zanechává určitou stopu v nervové soustavě, která nám umožňuje vybavit si později to, co jsme dříve vnímali, názorný obraz nazývaný představa.

Představy definujeme jako *obrazy*, které reprodukuje něco, co je nám známo, nebo to, co je pro nás relativně nové. V technických předmětech je důležitá rekonstruuující fantazie, neboli utváření představ na podkladě schematického znázornění či slovního popisu. Fantazie a představy jsou velmi důležité pro poznání skutečnosti. Vjemy společně s našimi představami vytvářejí názorné poznání.

Řeč slouží k vzájemnému styku, působení, dorozumění i sdělování a předávání zkušeností.

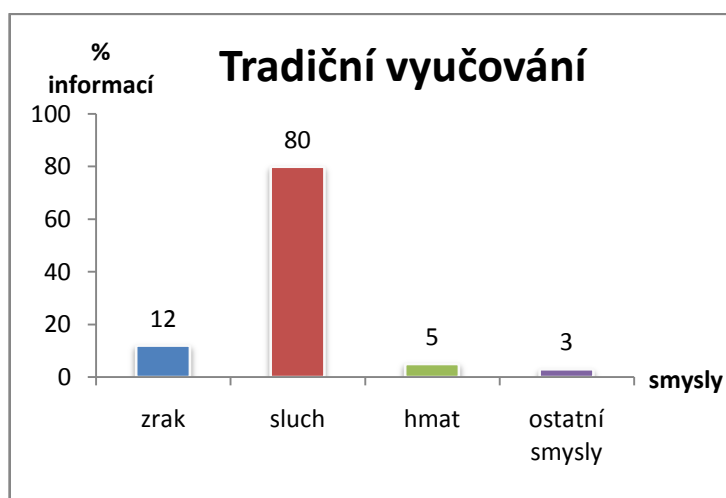
Myšlení je zprostředkované a zobecňující poznání skutečnosti, zejména jejich podstatných znaků a vztahů.

Názorné poznání, myšlení a řeč jsou tři složky či stupně poznání, navzájem spojené a vzájemně se doplňující. Všechny tyto procesy však těsně souvisí s praktickým působením na svět, s praxí. Právě proto je nutné si uvědomit *nezastupitelný vliv technických prostředků ve výuce*. Vytváří představu o daném procesu nebo předmětu, kterou nám usnadňují či zpřesňují. Pro zprostředkování dané skutečnosti všemi možnými znaky je nezbytné použití technických didaktických prostředků ve výuce. Samozřejmostí je pak provázanost kombinace slovního výkladu, názorného zobrazení a praktické ukázky pokud je to možné s důrazem na praktické využití ve všedním životě. [1]

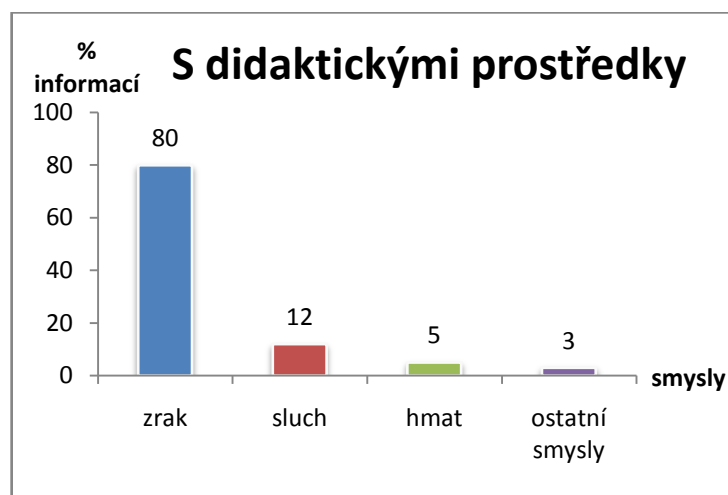
Učební pomůcky

Při výuce je dle [2] nejvíce využívána verbální komunikace. Názornější a mnohem efektivnější jsou ovšem především informace vizuálního charakteru. Ty jsou mozkiem přijímány pomocí smyslových orgánů zraku. Vhodně zařazenou vizuální pomůckou můžeme aktivovat tento smysl a zvýšit úspěšnost dosažení vytyčeného cíle ve výuce. Nesčetné výzkumy této problematiky ukazují vstup informací do našeho mozku v následující míře: největší procentuální část 87% vnímáme zrakem, 9% sluchem a zbylé 4% jinými smysly.

Provede-li se porovnání předávání informací při tradičně pojaté výuce a za podpory moderní didaktické techniky, je zřejmé, že smyslové receptory mají různý podíl na příjmu informací. Podíl příjmu informací ukazují také následující dva grafy 1 a 2. [3]



Graf 1 Zastoupení smyslů při tradičním vyučování [3]



Graf 2 Zastoupení smyslů při vyučování s didaktickými prostředky [3]

Z grafu 1 je zřejmé, že tradiční pojetí vyučování je v rozporu s přirozeným příjmem informací, neboť výrazně převažuje přenos informací zvukem. Pokud provedeme rozdílné zapojení smyslů, jako je v grafu 2, můžeme dosáhnout lepších výsledků díky materiálním prostředkům. Právě tak, aby vše bylo v duchu *zlatého pravidla didaktiky* (vysloveným Janem Ámosem Komenským): „...a proto budiž vše předváděno tolika smyslům, kolika možno. Viditelné zraku, slyšitelné sluchu, hmatatelné hmatu, vonné čichu a chutnatelné chuti. A je-li možno předvádět to více smyslům, budiž to předváděno tolika smyslům, kolika možno.“ [3] Ze srovnání grafů 1 a 2 můžeme vyčíst, že je vhodné zapojit do výkladu informací při výuce mimo zvukového přenosu i obrazový materiál.[3]

K nesporným výhodám vizuálních pomůcek patří jejich schopnost efektivně zvýšit *pozornost*. Ignorovat vizuální projev je mnohem těžší než mluvené slovo. Obraz nebo model proto může nahradit mnoho slov. Dále *přinášejí změnu* tím, že u žáků vzbuzují zájem a oživují výuku. Nespornou výhodou je také jejich *napomáhání ke konceptualizaci*, protože pomáhají názornosti výkladu. Dojde-li u žáků k zapamatování a pochopení vizuální informace, neměl by být problém ji verbálně popsat. Vizuální pomůcky jsou v principu snáze zapamatovatelné, neboť většina z nás si lépe pamatuje informace vizuální než informace verbální. [2]

Princip názornosti

Pokud student vnímá nové informace naráz více smysly, alespoň tedy zrakem a sluchem, může dosahovat lepších výsledků. Princip názornosti můžeme plně realizovat díky technickým didaktickým prostředkům. Jeho uplatňováním dochází ve

vyučování k vícesmyslovému vnímání předmětů a jevů. Také slouží k představě vycházející z názorného vnímání, vedoucí ve svém důsledku k lepšímu vytváření abstraktních představ na úrovni vědomosti. Realizace názornosti vede vždy k dalšímu rozvoji vnímání, pozorování a fantazie a tím i kreativity. [3]

3. Metody vyučování

Metoda vyučování je brána jako společná činnost učitele a žáků. Učitel zde slouží jako prostředník mezi poznatky uloženými ve společensko-historických zkušenostech lidstva a vědomím žáka. Je tedy na učiteli, aby vhodně zvolil metodu vyučování pro žáky, kteří mají získávat nové vědomosti, dovednosti a návyky [4].

Metody

- Určují charakter činnosti učitele a žáků v závislosti na cílech a obsahu vyučování.
- Vycházejí ze zákonitostí vyučovacího procesu i z obecných zákonitostí lidského poznání.
- Mají své specifické zvláštnosti vzhledem k povaze a obsahu osvojovaného učebního předmětu.

Podle [4] kritéria zdroje získávání poznatků se dělí na vyučovací metody:

- a) slovní
- b) názorné
- c) praktické

Slovní metody

Jsou metody, při nichž žáci získávají informace pomocí výkladu, důkazů učitele, úvah, z textu učebních knih, vyprávění, rozhovoru, besedy a podobně. Základem úspěchu těchto metod je dovednost učitele správně provést slovní výklad a schopnost žáka chápat učivo, které mu je předkládáno.

Za správné provedení výkladu se předpokládá jeho logická stavba, názornost, emotivnost, spisovná řeč a dobrá výslovnost. Rozhovor je vhodný hlavně v případě, že žáci mají již základní poznatky o probíraném učivu a je třeba spojit jejich učivo s osobní zkušeností [4].

Názorné metody

Jsou metody využívající názorné pomůcky a technické prostředky. Právě pomůcky podstatně ovlivňují osvojování učiva. Jedny z názorných metod jsou pozorování a předvádění. Pro fyziku a učení abstraktních zákonů a pojmů je právě metoda předvádění - demonstrace velice přínosná.

Metoda demonstrace je zaměřena na předvádění názorných pomůcek, zařízení, pokusů apod. při vyučování v odborné pracovně nebo učebně. Obvykle je doprovázena vysvětlováním či rozhovorem. Účinnost předvádění je závislá na několika faktorech:

- Předváděný předmět (činnost) by měl být dobře viditelný pro všechny žáky.
- Očekává se, že komentář učitele je zřetelný a neomezuje se jen na popisování.
- Podle potřeby je vhodné provádět záznam o pozorování a činnostech.

Hlavním přínosem těchto metod je osvojování představ o okolních předmětech, vlastnostech a jevech, na nich se pak mohou rozvíjet teoretická zobecnění a případně mohou sloužit k aktivaci myšlení žáků a k soustředění pozornosti při učení [4].

Praktické metody

K metodám praktických činností patří metody, při kterých se aktivizují dovednosti a návyky na základě cvičení a praktických činností. Do této skupiny patří písemná a ústní cvičení či praktické a laboratorní práce. Nejčastěji se taková cvičení provádějí podle předvedeného vzoru. Větší efektivita se získává algoritmizací. Velmi důležité je vytváření správných návyků již od počátku, neboť přeučování je obtížnější než vlastní učení [4].

4. Pokus ve vyučování fyziky

Definice pokusu

Každý fyzikální pokus je brán jako spojení dvou procesů. Procesu fyzikálního s procesem myšlení a poznání. Nejde tedy jen o pouhé demonstrování nějakého děje, nýbrž o jeho naznačení a následovné pochopení a poznání. Jedná se o upravený fyzikální experiment, který má sloužit učiteli jako prostředek řízení myšlenkových operací u žáků a jejich pronikání do učiva fyziky. Experiment můžeme považovat za:

- a) zdroj nových poznatků o přírodě
- b) kritérium hypotézy či teorie
- c) spojení vědeckých poznatků s životem a technikou

Význam pokusu ve vyučování

Pokus je zdrojem informací o fyzikálních jevech a vlastnostech. Ve vyučování zastává stejnou funkci jako ve vědě, a to získávání nových poznatků. Nejde však o nové poznatky obecně, nýbrž jen pro okruh žáků. Nedílnou výhodou je také zvýšení zájmu žáků o fyziku a pomoc vytvářet konkrétní představu o konkrétních fyzikálních pojmech – to usnadňuje osvojení učiva. K aktivaci přispívá nejlépe, pokud žáci mohou pokus provádět sami. Při vykonávání, nebo alespoň pozorování pokusu ve vyučování se zlepšuje technická dovednost a pozorovací schopnost. [5]

Klasifikace pokusů

Pokusy ve školské fyzice můžeme dle [5] dělit na tři typy podle:

- a) Zaměření:
 - demonstrační - předvedení, ukázky, které realizuje učitel sám
 - frontální - pokusy žáků během hodiny
 - laboratorní - širší úseky učiva, které si žáci již částečně osvojili a sami je provádí
- b) Provedení:
 - reálné – skutečně provedené situace
 - myšlenkové – modelové situace jevů smyslům nepřístupných
- c) Logické povahy:
 - kvalitativní – ukázky jevů
 - kvantitativní – vyhodnocování naměřených veličin

4.1. Typy pokusů definované dle zaměření

Demonstrační pokusy

Jsou pokusy předváděné učitelem. Ten sám rozhoduje, kdy je vhodné je použít a zapojit do výuky. Mohou být součástí vysvětlování nové látky, jejím zkoušením nebo doplňováním. Jedná se většinou o náročnější pokusy a to jak z časového hlediska, tak i ze strany zručnosti. Učitel tyto pokusy provádí před žáky až po vlastním vyzkoušení a vyhýbá se tak chybám, které by například žák mohl během svého počínání provést. Tyto demonstrace jsou provázené výkladem a tak nejde o pouhé pozorování nějakého děje [6].

Typy demonstračních pokusů:

Pokusy heuristické povahy

Jsou zajímavé zejména proto, že při jejich provádění dochází k „odhalování“ doposud neznámých fyzikálních jevů a jejich zákonitostí. Žák může být z velké části jejich objevitelem sám, čímž napodobuje činnost experimentálního fyzika. Pro správné splnění úlohy je třeba, aby byl žák maximálně aktivován [6].

Pokusy ověřovací

Pokud dochází k odvození zákona deduktivně, případně dogmaticky je třeba, aby byla dodatečně ověřena jeho platnost. V takovém případě dochází k pokusu ověřovacímu. Žáci se musí samozřejmě aktivně účastnit, jejich činnost již není tak heuristické povahy jako při individuálním hledání nového zákona [6].

Pokusy motivující nové učivo

Už podle názvu je tento typ pokusů zařazován na začátek probírané látky. V žácích se má především probudit motivace pro naslouchání a učení nové látky. Motivační pokus pak působí stejně jako uvedení příkladů ze zkušeností žáka. Pokud takto prováděný pokus zároveň objasňuje odvození zákona a budeme ho probírat už při samotném výkladu látky, je třeba ho znovu zopakovat a ne se na něj jen slovně odvolávat [6].

Ilustrační pokusy

Velká většina z nich jsou kvalitativní pokusy, kde jde o seznámení s tím, jak jev vypadá. Mnoho z nich může mít i heuristickou či ověřovací funkci. Liší se od sebe časovým zařazením a povahou poznatku [6].

Pokusy uvádějící fyzikální problém

V dnešním vyučování jedna z nejdůležitějších metod motivace žáků. Problémy mohou mít různou formu či obsah, jako například slovní zadání nebo vyjádření samotným pokusem [6].

Pokusy demonstrující aplikace nových poznatků

Tyto pokusy mají ve výuce rozmanitou funkci. Jde například o poznatek, který je sám o sobě předmětem osnov, či ilustrací principu technického zařízení. Zhotovují se jednoduché modely nebo jejich zjednodušení pro následnou demonstraci [6].

Pokusy historické

Jedná se o pokusy, které mají již jen historickou hodnotu a hrály dříve důležitou roli v pokroku vědy. Pokus je třeba ukázat i s výkladem v historické souvislosti [6].

Pokusy k opakování a prohlubování studia

Opakující pokusy jsou ty, které byly provedeny při výkladu nového učiva. Tyto pokusy pak často opakujeme nebo částečně obměňujeme. Další nezbytné místo je například při zkoušení [6].

Druhy demonstračních pokusů:

- a) umožňující vytvářet představy o jevech
- b) umožňující studovat vlastnosti fyzikálních jevů
- c) ukazující využití fyzikálních vlastností nebo jevů

Klady:

- Žáci vnímají pouze jediný objekt a to jim dává možnost se naučit určitý algoritmus.
- Je to jediná možnost jak předvést pokus s drahými, omezenými, či nebezpečnými pomůckami.
- Ideální ukázka jak žáka naučit provádět řádně vlastní experimenty [6].

Zápory:

- Není zajištěná stejná aktivita všech žáků ve třídě. Aktivnější žáci mohou převzít pozornost na sebe a bránit tak potřebám pasivnějším pozorovatelům.
- Žáci pouze pozorují a nemají bezprostřední styk s experimentálním materiálem [6].

Metodika provádění demonstračních pokusů

Vzhledem k důležitosti demonstračních pokusů je třeba definovat didaktické požadavky. Jedná se o skloubení náležitostí didakticko-psychologické povahy s technickými podmínkami průběhu pokusu.

Hlavní body požadavků jsou:

1. Demonstrace by měla vždy souviset s látkou právě probíranou, opakovanou, či zkoušenou. Je naprosto nevhodné dělat například jednu hodinu měsíčně, během které se proberou všechny pokusy nastřádané za poslední dobu. Nezbytnou podmínkou k úspěchu demonstrace je zájem žáků a jejich aktivní účast. Ovlivňujícími faktory pro zaujetí jsou: délka, komentář učitele a srozumitelnost.
2. Velkou chybou je přeplněnost hodiny několika podobnými či stejnými pokusy na jedno téma. Poté dochází k pocitu zmatku a nesrozumitelnosti v myšlení žáků.
3. Demonstrační činnost má být jednoduchá, pochopitelná, názorná a přesvědčivá. Pokud se činnost skládá z několika dílčích kroků, je třeba ji vždy rozdělit do několika jednoduchých částí. Ty podrobně vysvětlit a žáky seznámit s jejich problematikou. Následně pak zajistit, aby žáci měli globální přehled o celém průběhu pokusu. Vždy je třeba zaručit přesvědčivost demonstrace. Zákon má být ověřen i za jiných podmínek a případně při jejich obměnách.
4. Každá demonstrace by měla být doprovázena náčrtem na tabuli pro pochopení složitějších i jednodušších typů. Dochází poté k propojení znalostí z učebnic, kde se žáci většinou setkávají s náčrty a reálným světem.
5. Souprava pro demonstraci by se měla vždy sestavovat až před žáky, aby viděli, jak se pokusy připravují a postřehli dílčí součásti celku. Tím je také dosaženo zlepšení jejich aktivace a vzbuzení zájmu. Výjimkou jsou složité pokusy, u kterých by příprava zabrala více než 10 minut a při jejich skládání se jedná o

řadu opakujících se nezajímavých úkonů. Důležitou součástí každého pokusu je jeho přípravné vyzkoušení nanečisto. Učitel poté ví, na co si při sestavování dát pozor a jak dlouho tato příprava trvá.

6. Dle typu pokusu (heuristický, ověřovací, atd.) je nutné zvolit, zda výsledek demonstrace žáci vědí hned na začátku nebo až po provedení. [7]

Technika provádění pokusů

První zásada

Vždy, pokud je to možné a účelné, je důležité upřednostňovat *přímou demonstraci s přístroji*, oproti její projekci. Přímé pozorování věci je působivější a nabízí věrnější pohled na sledované jevy. Kdežto pozorování projekcí nebo stínů do roviny dává již zkreslený obraz. [7]

Druhá zásada

Každý žák by měl dobře vidět na probíhající demonstraci, je tedy důležité zařídit dobrou viditelnost ze všech míst učebny. Aby byla zajištěna dobrá viditelnost, musí se učitel podle [7] držet těchto zásad:

1. Než se začne s pokusem, je třeba žáky seznámit s přístroji, objasnit jejich funkci a vše na nich ukázat. Zároveň případně upozornit na nefunkční detaily, aby neodváděly jejich pozornost.
2. Učitel stojí tak, aby nebránil v dostatečném pohledu na pokus. Nejlépe za stolem či vedle něj.
3. Na stole by neměla být jiná souprava a pomůcky než ty, které jsou potřebné k demonstraci.
4. Všechny předváděné přístroje musí být dobře viditelné a nesmějí se navzájem zakrývat, mohou být tak za sebou v řadách na různých velikých podstavcích.
5. Pokud je předváděný jev viditelný jen v určitém úhlu, je vhodné jej natočit postupně na všechny žáky. [7]

Frontální žákovské pokusy

Frontální pokusy jsou důležitou motivující složkou pro pochopení učiva fyziky, ale zároveň i výukou. Jejich největším přínosem je vlastní zkušenost při praktické činnosti, kterou nemůže nic nahradit. Žák má blízký kontakt s řešenou úlohou –

motorické a duševní činnosti se vzájemně doplňují. Úspěch pokusu je založen na jasně stanoveném cíli a pochopení toho, čeho se má během experimentu dosáhnout. Pokusy by měl žák provádět sám, případně ve dvojici se spolužákem, vždy však za přítomnosti učitele z důvodu kontroly chyb. Ten dbá na správný postup a kontrolu činnosti co nejčastěji, aby se žák nedopouštěl ve své činnosti chyb. Úspěšné zvládnutí žákovské práce nezaručí ani nejlepší vybavení, nýbrž dobrá organizace a příprava pokusů znalým pedagogem. Frontální pokus není účelný tam, kde nepřináší nic víc než pokus demonstrační. [6]

Podle záměru učitele můžeme zařadit frontální pokus:

- a) Na začátku hodiny jako motivační.
- b) Při probírání nového učiva k formulaci pravidla, poučky nebo zákona.
- c) Během procvičování k získání hodnot, veličin pro řešení úloh.
- d) Při opakování většího tematického celku.

Význam frontálního pokusu

Spočívá v samostatné práci žáků ve skupinkách o velikosti dvou až čtyř osob. Každá skupina provádí nezávisle na ostatních tentýž pokus se stejnými pomůckami ve třídě. Trvají pět až deset minut. Žáci si zdokonalují dříve získané poznatky a rozvíjejí je. Učí se pracovat s jednoduchými aparaturami.

Metodické pokyny k provádění pokusů

Pomůcky je třeba volit jednoduché a bytelné. Je třeba dbát na bezpečnost žáků a předcházet zranění. Žáci by měli být předem připraveni na provádění žákovských pokusů. Vždy je vhodné mít připraven dostatek žákovských souprav i souprav záložních. Při provádění pokusů je nutné žáky neustále sledovat a dbát na to, aby se pravidelně střídali. Je také důležité nezapomenout hodnotit práci jednotlivých skupin. [5]

Laboratorní pokusy

Úkolem laboratorních pokusů je propojit prováděnou manuální práci s přemýšlením žáků. Cílem je prohloubit a upevnit vědomosti žáků, vést je k individuálnímu rozvíjení poznatků a zkušeností. Výsledky se hodnotí společně. Vštěpují se prvky samostatnosti při experimentování. Pokusy bývají složitější, náročnější a bývají zaměřeny na širší úseky učiva, které si žáci již částečně osvojili.

Proto mohou pracovat samostatněji než při frontálních žákovských pokusech. Výsledkem této činnosti by nemělo být pouhé nacvičování dovedností a získávání praktických návyků. Jednotlivé skupiny si mohou porovnávat výsledky s ostatními, případně pracovat na dílčích úkolech. Při tom dochází k vzájemné výměně zkušeností a vyvozování závěrů. [5]

Metodické pokyny k provádění pokusů

Učitel by měl zkontrolovat na začátku hodiny vybavení, zda je vše v pořádku. Žáci pracují ve skupinách samostatně bez pomoci učitele. Ten během hodiny jen kontroluje a přihlíží na práci studentů, případně odpovídá na dotazy. Před hodinou je nezbytné upozornit na bezpečnostní zásady. Na konci laboratorních pokusů je třeba, aby učitel nepřetahoval hodinu a zřetelně ji ukončil. Z učebny pak odchází po zkontrolování všech pracovišť a ujistění se, že je vše uklizené a v pořádku. [6]

4.2. Oblíbenost jednotlivých částí vyučovací hodiny fyziky

V tomto dotazníku žáci hodnotili skladbu vyučovací hodiny. Do záznamového listu měli navrhnout oblíbenost jednotlivých částí vyučovací hodiny (pokusy učitele neboli demonstrační pokusy, video, film, pokusy prováděné žáky, internet, výklad, referáty, vyprávění, úlohy a opakování) pomocí škály: 0 – krajně neoblíbená; ..., 3 – středně (ne)oblíbená, ... 6 oblíbená. [8]

Tabulka 1 Absolutní četnost oblíbenosti výskytu jednotlivých částí hodiny ZŠ[8]

	Demonstrační p.	Video	Film	Frontální p.	Internet	Výklad	Referáty	Vyprávění	Úlohy	Opakování
0	75	143	212	135	273	223	626	586	548	972
1	53	57	57	67	60	179	237	297	341	540
2	66	69	47	111	66	327	336	337	604	529
3	302	266	261	391	193	954	659	712	1143	1034
4	359	312	262	350	253	704	432	519	564	314
5	716	598	531	659	416	647	445	424	309	197
6	2085	1862	1790	1886	1752	672	603	579	197	128
Průměr	5,09	4,96	4,87	4,85	4,77	3,72	3,13	3,12	2,69	2,08

Autoři z knihy [8] dělí dotazované části hodiny na tři skupiny:

- části vztahující se k praxi a praktickým aplikacím fyziky – demonstrační pokusy, video, film, frontální pokusy, internet
- části vztahující se k teorii – výklad, referáty, vyprávění
- části procvičovací – úlohy, opakování

Z tabulky 1 se dá vyčíst, že nejoblíbenějšími částmi hodiny jsou ty, které se vztahují k praxi a praktickým aplikacím fyziky, tedy první skupina. Nejoblíbenější činností v hodině byly demonstrační pokusy. Z tohoto průzkumu lze usoudit, že navržení pracovních listů k jednotlivým experimentům z optiky bude přínosem.

5. Demonstrační souprava pro fyziku

Demonstrační soupravy jsou určeny pro názornou demonstraci pokusů na základní a střední škole. Na základních školách bylo zjištěno několik druhů, od historických kusů až po inovované moderní sestavy. K nejpočetněji zastoupené soupravě v době psaní této práce byla souprava od Didaktik s.r.o. Hodonín.

5.1. Didaktik optika

Souprava je určena pro názornou demonstraci pokusů z oblasti geometrické optiky na základní a střední škole. Její předností je vysoká názornost a jednoduché sestavení pokusů. Jednotlivé části jsou přizpůsobeny pro uchycení na magnetickou tabuli. Tato demonstrační souprava pro optiku se skládá ze dvou aparatur "DF Optika 1" a "DF Optika 2". Nutným příslušenstvím je "DF Tabule magnetická", souprava "DF Stativový materiál", univerzální nebo výkonový napájecí zdroj 12V/4A a měřicí přístroje.[21]

DF Tabule magnetická



Obrázek 1 Magnetická tabule

Matně lakovaná bílá magnetická oboustranná tabule. Rozměry tabule jsou 900 x 600 x 25 mm. Tabule není přizpůsobena k popisu popisovačem. Tabule se uchycuje do svislé polohy pomocí soupravy „DF Stativový materiál“.[21]

DF Stativový materiál



Obrázek 2 Stativový materiál v boxu

Tabulka 2 Seznam součástek[21]

PČ	Seznam součástek	Počet
1.	Stativová tyč	1 pár
2.	Panelová objímka pro uchycení tabule	2 páry
3.	Stativový běžec	2 ks
4.	Patky stativu 375 mm	2 ks
5.	Stativová kolejnice 750 mm	1 ks
6.	Úložný box (není vyobrazen)	1 ks
7.	Vložka úložného boxu (není vyobrazena)	1 ks

DF Optika 1



Obrázek 3 Souprava Optika 1 v boxu

Tabulka 3 Seznam součástí[21]

PČ	Seznam součástí	Počet
1.	Barevný filtr červený	2 ks
2.	Barevný filtr zelený	2 ks
3.	Clona se 1 štěrbinou, dvojitá	2 ks
4.	Clona se 2 štěrbinami, dvojitá	1 ks
5.	Clona se 3 štěrbinami, dvojitá	2 ks
6.	Modelové těleso lichoběžníkové	1 ks
7.	Modelové těleso plankonkávní	1 ks
8.	Modelové těleso plankonvexní	2 ks
9.	Modelové těleso půlkruhové	1 ks
10.	Pružné zrcadlo	1 ks
11.	Rovinné zrcadlo	1 ks
12.	Šipka, 40 mm	2 ks
13.	Šipka, 80 mm	2 ks
14.	Úložný box velký	1 ks
15.	Vložka úložného boxu	1 ks
16.	Xenonová lampa 20 W / 6 V	2 ks

DF Optika 2



Obrázek 4 Souprava Optika 2 v boxu

Tabulka 4 Seznam součástí[21]

PČ	Seznam součástí	Počet
1.	Duté těleso plankonkávní	1 ks
2.	Duté těleso plankonvexní	1 ks
3.	Hartlova deska	1 ks
4.	Kyveta	1 ks
5.	Modelové těleso, hranol	1 ks
6.	Optický hranol	1 ks
7.	Stínové těleso, polokoule	1 ks
8.	Stínové těleso, válec	1 ks
9.	Stínové těleso, válec malý	1 ks
10.	Úložný box velký	1 ks
11.	Vložka úložného boxu	1 ks

Elektrický napájecí zdroj

K napájení halogenových lamp je nutné použít zdroj elektrické energie, který má výkonové hodnoty na výstupu 6V/3A. Lze například použít typ: Power supply EMG-Product Ltd 18210. viz obrázek 5. Jeho výstupní výkony lze regulovat v rozmezí 0-25V/0-5A, je však nutné dbát, aby výstupní hodnoty nepřekročily požadované parametry maximálních hodnot pro žárovky lamp. Dalším potřebným vybavením jsou alespoň tři elektrické vodiče s dostatečnou délkou, které jsou nezbytné pro zapojení obou lamp. K napájení jedné lampy lze využít pouze dvou. Zvolit dostatečnou délku vodičů je důležité hlavně pro demonstrování odrazů, či lomu, kde je potřeba měnit úhly svícení lampy.



Obrázek 5 Napájecí zdroj s vodiči

5.2. Příprava soupravy

Vzhledem k tomu, že samotná soustava desky a stativového materiálu má několik součástí, je třeba si sestavování několikrát vyzkoušet. Před prováděním pokusu je ideální mít vše připravené a obměňovat pouze prvky potřebné k demonstraci (čochky, zrcadla, zdroje světelného toku atd.).

Postup:

- 1) Na vodorovnou plochu umístíte vedle sebe patky stativu o délce 375 mm.
- 2) Stativové běžce nasuneme na patky a upevníme je šroubem (viz Obrázek 6).



Obrázek 6 Stativové běžce na patkách

- 3) Do připravených běžců nasuneme stativovou kolejnici 750 mm širokou (viz Obrázek 7).



Obrázek 7 Stativová kolejnice

- 4) Na kolejnici připevníme stativové tyče – po jedné na oba konce (viz Obrázek 8).



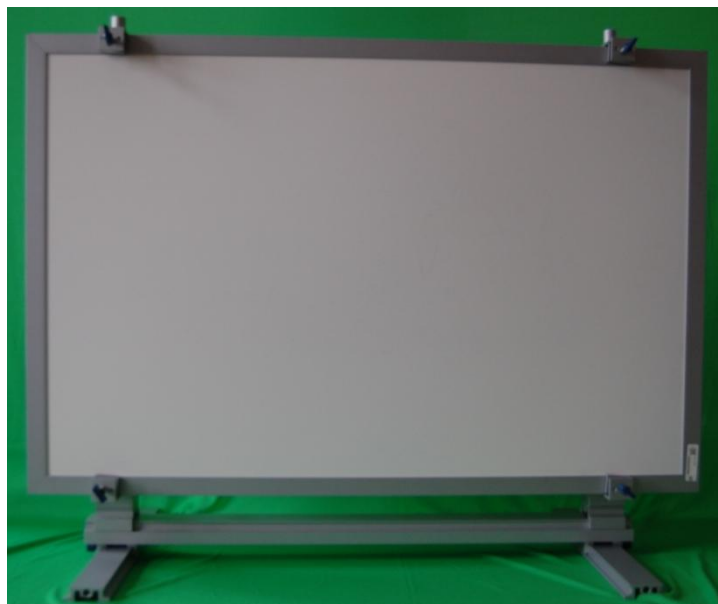
Obrázek 8 Stativové tyče

- 5) Panelové objímky pro uchycení tabule umístíme na dolní a horní části stativových tyčí (viz Obrázek 9).



Obrázek 9 Panelové objímky umístěné na stativových tyčích

- 6) Magnetickou tabuli umístíme do panelových objímek, s jejichž pomocí ji upevníme. (viz Obrázek 10).



Obrázek 10 Magnetická tabule umístěna ve stativovém stojanu

5.3. Zhodnocení soupravy

Po delší práci se soupravou, lze konstatovat její klady i zápory a navrhnout i určitá vylepšení. Jelikož se jedná o komerční výrobek, který je v prodeji již delší dobu, dalo by se předpokládat, že jsou všechny jeho nedostatky odstraněné. Na školách se nachází několik verzí tohoto výrobku, které se liší většinou jen v detailech, jako jsou barva, velikost různých součástí či úpravy v manuálu. Celkově se při sestavování experimentů nevyskytl žádný výrazný problém, který by vadil samotné demonstraci a nebylo by možné jej nějak odstranit, či obejít. Všechny hlavní části soupravy jsou z pevných materiálů, což přispívá k její dostatečné odolnosti a životnosti. Pokud budeme chtít alespoň zběžně zhodnotit většinu součástí této soupravy, můžeme začít chronologicky, jako kdybychom ji sestavovali.

Stativovému materiálu se nedá nic vytknout, i po delším používání vše drží pevně pohromadě a tvoří stabilní stojan pro upevnění magnetické tabule. Uspořádání uložení v plastovém boxu je vhodně vybráno tak, aby box měl co nejmenší rozměry. Předpokládá se, že na začátku probírané látky se vše sestaví a nechá pohromadě až do posledního probraného celku, či opakování a poté opět uloží. Neustálé skládání a rozkládání by zbytečně ubíralo z času na přípravu pokusu. Není vhodné začít sestavovat stativ se stojanem až v hodině i kvůli pozornosti žáků, kteří by svůj zájem měli věnovat až samotné demonstraci a zbytečně se neunavovat něčím pro ně nevýznamným.

Jak již bylo zmíněno, do připraveného stativového materiálu se upevní **magnetická tabule**. Ta má obdélníkový tvar a jedna její strana slouží k demonstrování pokusů z optiky, druhá pak pro elektřinu a magnetismus. Samotná deska má poměrně velkou hmotnost. Protože tabule má bílou barvu a všechny předměty se k ní připevňují silnými magnety, dochází při posouvání k jejímu poškrábání. Tento konstrukční nedostatek je viditelný jen z blízka a vzhledem k nutnosti vytvoření tmy při demonstrování zaniká a není nijak rušivý. Jako jedna z nevýhod by se dala uvést jakákoliv absence optické osy, či jiného zvýraznění přímky, která by šla jako optická osa využít. Ta je většinou pokusů mimo těch prvních, kde se demonstruje šíření světla a tvoření stínů, vyžadována. Jednou z možností je vytvoření optické osy pomocí halogenové lampy s jednou štěrbinou. Tento způsob je možný, pouze pokud nám k další demonstraci stačí jen jeden zdroj světla. Jinou obměnou je použití plochy papíru velikosti A3 potíštěného spojitou, dostatečně tlustou rovnou čarou. Papír je nutné

dostatečně upevnit, tak aby nedocházelo k jeho nadměrnému ohýbání a aby mohl být prosvícen světlem. Problém upevnění lze vyřešit použitím papíru s vyšší gramáží a přilepením plochých tenkých magnetů. K využití popisovače je někde vybízeno a někde je zase zamítáno. Problém nastává, pokud je bílá plocha desky již odřená a má v sobě různé rýhy. Po použití popisovače zůstává část jeho náplně v rýze. Tato nečistota se poté špatně odstraňuje.

Souprava **Optika 1** obsahuje 22 částí kromě úložného boxu a jeho vnitřní vložky. *Barevným filtrům*, které jsou červené a zelené barvy, se nedá nic vytknout. Počet barev naprosto stačí pro ukázkou skládání světla i ostatních potřeb. Modelová tělesa: *lichoběžníkové, plankonkávní a půlkruhové* jsou zastoupeny v sadě po jednom kuse. *Plankonvexní* se v sadě nachází dvakrát. Všechny tyto modely jsou opatřeny silnými magnety, a proto nedochází k jejich posouvání či sklouzávání při práci s nimi. Při osvětlení světelným zdrojem výborně demonstrují své charakteristické vlastnosti a jsou dostatečně velké pro pozorování z větší dálky.

Další součástí je *rovinné zrcadlo*, které je složeno z vyleštěného kusu kovu připevněného k plastovému kvádru. Při upevnění na tabuli vypadá díky tomuto složení jako část zrcadla, zobrazovaného ve většině učebnic tímto způsobem. Žáky tak nemate jinou podobou, než na kterou jsou zvyklí. Pro potřeby demonstrací by bylo vhodné do sady umístit ještě jeden model tohoto rovinného zrcadla. Důvodem může být ukáзка odrazů mezi dvěma zrcadly, kterých využívá například periskop. Jako druhé zrcadlo se sice dá využít modelu pružného zrcadla, nicméně tento model má již úplně jiný tvar a může při jeho používání dojít ke zbytečnému zmatení pozorovatelů ukázky. Jak již bylo zmíněno, souprava obsahuje i model *pružného zrcadla*. To se může různě tvarovat, a proto při demonstraci kulových zrcadel lze velmi jednoduše měnit *poloměr křivosti zrcadla r* , tedy i *ohniskovou vzdálenost f* . Při probírání látky o společných a rozdílných vlastnostech dutých a vypuklých zrcadel, narazíme na absenci druhého pružného zrcadla. Nejlepší by bylo doplnění sady také o modely dutého a vypuklého zrcadla o stejném poloměru křivosti. Rozdílné chování dopadajících paprsků na odlišná dutá zrcadla by se poté mohlo předvádět pro větší názornost souběžně.

Šipky o velikosti 40 mm a 80 mm jsou zastoupeny po dvou kusech každé velikosti. Spolu s *clonami se štěrbinami* tvoří nejmenší součásti demonstrační soupravy Optika 1. Clony mají vždy různý počet výřezů na obou stranách, a proto mohou

simulovat od jednoho až po pět rovnoběžných paprsků. Podle potřeby počtu paprsků se clona zasune do adekvátní drážky *Xenonové lampy*.

Lampy jsou v sadě dvě a pro každou demonstraci je třeba minimálně jedna. Pro demonstraci zdrojů světla jsou tyto úplně ideální. Hned při prvním použití soupravy je vhodné je představit žákům a vysvětlit současně látku o zdrojích světla a jeho šíření. V lampě je uvnitř 20 Wattová xenonová žárovka na napětí 6 Voltů, která vytváří divergentní světelný paprsek. Pokud je třeba rovnoběžný svazek paprsků, stačí zasunout čočku, která je umístěna u výstupu lampy. Jak již bylo zmíněno, pomocí clon je možné tvořit různý počet paprsků vystupujících z lampy. Clony v drážce lampy moc nedrží a při manipulaci se pohybují, což způsobuje nechtěné osvětlení magnetické tabule. Stejně tak vyříznuté malé žebrování na straně obalu lampy propouští světlo do okolí a ruší dojem usměrněného zdroje světelných paprsků. Je samozřejmé, že žárovka se postupem času výrazně ohřívá a je tedy nutné, aby vzduch mohl aspoň trochu procházet a odvádět teplo. Řešením by mohlo být více ohybů v místě žebrování, kudy by světlo vycházelo již po několika odrazech a bylo slabší.

Druhou soupravou je didaktik **Optika 2**, ta oproti předchozí obsahuje jen 9 částí, bez úložného boxu a jeho vnitřní vložky. Hned při prvních demonstracích využijeme *stínové těleso polokoule, válec a menší válec*, k odvození vzniku plného stínu, polostínu, oběhu planet a podobně. Při práci s nimi došlo k vypadnutí magnetu, který je k plastovým dílům přilepen. Tento problém jde samozřejmě vyřešit přilepením pomocí vhodného lepidla. Při demonstraci oběhu Měsíce okolo Zeměkoule se hodí doplnit soupravu běžnými magnety kruhového tvaru. S více modely Měsíce se dá vhodněji ukázat několik příkladů měsíčních fází najednou a stejně tak více typů jeho zatmění.

Další součástí je *Hartlova deska* – úhломěrná stupnice, využívaná hlavně při realizaci zákona odrazu a lomu. S demonstrací zákona lomu souvisí i *kyveta*, která zajišťuje při studování lomu udržení zkoumaného vzorku v určitém prostorovém uspořádání daným jejím tvarem.

Duté těleso plankonkávní a duté těleso plankonvexní jsou další dvě části soupravy, které po naplnění ukazují lomivý účinek vody a zároveň možnost vytvoření spojky a rozptylky. Jedinou chybou je umístění otvoru na naplnění na opačnou stranu, než je třeba. Pokud naplníme tato tělesa vodou, musíme přesunout halogenové lampy na

pravou stranu. Ve většině učebnic je zavedeno, že uvažovaný směr paprsků je z levé strany od zdroje směrem vpravo, neboli se dodržuje *znaménková konvence*.

Modelové těleso hranol a optický hranol jsou dvěma posledními součástmi. Modelové těleso hranol se využije při ukázce lomu paprsku a jeho průchodu a optický hranol zase na demonstraci disperze (rozptýlení barev).

Souprava obsahuje vše, co je nutné při demonstrování učiva pro základní školu a případně i rozšířenou výuku fyziky.

5.4. Srovnání hodnocené demonstrační soupravy s jinými

Pro orientaci o současném stavu demonstračních souprav na základních školách byla sestavena krátká *anketa*. Anketa je druh výzkumné techniky založený na dotazníku.

Dotazník se považuje za jednu z nejrozšířenějších pedagogicko-výzkumných technik vůbec. Podstatou dotazníku je zjištění dat o respondentovi, jeho názorech i postojích k problémům, které dotazujícího zajímají. Dotazník je psaný soubor otázek. V rámci vyplňování dotazníku, čte respondent otázky a následně na ně odpovídá. Jedná se o metodický nástroj výzkumu zjišťování informací o osobních znalostech, postojích k aktuální skutečnosti a hodnotových preferencí [9]. Otázky mohou být kladeny ohledně minulosti, přítomnosti a budoucnosti. Jako ostatní metody má i tato své klady a zápory. Výhodami jsou snadná a rychlá administrace, možnost oslovit velký počet respondentů, údaje lze většinou plně kvantifikovat, a anonymita. Mezi nevýhody pak patří, že je třeba počítat se subjektivní výpovědí, možnost vyhnout se otázce, respondentovi nemusí vyhovovat forma dotazování, nemožnost dovysvětlit otázku, či možnost zkreslení odpovědi žádoucím či nežádoucím směrem. Z hlediska konstrukce otázek, lze říci, že jde o dva základní typy. Prvním je standardizovaný dotazník (jednotné instrukce, normy, validita, reliabilita) a druhý je dotazník vlastní konstrukce (v edukačním prostředí nejpoužívanější) [9]. V níže uvedené anketě jsou použity především otevřené typy otázek doplněné menším počtem otázek typu uzavřeného.

Pro potřeby porovnání demonstračních souprav z optiky bylo třeba zjistit základní informace o jejich využívání a výskytu na základních školách. Proto během září 2010 byly zkontaktovány všechny základní školy v okrese Tábor pomocí krátké ankety. Celkem se jednalo o 39 základních škol. Anketa byla zaslaná emailem na kontakty učitelů fyziky a její vyplnění se provádělo přes webový portál Vyplnto.cz

(<http://www.vyplnto.cz>). Tento portál nabízí služby pro realizaci internetových průzkumů a zároveň databází průzkumů již provedených. Protože na internetových stránkách této služby dojde po čase ke smazání dotazníku i jeho výsledků, je před zhodnocením výsledků odpovědí uvedena i jeho verze pouze v textové podobě. Jelikož v rozsahu řešené práce se jedná o velmi malý počet dotázaných subjektů, jsou výsledky určené spíše pro představu a zorientování se v aktuálním stavu.

5.4.1. Ukázka ankety:

Demonstrační souprava pro optiku na základní škole

(anketa)

Dobrý den,

jsem studentem Pedagogické fakulty Jihočeské Univerzity. Píši diplomovou práci na téma: Inovovaná souprava pro demonstrační pokusy z optiky. Součástí práce je i srovnání a zjištění, jaké soupravy pro demonstrování pokusů z optiky se momentálně nachází v základních školách. Chtěl bych vás poprosit o laskavost a vyplnění této ankety o stavu na vaší základní škole. Jakákoliv informace bude pro mě cennou a pomůže mi při psaní práce.

Dotazník je zcela anonymní a všechny informace považuji za pracovně důvěrné. To znamená, že budou použity výhradně k akademickým účelům. Příslušnou odpověď (po případě odpovědi) v každé otázce prosím označte dle svého uvážení. Žádná odpověď nebude posuzovaná ani jako správná, ani jako nesprávná, proto není možné dosáhnout dobrých nebo špatných výsledků.

V případě jakýchkoli připomínek či dotazů mě prosím kontaktujte na elektronické adrese: vochov00@pf.jcu.cz

Předem děkuji za Vaši ochotu a čas

Vladimír Vochozka

student pátého ročníku oboru fyzika – výpočetní technika s elektronikou.

1) **Používáte demonstrační soupravy?** Případně jakou alternativu k demonstracím z optiky.

Ano

Ne

Pokud ano, napište od jakého výrobce:

Pokud ne, napište, jakou alternativu používáte:

2) **Pokud vaše škola nevlastní demonstrační soupravu, měli byste zájem o práci s ní?** (neodpovídejte v případě předchozí kladné odpovědi)

Ano

Ne

3) **Jak často demonstrujete pokusy při probírání látky, opakování atd.?**

Vždy

Jen s problémovou látkou

V případě, že zbyde volný čas

Nikdy

4) **V jakém stavu se souprava aktuálně nachází?** (nově zakoupená, starší více než 10 let, funkční s opravami, nefunkční...)

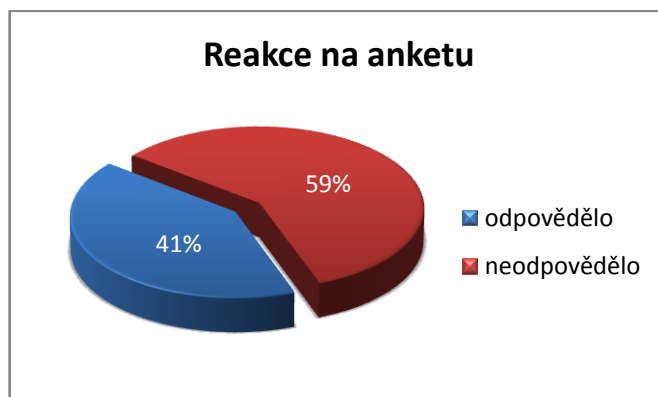
5) **S jakými nedostatky jste se při práci se soupravou setkávali?**

6) **Napište klady práce s demonstrační soupravou.**

7) **Napište zápory práce s demonstrační soupravou.**

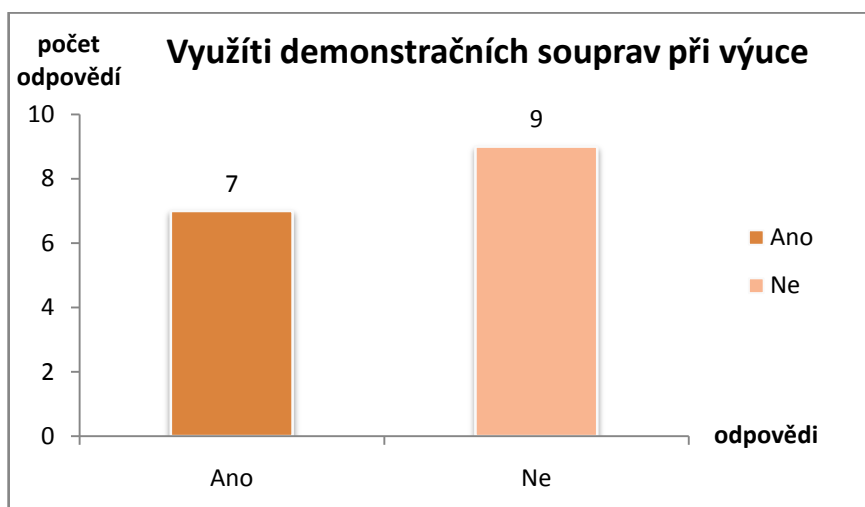
5.4.2. Výsledky ankety

Celkově na vyzvání o vyplnění dotazníku reagovalo okolo dvou pětín škol, přesně 16 z 39.



Graf 3 Poměr reakcí na anketu

První otázkou, která se dotazovala na používání demonstračních souprav při výuce, se pro další dotazování rozdělili respondenti na dvě skupiny. Každá skupina pak dále odpovídala na odlišné otázky, které navazovaly na počáteční rozdělení. Poměr odpovědí byl 7: 9 pro nevyužívání demonstračních souprav.

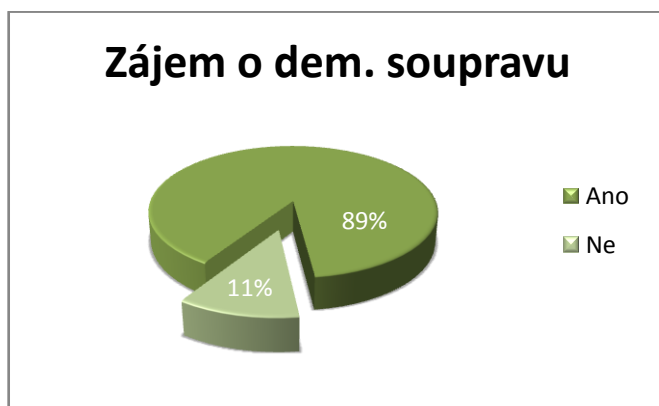


Graf 4 Znárodnění používání demonstračních souprav při výuce

Pokud účastník ankety odpověděl kladně v první otázce, následně byl vyzván k otevřené odpovědi na otázku „jaký typ využívá?“. Výpis odpovědí a jejich četnost: didaktik 4x; geometrická optika 1x; nevím 2x. Obdobně jako při kladné odpovědi, byl dotazovaný vyzván k vyplnění, jakou alternativu místo demonstračních souprav využívá. Výpis odpovědí a jejich četnost: žákovská souprava pro frontální pokusy 5x; žádná 4x

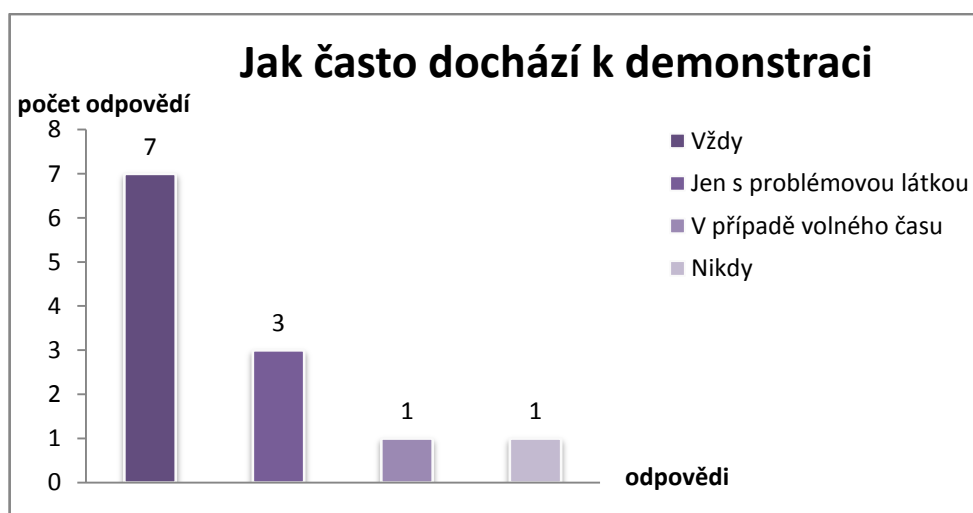
Následující otázka byla kladena pro pedagogy, jejichž škola nevlastní demonstrační soupravu a zjišťovala, zda by o ní učitelé měli případně zájem. Mimo

jednoho účastníka průzkumu odpověděli všichni jednoznačně „Ano“. Poměr zájmu o demonstrační soupravu u učitelů, kteří jí nevlastní ukazuje graf 5.



Graf 5 Zájem o demonstrační soupravu u učitelů, kteří jí nevlastní

Otázka týkající se četnosti používání demonstrací pokusů při probírání látky z optiky byla zodpovězena 12 účastníky průzkumu. Přehled odpovědí je vidět v grafu 6 *Četnost demonstrování pokusů během hodiny.*



Graf 6 Četnost demonstrování pokusů během hodiny

V následující otázce bylo třeba zjistit, v jakém stavu se nachází používané vybavení. Z odpovědí lze usoudit, že pokud školy vlastní vybavení starší méně než deset let, potýkají se jen s minimálními problémy. Ty se týkají například výměny žárovek v halogenových zdrojích světla, nebo z bližšího pohledu viditelné poškrábání bílé plochy magnetické tabule, případně vypadnutí magnetů u stínových těles. Nikdy se nejednalo o chybu, která by zabraňovala výuce a která by se nedala vyřešit. U starších souprav již docházelo k únavě plastových materiálů čoček a zhoršení jejich optických vlastností či větší neúplnosti částí soupravy, nicméně tento problém není samozřejmě v jejich výrobě. Celkově lze říci podle odpovědí v průzkumu, že vzhledem

k nepravidelnému a krátkodobému využívání jen v hodinách, které připadají na výuku optiky na základních školách, se jedná o kvalitní vybavu učeben fyziky.

Odpovědí, na otázku ohledně nalezených nedostatků při práci, bylo velice málo. Většina vyučujících si na nedostatky vůbec nevzpomněla, což může být ovlivněno tím, že se právě nyní výuce optiky nevěnovali. Jedinou výtkou bylo uvedení velké vůle v drážce pro zasouvání clon u halogenových lamp.

Předposlední otázkou bylo zjištění kladů při práci s demonstrační soupravou. Nejčastěji byla oceňovaná přehlednost a jasnost demonstrací. Dále pak rychlá příprava a skladnost, značná bytelnost a dlouhodobá stálost všech prvků.

Při hodnocení záporných zkušeností během práce se soupravou byl vytýkán strohý manuál. Dále absence optické osy na magnetické tabuli a tudíž nutnost jejího dokreslování fixem. Jednou se objevila výtka ohledně dlouhé doby přípravy pokusů. Většina odpověděla, že není co vytknout.

5.4.3. Zhodnocení ankety

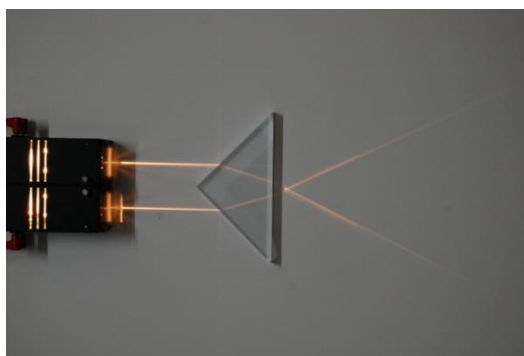
Po sesbírání všech odpovědí a jejich vyhodnocení se dá konstatovat, že většina učitelů výuku optiky demonstruje pokusy pomocí nějakých souprav. Většinou nešlo přímo o určitou sestavu jako je například Didaktik optika, ale různé kombinace pozůstatků z dřívějších dob. Nejčastěji se vyskytovala situace, kdy se používá žákovská souprava pro frontální pokusy. Motivace ze stran učitelů k používání pomůcky přímo určené k demonstrování byla vždy velmi vysoká. Problémem však byly finance a rozpočet na pomůcky do vybavení učebny fyziky. Školy, které měly možnost pracovat s demonstračními soupravami, kladně hodnotily jejich variabilitu a názornost. Jedinou výtkou byla dlouhá doba přípravy pokusů a nedostatečně zpracované popisy postupů pokusů.

Z výsledků ankety bohužel vyšlo, že většina škol demonstrační soupravu nevlastní, i když by o ni stály. Jediné soupravy, které se ve školách vyskytovaly, byly Didaktik *demonstrační optika* a *geometrická optika* názorně s laserovým boxem. Jejich porovnání s ostatními nouzovými řešeními, jako je například žákovská souprava pro frontální pokusy, by nebylo přínosné, protože pro demonstrace není vůbec určená.

5.4.4. Typy souprav

Demonstrační optika

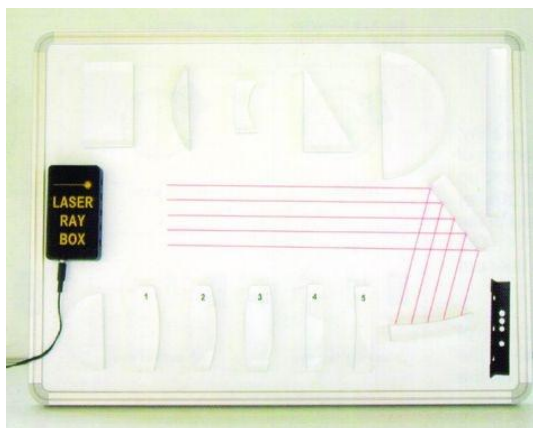
Je souprava od firmy Didaktik s.r.o. a využívá magnetickou tabuli a několik modelových těles. Skládá se ze tří krabic a jedné magnetické tabule. Ceny jejích součástí (k datu 12. 4. 2011) jsou: Optika 1 - 9 310 Kč, Optika 2 – 11 380 Kč, Tabule magnetická – 4 255 Kč, Stativový materiál – 6 640 Kč. Celkově tedy 31 585 Kč s DPH. Jejím obsahu byl věnován už text dříve, a proto se nebudeme popisu této soupravy více věnovat a budeme jí brát jako referenční.



Obrázek 11 Didaktik optika

Geometrická optika

Je souprava od firmy Didaktik s.r.o., která využívá také magnetické tabule a soustavy čoček. Oproti *demonstrační optice* má ve vybavení místo halogenových lamp laser box, který není tolik náročný na okolní světelné podmínky, a proto je vhodnější k dokumentaci na fotografie do učebnic, či pracovních listů. V její základní soupravě jsou hlavně čočky a rovinná zrcadla, chybí kulová, či stínová tělesa. Ideální je tedy hlavně pro demonstraci lomu světla a optických přístrojů. U laseru je velká výhoda, že nedochází během jeho průchodu modelovými tělesy ke slábnutí jeho intenzity, jako je tomu u halogenových lamp. Můžeme tak vytvářet složitější optická schémata jako jsou různé typy dalekohledů, model mikroskopu a podobně. Její cena včetně tabule a zdroje (k datu 12. 4. 2011) je 16 089 Kč s DPH.



Obrázek 12 Geometrická optika. Převzato z <http://obchod.skola.sk/produkt/geometricka-optika-gon-s-magnetickou-tabulou>

Haftoptik Demo Physik Set Optik

Souprava Haftoptik od německého výrobce Phywe se skládá do kufru s komponenty, i magnetickou tabulí (víko krabice soupravy). Souprava obsahuje veškeré potřebné komponenty pro stavbu a demonstraci základních pokusů z fyziky pro 2. st. ZŠ, jako je zatmění Slunce, zatmění Měsíce, stín, polostín, zákon lomu, pokusy se zrcadly, čočkami včetně stavby optických zařízení. Celkem výrobce uvádí 60 pokusů, které je možné z této soupravy sestavit. Co se týče součástek je tato souprava Didaktiku více než podobná a liší se jen v malých detailech. Příkladem je světelný zdroj, který je zde složen z kombinace velkého, který se používá v případě demonstrace s více paprsky, či jako plošný zdroj světla a menšího, který slouží jako doplňkový. Tato stavebnice nepotřebuje externí zdroj napětí. Cena za soupravu je 41 126 Kč s DPH.



Obrázek 13 Demo Physik Set Optik auf der Hafttafel. Převzato z <http://www.phywe.de>

Laserová optická souprava

Je dalším nabízeným produktem firmy Didaktik s.r.o. Souprava *laserová optika* obsahuje mechanické a optické prvky. Pomocí soupravy je možné demonstrovat pokusy z oblasti vlnové optiky. Výčet možných pokusů: základní principy světelné interference, difrakce, lineární polarizace, koherentní světelné interference, holografický obraz. Světelným zdrojem je diodový laser o výkonu 1mW. Protože látka zabývající se vlnovou podstatou světla se probírá až na střední škole, je srovnání této soupravy s optikou Didaktik pro demonstrační pokusy na základní škole neadekvátní. Jedná se však také o demonstrační soupravu pro výuky optiky, a proto je uvedena mezi ostatními. Cena této soupravy je 9 446 Kč s DPH.



Obrázek 14 Laserová optická souprava. Převzato z <http://www.skola.sk>

6. Vybrané experimenty z optiky pro ZŠ

6.1. Didaktický rozbor použití demonstrační soupravy

Při vytváření obrazové dokumentace k jednotlivým experimentům bylo vycházeno z aktuálního Rámcového vzdělávacího programu Ministerstva školství a tělovýchovy České republiky [22]. Všechny demonstrační pokusy slouží jako doplněk k výuce, či přímo k probírání nové látky. Chronologické řazení je dle [10] podle kapitol tematického celku.

Pro každou látku je vytvořen samostatný list. V horní části je vypsáno *téma*, kterému se list svou teorií a pokusy věnuje. Téma je vždy jedno pro větší přehlednost a může mít několik podtémat, nikdy však nezasahuje do další látky. Stejně pojmenovány jsou i odpovídající pracovní listy, které následují v další kapitole.

Důležitým prvkem jsou *očekávané výstupy žáka*. Jedná o seznam dovedností, které by měl žák pomocí demonstrace získat. Inspirací pro jejich sestavování byla mimo RVP [22] i metodická příručka [11]. *Doporučovaná vyučovací metoda* je v dokumentaci vynechána, protože se jedná výhradně o demonstrační experimenty a bylo by zbytečné to pokaždé uvádět.

Následující obsah listu se může rozdělit do dvou částí. První z nich je *teoretický rozbor učiva*, ve kterém je pomocí textu a doprovodných ilustrací vysvětlena látka podle tématu listu. Pro inspiraci byly použity texty z učebnic [10, 12, 13]. Látka by měla sloužit k zopakování důležitých pojmů a zákonů pro připomenutí učiteli. Ten do ní může nahlížet případně, pokud by si nebyl něčím jistý, či mu nestačil popis přímo u fotografie uspořádání prvků na tabuli.

Druhá část listu je určena samotné *demonstraci* pomocí soupravy. Na začátku se seznámíme s přibližnou dobou provádění všech potřebných úkonů. Dále pokračuje výčet všech potřebných pomůcek pro všechny části demonstrace. Zde nejsou uváděni základní věci potřebné pro sestavení, jako je stativový materiál s magnetickou deskou, či zdroj s vodiči důležitý pro napájení halogenových lamp.

Nejdůležitější a nejobsáhlejší je *postup* sestavování pokusů. K inspiraci sloužil mimo vlastního přínosu také návod k soupravě [14]. V levé části je vždy umístěna fotografie, která většinou zabírá kompletní pohled na všechny prvky na tabuli. Jinak je tomu pouze v případě, pokud je vhodné použít detailní fotografie z blízka upozorňující na důležitý detail, nebo z větší dálky hůře viditelný prvek. Všechny snímky jsou autorské a byly nafoceny digitálním fotoaparátem. V pravé části vedle fotografie je

vždy umístěn dvojí text. První část textu je psaná *běžným typem písma*. Obsahuje pokyny pro učitele, jak připravit pokus včetně toho, jak rozložit prvky po tabuli, případně jak je přesně natočit, nebo jinou nutnou obsluhu. Text vždy souvisí s fotografií vlevo a společně tvoří návod jak postupovat.

Pod pokyny popisující postup umístění modelů je *text psaný kurzívou*. Jedná se o didaktické poznámky k textu popisující postup k dokumentujícím fotkám. Učitele informuje, s jakými pojmy se v dané části demonstrace nově setkává, či se již setkal. Dále pak jaký důležitý jev ukázka naznačuje, kterého zákona využívá, na co je vhodné žáky upozornit, co by měli žáci momentálně dělat a k jaké změně od předešlého sestavení došlo.

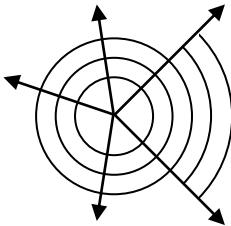
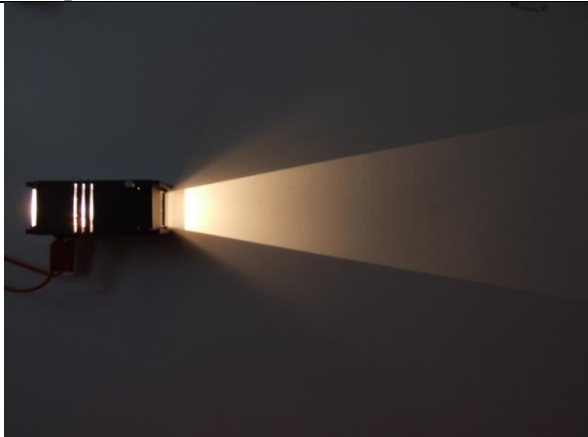
Poslední text je věnován celkovému *zhodnocení pokusu*. Jde o pohled na problematiku všech pokusů v celém tematickém listu. Upozorňuje na různá úskalí, navrhuje činnost pro žáky, případně doplňuje důležité poznatky, které nebylo nutné zmiňovat přímo k určité části demonstrace.

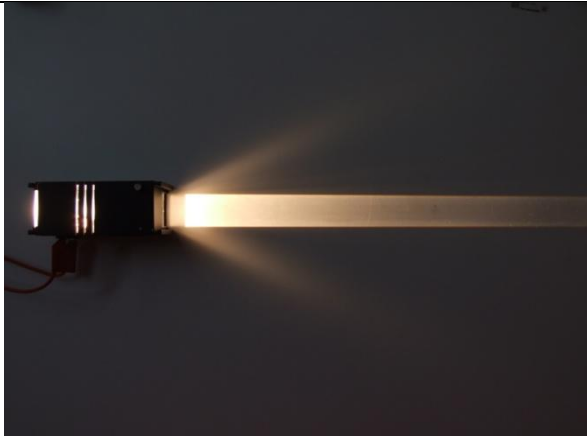
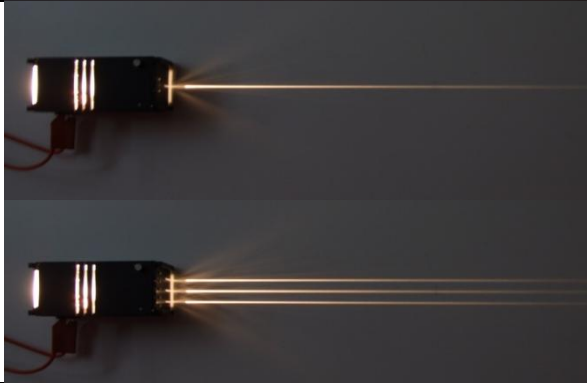
Každý list je oddělený od ostatních a slouží jako ideální návod práce s demonstrační soupravou pro pokusy z optiky. Obsahuje vše potřebné od teoretického základu, přes fotodokumentaci pokusů s jejich popisným návodem i didaktickým rozbohem. Učitel by tak měl usnadnit práci a zvýšit jeho chuť pracovat se složitější výukovou pomůckou a přinést kvalitnější výuku učiva optiky.

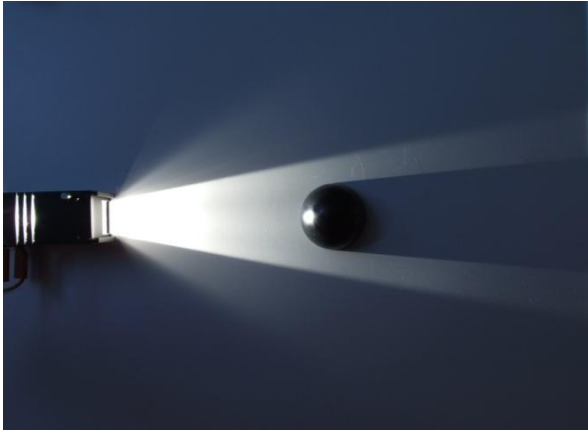
6.2. Návrh řazení vybraných experimentů



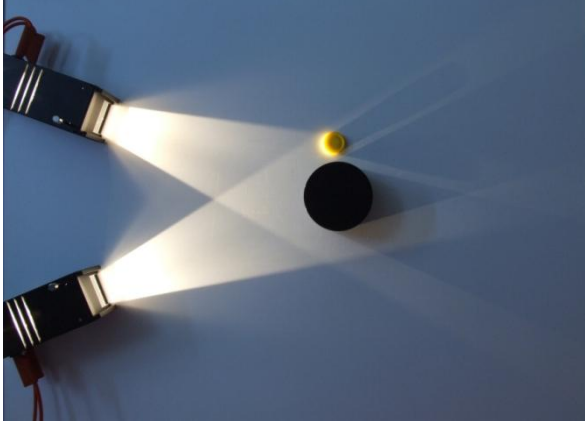
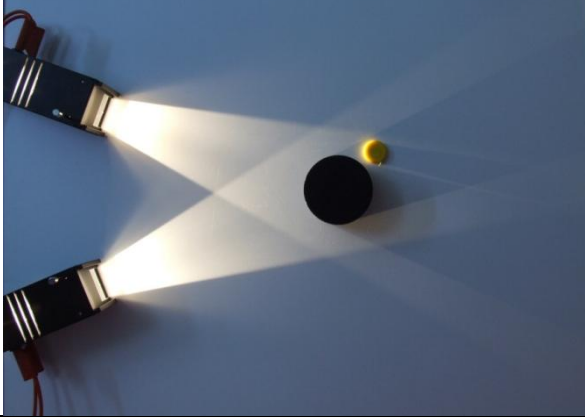
Řazení dokumentace experimentů podle pořadí a fyzikálního tématu:

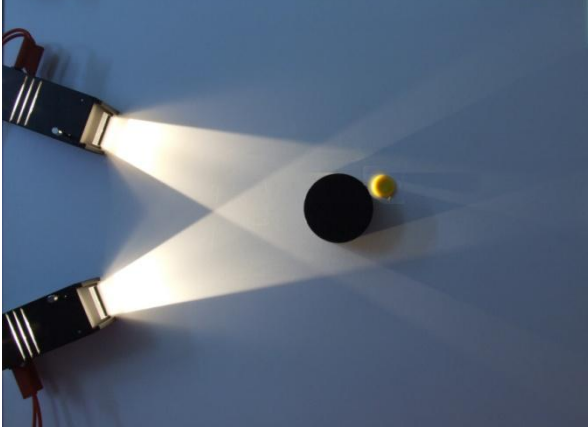
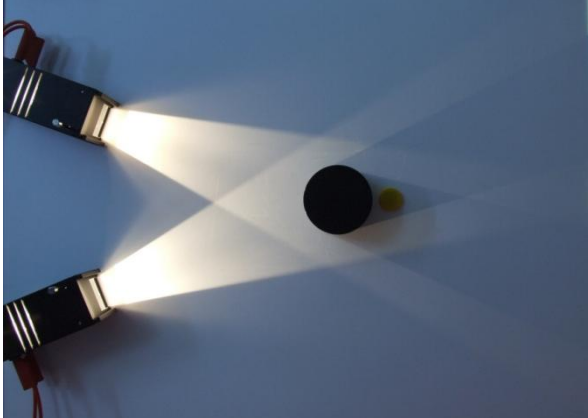
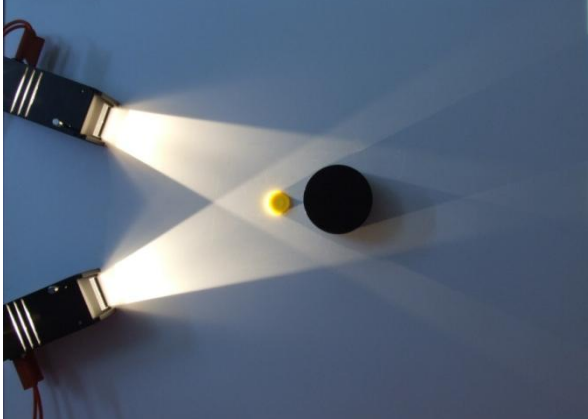
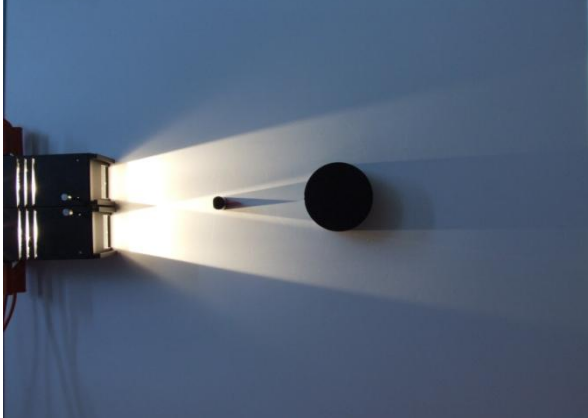
1. Světlo – Šíření světla
2. Světlo – Vržený stín, plný stín a polostín
3. Odraz světla – Zákon odrazu
4. Odraz světla – Zobrazení na rovinném zrcadle
5. Odraz světla – Dutá kulová zrcadla
6. Odraz světla – Vypuklá kulová zrcadla
7. Lom světla – Zákon lomu
8. Lom světla – Čočky: Spojka
9. Lom světla – Čočky: Rozptylka
10. Optické přístroje – Oko

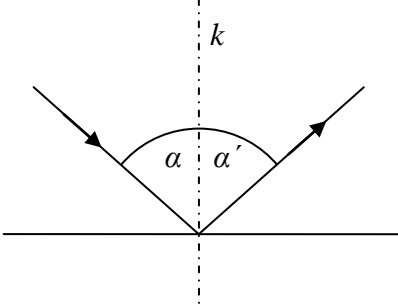
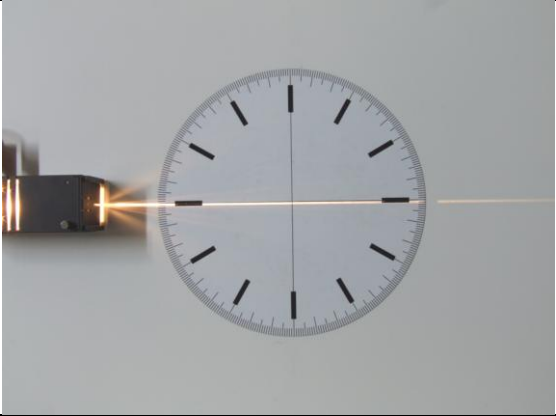
Téma: Šíření světla	
Očekávané výstupy (žák):	<ul style="list-style-type: none"> - chápe, jak se šíří světlo - rozezná bodový a plošný zdroj světla
Teoretický rozbor učiva:	
<p>Jako světlo označujeme elektromagnetické vlnění, na které je citlivý lidský zrakový orgán – oko. Fyziologický vjem zvaný vidění vyvolává elektromagnetické vlnění o frekvencích $7,7 \cdot 10^{14}$ Hz až $3,9 \cdot 10^{14}$ Hz. Tomu odpovídají vlnové délky světla ve vakuu od 390 nm do 760 nm.</p> <p>Šíření světla ovlivňují vlastnosti prostředí, kterým prochází. Ty můžeme zařadit do tří skupin:</p> <ol style="list-style-type: none"> a) Průhledné prostředí – průchodem světla skrz něj nedochází k jeho rozptylu. b) Průsvitné prostředí – zde dochází k částečnému rozptylu světla při jeho průchodu. c) Neprůhledné prostředí – světlo se v tomto prostředí pohlcuje nebo se na povrchu odráží. <p>Průhledná prostředí mohou být čirá nebo barevná. V případě barevného prostředí dochází k propouštění světla jen o určité vlnové délce. Jako stejnorodé (opticky homogenní) prostředí bereme takové prostředí, které mají ve svém objemu stejné optické vlastnosti.</p> <p>Ze zdroje světla se světlo šíří všemi směry stejně. Ve zdroji světla vzniká světelné vlnění a to se šíří ve vlnoplochách směrem od zdroje. V případě, že můžeme rozměry zdroje zanedbat – mluvíme o bodovém zdroji.</p> <p>Směr šíření světla ve stejnorodém optickém prostředí udávají přímky kolmé na vlnoplochu, které se nazývají světelné paprsky. Ve stejnorodém optickém prostředí se světlo šíří přímočaře.</p>	
	
<p>Skutečné světlo se nedá považovat za bodový zdroj, protože vychází z několika bodů. Šíření světla ze zdroje si zjednodušeně představujeme tak, že z každého bodu vychází paprsky všemi směry, které se navzájem neovlivňují. Tomuto říkáme princip nezávislosti chodu světelných paprsků.</p>	
Demonstrace:	Doba provedení: 1-2 minuty
Potřebné součástky:	1x halogenová lampa, clona s 1 štěrbinou, clona se 2 štěrbinami, clona se 3 štěrbinami.
Postup:	
	<p>Zapojíme halogenovou lampu a necháme ji svítit s vysunutým kolíkem čočky (kolík nalezneme na těle lampy v přední části).</p> <p><i>Demonstrujeme tak divergentní světelný paprsek – známý jako světelný kužel, nebo také plošný zdroj světla.</i></p>

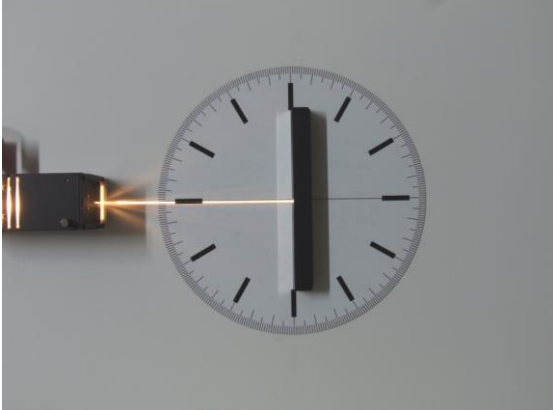
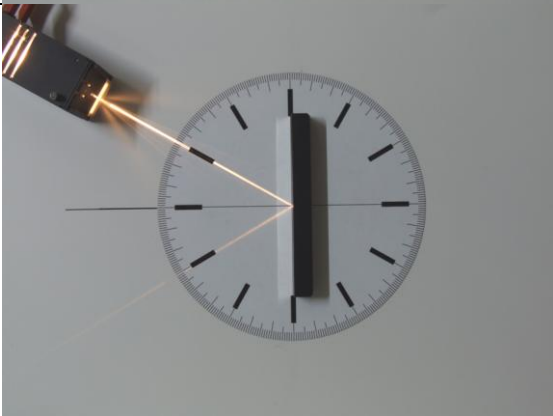


	<p>Jednoduše zasuneme kolík s čočkou před světelný paprsek.</p> <p><i>Pomocí čočky získáme rovnoběžný svazek paprsků.</i></p>
	<p>Postupně vkládáme clony s jednou, dvěma až třemi štěrbinami.</p> <p><i>Nyní máme tenké, k sobě rovnoběžné svazky, které se nazývají světelné paprsky</i></p>
<p>Zhodnocení pokusu:</p>	<p>Jedná se o nejjednodušší demonstraci na začátku probírané látky.</p>


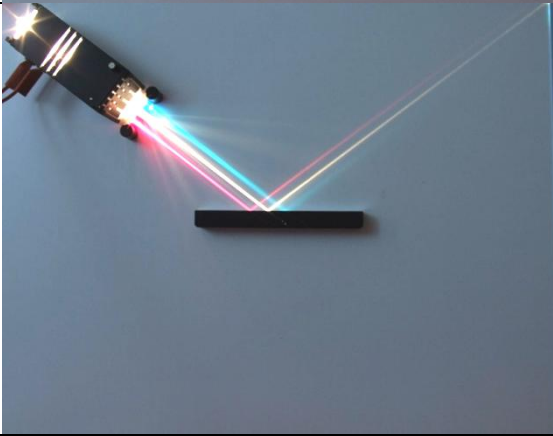
Téma: Vržený stín, plný stín a polostín	
Očekávané výstupy (žák):	- rozumí pojmu stín, plný stín a polostín - rozumí vzniku zatmění Slunce a Měsíce
Teoretický rozbor učiva:	
<p>Za tělesy umístěnými před světelný paprsek vzniká stín. Pokud je překážka osvětlena pouze jedním světelným zdrojem, vzniká jeden stín. Pokud je osvětlena více světelnými zdroji, vzniká více stínů, které se podle polohy a vzdálenosti světelných zdrojů překrývají, nebo jsou od sebe odděleny. Stejně tak podle polohy světelných zdrojů mezi sebou a od překážky jsou stíny různě tmavé. Při překrývání několika stínů, vzniká plný stín – nedopadá sem žádné světlo od žádného světelného zdroje. Jako polostín pak označujeme nepřekrývající se stíny od jednotlivých světelných zdrojů.</p> <p>Zatmění Měsíce je astronomický jev, kdy měsíční kotouč je zastíněn planetou Zemí. Nastává při úplňku, pokud se Slunce, Země a Měsíc ocitnou v jedné přímce. Jde o běžněji pozorovatelný jev než zatmění Slunce, kdy dochází k zastínění části zemského povrchu Měsícem. Zatmění Měsíce nastává přibližně dvakrát až třikrát do roka. Existují různé druhy zatmění Měsíce:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Polostínové zatmění se objevuje, když žádná část Měsíce není zcela zastíněna Zemí, hypotetičtí pozorovatelé na povrchu Měsíce by viděli částečné, ale nikoliv úplné zatmění Slunce. • Částečné zatmění nastane, pokud část povrchu Měsíce je zcela zastíněna Zemí. • Úplné zatmění je možné pozorovat, když celý Měsíc je zcela zastíněn Zemí. <p>Zatmění Slunce nastane, když Měsíc vstoupí mezi Zemí a Slunce, takže jej částečně nebo zcela zakryje. Taková situace může nastat jen, pokud je Měsíc v novu. Zatmění Slunce rozlišujeme na:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Úplné zatmění nastává, když Měsíc zcela zakryje Slunce. Velmi jasný sluneční disk je nahrazen černou plochou Měsíce a koróna, která má mnohem menší jas a za normálních okolností není vidět, je pozorovatelná. Úplné zatmění je pozorovatelné jen z oblasti Země, které se říká pás totality. • Prstencové zatmění je možné pozorovat, když Slunce a Měsíc jsou v jedné přímce, ale zdánlivá velikost Měsíce je menší než velikost Slunce. Z tohoto důvodu je ze Slunce vidět velmi jasný prstenec. • Částečné zatmění se objevuje, když Slunce a Měsíc nejsou přesně v přímce, takže je Slunce zakryto jen zčásti. Toto zatmění je pozorovatelné z mnohem většího území a některá zatmění jsou pozorovatelná pouze jako částečná, protože oblast plného stínu leží mimo povrch Země. 	
Demonstrace:	Doba provedení: 10 minut
Potřebné součástky:	2x halogenová lampa, stínové těleso polokoule, kruhové magnety, stínové těleso válec.
Postup:	
	<p>Halogenovou lampu zapojíme bez čočky jako plošný zdroj a do vzdálenosti cca 30 cm od ní napravo umístíme stínové těleso. S tělesem pak pohybuje na obě strany z původního místa a pozorujeme změnu tmavosti stínu.</p> <p><i>Za tělesem nám vzniká jeden stín, který se na základě vzdálenosti mění. Můžeme těleso vyměnit za jiné (například jen tužku), aby žáci viděli, že tvar stínu záleží i na osvětlovaném objektu.</i></p>

	<p>Zapojíme druhou lampu a umístíme jí pod první. Obě natočíme pod stejným úhlem zrcadlově k sobě, aby osvětlovaly předmět.</p> <p><i>V místě, kde se oba vržené stíny překrývají, můžeme pozorovat zcela tmavý kužel plného stínu. Na jeho okrajích navazuje oblast polostínu, ležící ve stínu světelného zdroje.</i></p>
	<p>Změníme úhel, který svírají světelné kužele.</p> <p><i>Pokud úhly mezi osami světelných kuželů zvětšíme, dojde ke zkrácení kuželu plného stínu. A naopak, pokud je zmenšíme, dojde k prodloužení plného stínu.</i></p>
	<p>Stínové těleso polokoule zaměníme za stínové těleso válec a nad něj upevníme žlutý kruhový magnet.</p> <p><i>Válec představuje planetu Zemi a kruhový magnet Měsíc. Nyní je Měsíc ve fázi ubývání vzhledem k pozorovateli ze Země</i></p>
	<p>Žlutý kruhový magnet posuneme do oblasti polostínu válce.</p> <p><i>Měsíc se nyní nachází ve stavu, kdy žádná jeho část není zcela zastíněna Zemí. Mluvíme o polostínovém zatmění.</i></p>

	<p>Kruhový magnet posuneme dále po směru hodinových ručiček do oblasti, kde je na rozmezí polostínu a plného stínu.</p> <p><i>Část povrchu Měsíce je zcela zastíněna Zemí. Takto označujeme částečné zatmění.</i></p>
	<p>Kruhový magnet přesuneme do plného stínu válce.</p> <p><i>Celý Měsíc je zcela zastíněn Zemí, došlo k úplnému zatmění.</i></p>
	<p>Kruhový magnet umístíme mezi halogenové lampy a válec, tak aby jím vržený plný stín dopadal na válec.</p> <p><i>Dopadá-li kužel stínu Měsíce na povrch Země, můžeme pozorovat zatmění Slunce. V místech, kam dopadá plný stín kruhového magnetu, pozorujeme úplné zatmění Slunce. V oblasti polostínu kruhového magnetu vidíme částečné zatmění Slunce.</i></p>
	<p>Lampy připevníme k sobě. Kruhový magnet nahradíme stínovým tělesem - malým válcem a posuneme ho blíže k lampám.</p> <p><i>Špička kužele plného stínu Měsíce nedopadá přímo na Zemí. Pozorovatel, který stojí v místě kam, by v případě posunutí kuželu stín dopadal, může pozorovat Prstencové zatmění.</i></p>
<p>Zhodnocení pokusu:</p>	<p>Při ukázce polostínu a plného stínu jde o velice vysoké nároky na tmu. Hlavně žáci v zadních lavicích by měli mít možnost přijít se případně podívat z větší blízkosti.</p>

Téma: Zákon odrazu	
Očekávané výstupy (žák):	- žák umí vysvětlit zákon odrazu a zná jeho praktické projevy
Teoretický rozbor učiva:	
<p>Úhel dopadu a odrazu měříme ve fyzice vždy jako úhel, který svírá světelný paprsek s kolmicí dopadu. Rovina dopadu je rovina, která je určena dopadajícím paprskem a kolmicí dopadu. Odraz světla se řídí pomocí Huygensova principu - popisuje jednu z představ o šíření vlnění. Předpokládá, že v každém okamžiku lze každý bod na čele šířící se vlny chápat jako nový zdroj vlnění (sekundárních vln). Nový tvar čela vlny v čase o malý okamžik pozdějším lze pak určit jako vnější obálku vln, šířících se z těchto zdrojů.</p> <p>Odražené světlo se šíří od rozhraní ve směru určeném odraženým paprskem. Ten svírá s kolmicí dopadu úhel odrazu. Vztah mezi úhlem dopadu a odrazu určuje zákon odrazu světla:</p> <p style="text-align: center;">Velikost úhlu odrazu α' se rovná velikosti úhlu dopadu α.</p> <p style="text-align: center;">$\alpha' = \alpha$</p> <p style="text-align: center;">Odražený paprsek leží v rovině dopadu.</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>Na rovinném rozhraní se rovnoběžné paprsky odrážejí opět rovnoběžně, oproti rozhraní, které není rovinné (hrbolatý povrch) se odrážejí různoběžně, kříží se. Vzniká rozptýlené světlo.</p>	
Demonstrace:	Doba provedení: 15 minut
Potřebné součástky:	2x halogenová lampa, 1x clona s jednou štěrbinou, 1x clona se čtyřmi štěrbinami, úhломěrná stupnice, rovinné zrcadlo, barevný filtr červený, barevný filtr zelený.
Postup:	
	<p>Lampu, která má clonu s jednou štěrbinou, necháme osvětlovat úhломěrnou stupnici.</p> <p><i>Pozorujeme, že světelným paprskům nebrání nic v jejich přímočarém šíření.</i></p>

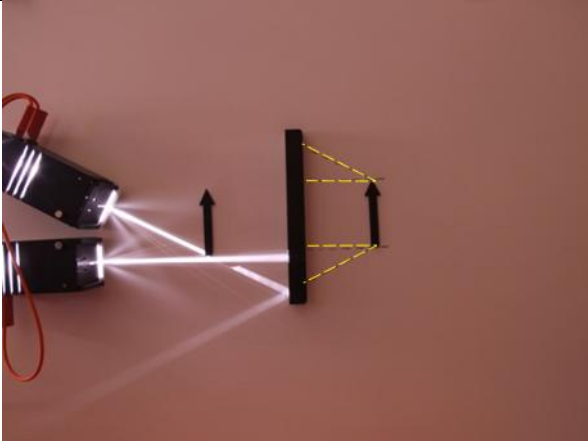
	<p>Do středu úhloměrné stupnice umístíme rovinné zrcadlo kolmo k dopadajícímu paprsku. Potom pomocí popisovače vyznačíme kolmici.</p> <p><i>Paprsek dopadá na zrcadlo a vrací se opačným směrem – úhel dopadu se rovná úhlu odrazu paprsku. Vyznačení kolmice na rovinu dopadu je důležité k následujícímu odečítání úhlů.</i></p>
	<p>Lampu natočíme pod libovolným úhlem, aby její paprsek dopadal směrem k rovinnému zrcadlu do středu úhloměrné stupnice.</p> <p><i>Paprsek dopadá pod určitým úhlem, a pod stejným se odráží. Dokazujeme $\alpha' = \alpha$. Zároveň je důležité ukázat, jak se odečítají úhly.</i></p>
	<p>S paprskem můžeme pohybovat a měnit jeho úhel s úhloměrnou stupnicí.</p> <p><i>Pozorované úhly by měli sami žáci odečítat z úhloměrné stupnice a zapisovat si je.</i></p>
	<p>Do lampy vložíme clonu s pěti štěrbinami. Světelné paprsky necháme dopadat na rovinné zrcadlo pod libovolným úhlem.</p> <p><i>Rovnoběžně dopadající paprsky se rovnoběžně i odrážejí.</i></p>

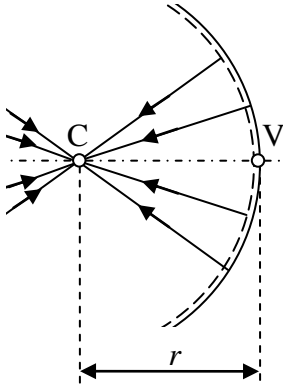
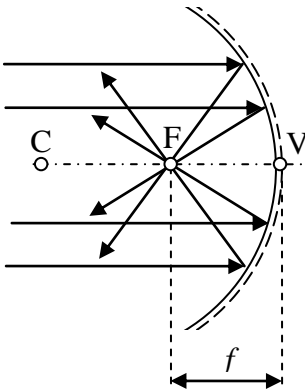
	<p>Nyní vezmeme hliníkovou fólii a pomačkáme ji. Takto upravenou fólii položíme na rovinné zrcadlo.</p> <p><i>Rovinné paprsky, které dopadají na hliníkovou fólii, se odráží do všech stran a vzniká rozptýlené světlo. Zvlnění hliníkové fólie můžeme vysvětlit jako mnoho proti sobě nakloněných zrcadel.</i></p>
	<p>Použijeme krytku se třemi štěrbinami a dva z nich pomocí barevných filtrů „obarvíme“.</p> <p><i>Rovnoběžné paprsky zůstanou i po odrazu rovnoběžné, dochází ovšem ke změně pořadí. Vnější paprsek, který dopadne (zleva), se při odrazu stává vnitřním.</i></p>
<p>Zhodnocení pokusu:</p>	<p>Nejtěžší a zároveň nejdůležitější částí pokusu je práce s úhломěrnou stupnicí, tedy odečítání úhlů. Je třeba, aby se žáci naučili správně určovat úhel s kolmicí na dopadající rovinu. Bez správného pochopení jim bude dělat problém pochopení další látky: lom světla.</p>

Téma: Zobrazení na rovinném zrcadle	
Očekávané výstupy (žák):	- žák umí vysvětlit na základě zákona odrazu vznik obrazu na rovinném zrcadle a zná jeho vlastnosti
Teoretický rozbor učiva:	
<p>Zobrazování optickými soustavami je zjednodušené o vlnovou podstatu světla. Neuvažujeme, že v optických soustavách vznikají také ohybové a interferenční jevy. Vše je založeno na jednoduchých obecných principech paprskové optiky.</p> <p>Optickou soustavou obecně rozumíme uspořádání optických prostředí, které mění směr chodu paprsků. Postup, kterým získáváme optické obrazy bodů (předmětů), nazýváme optické zobrazování.</p> <p>Svazek paprsků vystupující z optické soupravy může být sbíhavý nebo rozbíhavý.</p> <p>a) Sbíhavý paprsek – v průsečíku sbíhavých paprsků vzniká skutečný – reálný obraz. Ten můžeme zachytit na stínítku.</p> <p>b) Rozbíhavý paprsek – nelze zachytit na stínítku a skutečný obraz nevzniká. Můžeme ovšem pozorovat zdánlivý obraz. Protože oční čočka změní rozbíhavé paprsky ve sbíhavé. Zdánlivý obraz pozorujeme v průsečíku, který vznikne zpětným prodloužením rozbíhavých paprsků.</p> <p>Rovinné zrcadlo využívá pouze odrazu světla – mluvíme tedy o zobrazování odrazem. Ze zdroje světla před zrcadlem vychází rovnoběžný svazek paprsků. Odražené paprsky tvoří rozbíhavý svazek. To znamená, že při zobrazování rovinným zrcadlem vzniká zdánlivý obraz. Zobrazované objekty se nám v zrcadle jeví stranově převrácené. Ve svislém směru je obraz orientován stejně jako předmět – je tedy vzpřímený nebo přímý = nepřevrácený.</p> <p>Obraz vytvořený rovinným zrcadlem je vždy zdánlivý, vzpřímený, stejně veliký jako předmět a souměrný s předmětem podle roviny.</p>	
Demonstrace:	Doba provedení: 15 minut
Potřebné součástky:	2x halogenová lampa, 2x clona s jednou štěrbinou, rovinné zrcadlo, 2x šipka velká 80mm, 2x šipka malá 40mm, 1x stínové těleso polokoule, 1x popisovač smývatelný.
Postup:	
	<p>Lampy osadíme clonami s jednou štěrbinou a necháme je pod různými úhly, aby se jejich paprsky křížily, osvětlovat rovinné zrcadlo.</p> <p><i>Dopadající paprsek se odráží pod stejným úhlem, pod kterým dopadá.</i></p>

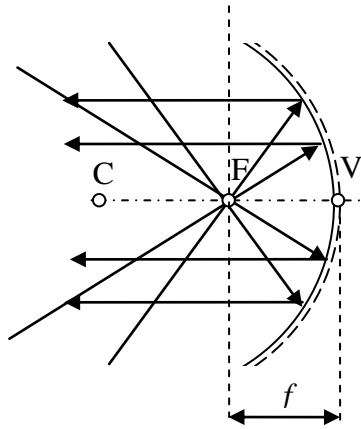
	<p>Na tabuli umístíme stínové těleso polokoule a dvě šipky o velikosti 80 mm. V bodě, kde se protínají paprsky, umístíme šipku o velikosti 40 mm.</p> <p><i>Polokoule a šipky vytváří model oka a naznačují směr jeho pohledu. Krátká žlutá šipka ukazuje na bod, který bude oko pozorovat na zrcadle.</i></p>
	<p>Pomocí smývatelného fixu prodloužíme odražené paprsky směrem za zrcadlo. Bod, kde se tyto paprsky setkají, označíme malou šipkou.</p> <p><i>Protože se odražené světelné paprsky už vzájemně neprotínají, nevzniká skutečný obrazový bod.</i></p>
	<p><i>Oko pozorovatele se dívá podél odraženého světelného paprsku ve směru zrcadla. Při pozorování oko nepostřehne zlom světelných paprsků, ale prodlouží je přímočaře dál. Prodloužené odražené světelné paprsky se vzájemně protínají ve zdánlivém obrazovém bodě. Zobrazovaný bod před zrcadlem a jeho obraz jsou souměrně sdružené podle roviny zrcadla.</i></p>
	<p>Lampy osadíme clonou s jednou štěrbinou a necháme je rovnoběžně svítit kolmo na rovinné zrcadlo. Rozestup mezi nimi upravíme na délku dlouhé šipky (80 mm).</p> <p><i>Paprsky dopadají na zrcadlo a vrací se opačným směrem – úhel dopadu se rovná úhlu odrazu paprsku. Dlouhá šipka představuje předmět před zrcadlem.</i></p>

	<p>Dolní lampu natočíme pod libovolným úhlem tak, aby paprsek procházel v horním bodě šipky a dále pokračoval do rovinného zrcadla.</p> <p><i>Protože se odražené světelné paprsky už vzájemně neprotínají, nevzniká skutečný obrazový bod.</i></p>
	<p>Pomocí smývatelného fixu prodloužíme odražené paprsky směrem za zrcadlo. Bod, kde se tyto paprsky setkají, označíme malou šipkou.</p> <p><i>Prodloužené odražené světelné paprsky se vzájemně protínají ve zdánlivém obrazovém bodě.</i></p>
	<p>Horní lampu natočíme pod libovolným úhlem tak, aby paprsek procházel v horním bodě šipky a dále pokračoval do rovinného zrcadla.</p> <p><i>Protože se odražené světelné paprsky už vzájemně neprotínají, nevzniká skutečný obrazový bod.</i></p>
	<p>Pomocí smývatelného fixu prodloužíme opět odražené paprsky směrem za zrcadlo. Bod, kde se tyto paprsky setkají, označíme druhou malou šipkou.</p> <p><i>Prodloužené odražené světelné paprsky se vzájemně protínají ve zdánlivém obrazovém bodě.</i></p>

	<p>Za zrcadlo (na jeho pravou stranu) umístíme do vytvořených zdánlivých obrazových bodů druhou velkou šipku.</p> <p><i>Protože máme zakresleny oba zdánlivé obrazové body, můžeme doplnit demonstraci druhou šipkou – ta je zdánlivým obrazem. Dále můžeme pozorovat, že obraz šipky za zrcadlem se nepřevrátil, je tedy vzpřímený.</i></p>
<p>Zhodnocení pokusu:</p>	<p>Obě demonstrace se týkají vlastností rovinného zrcadla. V prvním pokusu se postupně dostaneme k získání polohy zobrazovaného bodu na rovinném zrcadle. Druhý pokus ukazuje vznik zdánlivého obrazu na rovinném zrcadle. Nejnáročnější částí je prodlužování odražených paprsků pomocí popisovače. Právě kreslení zabere nejvíce času. Rozhodně není vhodné si pokus předem připravit i s předkreslením světelných paprsků. V těchto demonstracích se žáci poprvé setkávají se zobrazováním optických souprav.</p>

Téma: Zobrazení kulovými zrcadly - dutým	
Očekávané výstupy (žák):	<ul style="list-style-type: none"> - rozezná duté a vypuklé zrcadlo - umí popsat kulová zrcadla - umí modelovat chod paprsků významných směrů
Teoretický rozbor učiva:	
<p>Povrch části kulové plochy tvoří kulové zrcadlo. Podle strany vrchlíku, na kterém je zrcadlicí plocha, můžeme rozlišit duté a vypuklé zrcadlo. Pokud se zaměříme na malé úhly v paraxiálním prostoru (v blízkosti optické osy), máme zaručeno ideální optické zobrazení bodu, kterému je jednoznačně přiřazen bod (přímce, přímka, atd.). Je důležité si definovat střed křivosti C, ten má tu vlastnost, že všechny paprsky, které jím procházející, dopadají na plochu kulového zrcadla kolmo, a tedy se odráží zpět do bodu C. Ostatní paprsky se odrážejí jinak.</p> <p>Pro konstrukci obrazu jsou důležité tři typy paprsků – význačné paprsky:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Paprsek procházející středem křivosti má po odrazu na zrcadle směr opačný než paprsek dopadající na zrcadlo. Vrchol zrcadla V spolu se středem křivosti C tvoří přímku, která se nazývá optická osa zrcadla. Vzdálenost $CV = r$ což je poloměr křivosti zrcadla. 	
	
<ol style="list-style-type: none"> 2) Rovnoběžný paprsek s optickou osou zrcadla dopadající pod určitým úhlem, podle zákona odrazu mění svůj směr a optickou osu protíná v bodě F. Do bodu F míří všechny paprsky rovnoběžné s optickou osou, což jsou paprsky z velmi vzdáleného zdroje světla. Vzdálenost bodu F neboli ohniska je od zrcadla $r/2$. 	
<p>Ohnisko kulového zrcadla značíme jako bod F. Vzdálenost ohniska F od vrcholu kulového zrcadla V je ohnisková vzdálenost f:</p>	
$f = FV = \frac{r}{2}$	
	

- 3) Paprsek prochází ohniskem a jeho vlastnost vyplývá ze záměnnosti chodu paprsků (jestliže se světlo šíří po určitém paprsku jedním směrem, šíří se po něm i v opačném směru). Paprsek je po odrazu od zrcadla rovnoběžný s optickou osou.



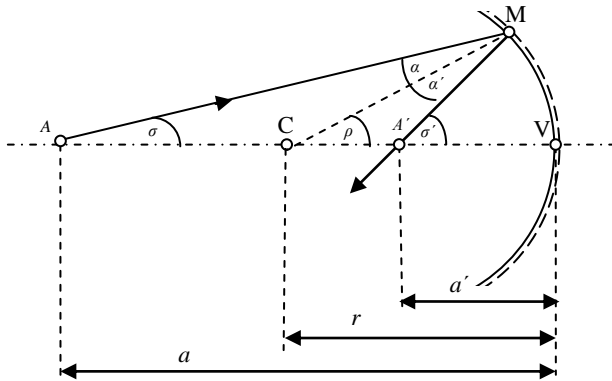
Mezi vzdáleností a předmětu a vzdáleností a' obrazu od vrcholu dutého zrcadla a ohniskovou vzdáleností f je vzájemná souvislost, vyjádřená **zobrazovací rovnicí kulového zrcadla**:

V paraxiálním prostoru jsou všechny úhly malé a platí: $tg\sigma = \sigma = \frac{|MV|}{a}$; $tg\sigma' = \sigma' = \frac{|MV|}{a'}$

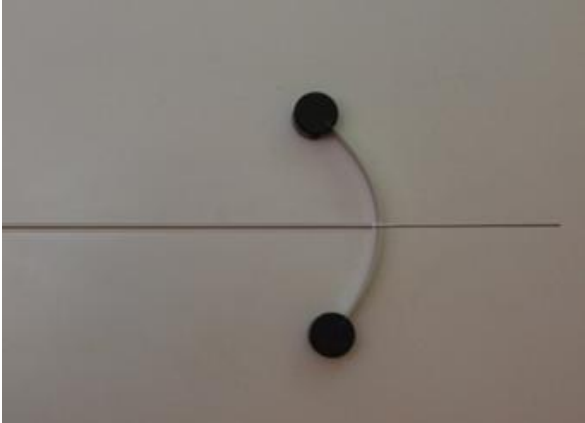
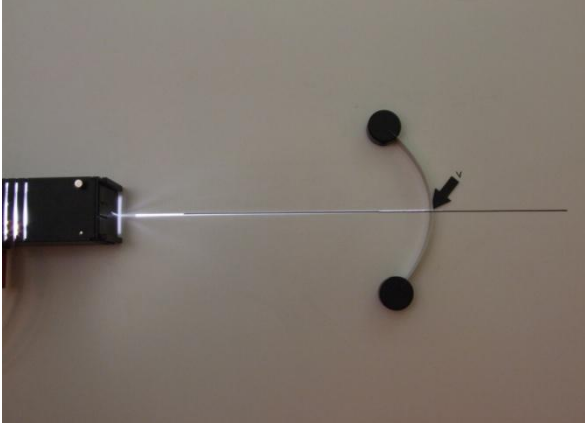
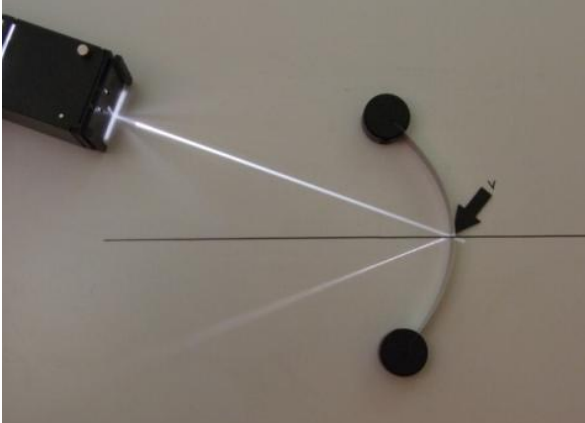
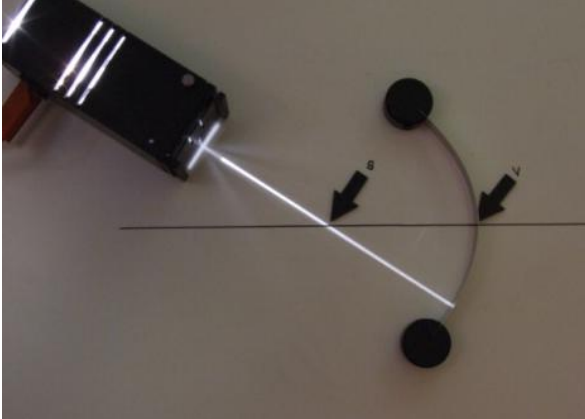
Poloměr křivosti zrcadla r (CM) s optickou osou svírá úhel ρ : $tg\rho = \rho = \frac{|MV|}{r} = \frac{|MV|}{2f}$

Z obrázku níže se dá vyčíst, že $\rho = \sigma + \alpha$ a $\sigma' = \rho + \alpha'$ po úpravě dostane $\sigma + \sigma' = 2\rho$ (protože $\alpha = \alpha'$) dosadíme vztahy pro jednotlivé úhly a získáme zobrazovací rovnici kulového zrcadla:

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{a'} = \frac{1}{f}$$



Demonstrace:	Doba provedení:	10 minut
Potřebné součástky:	1x halogenová lampa, 2x clona s jednou šěrbinou, 1x pružné zrcadlo, 2x šípka velká 80mm, 1x popisovač smývatelný.	
Postup:		

	<p>Popisovačem nakreslíme čáru rovnoběžnou s podlahou. Podle potřeby prohne pružné zrcadlo, abychom získali duté zrcadlo o libovolném poloměru. Vrchol zrcadla umístíme na čáru.</p> <p><i>Hned ze začátku se žáci seznamují s novými pojmy. Kulová zrcadla demonstrujeme vždy s optickou osou.</i></p>
	<p>Na kulovém zrcadle umístíme šipku v jeho vrcholu a označíme ji písmenem „V“. Lampu natočíme, aby světelný paprsek procházel přes optickou osu a dopadal do vrcholu zrcadla.</p> <p><i>Žáci se seznamují s dalším pojmem, kterým je vrchol zrcadla V (Průsečík optické osy se zrcadlem). Dále zjistí, že pokud světelný paprsek dopadá do vrcholu zrcadla, odráží se pod stejným úhlem zpět. Jedná se o první z paprsků význačných směrů.</i></p>
	<p>Lampu pod libovolným úhlem namíříme, aby její světelný paprsek dopadal do vrcholu kulového zrcadla.</p> <p><i>Opět demonstrujeme první z paprsků význačných směrů. Nyní paprsek dopadá pod jiným úhlem a pod stejným se odráží.</i></p>
	<p>Lampu směřujeme pod optickou osu a snažíme se ji natočit, aby se z ní paprsek vracel pod stejným úhlem zpět. Takto najdeme střed křivosti. Pomocí šipky jej označíme a popisovačem označíme tento bod písmen „S“.</p> <p><i>Žáci pozorují, jak lze nalézt střed křivosti a zároveň poznávají druhý paprsek význačných směrů.</i></p>

	<p>Lampu nyní umístíme rovnoběžně s optickou osou. Paprsek protne na optické ose bod, který označíme šipkou a popíšeme ho písmenem „F“.</p> <p><i>Paprsek, který rovnoběžně s optickou osou dopadá na duté zrcadlo, protne po svém odrazu na ose bod. Tento bod nazýváme ohniskem f.</i></p>
	<p>Lampu nyní natočíme tak, aby její paprsek procházel ohniskem a dále pokračoval na stěnu dutého zrcadla.</p> <p><i>Paprsek se po průchodu ohniskem dutého zrcadla odráží tak, že odrážený paprsek je rovnoběžný s optickou osou zrcadla.</i></p>
<p>Zhodnocení pokusu:</p>	<p>Při demonstrování je vhodné měnit i poloměr dutého zrcadla. Žáci vidí, že se nemění vlastnosti zrcadla, ale pouze se posouvají důležité body (střed křivosti, ohnisko) na optické ose. Je dobré věnovat dostatek času k vysvětlení všech bodů, protože přichází mnoho nových pojmů.</p>

Téma: Zobrazení kulovými zrcadly - vypuklým

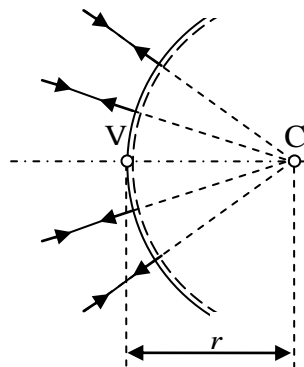
Očekávané výstupy (žák): - rozezná zobrazení odrazem na vypuklém zrcadle

Teoretický rozbor učiva:

Povrch části kulové plochy tvoří kulové zrcadlo. Podle strany vrchlíku, na kterém je zrcadlicí plocha, můžeme rozlišit duté a vypuklé zrcadlo. Pokud se zaměříme na malé úhly v paraxiálním prostoru (v blízkosti optické osy), máme zaručeno ideální optické zobrazení bodu, kterému je jednoznačně přiřazen bod (přímce, přímka, atd.). Je důležité si definovat **střed křivosti C**, ten má tu vlastnost, že všechny paprsky, které jím procházející, dopadají na plochu kulového zrcadla kolmo, a tedy se odrážejí zpět do bodu C. Ostatní paprsky se odrážejí jinak.

Pro konstrukci obrazu jsou důležité tři typy paprsků – **význačné paprsky**:

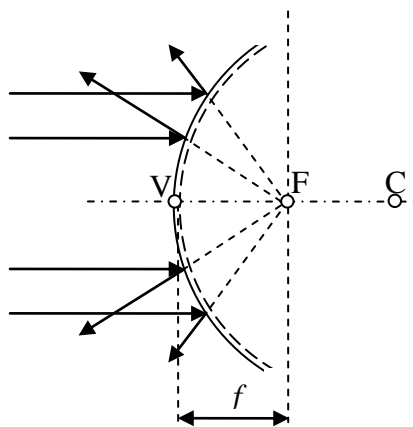
- 1) Paprsek procházející středem křivosti má po odrazu na zrcadle směr opačný než paprsek dopadající na zrcadlo. **Vrchol zrcadla V** spolu se **středem křivosti C** tvoří přímku, která se nazývá **optická osa** zrcadla. Vzdálenost $|CV| = r$ což je **poloměr křivosti zrcadla**.



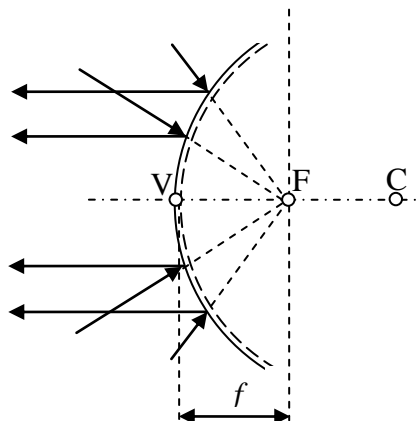
- 2) Rovnoběžný paprsek s optickou osou zrcadla dopadající pod určitým úhlem, podle zákona odrazu, mění svůj směr a optickou osu protíná v bodě F. Do bodu F míří všechny paprsky rovnoběžné s optickou osou, což jsou paprsky z velmi vzdáleného zdroje světla. Vzdálenost bodu F neboli **ohniska** je od zrcadla $r/2$.

Ohnisko kulového zrcadla značíme jako bod F. Vzdálenost ohniska F od vrcholu kulového zrcadla V je **ohnisková vzdálenost f**:

$$f = |FV| = \frac{r}{2}$$



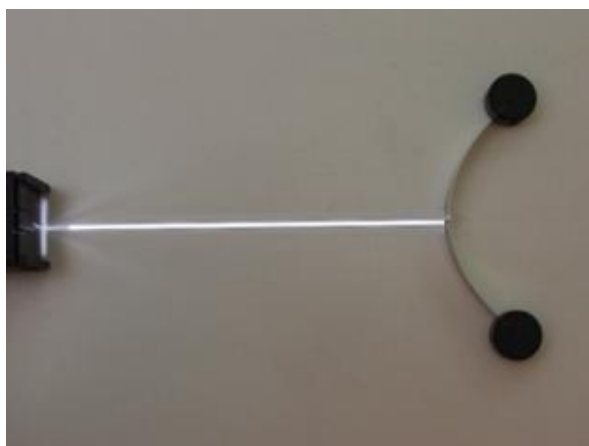
- 3) Paprsek prochází ohniskem a jeho vlastnost vyplývá ze záměnnosti chodu paprsků (jestliže se světlo šíří po určitém paprsku jedním směrem, šíří se po něm i v opačném směru). Paprsek je po odrazu od zrcadla rovnoběžný s optickou osou.



Demonstrace:	Doba provedení:	10 minut
--------------	-----------------	----------

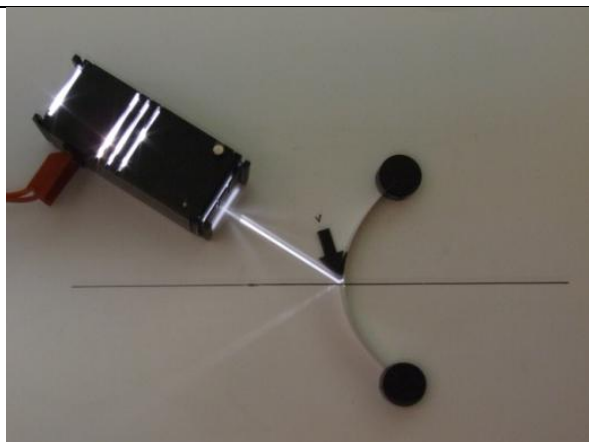
Potřebné součástky:	1x halogenová lampa, 1x clona s jednou štěrbinou, 1x pružné zrcadlo, 2x šipka malá 40mm, 1x popisovač smývatelný.
---------------------	---

Postup:



Na magnetickou tabuli umístíme lampu osazenou clonou s jednou štěrbinou. Dále podle potřeby prohne pružné zrcadlo, abychom získali vypuklé zrcadlo o libovolném poloměru. Lampu natočíme, aby mířila do vrcholu modelu vypuklého zrcadla. Podle světelného paprsku poté zakreslíme popisovačem optickou osu.

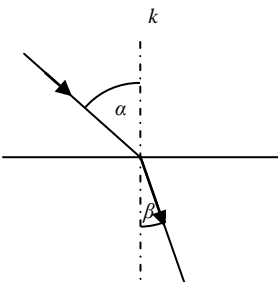
*Žáci se seznamují stejně jako u dutého zrcadla s **vrcholem zrcadla V** (Průsečík optické osy se zrcadlem). Světelný paprsek dopadá do vrcholu zrcadla a odráží se pod stejným úhlem zpět. Jedná se o první z paprsků význačných směrů.*




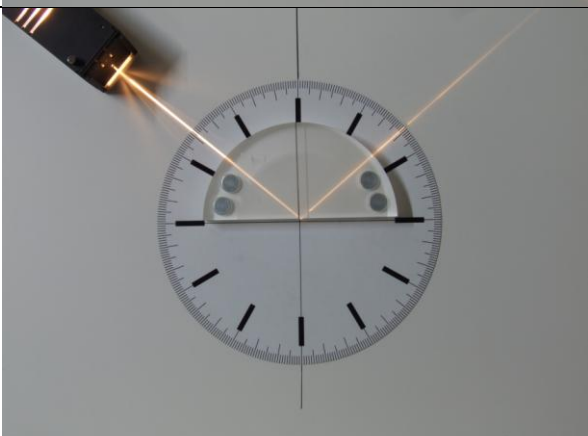
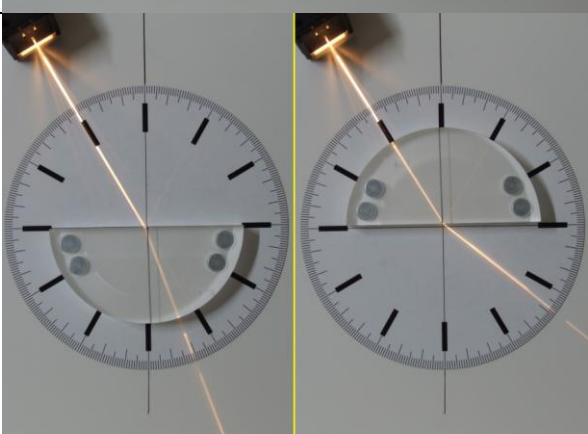
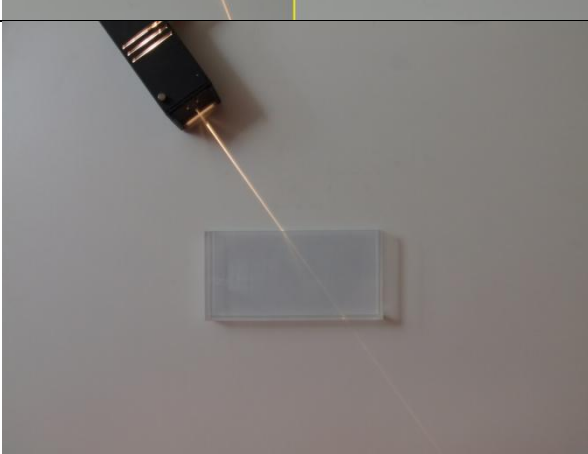
Lampu pod libovolným úhlem namíříme, aby její světelný paprsek dopadal do **vrcholu V** kulového zrcadla, které tak označíme.

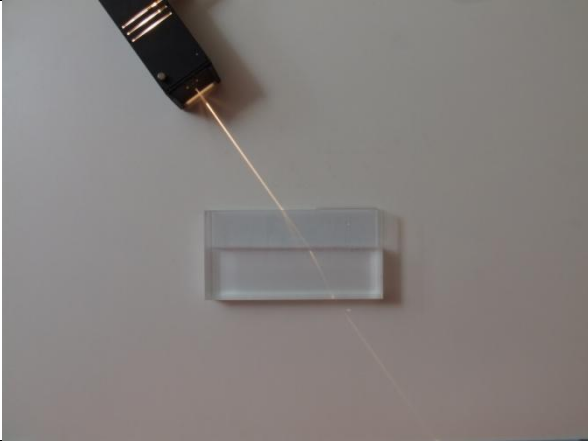
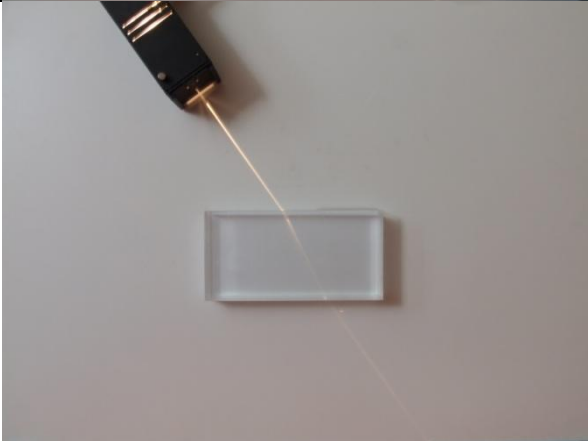
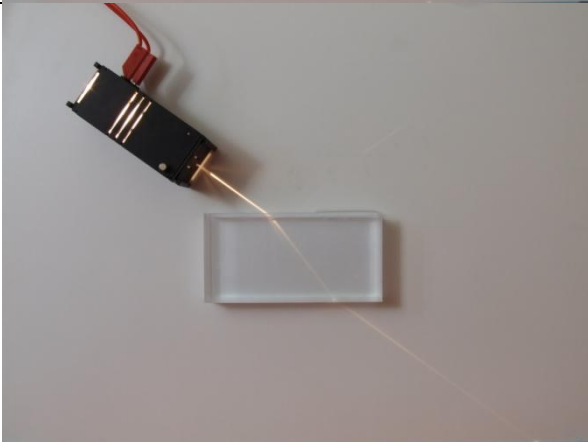

Opět demonstrujeme první z paprsků význačných směrů. Nyní paprsek pod jiným úhlem dopadá a pod stejným se odráží.

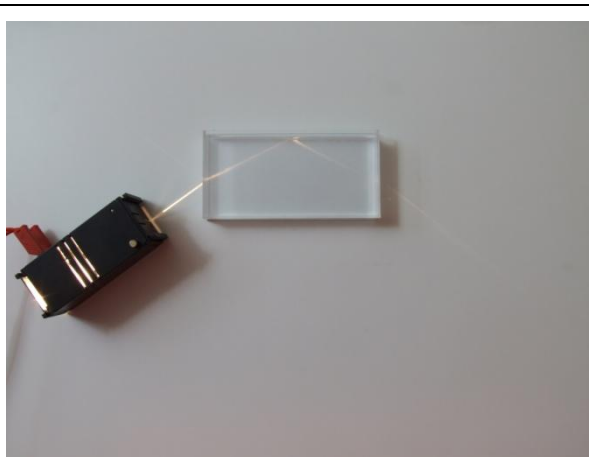
	<p>Lampu se snažíme natočit na stranu vypuklého zrcadla tak, aby se z ní paprsek vrátil pod stejným úhlem zpět. Protože se paprsek odráží zpět, dokreslíme jeho předpokládaný směr k optické ose. Pomocí šipky jej označíme a popisovačem popíšeme tento bod písmen „S“.</p> <p><i>Žáci pozorují, jak lze nalézt střed křivosti a zároveň poznávají druhý paprsek význačných směrů. Paprsek směřující do středu křivosti se odráží v opačném směru.</i></p>
	<p>Lampu nyní umístíme rovnoběžně s optickou osou. Protože se paprsek odráží zpět, dokreslíme jeho předpokládaný směr k optické ose. Paprsek protne na optické ose bod, který označíme šipkou a označíme ho písmenem „F“.</p> <p><i>Paprsek procházející rovnoběžně s optickou osou zrcadla se odráží tak, že odražený paprsek zdánlivě vychází z ohniska zrcadla.</i></p>
	<p>Lampu nyní natočíme tak, aby její paprsek zdánlivě procházel ohniskem a dále pokračoval na stěnu vypuklého zrcadla.</p> <p><i>Paprsek se po průchodu ohniskem vypuklého zrcadla odráží tak, že odražený paprsek je rovnoběžný s optickou osou zrcadla.</i></p>
<p>Zhodnocení pokusu:</p>	<p>Protože většinu nových věcí objasní předchozí demonstrace, je vhodné, aby se při této poukazovalo hlavně na rozdíly mezi dutým a vypuklým zrcadlem. Pružné zrcadlo lze jednoduše ohýbat, takže na konci je ideální pokusy zopakovat s oběma typy zrcadel a jen pro připomenutí ukázat různé a stejné odrazy při dopadu na kulových zrcadlech.</p>

Téma: Lom světla	
Očekávané výstupy (žák):	<ul style="list-style-type: none"> - umí vysvětlit zákon lomu - znají pojem úhel lomu - rozhodne, kdy se světelný paprsek láme ke kolmici a kdy od kolmice
Teoretický rozbor učiva:	
<p>Pro směr lomeného paprsku je z mechanického vlnění odvozen vztah: $\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{v_1}{v_2}$, kde úhel β, který svírá lomený paprsek s kolmicí k, je úhel lomu.</p> <p>Podíl rychlostí světla v_1 a v_2 vyjadřuje index lomu n pro dané prostředí. Index lomu n je důležitá veličina, která charakterizuje rozhraní optických prostředí. Pokud máme prostředí, které je vakuum, pak $v_1 = c$ (rychlost světla) a druhé prostředí má rychlost $v_2 = v$ pak index lomu n můžeme vypočítat jako $n = \frac{c}{v}$. Vakuum má index lomu $n = 1$ a této hodnoty přibližně nabývá také index lomu vzduchu. U všech optických prostředí kromě vakua je vždy $n > 1$. Index lomu se uvádí v porovnání na rozhraní s vakuem (vzduchem).</p> <p>Pro odvození zákona lomu světla použijte úpravy rovnic popisující světlo šířící se z optického prostředí o indexu lomu n_1 a rychlosti v_1, do prostředí s indexem lomu n_2 a rychlosti v_2. $\frac{v_1}{v_2} = \frac{c}{n_1} : \frac{c}{n_2} = \frac{n_2}{n_1}$.</p>	
<p>Pak můžeme vyjádřit zákon lomu světla (Snellův): $\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1}$</p>	
	
<p>Při srovnání dvou optických prostředí o různých indexech lomu, mluvíme o prostředí opticky řidším (s menším indexem lomu) a prostředí opticky hustším (s větším indexem lomu). Při přechodu světla z prostředí opticky hustšího do opticky řidšího lom od kolmice ($\beta > \alpha$). Při opačném průchodu pak o lomu ke kolmici ($\beta < \alpha$).</p> <p>S rostoucím úhlem (v případě přechodu z opticky hustšího prostředí do opticky řidšího) se zvětšuje i úhel lomu až při určitém, tzv. mezním úhlu dopadu α_m je úhel $\beta = 90^\circ$. To je největší úhel, při kterém ještě nastává lom světla. Při větších úhlech dopadu ($\alpha > \alpha_m$) lom již nenastává a světlo se jen odráží. Pro případ úplného lomu může zákon lomu zapsat: $\sin \alpha_m = \frac{1}{n_1}$</p>	
Demonstrace:	Doba provedení: 15 minut
Potřebné součástky:	2x halogenová lampa, 2x clona s jednou štěrbinou, úhломěrná stupnice, modelové těleso půlkruhové, 1x kyveta.
Postup:	

	<p>Půlkruhové modelové těleso umístíme tak, aby se jeho střed shodoval se středem optického kruhu (úhломěrné stupnice) a vrchol mířil směrem dolu. Lampou osvětlíme modelové těleso, tak že úhel dopadu je nulový.</p> <p><i>Horní část půlkruhu představuje prostředí opticky řidší. Dolní polovina půlkruhových modelových tělesem potom prostředí opticky hustší. Při průchodu paprsku dvěma prostředími, kdy úhel dopadu je nulový (dopadá kolmo na rozhraní), nedochází k lomu.</i></p>
	<p>Popisovačem vyznačíme kolmici. Lampu natočíme pod libovolným úhlem, aby světelný paprsek dopadal do středu úhломěrné stupnice.</p> <p><i>Kolmice je důležitá k odečítání úhlů z úhломěrné stupnice. Nyní demonstrujeme lom ke kolmici. Ten nastává při průchodu paprsku z prostředí opticky řidšího do prostředí opticky hustšího.</i></p>
	<p>Lampou různě pootáčíme a měníme její úhel se světelným paprskem z druhé lampy.</p> <p><i>Učitel by měl po prvních ukázkách lomu ke kolmici vyzvat žáky, aby odečítali úhly odrazu a dopadu sami. Vhodné je vytvoření tabulky s naměřenými úhly pro pozdější porovnání s lomem od kolmice. Při zvětšování úhlu dopadu dochází i k částečnému odrazu paprsků, které zůstávají v rovině dopadu.</i></p>
	<p>Půlkruhové modelové těleso přemístíme do horní poloviny a vytvoříme obrácenou situaci k předchozí demonstraci.</p> <p><i>Nyní budeme předvádět lom od kolmice. Ten nastává při průchodu paprsku z opticky hustšího prostředí (půlkruh) do prostředí opticky řidšího (vzduch). Stejně jako v prvním případě, při průchodu paprsku dvěma prostředími, kdy úhel dopadu je nulový (dopadá kolmo na rozhraní), nedochází k lomu.</i></p>

	<p>Lampou různě pootáčíme a měníme její úhel s kolmicí.</p> <p><i>Žáci by nyní měli opět odečítat úhly dopadu a lomu z úhloměrné stupnice a zapisovat si je. Mohou pak porovnat jaký je mezi lomy od kolmice a ke kolmici rozdíl.</i></p>
	<p>Lampu natočíme pod takovým úhlem dopadu, že úhel lomu dosáhne 90°. Lampu dále natáčíme, aby se úhel lomu ještě zvětšoval.</p> <p><i>Jestliže zvětšujeme úhel dopadu natolik, že úhel lomu se rovná 90°, potom úhel dopadu nazýváme mezní úhel. Pokud i nadále zvětšujeme úhel dopadu, paprsek se neláme, ale pouze odráží. Takovému jevu říkáme úplný (totální) odraz.</i></p>
	<p>Lampu namíříme do středu úhloměrné stupnice. Půlkruhové modelové těleso přemístíme z horní do dolní poloviny a obráceně.</p> <p><i>Nakonec shrneme a porovnáme oba typy lomu najednou. Žáci nyní jasně vidí rozdíl mezi úhly lomu.</i></p>
	<p>Na magnetickou tabuli umístíme prázdnou kyvetu a osvítíme ji pomocí světelného paprsku z lampy.</p> <p><i>Světelný paprsek prochází pouze jedním prostředím, a proto nepozorujeme žádnou změnu v jeho chodu. Nedochází k lomu.</i></p>

	<p>Kyvetu z poloviny napustíme vodou.</p> <p><i>Kyvetu je nyní naplněna z části vodou a proto můžeme pozorovat lomivý účinek vody. Voda představuje prostředí opticky hustší.</i></p>
	<p>Nyní naplníme kyvetu vodou až po okraj.</p> <p><i>Paprsek prochází vodou, která mění jeho směr pod určitým úhlem. Po průchodu vodou v kyvetě paprsek vystupuje opět do prostředí a dochází opět k jeho lomu, tentokrát na opačnou stranu než poprvé. Paprsek před a po průchodu vodou je rovnoběžný a posunutý.</i></p>
	<p>Lampu natočíme pod větší úhel dopadu na rovinu vodní hladiny.</p> <p><i>Při přechodu do opticky hustšího prostředí dochází k většímu lomu, a proto i většímu posunutí paprsku.</i></p>
	<p><i>Při bližším pohledu pozorujeme, že při zvětšování úhlu dopadu dochází i k částečnému odrazu paprsků, které zůstávají v rovině dopadu.</i></p>



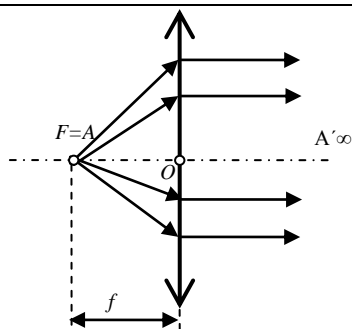
Lampu natočíme pod takovým úhlem dopadu, že úhel lomu dosáhne 90° . Lampu dále natáčíme, aby se úhel lomu ještě zvětšoval.

*U kyvety naplněné vodou platí totéž jako u půlkruhového modelového tělesa, které jsme použili v předchozích demonstracích. Jestliže zvětšujeme úhel dopadu natolik, že úhel lomu se rovná 90° , potom úhel dopadu nazýváme **mezní úhel**. Pokud i nadále zvětšujeme úhel dopadu, paprsek se neláme, ale pouze odráží. Takovému jevu říkáme **úplný (totální) odraz**.*

Zhodnocení pokusu:

Při první demonstraci je vhodné použít jeden světelný paprsek jako kolmici. Lépe tak dochází k zapamatování, kde se kolmice nachází a k odečítání úhlů dopadu a lomu. Žáci se setkávají s novým pojmem **úhel lomu**, který by měli umět správně popsat a používat. V druhé části pokusů se setkávají s lomivým účinkem vody. V praxi a učebnicích se často setkávají s příklady lomu paprsku na rozhraní vzduch – voda a proto je tato demonstrace přínosná pro jejich lepší pochopení.

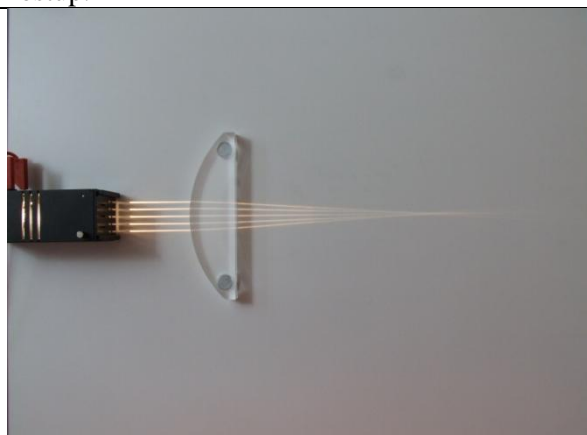
Téma: Čočky – zobrazení spojkou	
Očekávané výstupy (žák):	<ul style="list-style-type: none"> - rozezná spojku a rozptylku a umí je popsat - popíše chod paprsků význačného směru
Teoretický rozbor učiva:	
<p>Optická čočka je optická soustava dvou centrovaných ploch, nejčastěji kulových, popř. jedné kulové a jedné rovinné plochy. Čočka je tvořena z průhledného materiálu. Slouží především v optice, ale také v jiných oborech, pro ovlivnění šíření světla v širším smyslu, tj. viditelného světla, infračerveného a ultrafialového záření.</p> <p>Jako u kulového zrcadla je pro optické zobrazení čočkou důležitá optická osa, která prochází středem křivosti optických ploch $C1$ a $C2$ a vrcholy optických ploch $V1$ a $V2$. Poloměry křivosti optických ploch čočky značíme $r1$ a $r2$. Pro zjednodušení se většinou zabýváme jen optickým zobrazením tenkou čočkou. Pak můžeme vzdálenost mezi vrcholy optických ploch považovat za tak nepatrnou, že splývají a tvoří optický střed čočky O.</p>	
<p>Prostor, ze kterého světlo vstupuje do čočky - předmětový prostor. Prostor, do kterého světlo po průchodu čočkou vystoupí - obrazový prostor. Stejně jako u zrcadel rozlišuje u spojek či rozptylek význačné paprsky:</p>	
<p>1) Paprsky, které procházejí optickým středem tenké čočky, nemění svůj směr.</p>	
<p>2) Paprsky rovnoběžné v prostoru předmětovém s optickou osou se při průchodu čočkou lámou tak, že v prostoru obrazovém směřují do bodu na optické ose. Nazýváme ho obrazové ohnisko F'. U spojek se paprsky v obrazovém ohnisku protínají – ohnisko je skutečné.</p>	
<p>3) Na optické ose spojek v prostoru předmětovém leží předmětové ohnisko F, které má tu vlastnost, že paprsky procházející předmětovým ohniskem jsou po průchodu čočkou rovnoběžné s optickou osou v obrazovém prostoru.</p>	



Vzdálenost $|FO|$ je **předmětová ohnisková vzdálenost f** . Vzdálenosti $|OF'|$ se říká **obrazová vzdálenost f'** .

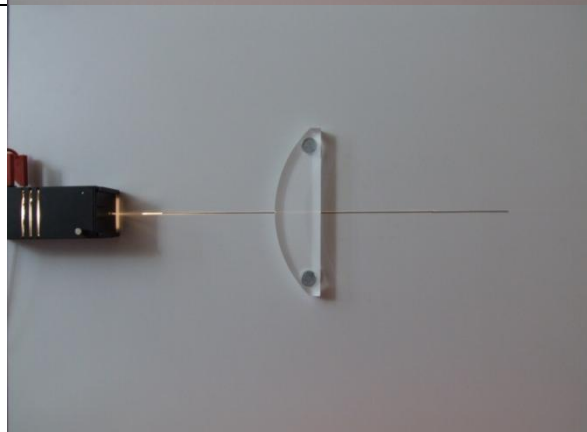
Demonstrace:	Doba provedení: 10 minut
Potřebné součástky:	1x halogenová lampa, 1x clona s jednou štěrbínou, 1x clona s pěti štěrbínami, spojka, magnetická šipka malá, smývatelný popisovač.

Postup:



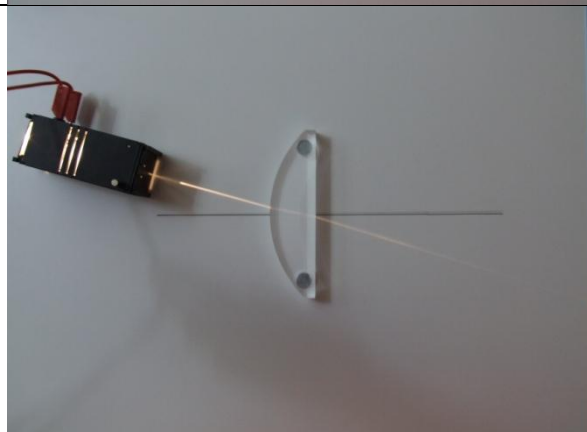
Halogenovou lampu umístíme na levou stranu magnetické tabule a osadíme ji clonou s pěti štěrbínami. Do dráhy paprsků vložíme modelové těleso plankonvexní (spojku).

Stejně jako u kulových zrcadel, je vhodné nechat chod paprsků vždy zleva doprava. Při průchodu světelných paprsků spojkou dochází ke změně jejich průchodu. Světelné paprsky se spojují – rovnoběžné se po průchodu spojkou sbíhají.



Lampu osadíme clonou s jednou štěrbínou a podle jejího světelného paprsku zakreslíme optickou osu. Paprsek pak necháme dopadat do středu spojky.

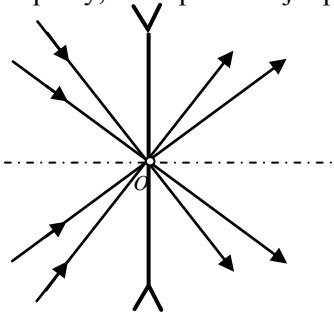
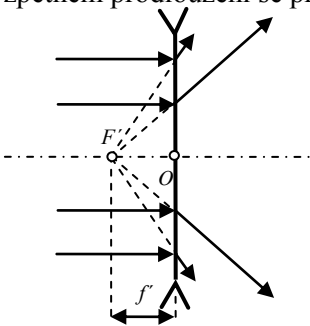
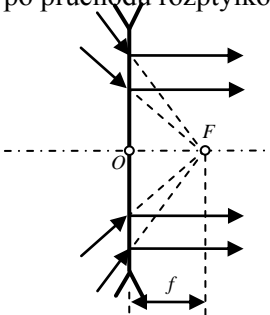
*Stejně jako u kulových zrcadel budeme užívat pojmu **optická osa**. Optická osa prochází středem čočky a je na ní kolmá. Protože **paprsek dopadá na střed spojky a prochází beze změny dál**, můžeme mluvit o prvním chodu paprsku význačných směrů spojkou.*

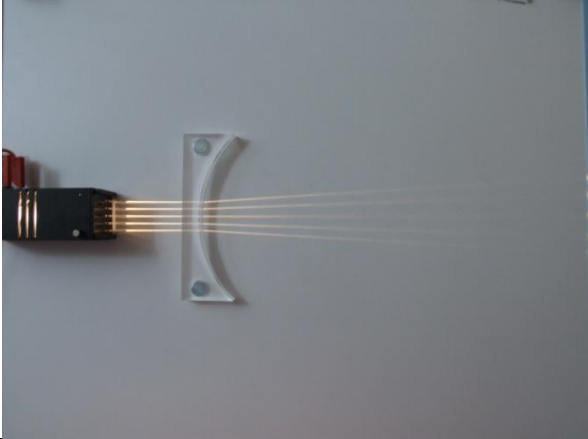
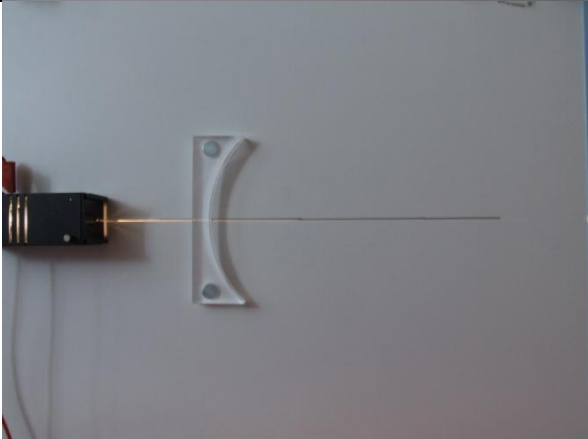
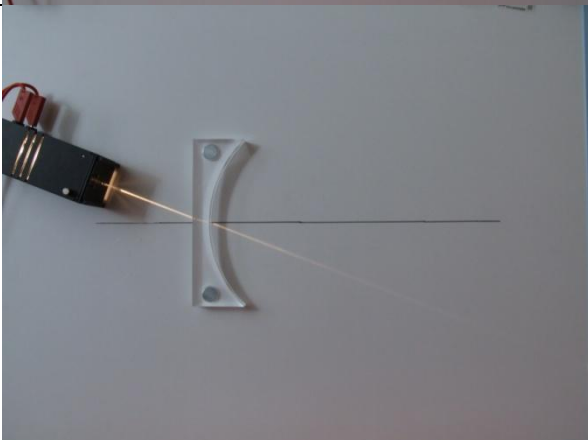
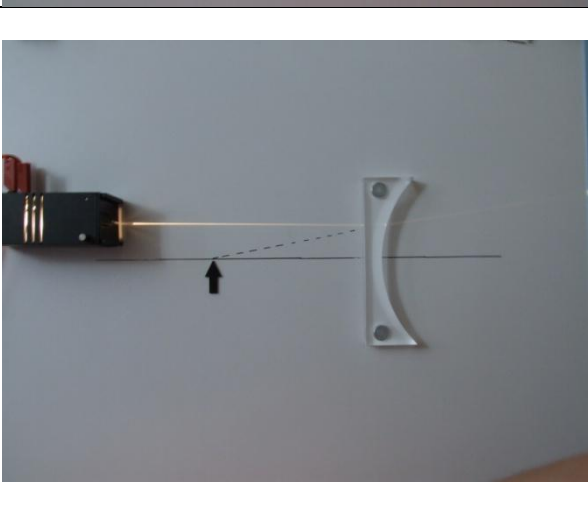


Nyní lampu libovolně natočíme, její paprsek ovšem nasměrujeme do středu spojky.

*I při změně úhlu paprsek nemění svůj směr a prochází spojkou beze změny. Zároveň tak zavádíme nový pojem **střed čočky**.*

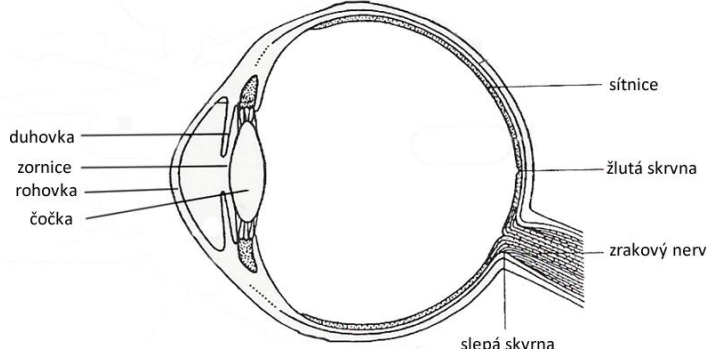
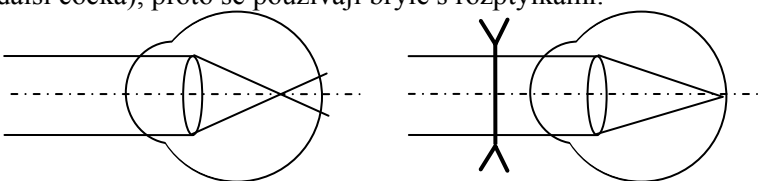
	<p>Světelný paprsek z lampy necháme dopadat rovnoběžně s optickou osou libovolně na hranu spojně čočky. Bod, kde paprsek protne optickou osu, označíme magnetickou šipkou a popíšeme písmenem F'.</p> <p><i>Paprsek procházející rovnoběžně s optickou osou se láme tak, že lomený paprsek prochází obrazovým ohniskem. Spojná čočka má obrazové ohnisko za čočkou. Skutečný obraz vzniká za čočkou.</i></p>
	<p>Lampu nyní umístíme pod optickou osu a její světelný paprsek nasměrujeme na hranu nad středem spojně čočky. Lampa by měla protínat optickou osu ve stejné vzdálenosti od středu čočky, kde jsme našli obrazové ohnisko. Měníme úhel dopadu, dokud paprsek po odrazu na hraně čočky neleží rovnoběžně s optickou osou. Bod poté označíme magnetickou šipkou a popíšeme písmenem F.</p> <p><i>Paprsek procházející předmětovým ohniskem se láme tak, že lomený paprsek je rovnoběžný s optickou osou. Spojná čočka má předmětové ohnisko před čočkou. Zdánlivý obraz vzniká před čočkou.</i></p>
<p>Zhodnocení pokusu:</p>	<p>Během ukázky chodu paprsků význačných směrů spojkou definujeme nové pojmy: <i>obrazové ohnisko, předmětové ohnisko</i>. Měli bychom uvést, že vzdálenost těchto ohnisek se nazývá <i>ohnisková vzdálenost f</i>. Důležité je uvést při demonstrování, jaký vzniká obraz při použití těchto čoček.</p>

Téma: Čočky – zobrazení rozptylkou	
Očekávané výstupy (žák):	<ul style="list-style-type: none"> - rozezná spojku a rozptylku a umí je popsat - popíše chod paprsků význačného směru
Teoretický rozbor učiva:	
U rozptylek rozlišuje tři typy význačných paprsků :	
1) Paprsky, které procházejí optickým středem tenké čočky, nemění svůj směr.	
	
2) Paprsky rovnoběžné v prostoru předmětovém s optickou osou se při průchodu čočkou lámou, tak že v prostoru obrazovém směřují do bodu na optické ose, který nazýváme obrazové ohnisko F' . U rozptylky jsou paprsky po průchodu čočkou rozbíhavé a při zpětném prodloužení se protínají v prostoru předmětovém, ohnisko je zdánlivé.	
	
3) Předmětové ohnisko leží v prostoru obrazovém a sbíhavé paprsky, které do něho míří, po průchodu rozptylkou jsou rovnoběžné s optickou osou.	
	
Optická mohutnost je veličina, která vyjadřuje zakřivenost čočky. Optická mohutnost se určí jako převrácená hodnota obrazové ohniskové vzdálenosti čočky: $\varphi = \frac{1}{f}$ [D] <i>dioptrie</i> .	
Demonstrace:	Doba provedení: 10 minut
Potřebné součástky:	1x halogenová lampa, 1x clona s jednou štěrbínou, 1x clona s pěti štěrbínami, rozptylka, spojka, magnetická šipka malá, smývatelný popisovač.
Postup:	

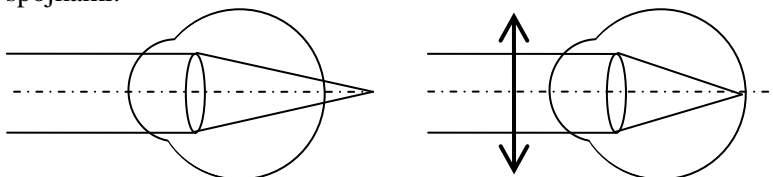
	<p>Halogenovou lampu umístíme na levou stranu magnetické tabule a osadíme ji clonou s pěti štěrbinami. Do dráhy paprsků vložíme modelové těleso plankonkávní (rozptylku).</p> <p><i>Stejně jako kulových zrcadel, je vhodné uvažovat chod paprsků vždy zleva doprava. Při průchodu světelných paprsků rozptylkou dochází ke změně jejich průchodu. Světelné paprsky se rozptylují – rovnoběžné se po průchodu rozptylkou rozbíhají.</i></p>
	<p>Lampu osadíme clonou s jednou štěrbinou a podle jejího světelného paprsku zakreslíme optickou osu. Paprsek pak necháme dopadat do středu rozptylky.</p> <p><i>Stejně jako u kulových zrcadel budeme užívat pojmu optická osa. Optická osa prochází středem čočky a je na ni kolmá. Protože paprsek dopadá na střed rozptylky a prochází beze změny dál, můžeme mluvit o prvním chodu paprsku význačných směrů rozptylkou.</i></p>
	<p>Nyní lampu libovolně natočíme, její paprsek ovšem nasměrujeme do středu rozptylky.</p> <p><i>I při změně úhlu paprsek nemění svůj směr a prochází rozptylkou beze změny. Zároveň tak zavádíme nový pojem střed čočky.</i></p>
	<p>Světelný paprsek necháme dopadat rovnoběžně s optickou osou libovolně na hranu rozptylné čočky. Protože se paprsek odráží rozbíhavě a nikde nic neprotíná, prodloužíme popisovačem směr paprsku k optické ose. Bod, kde paprsek protne optickou osu, označíme magnetickou šipkou a popíšeme písmenem F'.</p> <p><i>Paprsek procházející rovnoběžně s optickou osou se láme tak, že lomený paprsek prochází obrazovým ohniskem. Rozptylná čočka má obrazové ohnisko před čočkou. Zdánlivý obraz vzniká před čočkou.</i></p>

	<p>Světelný paprsek nasměrujeme na hranu nad středem rozptylné čočky, do stejné vzdálenosti od středu čočky, jako jsme našli obrazové ohnisko. Lampu natáčíme tak, aby paprsek po průchodu čočkou procházel rovnoběžně s optickou osou. Myšlený nezměněný chod paprsku dokreslíme smývatelným popisovačem. Bod poté označíme magnetickou šipkou a popíšeme písmenem <i>F</i>.</p> <p><i>Paprsek směřující do předmětového ohniska se láme tak, že lomený paprsek je rovnoběžný s optickou osou. Rozptylná čočka má předmětové ohnisko za čočkou. U rozptylky nevzniká skutečný obraz.</i></p>
	<p>Lampu osadíme clonou s pěti štěrbinami a do dráhy jejích paprsků umístíme spojnou čočku.</p> <p><i>Rovnoběžné paprsky dopadají na spojnou čočku a mění svůj směr.</i></p>
	<p>Před spojkou umístíme rozptylku.</p> <p><i>Umístěním rozptylné čočky do dráhy změním směr rovnoběžných paprsků na rozbíhavé. Ty dále pokračují do spojky, která jejich směr mění na sbíhavý. Protože mají čočky stejnou optickou mohutnost (dioptrie), po průchodu oběma čočkami nedojde k žádné změně.</i></p>
	<p>Rozptylku posuneme směrem ke spojce, aby do sebe zapadly a tvořily hranol.</p>

Zhodnocení pokusu:	Při demonstrování chování rozptylky je vhodné porovnávat chování paprsků se spojkou. Čočky by se měli probírat i demonstrovat zvlášť, aby došlo k dobrému zapamatování rozdílných detailů. Při demonstrování modelu rozptylky ji můžeme i zrcadlově otáčet, aby bylo jasné, že má stále stejné „rozbíhavé“ vlastnosti. Poznatky o obou čočkách vyplývají ze zákona lomu, na tento fakt by měli být žáci upozorněni již při demonstraci.
--------------------	---

Téma: Oko a jeho krátkozrakost, či dalekozrakost	
Očekávané výstupy (žák):	<ul style="list-style-type: none"> - chápe podstatu fyzikálního vidění - zná základní vady oka a ví, jak se odstraňují - dokáže popsat akomodaci oka
Teoretický rozbor učiva:	
<p>Oko považujeme za optickou soustavu s měnitelnou ohniskovou vzdáleností. Obraz předmětů vytváří oko ve stejné vzdálenosti uvnitř oka na citlivé sítnici, na základě různých vzdáleností před okem. Obraz je zmenšený, převrácený a skutečný.</p>	
	
<p>Oko je schopno provádět několik transformací pro upravení své optické mohutnosti.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) poloha oka - mění se tak, aby světelné záření dopadalo na sítnici na optickou osu. Při pozorném prohlížení detailů oko neustále kmitá. 2) adaptace - roztahováním a stahováním duhovky se reguluje množství světla dopadajícího do oka. 3) akomodace - zkracování a prodlužování oční čočky. Při zvětšené námaze (při velkém výdeji energie), se zvětšuje optická mohutnost oka zvětšením poloměrů křivosti oční čočky. To vede ke zmenšení ohniskové vzdálenosti oční čočky a ke snadnějšímu zaostření blízkých předmětů. Naopak při pohledu na vzdálené předměty oko odpočívá, tj. akomodace (a optická mohutnost oka) je nejmenší. 	
<p>Oční čočka je dvojevypuklá spojka, jejíž index lomu se zvětšuje od povrchu dovnitř. Její vzdálenost od sítnice je stálá.</p>	
<p>Rozsah vzdáleností, na které se může oko akomodovat, je určena dvěma body:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) vzdálený bod oka - největší vzdálenost, při které se pozorovaný předmět zobrazí ostře. Pro zdravé oko se nachází v nekonečnu. Jeho poloha se může s rostoucím věkem měnit. 2) blízký bod oka - nejmenší vzdálenost pozorovaného předmětu, při níž se daný předmět zobrazí ostře a oko se přitom minimálně namáhá. Pro zdravé oko je tato vzdálenost maximálně 25 cm. Poloha blízkého bodu se s rostoucím věkem člověka mění tak, že blízký bod se posouvá dál od oka. S rostoucím věkem nastává neschopnost měnit optickou mohutnost do krajních mezí. 	
<p>Vidění na vzdálenosti menší než 25 cm je namáhavé - akomodace oka je maximální a oko se brzy unaví. Vzdálenost, v níž můžeme pozorovat (číst, psát, ...) delší dobu bez větší námahy drobné předměty je právě a nazývá se konvekční zraková vzdálenost.</p>	
<p>Mezi nejčastější odchylky od vlastností normálního oka patří:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) krátkozrakost (myopie) - vzdálený bod je v konečné vzdálenosti a blízký bod je posunutý blíže k oku. Krátkozraký člověk tedy vidí špatně na dálku. Obraz předmětu vzniká před sítnicí díky příliš velké optické mohutnosti oční čočky vzhledem k rozměrům oka. Korekci je tedy třeba snížit optickou mohutnost celé soustavy (oko + další čočka), proto se používají brýle s rozptylkami. 	
	

- 2) **dalekozrakost** (hypermetropie) - vzdálený bod je v nekonečnu a blízký bod ve větší vzdálenosti od oka než u zdravého oka. Dalekozraký člověk tedy vidí špatně blízké předměty. Obraz předmětu vzniká za sítnicí díky tomu, že optická mohutnost oční čočky je příliš malá vzhledem k rozměrům oka. Proto se jako korekce používají brýle se spojkami.

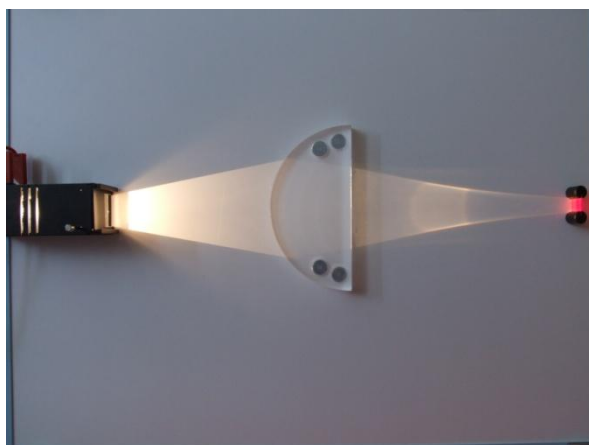


- 3) **vetchozrakost** (presbyopie) - vada, která vzniká na základě toho, že optický aparát lidského oka ztrácí s postupujícím věkem svoji elasticitu a tím i schopnost zaostření (hlavně nablízko). Pak nezbývá než využít systému bifokálních skel vynalezených Benjaminem Franklinem. Bifokální čočka má v horní části vlastnost rozptylky, což umožňuje vidět na dálku, a ve spodní části vlastnost spojky, což umožňuje ostré vidění nablízko.

- 4) **astigmatismus** - vada způsobená nepravidelným zakřivením oční rohovky nebo (ne tak často) oční čočky. Toto zakřivení způsobuje, že světelné paprsky dopadají na sítnici pod různým úhlem. Vidění je pak nejen neostré, nýbrž i deformované; část obrazu se totiž zobrazí před sítnicí, část obrazu za sítnicí. Ke korekci astigmatismu se používají speciálně vybroušené čočky: tzv. cylindrické či torické.

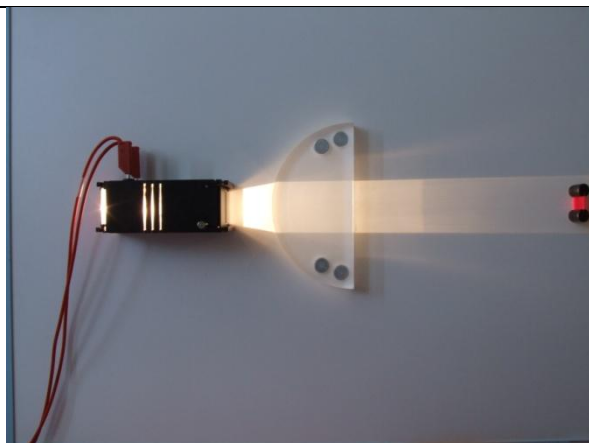
Demonstrace:	Doba provedení:	15 minut
Potřebné součástky:	2x Halogenová lampa, 1x clona s pěti štěrbinami, půlkruhové modelové těleso, spojka, rozptylka, 2x barevné filtry, 2x magnetické filtry barevné	

Postup:



Na magnetické tabuli je lampa s vysunutým kolíkem čočky, bez clony, abychom získali plošný zdroj světla. Uprostřed tabule se nachází půlkruhové modelové těleso a jím usměrněný paprsek míří do proti sobě natočených barevných filtrů.

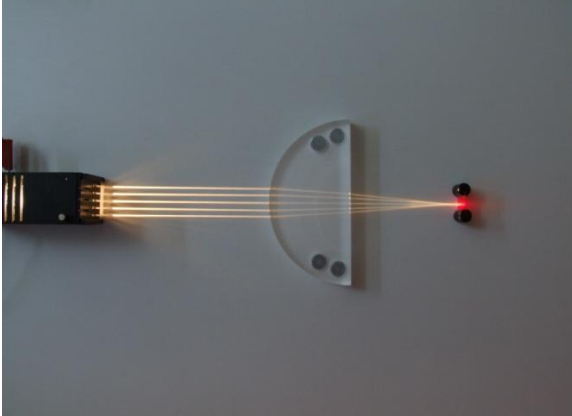
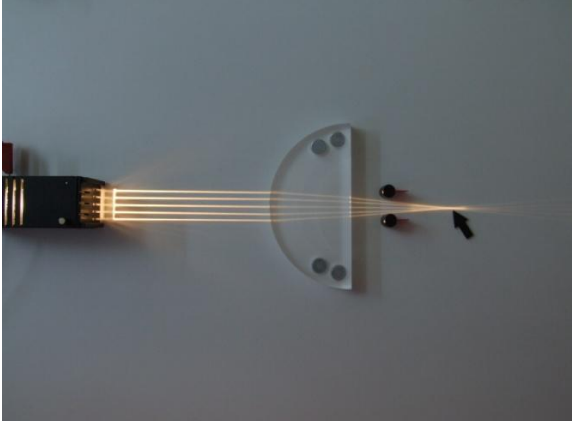
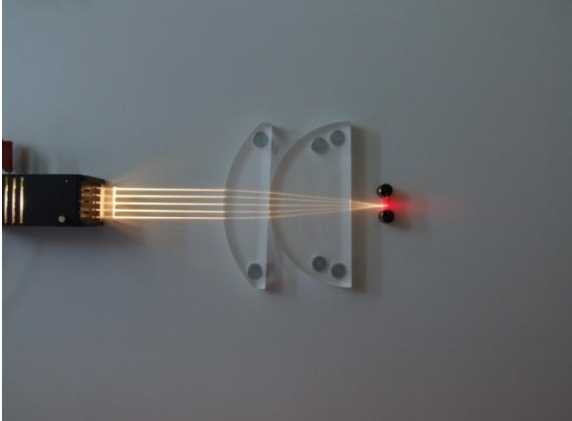
*Na tabuli je model oka. Z lampy vychází světelný paprsek – předmětový bod, který dopadá na čočku oka (půlkruhové těleso). Čočkou je světelný paprsek usměrněn na žlutou skvrnu (dvojice barevných filtrů). Takto demonstruje správně **zaostřené oko**.*



Lampu přiblížíme blíže k půlkruhovému tělesu.

*Nyní se snažíme pozorovat předmět blíže k oku. Světelný paprsek ovšem dopadá za žlutou skvrnu. Nyní je **oko nezaostřené na předmět**.*

	<p>K půlkruhovému tělesu přidáme spojku.</p> <p>Čočka oka podle potřeby zvětšila svou optickou mohutnost. Díky tomu se světelný paprsek sbíhá správně na žluté skvrně. Oko je zaostřeno na blízký předmět. Lampu bychom mohli posunout ještě blíže k čočce oka a pozorovat, že již není možné paprsek usměrnit na žlutou skvrnu – lidské oko je schopno zaostřit na předměty jen do omezené blízkosti.</p>
	<p>Demonstrujeme na magnetické tabuli s clonou s pěti štěrbinami. Uprostřed tabule se nachází půlkruhové modelové těleso a jím usměrněný paprsek míří do proti sobě natočených barevných filtrů.</p> <p>Na tabuli je model oka. Z lampy vychází světelný paprsek – předmětový bod, který dopadá na čočku oka (půlkruhové těleso). Čočkou je světelný paprsek usměrněn na bod sítnice (dvojice barevných filtrů). Takto demonstrujeme správně zaostřené oko.</p>
	<p>Dvojici barevných filtrů posuneme dále od čočky. Ohnisko čočky označíme magnetickou šipkou.</p> <p>Nyní máme model krátkozrakého oka. Obraz předmětu (označený šipkou) vzniká před sítnicí díky příliš velké oční optické mohutnosti.</p>
	<p>Mezi lampu a spojnou čočku vložíme rozptylku. Posunujeme s ní tak, aby světelné paprsky po průchodu čočkami dopadaly na dvojici barevných filtrů.</p> <p>Korekci je tedy třeba snížit optickou mohutnost čočky oka, proto použijeme brýle s rozptylkami. Takto spravíme vidění krátkozrakého oka na dálku.</p>

	<p>Uprostřed magnetické tabule s clonou s pěti štěrbinami se nachází půlkruhové modelové těleso a jím usměrněný paprsek míří do proti sobě natočených barevných filtrů.</p> <p><i>Na tabuli je model oka. Z lampy vychází světelný paprsek – předmětový bod, který dopadá na čočku oka (půlkruhové těleso). Čočkou je světelný paprsek usměrněn na bod sítnice (dvojice barevných filtrů). Takto demonstruje správně zaostřené oko.</i></p>
	<p>Dvojici barevných filtrů posuneme blíže k čočce. Ohnisko čočky označíme magnetickou šipkou.</p> <p><i>Nyní máme model dalekozrakého oka. Obraz předmětu (označený šipkou) vzniká za sítnicí díky příliš malé oční optické mohutnosti.</i></p>
	<p>Mezi lampu a spojnou čočku vložíme další spojku. Posunujeme s ní tak, aby světelné paprsky po průchodu čočkami dopadaly na dvojici barevných filtrů.</p> <p><i>Korekcí je tedy třeba zvýšit optickou mohutnost čočky oka, proto použijeme brýle se spojkou. Takto spravíme vidění dalekozrakého oka na blízko.</i></p>
<p>Zhodnocení pokusu:</p>	<p>Před prováděním těchto pokusů je vhodné si nenápadně zaznamenat na tabuli, kam přibližně umístit čočky a ostatní prvky. Není problém tyto polohy najít, ale jejich hledání může žáky při pozorování plést.</p>

7. Pracovní listy k vybraným experimentům

7.1. Práce s pracovním listem

Rozdíl mezi prací s učebnicí a pracovním listem je v tom, že lze ve větší míře využívat samostatnou a aktivní činnost žáků. Dochází k rozvíjení motivace a zájmu žáků. Pracovní list je prostředkem osvojování vědomostí, dovedností, rozvíjení schopností a návyků. Při práci s pracovním listem se rozvíjí řada dovedností senzomotorických i intelektuálních (učí se symbolicky, graficky a slovně komunikovat, formulovat a řešit problémy či úlohy, pracovat ve skupině, porovnávat atd.).

Pracovní listy mohou při výuce plnit různé funkce od kontroly výsledků učení žáků, přes jejich motivaci, poskytování vhodných informací k řešení úloh až k pozorování prováděných pokusů. Žáci se učí kreslit, zpracovávat protokoly a algoritmizovat různé činnosti.

Pracovní listy si zpravidla připravuje učitel sám z učiva předcházející hodiny, nebo z učiva tématu. Počet otázek volí podle jejich náročnosti a podle doby, která je na jejich řešení určena. Úlohy vyžadují od žáků provádění různých činností, řešení požaduje učitel v písemné nebo grafické formě (nakreslení nebo dokreslení schématu, tabulky, grafu). Může požadovat i provedení manuální činnosti (příprava jednoduchých pokusů, laboratorní práce) nebo slovní odpověď.[15]

Ve vyšších ročnících se používá pracovní list jako doplněk učebnice. Shromážděním listů je možno vytvořit pracovní sešit, který slouží jako cvičebnice pro samostatnou práci žáků.

7.2. Tvorba pracovních listů

Mohou obsahovat praktické úkoly, sérii otázek či příkladů. Při jejich vypracování lze doporučit dbát několika zásad, které ve své knize Moderní vyučování Geoffrey Petty zmiňuje [2].

- Je třeba dbát, aby obtížnost práce byla dobře odstupňovaná. Žáci potřebují k procvičení složitějšího úkonu více než jeden příklad a také rádi postupují krok po kroku.
- Prvních několik otázek volí učitel tak, aby byly velmi jednoduché. Dodají žákům sebedůvěru.
- Kde je to možné, rozčleňují se otázky na části. Při číslování úkolů je vhodné dát každé části otázky číslo. Úkoly by se měly adekvátně seřadit.

- Žáci by měli dostávat příležitost vyzkoušet si nové schopnosti a znalosti na jasných úkolech. Není třeba se je snažit nachytat. Složitější otázky by měly přijít na řadu, když žáci pochopí základní postupy a dobře si je procvičí. Klíčem k motivaci je úspěch.
- Alespoň poslední otázka by měla být otevřená, jinak se stane, že žáci, kteří bývají rychle hotovi, nebudou mít co na práci.
- Učitel by měl vzít v úvahu osobní záměr, souvislost se životem žáků, hádanky, problémové úlohy atd.
- Snahou je, aby pracovní listy byly co nejzajímavější. Proto je vhodné je připravit na počítači a používat schémata a fotografie, nepřehlcovat je informacemi. [2]

Je třeba si dát pozor a pracovní listy nepoužívat až přespříliš. Pokud by je využívali i ostatní učitelé a žáci se s nimi setkávali ve velké míře začnou po chvíli vyvolávat nudu a ztratí svoje kouzlo.

Vzhled pracovních listů

Základní účelné dělení je na pracovní listy standardizované (mají stanoveny hodnotící charakteristiky) a pracovní listy nestandardizované (nemají stanoveny hodnotící charakteristiky, učitel si je sestavuje a hodnotí sám). Rozlišuje se několik druhů testových položek a otázek:

Typ vybavovací - je založený na odpovědi na otázku nebo na doplnění tvrzení jedním slovem, krátkou odpovědí.

Př.: Typy čoček jsou?

a)

b)

Výhodou těchto položek je, že se dobře a snadno sestavují a že je vyloučené hádat správnou odpověď. Nevýhodou naopak je, že nejsou zcela objektivní, protože se v nich mohou vyskytnout nečekané odpovědi a jsou časově náročné.

Typ doplňovací - je založený na vynechání jednoho či více slov v textu, které má žák doplnit.

Př.: Pod pojmem světlo rozumíme viditelnou oblast spektra záření přibližně v rozsahu 380 – 780 nm. Do oboru optiky spadá i blízká a UV oblast.

Klady a zápory těchto položek jsou stejné jako u předchozího.

Typ dvoučlenné volby - (tzv. typ „správně - chybně“ a „ano - ne“) spočívá v tom, že žák posuzuje tvrzení uvedené v testové otázce z hlediska jeho správnosti a nesprávnosti.

Př.: Správně odpovězte (zakroužkujte) - šíří se světlo přímočaře?

ANO X NE

Kladem tohoto typu položek je, že jsou časově nejekonomičtější, že se snadno a rychle sestavují. Nevýhodou naopak je, že existuje vysoká pravděpodobnost uhádnutí správné odpovědi a nebezpečí málo pečlivého sestavování položek.

Typ vícenásobné volby - (tzv. polytomické testy) vyžaduje od žáka výběr správného řešení z 3 - 5 (nejčastěji ze 4) alternativ.

Př.: Na rovinném zrcadlu vzniká obraz:

- a) malý c) zdánlivý
b) nesymetrický d) nepřevrácený

Kladem těchto položek je, že jsou „nejpružnější“, vysoce objektivní a nelze hádat správnou odpověď. Nevýhodou naopak je, že se obtížně sestavují a že jsou časově náročné.

Typ porovnávací (přiřazovací) - vychází ze zjišťování vzájemně souvisejících jevů a tvrzení seřazených do dvou a více sloupců.

Př.: Správně přiřad'te pojmy uvedené v levém sloupečku k pojmům z pravého sloupečku:

Krátkozrakost paprsky světla usměrněné čočkou se sbíhají už před sítnicí
Dalekozrakost paprsky světla usměrněné čočkou se sbíhají až za sítnicí
Polozrakost neexistuje

Typ řadící (přiřazovací) - je to vlastně varianta typu porovnávacího. Žák má seřadit údaje uvedené ve sloupci podle určitého pořadí.

Př.: Přiřad'te čísla podle průsvitnosti k následujícím látkám. Číslo jedna má látka s největší průsvitností, číslo 4 s nejmenší.

vzduch
papír
mastný papír
cihla

Typ rozdělovací - vyžaduje rozdělit podle uvedeného kritéria uvedené údaje do dvou a více skupin.

Př.: Do dvou skupin rozdělte nabídnutá tělesa podle toho, zda světlo vyzářují nebo zda světlo pouze odráží či částečně pohlcují:

žárovka ~ Měsíc ~ Slunce ~ svíčka ~ zrcadlo ~ plech ~ zářivka

vyzařují

pohlcují

odrážejí

Výhodou typu porovnávacího, řadícího a rozdělovacího je, že jsou velmi praktické a blízké „životním situacím“, a že je omezena možnost uhádnutí správné odpovědi. Nevýhodou je jejich časová náročnost při sestavování i při řešení.[15]

7.3. Pracovní listy k pokusům z optiky s demonstrační soupravou

Pro vybrané učivo z optiky byly sestaveny pracovní listy. Jedná se o deset samostatných vícestránkových listů, které souvisí s deseti postupy popisujícími práci s demonstrační soupravou Didaktik. Listy obsahují v průměru okolo osmi položek. Jde o kombinaci několika typů otázek, které se různě střídají a odlišují svou obtížností. Při jejich sestavování bylo použito vlastních myšlenek, případně inspirace z učebnic a sbírek [16, 17, 18, 19]. První otázky jsou většinou lehčí obtížnosti a postupně graduji do více náročných. Mnoho z nich je grafických, kde je hlavní činností něco dokreslit, či jen dopsat do obrázku. Tyto úlohy rozvíjí schopnost žáků graficky komunikovat. Pokud to jen šlo, je využito fotografií přímo z demonstrace, aby si žáci dokázali propojit informace získané pozorováním s otázkou v textu. Listy obsahují i doplňující obrázky, které nejsou určeny k popisování, či jiné úpravě. Bystrý žák v nich může najít malou nápovědu, nebo minimálně spojitost s textem, ke kterému je ilustrace připojena. Na konci každého listu je vždy připojena nějaká zajímavost, která souvisí s tematickým celkem. Měla by být určena pro žáky, kteří skončí dřív s předchozí prací a také by měla ukázat propojenost fyziky se všedním světem. Doba vyplnění pracovních listů se liší, nejen různou obtížností látky, ale i rozdílnou náročností pro každého žáka.

RVP očekávané výstupy a učivo

Podle rámcového vzdělávacího programu z roku 2007 [22] se žáci mají naučit níže citovanému učivu v tabulce 5 a jsou od nich očekávané následující výstupy. Při vytváření pracovních listů bylo třeba se zaměřit právě na tyto oblasti.

Tabulka 5.: Výňatek z RVP 2007[22]

SVĚTELNÉ DĚJE

Očekávané výstupy

žák

- využívá zákona o přímočarém šíření světla ve stejnorodém optickém prostředí a zákona odrazu světla při řešení problémů a úloh
- rozhodne ze znalosti rychlostí světla ve dvou různých prostředích, zda se světlo bude lámat ke kolmici či od kolmice, a využívá této skutečnosti při analýze

průchodu světla čočkami

Učivo

- **vlastnosti světla – zdroje světla; rychlost světla ve vakuu a v různých prostředích; stín, zatmění Slunce a Měsíce; zobrazení odrazem na rovinném, dutém a vypuklém zrcadle (kvalitativně); zobrazení lomem tenkou spojkou a rozptylkou (kvalitativně); rozklad bílého světla hranolem**

7.4. Návrh řazení pracovních listů

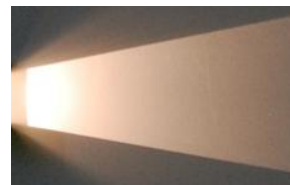
Řazení pracovních listů podle pořadí a fyzikálního tématu:

1. Světlo – Šíření světla
2. Světlo – Vržený stín, plný stín a polostín
3. Odraz světla – Zákon odrazu
4. Odraz světla – Zobrazení na rovinném zrcadle
5. Odraz světla – Dutá kulová zrcadla
6. Odraz světla – Vypuklá kulová zrcadla
7. Lom světla – Zákon lomu
8. Lom světla – Čočky: Spojka
9. Lom světla – Čočky: Rozptylka
10. Optické přístroje – Oko

téma pracovního listu:	Světelné Jevy – Světlo – Šíření světla			
jméno a příjmení:				
datum:		třída:		číslo listu:

Zdroje světla dělíme na dvě skupiny (vyberte správné názvy těchto skupin):

- a) tečkové b) puntíkové
c) bodové d) plošné



Spárujte správně tělesa a jejich vztah ke světlu (pomocí čáry vhodně spárujte možnosti z pravé strany s levou):

Slunce, žárovka

pohlcuje

Měsíc, zrcadlo

odráží

tmavá látka, otvor v zemi

vyzařuje

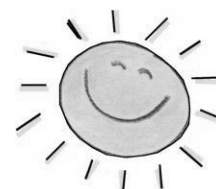
Doplňte větu: Světlo vycházející z otvoru se šíří a tvoří světelný paprsek.

Rychlost světla ve vakuu je:

a) $300\,000 \frac{km}{s}$

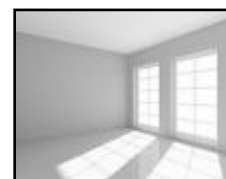
b) $300\,000 \frac{m}{s}$

c) $300\,000 \frac{s}{m}$



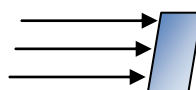
Vysvětlete: Proč má světlá či tmavá barva stěn vliv na světlost pokoje?

Vysvětlete: Proč vidíme ve dne v místnosti, do které Slunce nesvítí přímo?

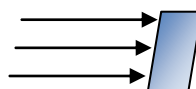


Nakreslete, co se stane s paprskem světla při dopadu na tato světelná prostředí:

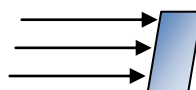
a) Průhledné prostředí



b) Průsvitné prostředí



c) Neprůhledné prostředí



Vyberte správnou odpověď: Proč vidíme tělesa, která sama nesvítí?

- a) Světlo se časem nashromáždí na tělese díky odrazu a poté samo vyzařuje.
- b) Osvětlená tělesa odrážejí světlo a jsou tak druhotnými zdroji světla.
- c) Tělesa, která nesvítí, vyzařují i jiné druhy světla, které jsme schopni zpozorovat.

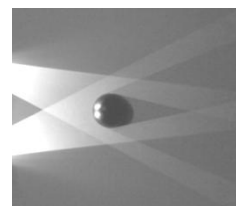
Zajímavost. Klasická žárovka využije ke svícení pouze 5% energie a většina 95% se promění v nevyužitě teplo. Proto je klasická žárovka na ústupu a končí její výroba.

téma pracovního listu:	Světelné Jevy – Světlo – Vržený stín, plný stín a polostín				
jméno a příjmení:					
datum:		třída:		číslo listu:	

Doplňte větu: Pokud je překážka osvětlena jedním světelným zdrojem, vzniká stín.

Vyberte správnou odpověď: Při překrývání několika stínů, vzniká:

- a) světlo b) plný stín
c) polostín d) světelný stín

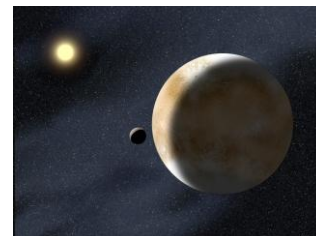


Zakroužkujte správnou odpověď: V létě je ve stínu stromu větší teplo, protože tam dopadá více slunečních paprsků.

Ano x Ne

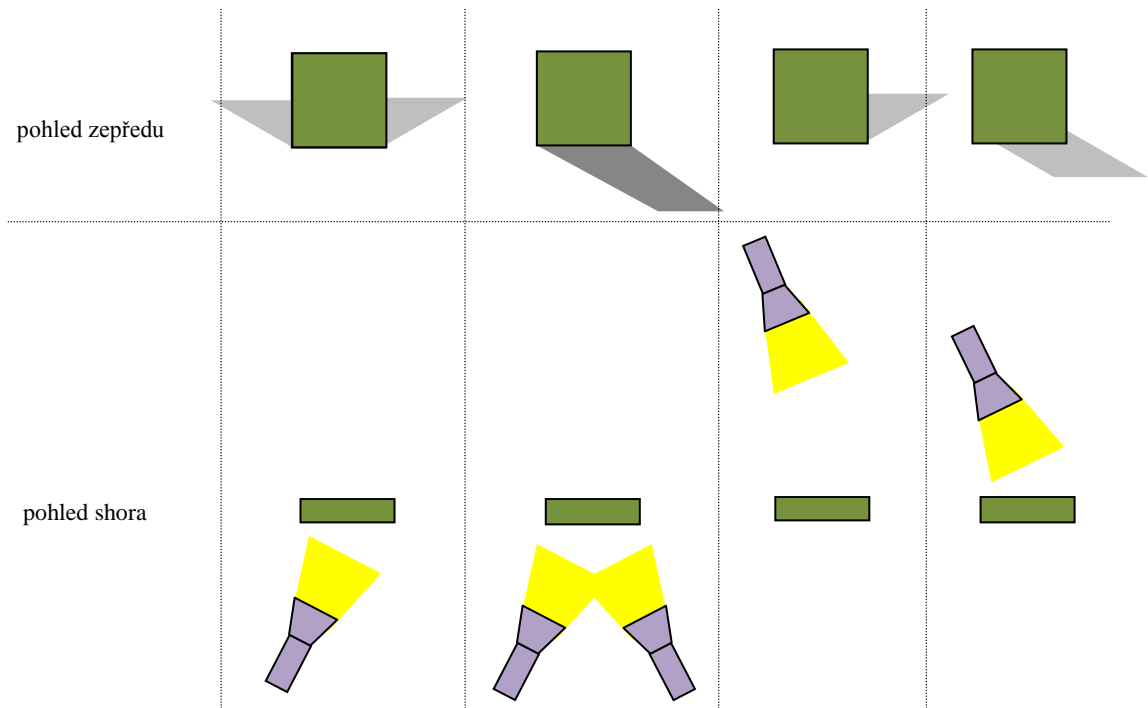
Vyberte správnou odpověď: Když se Slunce dostane mezi Měsíc a Zemi, pak nastává zatmění:

- a) Slunce
b) Země
c) Měsíce
d) Slunce i Měsíce
e) takovýto případ nenastane



Vysvětlete: Chirurg si při operaci může vlastníma rukama nebo nástroji vytvářet stín nad operovaným orgánem. Co mu poradíte, aby se tohoto nepříjemného jevu zbavil?

Ke stínu v horní řadě přiřaďte uspořádání překážky a zdroje světla v dolní řadě (věnujte pozornost umístění zdroje světla).



Doplňte slova do věty z této nabídky: *zdrojů světla, stínů, překážek, barevné, tmavé, měkké, tvrdé* (slov je více než potřebujete).

Pokud je překážka osvětlena více zdroji světla, vzniká více, které se podle polohy a vzdálenosti světelných zdrojů překrývají, nebo jsou od sebe odděleny. Podle vzdálenosti světelných zdrojů od sebe a od překážky jsou stíny různě

Zajímavost. Stín je užitečný i mimo letní vedra na koupališti a to při měření času. Už roku 5000 př.n.l. se využíval dřevěný kolík pro určování denního času. Sestrojit si vlastní sluneční hodiny není vůbec jednoduché. Zkuste si promyslet, co je potřeba při jejich zhotovení a na čem jsou závislé. Své nápady si запиšte a poté zkuste na internetu najít detailnější informace a porovnejte se svými nápady.

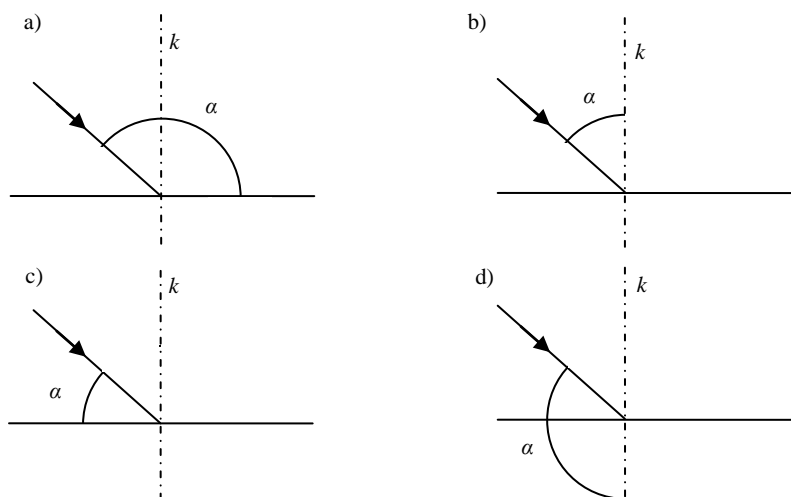
téma pracovního listu:	Světelné Jevy – Odraz světla – Zákon odrazu			
jméno a příjmení:				
datum:		třída:		číslo listu:

Doplňte větu: Úhel se rovná úhlu odrazu a odražený paprsek v rovině dopadu.

Zakroužkujte správnou odpověď: Odražený paprsek barevného světla splňuje také zákon odrazu.

Ano x Ne

Vyberte správný obrázek: měření úhlu dopadu.

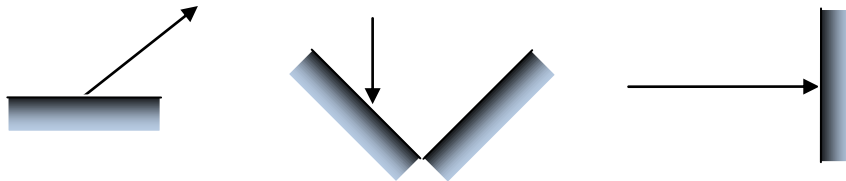


Spočítejte: Jak veliký je úhel dopadu, svírají-li dopadající a odražený paprsek úhel 90°?

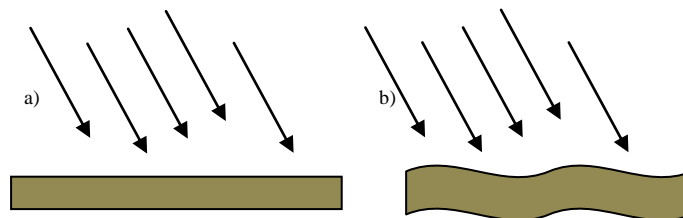
Vyberte správnou odpověď: Vidíte-li v zrcadle obličej nějaké osoby, vidí nebo nevidí také ona v něm vás?

- a) vidí b) nevidí c) jak kdy - záleží na úhlu

Dokreslete podle potřeby obrázku dopadající či odrážející se paprsek. (pro snadnější kreslení, klidně dokreslete i kolmici)



Vyberte, na kterém povrchu po dopadu rovnoběžných paprsků vzniká rozptýlené světlo? Vysvětlete, kdy vzniká rozptýlené světlo.



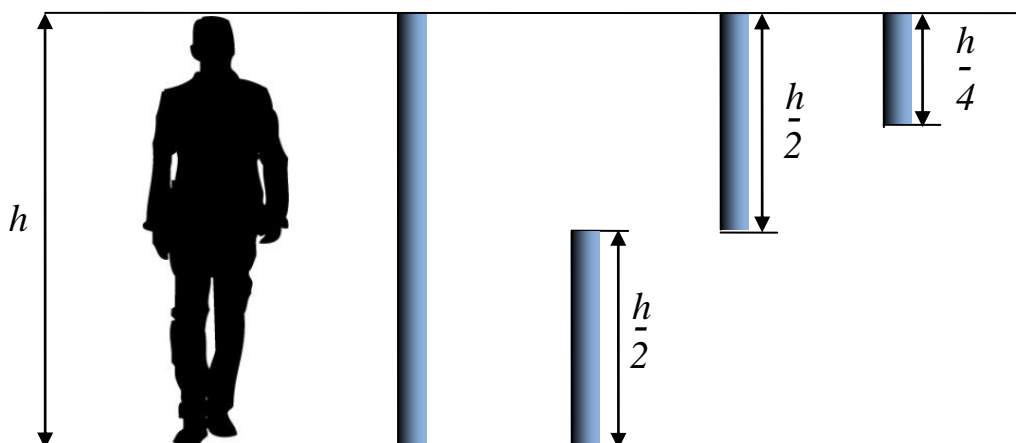
Zajímavost. Odraz světla chrání i životy. Stačí se podívat na svoje kolo. Podle vyhlášky musí být jízdní kolo vybaveno, mimo dalších, těmito bezpečnostními prvky:

- zadní červenou odrazkou; odrazka může být kombinována se zadní červenou svítilnou a lze ji nahradit odrazovými materiály na oděvu nebo obuvi cyklisty
- přední bílou odrazkou; lze ji nahradit odrazovými materiály na oděvu nebo obuvi cyklisty
- oranžovými odrazkami na obou stranách pedálů (šlapátek),
- oranžovými odrazkami na paprscích kol (předního nebo zadního kola nebo obou kol)

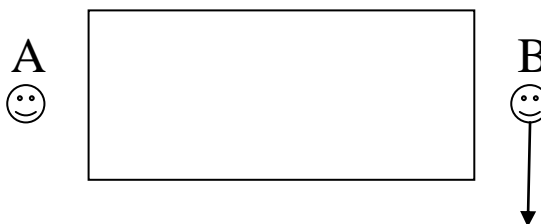
téma pracovního listu:	Světelné Jevy – Odraz světla – Zobrazení na rovinném zrcadle			
jméno a příjmení:				
datum:		třída:	číslo listu:	

Zakroužkujte všechny správné možnosti, které bychom mohli označit za rovinné zrcadlo. *vodní hladina, sešit, obrazovka vypnuté televize, stůl, stěna akvária, kus hliníkového plechu*

Rozhodněte, v jakém z těchto zrcadel se tato postava uvidí celá a v jakých ne? Na obrázku je postava o výšce h a napravo od ní zrcadla o velikostech $h; \frac{h}{2}; \frac{h}{4}$, která jsou různě umístěna.



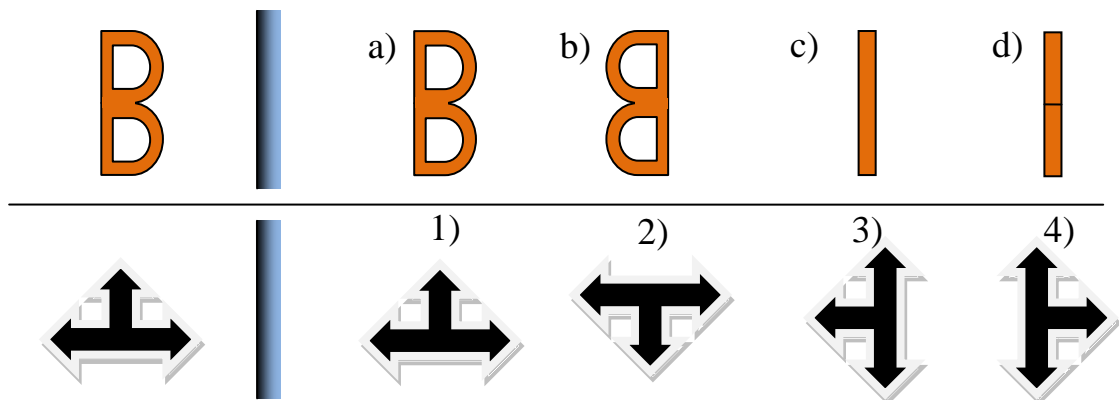
Nakreslete, jak byste umístili dvě zrcadla, aby Bára viděla na Alenu. Na obrázku je Alena (smajlík s písmenem A) a Bára (smajlík s písmenem B) mezi nimi je budova školy. Bára může kamkoliv umístit dvě rovinná zrcadla a pak se vrátit na své původní místo. Šipkou je naznačen směr, jakým se má Bára koukat, aby po umístění zrcadel viděla Alenu.



Vyberte správné tvrzení (jen jedno je správné). Obraz vytvořený na rovinném zrcadle je:

- a) zdánlivý, vzpřímený, stranově převrácený
- b) skutečný, převrácený, stranově nepřevrácený
- c) skutečný, vzpřímený, stranově převrácený
- d) zdánlivý, převrácený, stejně stranově nepřevrácený

Zakroužkujte správné obrazy vzniklé v zrcadle k jejich zobrazovaným předmětům (vlevo je zobrazovaný předmět a vpravo za zrcadlem jeho možné obrazy).



Pomozte detektivovi. Policejní detektiv našel na místě činu v zrcadlové místnosti jen piják s otisknutým textem důležité zprávy, kterou zloděj zcizil. Potřebuje rychle zjistit, co se psalo v ukradeném listu, ale text se mu obtiskl obráceně a nejde normálně přečíst. Co mu poradíte, aby udělal a proč?



Zajímavost. Rovinných zrcadel a odrazu se využívá i ve vojenství. Periskop ponorek je typickým příkladem. Ponorka sníží rychlost plutí a vypluje do malé hloubky. Periskop se poté teleskopicky vysune a jeho oblsuha může rychle zaměřit cíl. A z čeho se tento vynález skládá? Zjednodušeně jen ze dvou zrcátek, která jsou nakloněná pod úhlem 45°. Na internetu naleznete velké množství návodů na jeho výrobu.

téma pracovního listu:	Světelné Jevy – Odraz světla – dutá kulová zrcadla			
jméno a příjmení:				
datum:		třída:	číslo listu:	

Zakroužkujte předměty, které lze považovat za kulová zrcadla.

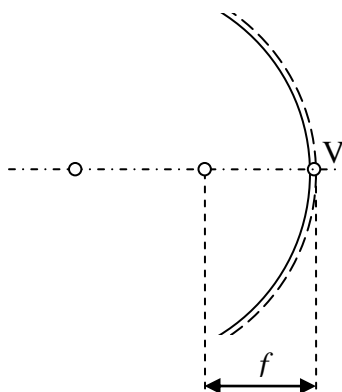
Obrazovka monitoru, zubařské zrcátko, nástěnné zrcadlo, lžička, vánoční ozdoba, spodní strana žehličky, reflektor, pánvička.



Vyberte správnou odpověď: Jaké tři základní body můžeme vyznačit na optické ose kulových zrcadel?

- a) vrchol křivosti, střed nekřivosti, průměr zrcadla
- b) průměr zrcadla, vrchol nekřivosti, průměr křivosti
- c) střed křivosti, poloměr křivosti, vrchol zrcadla

Doplňte chybějící popis k bodům u obrázku dutého zrcadla. Dále vyberte vhodný vztah pro výpočet *ohniska f*.

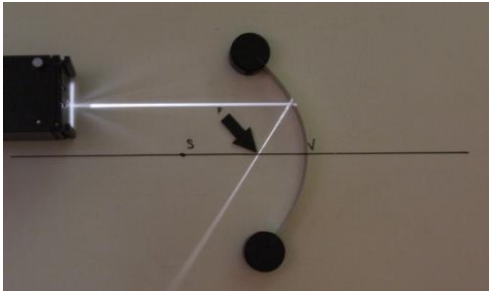


- a) $f = \frac{d}{2}$
- b) $f = \frac{3}{2}$
- c) $f = \frac{r}{2}$
- d) $f = \frac{d}{r}$
- e) $f = \frac{2}{d}$

Zakroužkujte správnou odpověď: Pokud vezmeme svíčku, kterou postavíme před zrcadlo tak, aby její obraz byl vzpřímený, a budeme s ní posouvat, můžeme takto zjistit ohniskovou vzdálenost?

Ano x Ne

Odpovězte: Na obrázku je zobrazován chod jednoho z význačných paprsků. Kterého? Popište, co děje od začátku jeho chodu z levé strany.



Vysvětlete: Ze světlometu vychází světelný svazek, který je mírně rozbíhavý. Kde je v něm umístěn (přibližně bodový) zdroj světla?

Doplňte větu: Paprsek procházející ohniskem se odráží tak, že odražený paprsek je s optickou osou zrcadla.

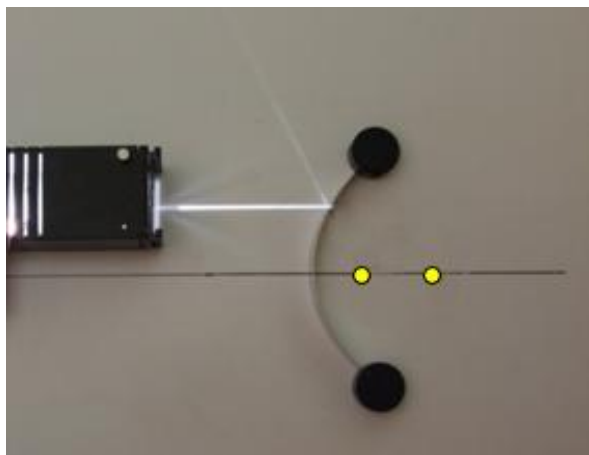
Odpovězte: zubní lékaři používají při prohlídce zubů zrcátko. O jaké zrcátko se jedná? Jaký obraz lékař vidí?

Zajímavost. Dutá zrcadla jako zbraň. Archimédes slunečními paprsky, odraženými a soustředěnými do jednoho bodu řadou dutých zrcadel, zapálil při obléhání Syrakus římské lodě.

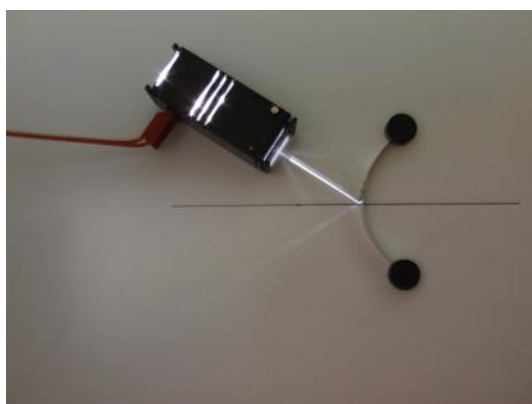
Tento pokus znovu zkusili opakovat v americkém seriálu: Boříči mýtů: 3.díl – Archimedovy paprsky smrti. Ověřují zde i jiné známé pokusy z historie o kterých se diskutuje, zda jsou pravdivé.

téma pracovního listu:	Světelné Jevy – Odraz světla – vypuklá kulová zrcadla			
jméno a příjmení:				
datum:		třída:		číslo listu:

Obrázek vlevo překreslete a popište hlavní důležité body.



Na obrázku je vidět chod význačného paprsku. Popište, o jaký chod paprsků jde.



Vyberte správnou odpověď. Proč obrazy, které vznikají na vlnící se hladině vodní, mají podivné a měnící se tvary?

- a) protože si, hladinu můžeme představit jako soustavu dutých a vypuklých zrcadel
- b) protože, jde o anomálii vody, kterou způsobuje odraz světla na dně
- c) protože, rozhraní voda vzduch způsobuje posunutí vzniku obrazu

Vysvětlete, co znamená (u vypuklého zrcadla), že odražený paprsek zdánlivě vychází z ohniska zrcadla?

Zajímavost. Všichni řidiči využívají vypuklých zrcadel pro svojí bezpečnost denně při jízdě autem. Zrcátka po oboustranách vozu umožňují „vidět“ i za sebe. Cestou ze školy zkuste s kamády zjistit, jak velký prostor je tímto zrcátkem vidět a zkuste to porovnat s rovinným zrcadlem.

téma pracovního listu:	Světelné Jevy – Lom světla – Zákon lomu				
jméno a příjmení:					
datum:		třída:		číslo listu:	

Vyberte správné odpovědi: Za jaké podmínky se úhel lomu rovná úhlu dopadu?

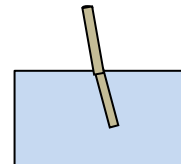
- a) při přechodu ze vzduchu do vody
- b) indexy lomu jsou u obou prostředí stejné
- c) paprsek dopadá kolmo na rozhraní obou prostředí

Doplňte vynechaná slova: Protože se na rozhraní vzduch – sklo „láme“, nazýváme úhel, který svírá paprsek procházející s kolmicí,

Zakroužkujte správnou odpověď: lom ke kolmici nastává, jestliže se paprsek šíří z opticky řidšího do opticky hustšího prostředí.

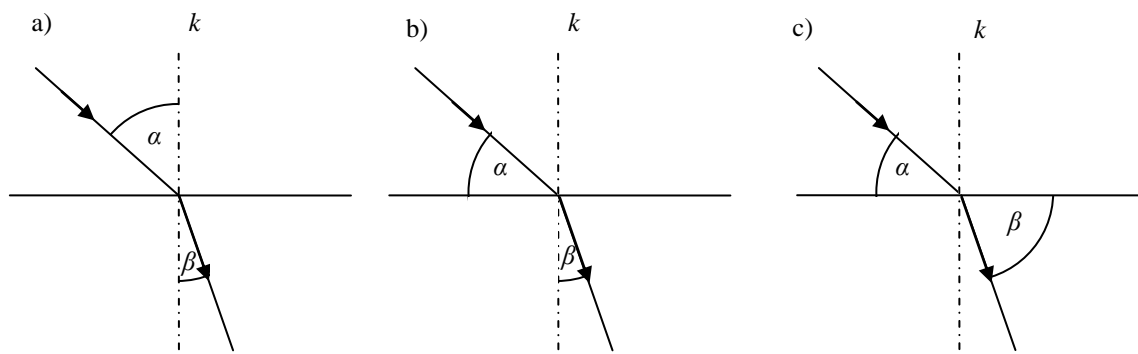
Ano x Ne

Vysvětlete, proč se říká že: „hůl do vody vložená, zdá se být zlomená“.



Vysvětlete, proč se předměty ležící na dně kmitavě pohybují, není-li hladina vody úplně klidná.

Vyberte, na kterém z těchto obrázků se správně měří úhly zákona lomu.



Vyberte a vysvětlete: Zůstali jste na opuštěném ostrově a musíte si oštěpem ulovit rybu ve vodě. Kam byste mířili? Stojíte u břehu a koukáte pod vodní hladinu na rybu.

- a) nad ni
- b) přímo na ni
- c) pod ni

Vysvětlete: Co je to úplný odraz světla?

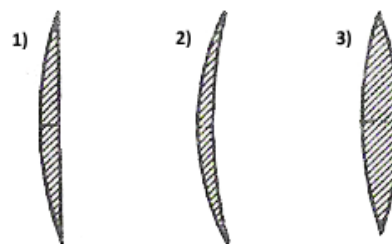
Zajímavost. Úhel lomu a počítače. Zákonu odrazu a jeho lomu se využívá i ve výpočetní technice. Typickým zástupcem je optické vlákno, které využívá principu totálního odrazu na rozhraní dvou prostředí s rozdílným indexem lomu.

Výhody: nízký útlum (delší opakovací úseky, menší počet zesilovačů na optické trase), odolnost proti elektromagnetické šumu, bezpečnost přenosu (signál nelze jednoduše odposlouchávat), elektrická izolace.

téma pracovního listu:	Světelné Jevy – Lom světla – Čočky: Spojka			
jméno a příjmení:				
datum:		třída:	číslo listu:	

Přiřaďte správný popis k obrázku.

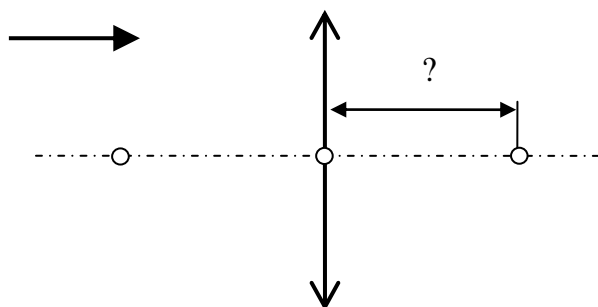
- a) dvojbypuklá =
- b) ploskotypuklá =
- c) dutotypuklá =



Doplňte slova do věty z této nabídky: *ukončení, změně, zvýšení* (slov je více než potřebujete).

Čočka je optický prvek, ohraničený nejčastěji dvěma kulovými plochami, který se používá ke šíření světla.

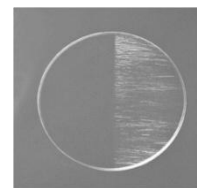
Doplňte chybějící popis k bodům a otazníku u obrázku spojky (silná šipka naznačuje chod paprsků).



Vysvětlete: Od čeho jsou odvozeny názvy čoček spojka a rozptylka?

Vyberte správné odpovědi na otázku: jak se změní vlastnost čoček, jestliže se jejich vnější plochy poškrábou a ušpiní.

- a) obraz je méně jasný a ostrý
- b) propouští méně světla
- c) s obrazem se nic nestane
- d) propouští více světla



Vysvětlete: Jak to Marta dělá? Marta měla určit u několika čoček, které z nich jsou spojky a které rozptylky. Na určení každé čočky jí stačil jeden pohled a hned věděla. Zkuste popsat, jaký trik používá.

Vysvětlete. Jak nejjednodušeji najdeme ohnisko spojné čočky (v případě silného slunečního svitu). Popište, jak byste postupovali. Máte k dispozici spojnou čočku a stínítko.

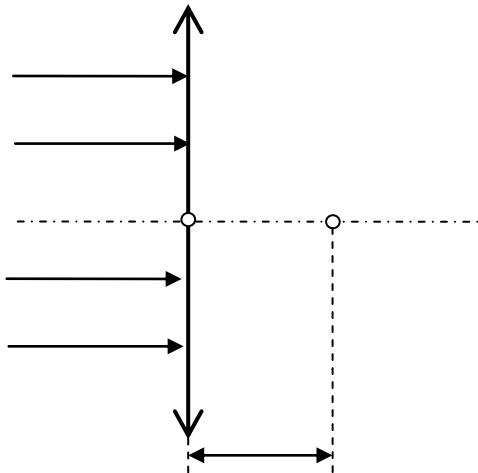
Zakroužkujte správné možnosti: jaký obraz vytváří spojka, jestliže je předmět umístěn před jejím ohniskem, a jaký, jestliže je předmět umístěn mezi spojku a ohnisko?

před ohniskem: skutečný x zdánlivý; převrácený x vzpřímený; zmenšený x zvětšený

mezi spojkou a ohniskem: skutečný x zdánlivý; převrácený x vzpřímený; zmenšený x zvětšený

Doplňte vhodně větu: Paprsek procházející středem spojky se....., prochází spojkou.....

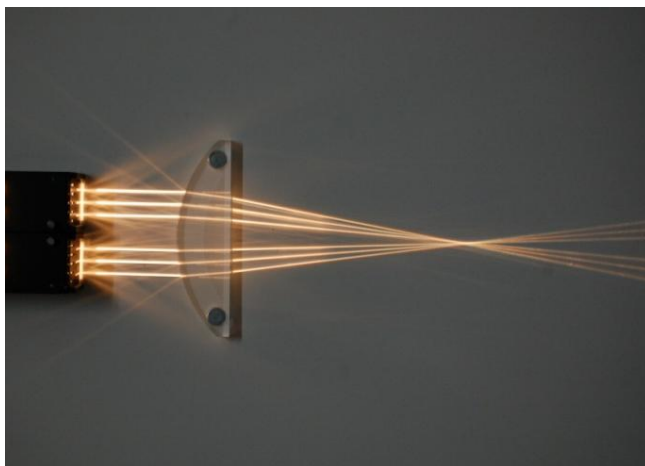
Dokreslete a popište body: Jak budou dále procházet tyto význačné paprsky spojnou čočkou.



Vyberte správnou odpověď: spojkou vytvoříme ostrý obraz svíčky na stínítku. Změní se ostrost obrazu, jestliže část spojky zacloníme?

- a) změní
- b) nezmění
- c) částečně

Na obrázku vidíte chod jednoho z význačných paprsků. Popište slovy, co děje s tímto paprskem od začátku jeho uvažovaného chodu zleva.



Vyberte správnou odpověď: kam musíme umístit psaný text před spojku, abychom ho viděli zvětšený?

a) před ohnisko

b) za ohnisko

c) do ohniska

Zajímavost. Čočky se zhotovují ze skla, které má větší index lomu než okolní prostředí. Čočky nemusí být vyrobeny jen ze skla nebo plastické hmoty. Nejstarší byla vodní čočka popsána Senecou v roce 63. Pokud byste chtěli vidět, jak taková vodní čočka vypadá, stačí si udělat výlet na Techmanii v Plzni, kde je jedním z mnoha exponátů.

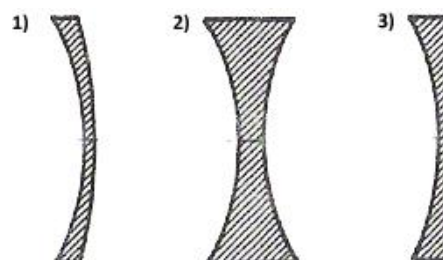
téma pracovního listu:	Světelné Jevy – Lom světla – Čočky: Rozptylka			
jméno a příjmení:				
datum:		třída:		číslo listu:

Přiřaďte správný popis k obrázku.

a) dvojdutá =

b) ploskodutá =

c) vypuklodutá =

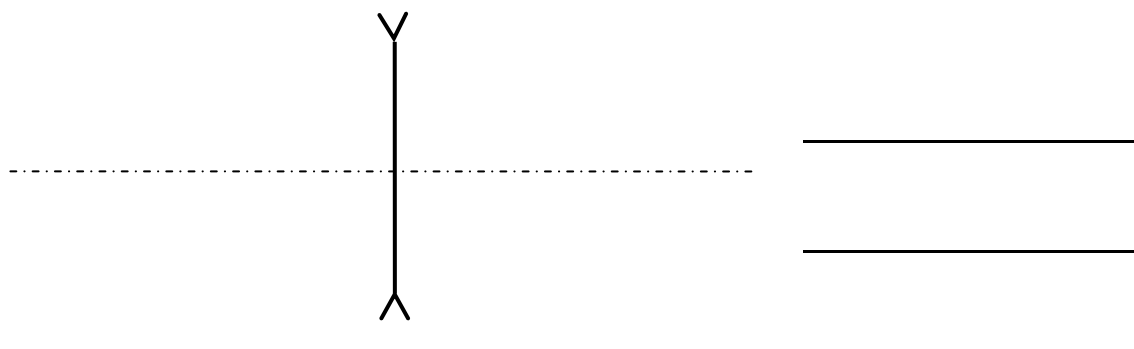


Vysvětlete: máme dvě čočky, spojku a rozptylku. Bez měření chceme určit, která z nich má větší optickou mohutnost (kratší ohniskovou vzdálenost) bez ohledu na znaménko. Přiložíme je k sobě, aby jejich optické osy splývaly, a necháme na ně dopadat světelný paprsek rovnoběžný s touto osou. Co nyní budeme pozorovat a na základě čeho určíme větší optickou mohutnost?

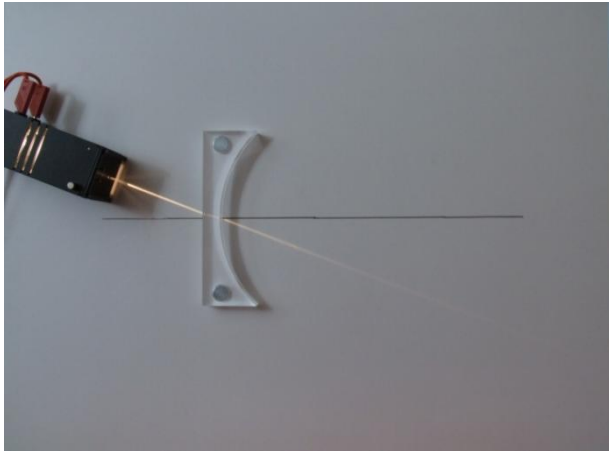
Vyberte správnou odpověď: čočka rozptylka je:

a) uprostřed nejsilnější b) všude stejně silná c) uprostřed nejslabší

Jaký původní směr má paprsek, který po průchodu rozptylkou je rovnoběžný s optickou osou? Nakreslete řešení.



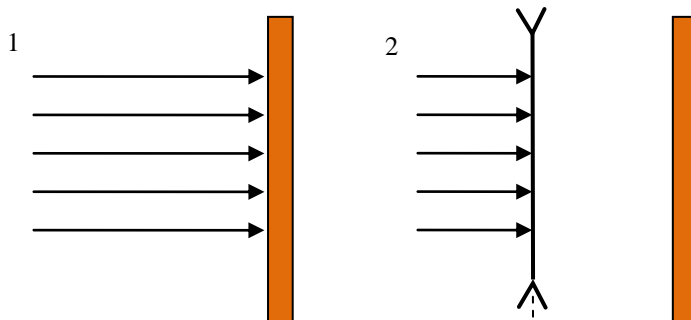
Na obrázku vidíte chod jednoho z význačných paprsků. Popište slovy, co děje s tímto paprskem od začátku jeho uvažovaného chodu zleva.



Zakroužkujte správnou odpověď: Rozptylka vytváří pouze zdánlivý obraz vznikající za čočkou.

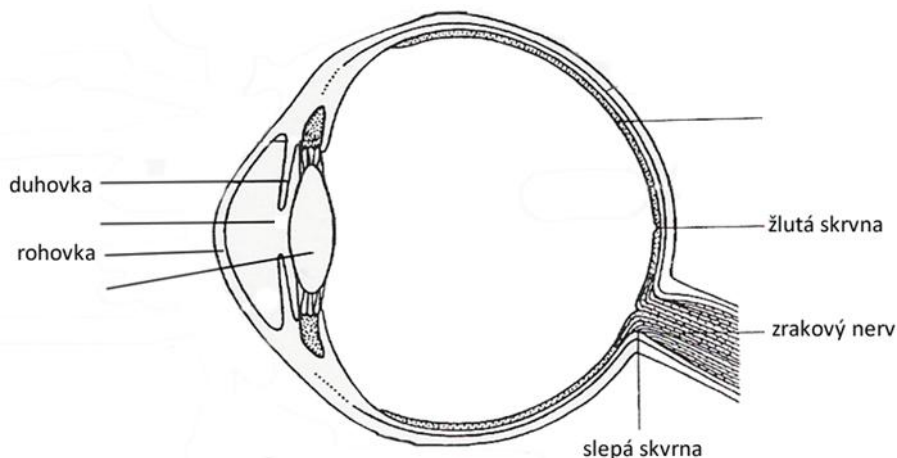
Ano x Ne

Můžeme pomocí rozptylky dosáhnout osvětlení větší plochy? Jako nápověda by vám měl sloužit obrázek 1 a 2. Na prvním dopadají sluneční paprsky na stínítko jako rovnoběžné paprsky. Na druhém jsme před ně umístili rozptylku.



téma pracovního listu:	Světelné Jevy – Optické přístroje – Oko			
jméno a příjmení:				
datum:		třída:	číslo listu:	

K popisným čarám doplňte chybějící popis důležitých částí oka.

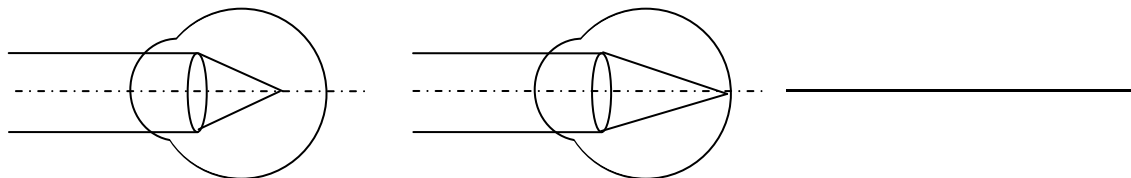


Vysvětlete: jaká část oka reguluje množství světla, které dopadne na sítnici. A jak to provádí?

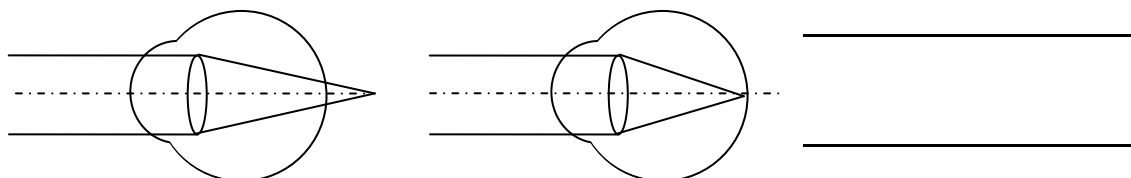
Přiřaďte správně k sobě pojmy z pravé a levé strany.

- | | | |
|-----------------|--|--|
| a) tyčinky | 1) je místem nejostřejšího vidění | |
| b) čípky | 2) vnímá pouze černobílý obraz | |
| c) žlutá skvrna | 3) když na něj dopadne světelný paprsek, tak ho nevidíme | |
| d) slepá skvrna | 4) vnímá barvu sledovaného obrazu | |

Na obrázku je jedna z vad oka a hned vedle zdravé oko. O jakou vadu jde (její název), jak se projevuje a jak jí lze odstranit? Na poslední otázku stačí odpovědět schematickou značkou vhodně umístěnou do druhého obrázku.



Na obrázku je jedna z vad oka a hned vedle zdravé oko. O jakou vadu jde (její název), jak se projevuje a jak jí lze odstranit? Na poslední otázku stačí odpovědět schematickou značkou vhodně umístěnou do druhého obrázku.



Vyberte správnou odpověď. Vzdálenější sloupy lamp se zdají být kratší, ačkoliv jsou stejně dlouhé.

- a) do oka dopadá z dálky méně světelných paprsků
- b) vzduch se ve větší vzdálenosti chová jako spojka
- c) na sloupy v dáli vidíme pod menším zorným úhlem



Vyberte správnou odpověď: nevhodnější vzdálenost pro pozorování předmětu je kolik cm?

- a) 10
- b) 15
- c) 20
- d) 25



Zajímavost. Prostorové vidění. Člověk vidí prostorově proto, že má dvě oči a každé oko vidí skutečnost z odlišného úhlu - naše oči nevidí přesně totéž! Zkuste si podržet před očima prst a střídavě zavřít levé a pravé oko a snadno se o tom přesvědčíte. Z těchto dvou rozdílných obrazů vzniká v mozku prostorový vjem. Kdybychom se dívali jen jedním okem, neviděli bychom plasticky. Sice bychom podle velikosti předmětů odhadli jejich vzdálenost, ale úplně stejně by se nám jevila například plochá tapeta s natištěným obrazem.

7.5. Zařazení vytvořených pracovních listů a experimentů do výuky

Výuka optiky jako součásti fyziky na základní škole je dána školním vlastním vzdělávacím programem. Školní vzdělávací program (ŠVP) je učební dokument, který si každá základní a střední škola v České republice vytváří, aby realizovala požadavky rámcového vzdělávacího programu (RVP) pro daný obor vzdělávání. Legislativně je zakotven v zákoně číslo 561/2004 Sb. [22].

Pro zařazení pracovních listů a experimentů byly vybrány dva ŠVP ze dvou základních škol v Táboře. V tabulce 6 a 7 je umístěn vlevo výtah z části ŠVP školy a vpravo doporučené zařazení experimentů a pracovních listů. Při pohledu na obě tabulky je vidět, že vytvořené materiály lze využít pro výuky většiny učiva z optiky.

Tabulka 6 výtah z ŠVP Helsinská 2732 Tábor z 1. 9. 2007

ŠVP - Základní školy Helsinská 2732 Tábor	
výstup	pracovní listy a experimenty
- používá pojmy světelný zdroj, optické prostředí, šíření světla.	1
- zná hodnotu rychlosti světla ve vakuu.	
- vysvětlí vznik stínu i polostínu.	2
- vyjmenuje měsíční fáze, jak dochází k zatmění Slunce i Měsíce.	2
- formuluje zákon odrazu světla, dokáže ho ověřit na pokusu.	3
- sleduje zobrazení tělesa rovinným i kulovým zrcadlem.	4, 5
- rozlišuje kulová zrcadla a popíše jejich použití v praxi.	5
- Na pokusu pozoruje lom světla (spojka, rozptylka).	7, 8
- zná základní optické přístroje a jejich princip.	10
- na pokusech popíše barevné spektrum a tyto poznatky aplikuje na použití v přírodě – duha.	

Tabulka 7 výtah z ŠVP Zborovská 2696 Tábor z 1. 9. 2007

ŠVP - Základní školy Zborovská 2696 Tábor	
výstup	pracovní listy a experimenty
využívá zákonu o přímočarém šíření světla ve stejnorodém optickém prostředí a zákona odrazu světla při řešení problémů a úloh	
- rozpozná ve svém okolí různé zdroje světla	1
- rozliší zdroje světla od těles, která světlo odráží	
- využívá poznatku, že se světlo šíří přímočaře, vysvětlí vznik stínu	2
- popíše jednotlivé fáze Měsíce, zatmění Slunce a Měsíce	2
- využívá zákona odrazu světla na rozhraní dvou optických prostředí k nalezení v rovinném zrcadle	3, 4
- pokusně určí rozdíl mezi dutým a vypuklým zrcadlem a uvede příklad jejich využití v praxi	6

rozhodne ze znalosti rychlosti světla ve dvou různých prostředích, zda se světlo bude lámat ke kolmici či od kolmice, a využívá této skutečnosti při analýze průchodu světla čočkami	
- vyhledá v tabulkách hodnotu rychlosti světla pro vakuum a pro další optické prostředí	
- na základě potřebných informací rozhodne, zda dochází k lomu světla ke kolmici či od kolmice	7
- pokusně rozliší spojku a rozptylku	8, 9
- rozumí pojmu krátkozrakost a dalekozrakost a způsobu nápravy těchto očních vad brýlemi	10
- chápe potřebu ochrany zraku a rakové hygieny	
- na základě rozkladu bílého světla optickým hranolem vysvětlí vznik duhy	

V kapitole 4.1. *Typy pokusů definované dle zaměření* je popsáno několik možností využití demonstračních pokusů ve výuce. Všechny experimenty uvedené v této práci lze využít těmito způsoby a zahrnout do výuky podle rozhodnutí učitele.

Pracovní listy mohou být žákům rozdány na začátku a ti si je postupně mohou vyplňovat s nově probíranou látkou. Nebo mohou sloužit k opakování před písemnou prací či po dokončení probraného celku.

8. Praktické ověření efektivity pracovních listů a experimentů z optiky

Pro potřebu této diplomové práce byla vytvořena sada experimentů a pracovních listů. Aby bylo možné alespoň částečně ohodnotit jejich efektivitu, bylo nutné provést srovnání výuky s využitím demonstrační soupravy i bez ní, za co nejvíce podobných podmínek. Úroveň dosažených výsledků je ovlivnitelná několika faktory. V potaz je třeba brát aktuální klima ve třídě, celkové klima školy, předchozí studijní výsledky a složitost vyučované látky. Pro ověření byly vybrány dvě látky: světlo – vržený stín, plný stín a polostín a optické přístroje – oko.

V každé třídě byla látka zopakována. Rozdíl v opakovaném výkladu látky byl ve využití vybraných experimentů a demonstrování se soupravou z optiky v jedné třídě, oproti absenci této metody v třídě druhé. Pomocí tohoto přístupu by mělo dojít, podle předpokladu, k vytvoření rozdílných výsledků při práci na pracovních listech. Na základě jejich vypracování bude diagnostikován úspěch řešení.

Pracovní listy byly rozdány žákům, kteří byli upozorněni, že z nich nebudou hodnoceni. Na jejich vyplnění měli dostatek času a nestalo se, že by někdo vyžadoval více. S vypracováním byla většina hotova za 20 až 30 minut. Učitel do jejich práce nezasahoval, pouze na žádost o vysvětlení zadání mohl vstoupit do samostatné práce žáků.

Úlohy byly bodově ohodnocené především pro potřeby porovnání úspěšnosti jejich vyřešení.

8.1. Didaktická sonda

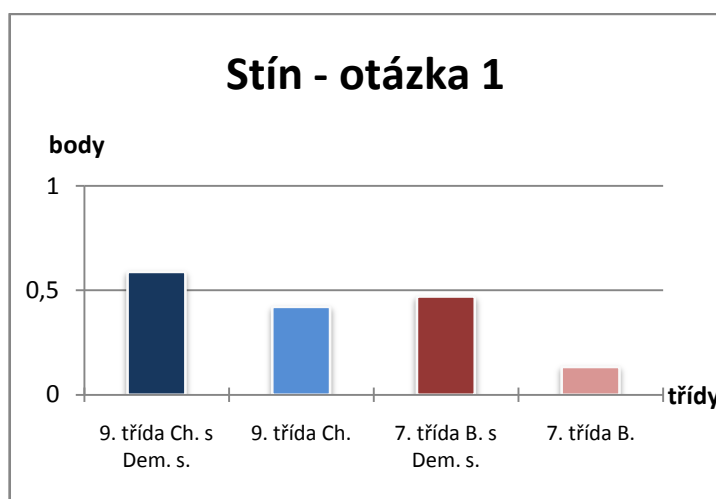
Pracovní list: světlo – stín

Pracovní list na téma *stín* byl rozdán do dvou základních škol, v Berouně do 7. třídy a v Chlumu u Třeboně do 9. třídy. Vyplnilo jej celkem 68 žáků, z toho 32 chlapců a 36 dívek. Maximální počet získaných bodů za kompletní správné vyplnění bylo 8 bodů. Všechny otázky jsou bodovány jedním bodem mimo poslední, kde bylo možné získat body dva.

1. Otázka (1 bod): *Doplňte větu: Pokud je překážka osvětlena jedním světelným zdrojem, vzniká stín.*

Správná odpověď: *jeden.*

Otázka je doplňovacího typu a lze zodpovědět jedním slovem. Žáci většinou nedokázali odhadnout, co mají do věty doplnit. Občas přehlíželi pokračování věty na dalším řádku a psali jako odpověď slovo „stín“. Tato otázka je přímo spojena z demonstrací experimentu z této látky, která proběhla ve dvou třídách. Na ní žáci pozorovali těleso osvětlené jedním zdrojem. Proto by měla být tato otázka pro ně jednodušší. Při porovnání zprůměrovaných celkových výsledků tříd v grafu 7, vidíme vyšší hodnoty u tříd, které absolvovali opakování s demonstrační soupravou.

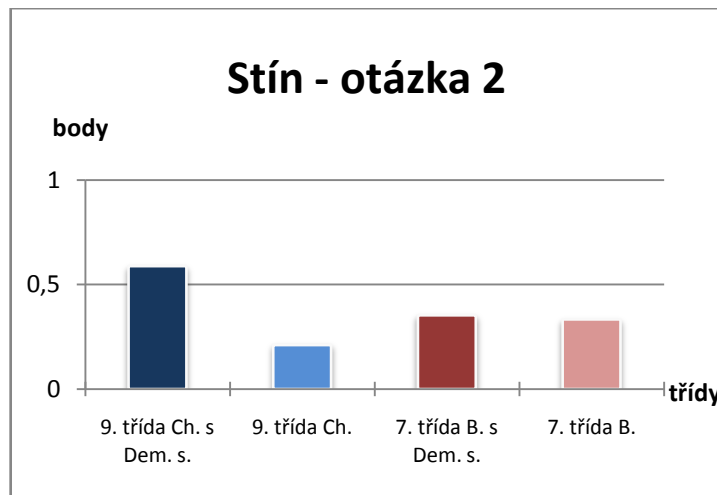


Graf 7 Průměrný počet bodů získaný třídou na otázku 1

2. Otázka (1 bod): *Vyberte správnou odpověď: Při překrývání několika stínů vzniká:*

Správná odpověď: *b) plný stín.*

Jedná se o jednobodovou otázku, která je typu vícenásobné volby. Pro nápovědu je u otázky doprovodný obrázek z demonstrace, který zobrazuje světelné paprsky ze dvou zdrojů osvětlující stínové těleso, za kterým vzniká plný stín a polostín. Otázka je opět spojena s demonstrací. Odpovědi *a) světlo a d) světelný stín* jsou zcela vymyšlené a žáky by měly při zamyšlení nad nimi odradit. Odpověď *c) polostín* by mohla být spojována s obrázkem vedle, ale je také špatná. Celkově tato otázka dopadla podprůměrně ve všech zkoumaných třídách, mimo jedné a jeví se jako dost obtížná viz graf 8. Jedná se o otázku zkoumající naučené pojmy a schopnost je rozlišovat.



Graf 8 Průměrný počet bodů získaný třídou na otázku 2

3. Otázka (1 bod): *Zakroužkujte správnou odpověď: V létě je ve stínu stromu větší teplo, protože tam dopadá více slunečních paprsků.*

Správná odpověď: *Ne.*

Otázka dvoučlenné volby je časově nejekonomičtější, snadno a rychle se sestavuje. Může však být také brána jako tipovací otázka, kde je velká pravděpodobnost uhádnutí správné odpovědi. Tato otázka se již při sestavování jevila jako velice jednoduchá, výsledky ve třídách po jejím vyhodnocení vypovídají o správné předpovědi. Celkově na tuto otázku odpovědělo 81 % ze všech žáků správně.

4. Otázka (1 bod): *Na obloze můžeme pozorovat, že svazky slunečního světla pronikají mezi mraky a rozbíhají se na všechny strany. Přitom světlo dopadající na Zemi je prakticky složeno z téměř rovnoběžných paprsků. Jak je to možné?*

Správná odpověď: *b) je to optický klam způsobený perspektivou.*

Při sestavování této otázky byly ostatní možnosti mimo správné úmyslně vymyšlené, aby po zamyšlení se nad nimi došlo k jejich vyloučení. Celkově bylo správných odpovědí 42 %. Problematika perspektivy se na základní škole neprobírá. V pracovním listu byla po didaktické sondě tato otázka nahrazena jinou, zabývající se zatměním Slunce a Měsíce.

5. Otázka (1 bod): *Vysvětlete: Chirurg si při operaci může vlastníma rukama nebo nástroji vytvářet stín nad operovaným orgánem. Co mu poradíte, aby se tohoto nepříjemného jevu zbavil?*

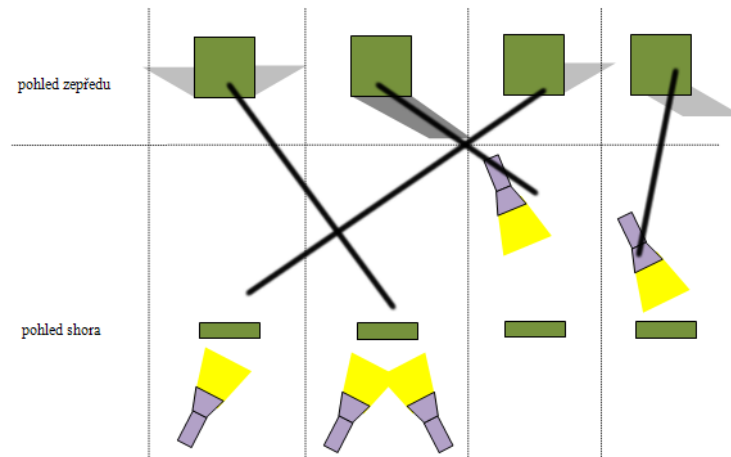
Správné odpovědi: *Využít více zdrojů světla, změnit polohu světla – dát ho před sebe, natočit pod jiným úhlem.*

První otevřená otázka zjišťovala, zda žáci chápou vznik stínu a jak je možné ho ovlivnit, měnit jeho polohu, či jeho intenzitu. U otevřených otázek je vždy možné

pozorovat tvořivost žáků a pozorovat jejich pohled na předloženou problematiku. Mnoho žáků se otázce vyhnulo a vůbec neodpovědělo. Ostatní většinou odpověděli správně a v různé formulaci uvedli jednu ze správných odpovědí. Úspěšnost na tuto otázku byla u všech tříd okolo 80 %.

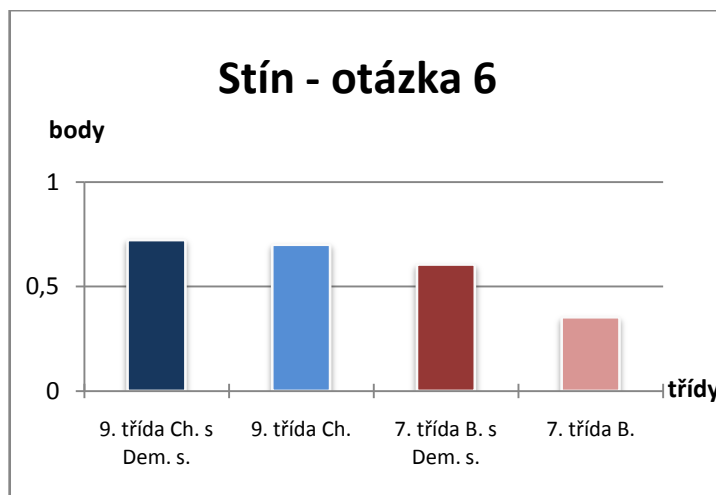
6. Otázka (1 bod): *Ke stínu v horní řadě přiřaďte uspořádání překážky a zdroje světla v dolní řadě (věnujte pozornost umístění zdroje světla).*

Správná odpověď: *Grafickým řešením je obrázek 15.*



Obrázek 15 Správné grafické řešení otázky 6

Grafická podoba přiřazovací úlohy, která vychází ze zjišťování vzájemně souvisejících jevů, se věnovala změně stínů při různých polohách zdroje světla. Při pozorování experimentu na demonstrační soupravě, by měli žáci získat větší zkušenosti s utvářením stínů za překážkou. Nicméně v běžném životě se všichni setkávají s různým tvarováním stínů běžně a proto bylo předpokládáno, že tato otázku bude spíše oddychovou. Problém při jejím řešení mohl nastat během přecházení mezi pohledy shora a zepředu na modelové situaci. V následujícím grafu 9 je vidět, že využití demonstrační soupravy nebylo natolik přínosným a výsledky se od předpokladu lišily.



Graf 9 Průměrný počet bodů získaný třídou na otázku 6

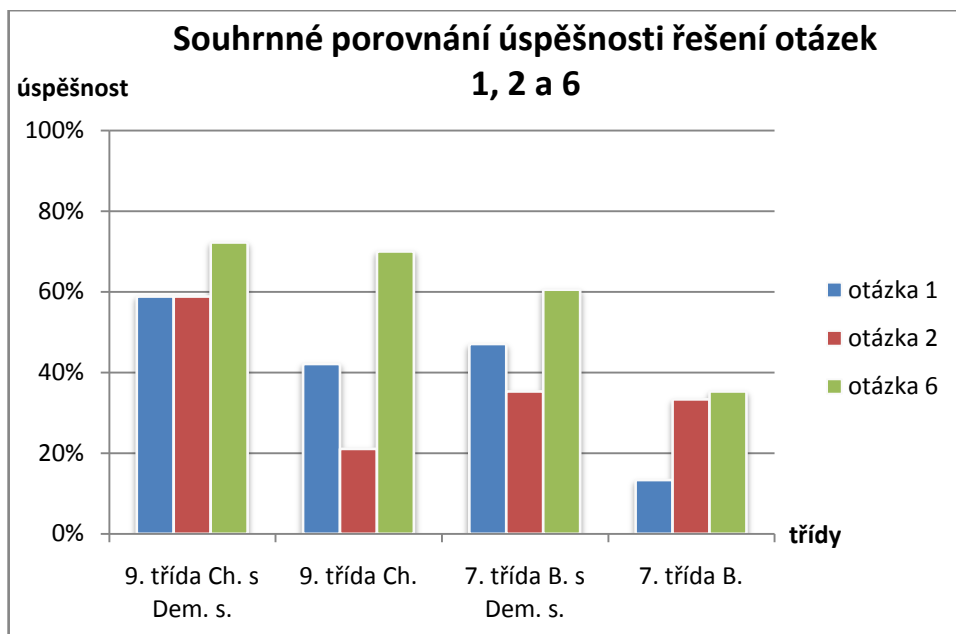
7. Otázka (2 body): *Doplňte slova do věty z této nabídky: zdrojů světla, stínů, překážek, barevné, tmavé, měkké, tvrdé (slov je více než potřebujete).*

Pokud je překážka osvětlena více zdroji světla, vzniká více, které se podle polohy a vzdálenosti světelných zdrojů překrývají, nebo jsou od sebe odděleny. Podle vzdálenosti světelných zdrojů od sebe a od překážky jsou stíny různě

Správně odpovědi: *stínů, tmavé.*

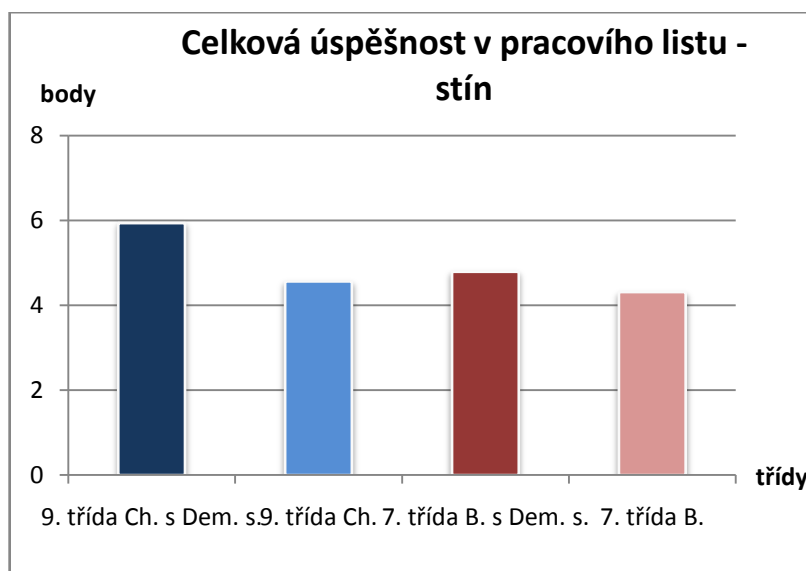
Poslední otázka byla doplňovacího typu. Na výběr bylo více slov a šlo tedy o to, vybrat správné pojmy, aby po dopsání dávaly obě věty smysl. Oproti ostatním otázkám byla hodnocena dvěma body v případě správných odpovědí a ve většině testů se žáci tuto otázku pokusili zodpovědět. Mimo 8 žáků, kteří nezískali žádný bod z této otázky, většina odpověděla správně alespoň na jednu část a 32 dokonce kompletně správně.

V otázkách 1, 2, 6, které byly nepřímě spojené s demonstracemi ve vybraných experimentech, bylo předpokládáno lepší pochopení látky a tím získání více bodů v pracovních listech žáky, kteří opakovali výuku s demonstrační soupravou z optiky, oproti ostatním s normální výukou. V otázkách 1 a 2 došlo k předpokládaným lepším výsledkům v třídách, kde byla využita demonstrační souprava. Otázka 3 byla žáky jednou z nejlépe zodpovězených, vliv využití demonstračních experimentů se neprojevil. Souhrnné porovnání výsledků tříd v těchto otázkách zobrazuje graf 10.



Graf 10 Porovnání počtu získaných bodů mezi třídami v otázkách 1,2 a 6

Při pohledu na celkové výsledky tříd v pracovním listu na téma látky *stín* viz graf 11, lze pozorovat lepší výsledky ve třídách, kde probíhalo opakování s demonstrační soupravou. Žáci tento prvek ve výuce oceňovali jako zpestření v klasickém výkladu látky. Pracovní listy byly také přijímány pozitivně a žáci oceňovali i zajímavost na konci, kterou poté rozebírali s vyučujícím.



Graf 11 porovnání kompletních výsledků tříd mezi sebou

Pracovní list: optické přístroje – oko

Pracovní list na téma *oko* byl rozdán do dvou základních škol, v Berouně do dvou 7. tříd a v Chlumu u Třeboně do dvou 9. tříd. Vyplnilo jej celkem 68 žáků, z toho 32

chlapců a 36 dívek. Maximální počet získaných bodů za kompletní správné vyplnění bylo dvanáct. Otázky jsou různě bodovány v rozsahu od jednoho do dvou bodů za správné vypracování.

1. Otázka (2 body): *K popisným čarám doplňte chybějící popis důležitých částí oka.*

Správné odpovědi: *zornice, čočka a sítnice.*

Otázka vyžaduje, aby si žák vzpomněl na části oka a vhodně je doplnil do obrázku. Patří spíše do učiva biologie a zkouší především paměť na pojmy a jejich přiřazení k modelu.

2. Otázka (2 body): *Vysvětlete: Jaká část oka reguluje množství světla, které dopadne na sítnici. A jak to provádí?*

Správná odpověď: *Duhovka, jejím roztahováním a stahováním se reguluje množství světla dopadajícího do oka.*

Vyjmenování části oka je opět hlavně otázkou paměti. Vysvětlení, jak dochází k regulaci, je zjednodušený popis *adaptace* oka. Jde o otevřenou otázku, kde je možné u žáků pozorovat jejich tvořivost. Nejčastějším problémem bylo uvedení správné části oka. Zvětšování a zmenšování určité části oka se vybavilo mnoha žákům.

3. Otázka (2 body): *Přiřaďte správně k sobě pojmy z pravé a levé strany.*

Správné přiřazení: *tyčinky – vnímají pouze černobílý obraz; čípky – vnímají barvu sledovaného obrazu; žlutá skvrna – je místem nejostřejšího vidění; slepá skvrna – když na ní dopadne světelný paprsek, tak ho nevidíme.*

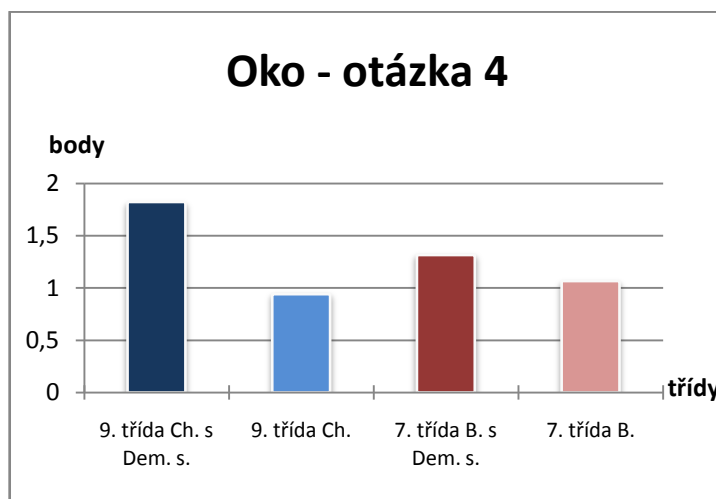
Úkol je typem přiřazovacím, který vychází ze zjišťování vzájemně souvisejících jevů.

4. Otázka (2 body): *Na obrázku je jedna z vad oka a hned vedle zdravé oko. O jakou vadu jde (její název), jak se projevuje a jak jí lze odstranit? Na poslední otázku stačí odpovědět schematickou značkou vhodně umístěnou do druhého obrázku.*

Správná odpověď: *Krátkozrakost. Člověk špatně vidí na dálku. Lze odstranit pomocí brýlí s rozptylkami.*

Jeden z vybraných experimentů přímo demonstruje tuto vadu a její odstranění. Míra úspěšnosti v odpovědi na tuto otázku je zobrazena v grafu 12. Zde je

patrné, že lépe dopadly odpovědi ve třídách, kde byla látka probrána s demonstrační soupravou.

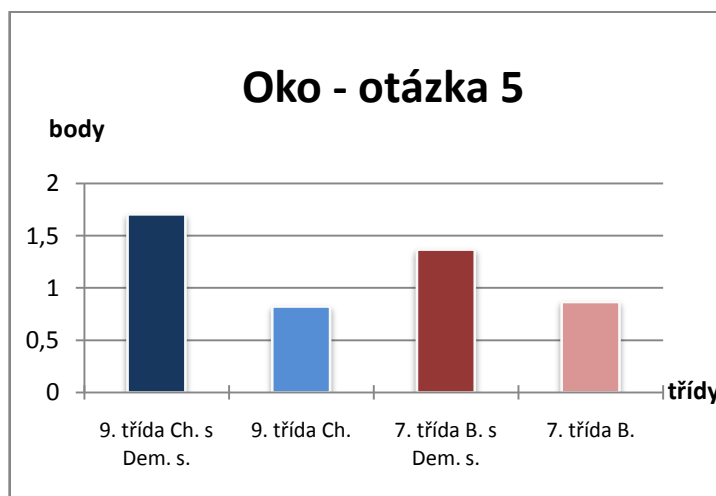


Graf 12 Průměrný počet bodů získaný třídou na otázku 4

5. Otázka (2 body): *Na obrázku je jedna z vad oka a hned vedle zdravé oko. O jakou vadu jde (její název), jak se projevuje a jak jí lze odstranit? Na poslední otázku stačí odpovědět schematickou značkou vhodně umístěnou do druhého obrázku.*

Správná odpověď: *Dalekozrakost. Člověk špatně vidí na blízko. Lze jí odstranit pomocí brýlí se spojkami.*

Tato otázka je obdobná jako předchozí s rozdílem, že se zabývá opačnou vadou oka. Jedná se také o látku, ke které byl vytvořen experiment pro demonstrační soupravu. V odpovědích na tuto otázku byli úspěšnější žáci, kteří měli možnost absolvovat výuku s demonstrační soupravou (graf 13).



Graf 13 Průměrný počet bodů získaný třídou na otázku 5

6. Otázka (1 bod): *Vyberte správnou odpověď. Vzdálenější sloupy lamp se zdají být kratší, ačkoliv jsou stejně dlouhé.*

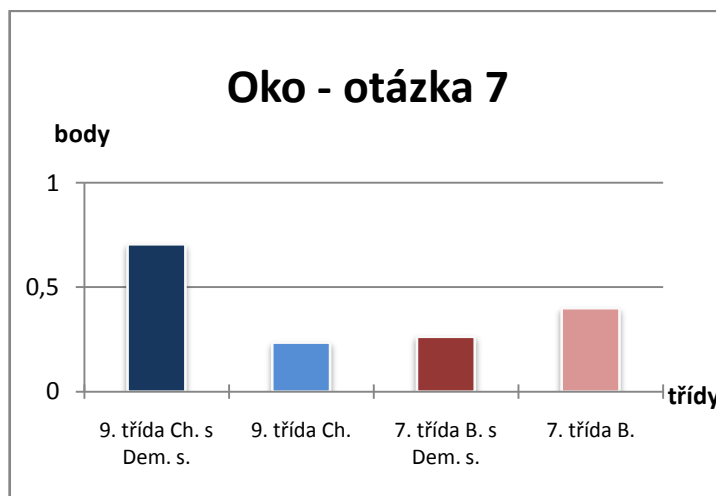
Správná odpověď: *c) na sloupy v dáli vidíme pod menším zorným úhlem.*

Jedná se o první jednobodovou otázku, která je typu vícenásobné volby. Patří mezi obtížné otázky, protože učivo se přímo nevěnuje problematice zorného úhlu a někdy tato látka není dostatečně probírána. Celkově však tato otázka nedělala většině žáků žádné problémy.

7. Otázka (1 bod): *Vyberte správnou odpověď: Nejvhodnější vzdálenost pro pozorování předmětu je kolik cm?*

Správná odpověď: *d)25.*

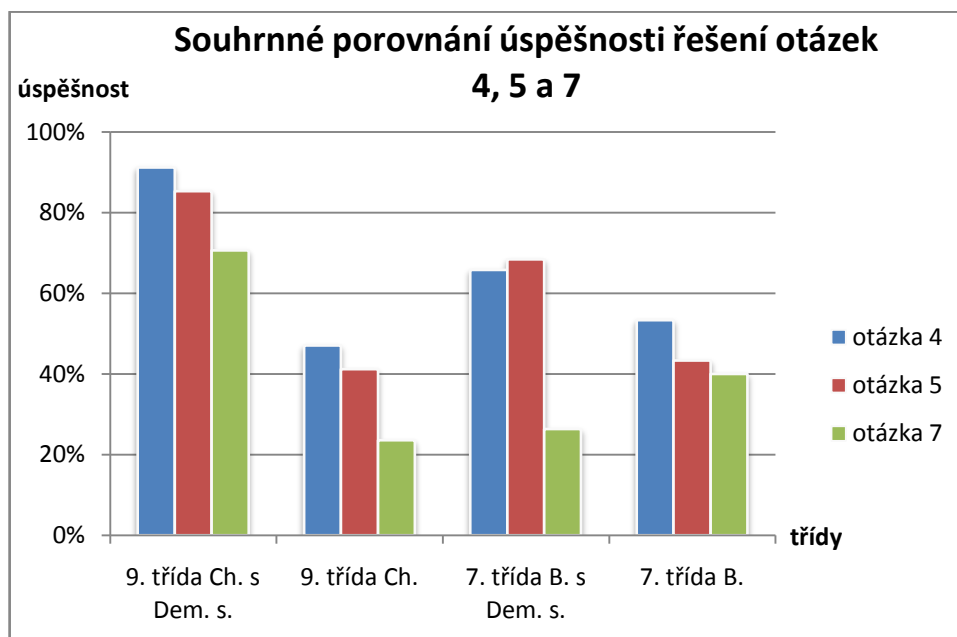
Poslední otázka je věnována *akomodaci oka*. Je to také poslední otázka, která nepřímo souvisí s vybraným experimentem - předvádění důležitosti velikosti optické mohutnosti čočky. Z grafu 14 můžeme vyčíst, že tato úloha dělala potíže většině tříd. Ve třech třídách nezodpověděla správně tuto otázku ani polovina žáků. Výjimkou je třída ze základní školy v Chlumu u Třeboně, kde probíhala výuka s demonstrační soupravou. V této třídě byly výsledky celkově lepší a tři čtvrtiny žáků odpověděly správně.



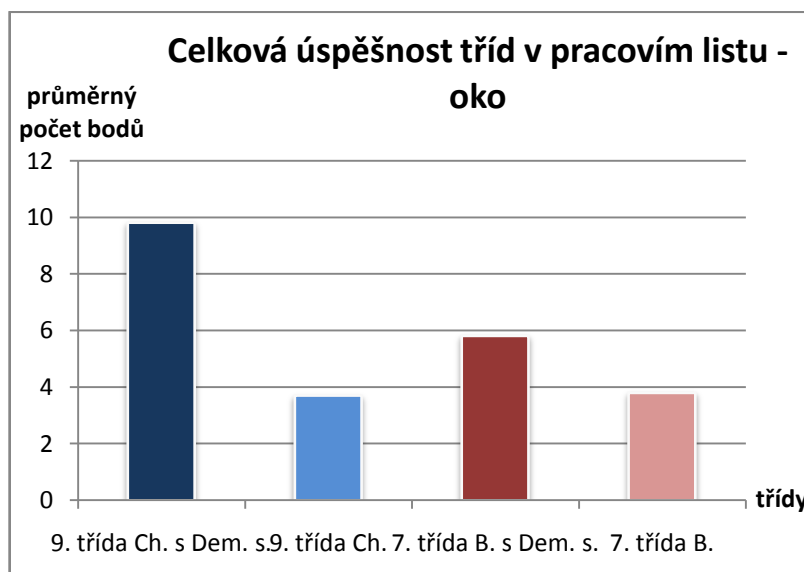
Graf 14 Průměrný počet bodů získaný třídou na otázku 7

V otázkách 4, 5, 7, které byly nepřímo spojené s demonstracemi ve vybraných experimentech, bylo předpokládáno lepší pochopení látky a tím získání více bodů v pracovních listech žáky, kteří opakovali výuku s demonstrační soupravou z optiky, oproti ostatním s normální výukou. Z grafu 15 vyčteme, že v obou třídách, v kterých proběhlo opakování s využitím demonstrační soupravy, došlo ve vybraných otázkách

k lepším výsledkům. Příčinou může být právě využití této didaktické pomůcky. Celková úspěšnost tříd je zobrazena v grafu 16.



Graf 15 Porovnání počtu získaných bodů mezi třídami, v otázkách 4,5 a 7



Graf 16 Porovnání kompletních výsledků tříd mezi sebou

8.2. Shrnutí didaktické sondy

Při prozkoumání všech pracovních listů můžeme vyčíst lepší výsledky ve třídách, kde došlo k opakování látky s demonstrační soupravou. Celkově byly výsledky srovnatelné s pololetními známkami studentů na vysvědčení a nedošlo k velkým výkyvům ve výkonu. Vybrané experimenty a k nim přiřazené pracovní listy byly ze

strany učitelů pozitivně hodnoceny. Mezi přílohy této práce jsou zařazeny i ukázky vyplněných pracovních listů.

9. Závěr

Demonstrační pokusy jsou nedílnou součástí hodiny fyziky. Při výuce zaujmají své místo během probírání nové látky, při jejím zkoušení i opakování. V úvodu práce se čtenář seznámil s problematikou výuky z psychologického hlediska a nutnosti začlenit do výkladu informace vizuálního charakteru, oproti nejvíce využívané verbální komunikaci. Následující rozbor teorie metod vyučování poukázal na demonstrační pokusy jako na součást názorné metody. Práce dále čtenáře seznámila s různými typy experimentů ve fyzice a jejich odlišnostmi oproti ostatním. Největší pozornost byla věnována demonstračním pokusům, včetně metodiky jejich provádění.

Po teoretickém rozboru demonstračních pokusů se práce zaměřila na popis demonstrační soupravy od firmy Didaktik, včetně návodu k jejímu sestavení a zhodnocení kladů a záporů práce s ní. Pro možnost porovnání této soupravy s ostatními byla sestavena krátká anketa, která byla odeslána do základních škol v Tábořském okrese. Cílem ankety bylo zjištění využívání demonstračních souprav ve výuce, jejich hodnocení od respondentů a zmapování konkurenčních souprav pro demonstrování pokusů z optiky. Následně byly tyto soupravy popsány a porovnány.

Jedním z hlavních přínosů této práce bylo sestavení deseti vybraných experimentů na základě rámcového vzdělávacího programu, které pokrývají většinu látky učené na základních školách a mohou sloužit jako metodická příručka pro učitele fyziky. Obsahují vše potřebné od teoretického základu, přes fotodokumentaci pokusů s jejich popisným návodem i didaktickým rozbohem. Učiteli by tak měly usnadnit práci a zvýšit jeho chuť pracovat se složitější výukovou pomůckou a přinést kvalitnější výuku učiva optiky.

Pro vybrané experimenty byly sestaveny pracovní listy. Jednalo se o deset samostatných vícestránkových listů, které souvisí s deseti postupy popisujících práci s demonstrační soupravou Didaktik. Listy posloužily také v didaktické sondě při ověřování efektivity demonstračních pokusů v edukačním procesu.

Ověřování proběhlo na dvou základních školách ve čtyřech třídách. Celkově se ho zúčastnilo 68 žáků a po jeho vyhodnocení bylo konstatováno, že využití demonstrační soupravy jako didaktické pomůcky je přínosem pro výuku.

Přínosem této práce by měl být pozitivnější pohled na vyučování fyziky za použití na přípravu náročnějších prostředků k rozvoji klíčových kompetencí žáků. Snahou při vypracování této práce bylo, aby více pedagogických pracovníků bylo seznámeno s demonstrační soupravou pro výuku optiky a práci s ní.

Seznam použité literatury

- [1] ČÁP, J., MAREŠ, J. Psychologie pro učitele. Praha: Portál, 2001. ISBN 80-7178-463-X
- [2] PETTY, G.: Moderní vyučování. Portál, 1996. ISBN 80-7178-070-7
- [3] GESCHWINDER, J., RŮŽIČKA, E., RŮŽIČKOVÁ, B. Technické prostředky ve výuce. Olomouc: VUP, 1995. ISBN 80-7067-584-5
- [4] KOŘÍNEK, M. Didaktika základní školy. Praha: SPN, 1984.
- [5] JANÁS, J. Kapitoly z didaktiky fyziky. Brno: MU, 1996. ISBN 80-210-1334-6
- [6] KAŠPAR, E. Didaktika fyziky. Praha: SPN, 1978.
- [7] VOLF, I. Metodika řešení úloh ve vyučování fyzice. Praha: JČSMF 1975.
- [8] HÖFER, G., SVOBODA, E. PŮLPÁN, Z. Výuka fyziky v širších souvislostech – názory žáků. Výzkumná zpráva o výsledcích dotazníkového šetření. Plzeň: ZČU, 2005. ISBN 80-7043-436-8
- [9] SKUTIL, M. Základy pedagogického-psychologického výzkumu pro studenty učitelství. Vydání 1. Praha: Portál, 2011. 256 s. ISBN 978-80-7367-778-7
- [10] TESAŘ, P., JÁCHIM, F. Fyzika 3 pro základní školu, světelné jevy mechanické vlastnosti látky. Praha: SPN, 2009. ISBN 978-80-7235-414-6
- [11] TESAŘ, P., JÁCHIM, F. Fyzika 3 pro základní školu, metodická příručka, světelné jevy mechanické vlastnosti látky. Praha: SPN, 2009. ISBN 978-80-7235-418-4
- [12] LEPIL, O., KUPKA, Z. Fyzika pro gymnázia, optika. Praha: Prometheus, 2000. ISBN 80-85849-71-2
- [13] HALLIDAY, D., RESNICK, R., WALKER, J. Fyzika. Část 4, Elektromagnetické vlny - optika – relativita. Praha: Prometheus, 2000. 81-7196-213-9
- [14] DZS Optika návod k použití. Rohatec: Didaktik s.r.o., 2005
- [15] BEDNÁŘ, R. Využití pracovních listů ve výuce fyziky na ZŠ: diplomová práce. České Budějovice: JU, fakulta pedagogická, 2004. 133 s., 15 příl.
- [16] BUHUŇEK, J., KOLAŘOVÁ, R., KLOBUŠICKÝ, K., PROCHÁZKOVÁ, E. Fyzika pro 7. ročník základní školy, pracovní část B, Praha: SPN, 1991. ISBN 80-04-24609-5
- [17] JÁCHIM, F., TESAŘ, P. Sbírnka úloh z fyziky pro 6. – 9. ročník základní školy. Praha: SPN, 2004. ISBN 80-7235-256-3

- [18] KAŠPAR, E., JANOVIČ, J., BŘEZINA, F. Problémové vyučování a problémové úlohy ve fyzice. Praha: SPN, 1982.
- [19] MAZÁČ, J., HLAVIČKA, A. Praktikum školních pokusů z fyziky. SPN: Praha, 1965.
- [20] MECHLOVÁ, E. Didaktika fyziky I. Ostrava: Pedagogická fakulta, 1983.

Internetové zdroje

- [21] Demonstrační soupravy pro optiku [online]. 2010 [cit. 2010-11-22]. Dostupné z WWW: <http://www.didaktik.cz/fyzika/demo_soupravy/demo_optika.htm>.
- [22] RVP Informace o Metodickém portálu [online]. 2010 [cit. 2010-11-30]. Dostupné z WWW: <[://www.vuppraha.cz/wp-content/uploads/2009/12/RVPZV_2007-07.pdf](http://www.vuppraha.cz/wp-content/uploads/2009/12/RVPZV_2007-07.pdf)>.

Seznam příloh

Tištěné přílohy

- Pracovní listy získané od žáků při ověřování na základních školách

Příloha č. 1 a č. 2

- Světlo – Vržený stín, plný stín a polostín, 9. třída

Příloha č. 3 a č. 4

- Světlo – Vržený stín, plný stín a polostín, 7. třída

Příloha č. 5 a č. 6

- Optické přístroje – Oko, 9. třída

Příloha č. 7 a č. 8

- Optické přístroje – Oko, 7. třída

Přílohy na CD

Příloha č. 1

- *Vybrané experimenty ve formátu PDF.*
- Obsahují stejné experimenty, jako jsou v sedmé kapitole. Měli by sloužit jako návod pro vyučujícího.

Příloha č. 2

- *Pracovní listy ve formátu PDF.*
- Obsahují stejné experimenty, jako jsou v osmé kapitole. Měli by sloužit jako doplněk výuky.

Příloha č. 3

- *Vyplněné pracovní listy získané od žáků ve formátu JPEG.*
- Vypracované pracovní listy získané od žáků při ověřování na základních školách, viz desátá kapitola.

Příloha č. 4

- *Fotografie experimentů ve formátu JPEG.*
- Všechny fotografie vybraných experimentů použité v práci.

Příloha č. 5

- *Obrázky k experimentům a pracovním listům ve formátu Docx.*
- Všechny obrázky použité ve vybraných experimentech a pracovních listech.

Příloha č. 1

9. ročník

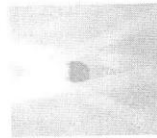
Žáky vyplněný pracovní list - Vržený stín, plný stín a polostín strana 1

téma pracovního listu:	Světelné jevy – Světlo – Vržený stín, plný stín a polostín			
jméno a příjmení:	Aniška			
datum:	19.4	třída:		číslo listu:

Doplňte větu: Pokud je překážka osvětlena jedním světelným zdrojem, vzniká jeden stín.

Vyberte správnou odpověď: Při překrývání několika stínů, vzniká:

- a) světlo **b) stín**
c) polostín d) světelný stín



Zakroužkujte správnou odpověď: Ve stínu stromu v létě je větší teplo protože tam dopadá více slunečních paprsků.

- Ano x **Ne**

Vyberte správnou odpověď: Na obloze můžeme pozorovat, že svazky slunečního světla pronikají mezerami mezi mraky a rozbíhají se na všechny strany. Přitom světlo dopadající na Zemi je prakticky složeno z téměř rovnoběžných paprsků. Jak je to možné?

- a) jde o výjimku, pouze v atmosféře se paprsky různě rozbíhají na všechny strany
b) je to optický klam způsobený perspektívou
c) mraky působí jako tělesa, která různě odráží sluneční paprsky

Vysvětlete: Chirurg si při operaci může vlastníma rukama nebo nástroji vytvářet stín nad operovaný orgán. Co mu poradíte, aby se tohoto nepřímeného jevu zbavil?

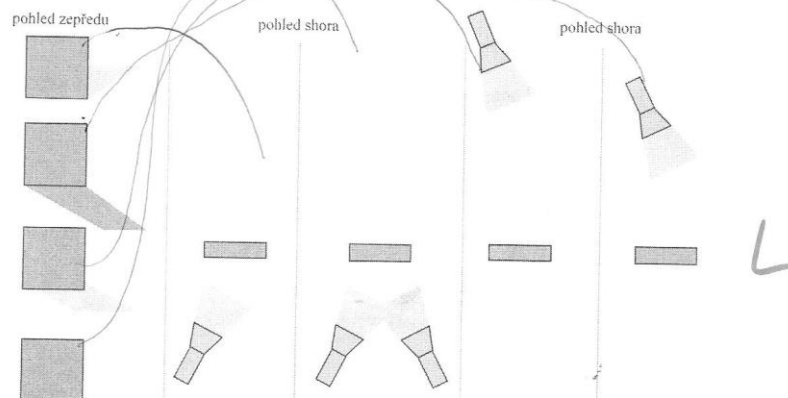
Stín si světlo přenáší nebo ne

Příloha č. 2

9. ročník

Žáky vyplněný pracovní list - Vržený stín, plný stín a polostín strana 2

Spojte čarou vhodný stín k naznačenému osvětlení (věnujte pozornost umístění zdroje světla).



Doplňte slova do věty z této nabídky: zdrojů světla, stínů, překážek, barevné, tmavé, měkké, tvrdé (slov je více než potřebujete).

Pokud je překážka osvětlena více zdroji světla, vzniká více ...^{stínů}..., které se podle polohy a vzdálenosti světelných zdrojů překrývají, nebo jsou od sebe odděleny. Podle vzdálenosti světelných zdrojů od sebe a od překážky jsou stíny různě ...^{tmavé}...

Zajímavost. Stín je užitečný i mimo letní vedra na koupališti a to při měření času. Už roku 5000 př.n.l. se využíval dřevěný kolík pro určování denního času. Sestrojit si vlastní sluneční hodiny není vůbec jednoduché. Zkuste si promyslet co je potřeba při jejich zhotovení a na čem jsou závislé. Své nápady si zapište a poté zkuste na internetu najít detailnější informace a porovnejte se svými nápady.

Příloha č. 3

7. ročník

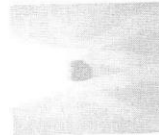
Žáky vyplněný pracovní list - Vržený stín, plný stín a polostín strana 1

téma pracovního listu:	Světelné jevy – Světlo – Vržený stín, plný stín a polostín				
jméno a příjmení:	Karolína				
datum:		třída:		číslo listu:	

Doplňte větu: Pokud je překážka osvětlena jedním světelným zdrojem, vzniká
stín. X

Vyberte správnou odpověď: Při překryvání několika stínů,
vzniká:

- a) světlo b) stín
c) polostín d) světelný stín



Zakroužkujte správnou odpověď: Ve stínu stromu v létě je větší teplo protože tam dopadá
více slunečních paprsků. L

- Ano x Ne

Vyberte správnou odpověď: Na obloze můžeme pozorovat, že svazky slunečního světla
pronikají mezerami mezi mraky a rozbíhají se na všechny strany. Přitom světlo dopadající na
Zemi je prakticky složeno z téměř rovnoběžných paprsků. Jak je to možné? L

- a) jde o výjimku, pouze v atmosféře se paprsky různě rozbíhají na všechny strany
 b) je to optický klam způsobený perspektívou
c) mraky působí jako tělesa, která různě odráží sluneční paprsky

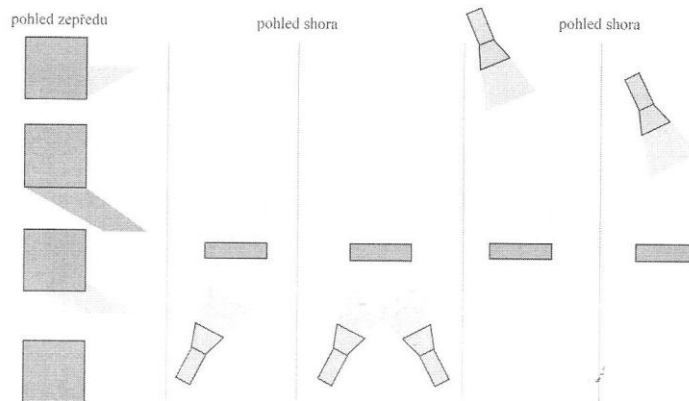
Vysvětlete: Chirurg si při operaci může vlastníma rukama nebo nástroji vytvářet stín nad
operovaný orgán. Co mu poradíte, aby se tohoto nepřímeného jevu zbavil? X

Příloha č. 4

7. ročník

Žáky vyplněný pracovní list - *Vržený stín, plný stín a polostín strana 2*

Spojte čarou vhodný stín k naznačenému osvětlení (věnujte pozornost umístění zdroje světla).



Doplňte slova do věty z této nabídky: zdrojů světla, stínů, překážek, barevné, tmavé, měkké, tvrdé (slov je více než potřebujete).

Pokud je překážka osvětlena více zdroji světla, vzniká více které se podle polohy a vzdálenosti světelných zdrojů překrývají, nebo jsou od sebe odděleny. Podle vzdálenosti světelných zdrojů od sebe a od překážky jsou stíny různě

Zajímavost. Stín je užitečný i mimo letní vedra na koupališti a to při měření času. Už roku 5000 př.n.l. se využíval dřevěný kolík pro určování denního času. Sestrojit si vlastní sluneční hodiny není vůbec jednoduché. Zkuste si promyslet co je potřeba při jejich zhotovení a na čem jsou závislé. Své nápady si zapíšte a poté zkuste na internetu najít detailnější informace a porovnejte se svými nápady.

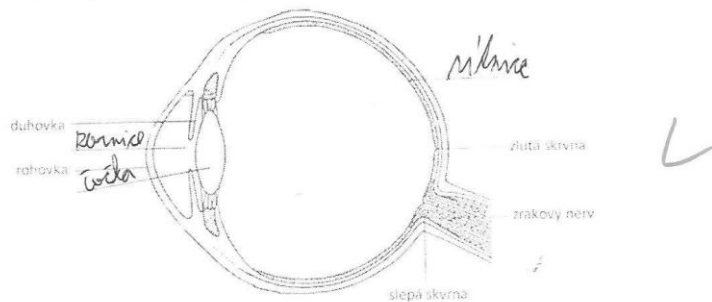
Příloha č. 5

9. ročník

Žáky vyplněný pracovní list - Optické přístroje – Oko, strana 1

téma pracovního listu:	Světelné Jevy – Optické přístroje – Oko			
jméno a příjmení:	Jana			
datum:	18.4.2022	třída:		číslo listu: X

K popisným čarám doplňte chybějící popis důležitých částí oka.



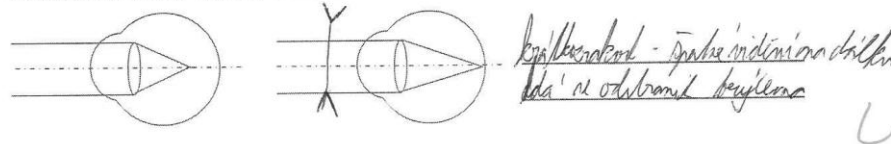
Jaká část oka reguluje množství světla, které dopadne na sítnici. A jak to provádí?

~~duhovka~~ duhovka - ^{a zvětšuje} rozšiřuje zornici která reguluje množství světla
 měllo

Spárujte správně k sobě pojmy z pravé a levé strany.

- a) tyčinky — 1) je místem nejostřejšího vidění
- b) čípky — 2) vnímá pouze černobílý obraz
- c) žlutá skvrna — 3) když na něj dopadne světelný paprsek, tak ho nevidíme
- d) slepá skvrna — 4) vnímá barvu sledovaného obrazu

Na obrázku je jedna z vad oka a hned vedle zdravé oko. O jakou vadu jde (její název), jak se projevuje a jak jí lze odstranit? Na poslední otázku stačí odpovědět schematickou značkou vhodně umístěnou do druhého obrázku.

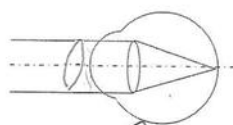
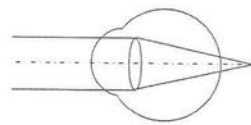


Příloha č. 6

9. ročník

Žáky vyplněný pracovní list - Optické přístroje – Oko, strana 2

Na obrázku je jedna z vad oka a hned vedle zdravé oko. O jakou vadu jde (její název), jak se projevuje a jak jí lze odstranit? Na poslední otázku stačí odpovědět schematickou značkou vhodně umístěnou do druhého obrázku.



~~Kratkozraké oko~~

~~Dalibozraké oko~~

Zdravé oko

bez jí odstranit brýlemi

Vyberte správnou odpověď. Vzdálenější sloupy lamp se zdají být kratší, ačkoliv jsou stejně dlouhé.

- a) do oka dopadá z dálky méně světelných paprsků
- b) vzduch se ve větší vzdálenosti chová jako spojka
- c) na sloupy v dáli vidíme pod menším zorným úhlem



Nejvhodnější vzdálenost pro pozorování předmětu je kolik cm?

- a) 10
- b) 15
- c) 20
- d) 25



Zajímavost. Prostorové vidění. Člověk vidí prostorově proto, že má dvě oči a každé oko vidí skutečnost z odlišného úhlu - naše oči nevidí přesně totéž! Zkuste si podržet před očima prst a střídavě zavřít levé a pravé oko a snadno se o tom přesvědčíte. Z těchto dvou rozdílných obrazů vzniká v mozku prostorový vjem. Kdybychom se dívali jen jedním okem, neviděli bychom plasticky. Sice bychom podle velikosti předmětů odhadli jejich vzdálenost, ale úplně stejně by se nám jevila například plochá tapeta s natištěným obrazem.

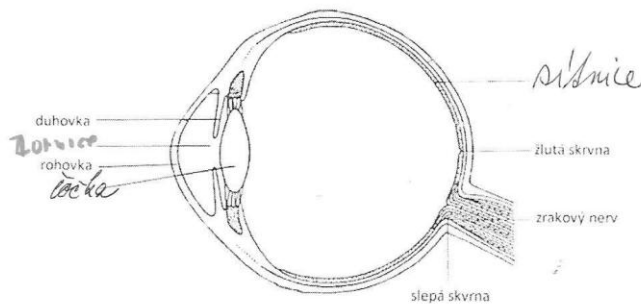
Příloha č. 7

7. ročník

Žáky vyplněný pracovní list - Optické přístroje – Oko, strana 1

téma pracovního listu:	Světelné Jevy – Optické přístroje – Oko			
jméno a příjmení:	PAVLA			
datum:		třída:		číslo listu:

K popisy čarám doplňte chybějící popis důležitých částí oka.



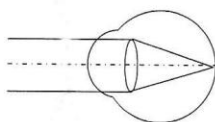
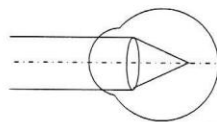
Jaká část oka reguluje množství světla, které dopadne na sítnici. A jak to provádí?

žlutá skvrna ? X

Spárujte správně k sobě pojmy z pravé a levé strany.

- | | | |
|-----------------|--|---|
| a) tyčinky | 1) je místem nejostřejšího vidění | ✓ |
| b) čípky | 2) vnímá pouze černobílý obraz | ✓ |
| c) žlutá skvrna | 3) když na něj dopadne světelný paprsek, tak ho nevidíme | ✓ |
| d) slepá skvrna | 4) vnímá barvu sledovaného obrazu | ✓ |

Na obrázku je jedna z vad oka a hned vedle zdravé oko. O jakou vadu jde (její název), jak se projevuje a jak jí lze odstranit? Na poslední otázku stačí odpovědět schematickou značkou vhodně umístěnou do druhého obrázku.



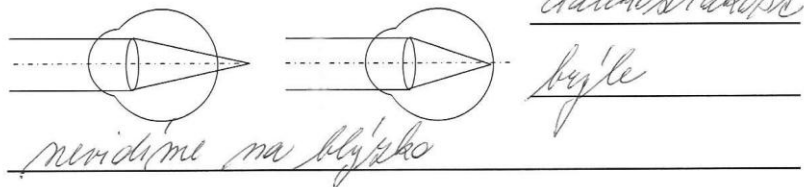
*bratřsko prakovs
nosis byle
nevidi me na dalku*

Příloha č. 8

7. ročník

Žáky vyplněný pracovní list - Optické přístroje – Oko, strana 2

Na obrázku je jedna z vad oka a hned vedle zdravé oko. O jakou vadu jde (její název), jak se projevuje a jak jí lze odstranit? Na poslední otázku stačí odpovědět schematickou značkou vhodně umístěnou do druhého obrázku.



Vyberte správnou odpověď. Vzdálenější sloupy lamp se zdají být kratší, ačkoliv jsou stejně dlouhé.

- a) do oka dopadá z dálky méně světelných paprsků
- b) vzduch se ve větší vzdálenosti chová jako spojka
- c) na sloupy v dáli vidíme pod menším zorným úhlem



Nejvhodnější vzdálenost pro pozorování předmětu je kolik cm?

- a) 10
- b) 15
- c) 20
- d) 25



Zajímavost. Prostorové vidění. Člověk vidí prostorově proto, že má dvě oči a každé oko vidí skutečnost z odlišného úhlu - naše oči nevidí přesně totéž! Zkuste si podržet před očima prst a střídavě zavřít levé a pravé oko a snadno se o tom přesvědčíte. Z těchto dvou rozdílných obrazů vzniká v mozku prostorový vjem. Kdybychom se dívali jen jedním okem, neviděli bychom plasticky. Sice bychom podle velikosti předmětů odhadli jejich vzdálenost, ale úplně stejně by se nám jevila například plochá tapeta s natištěným obrazem.