



**Spolufinancováno
Evropskou unií**



Výstup z konference

Kroměřížské Aequinoctium

aneb

Dvoudenní tvořivá fyzikální konference

21. – 22. 3. 2024



Realizováno v rámci projektu
„Místní akční plán rozvoje vzdělávání v ORP Kroměříž IV“,
registrační číslo projektu CZ.02.02.XX/00/23_017/0008277,
který je spolufinancován Evropskou unií.

Obsah

Sériově, paralelně s Ohmem a viditelně autor: Mgr. Zdeněk Hubáček	3
Vlastnosti IR záření a výroba IR přijímače ze senzoru plamene autor: Mgr. Václav Pazdera	8
Optika nejen v akváriu autor: Mgr. et Mgr. Barbora Mikulecká	13

Sériově, paralelně s Ohmem a viditelně

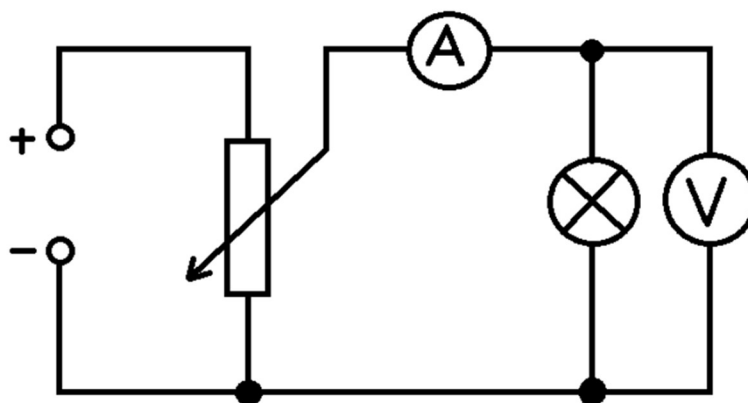
autor: Mgr. Zdeněk Hubáček

Abstrakt

Jak zavádím Ohmův zákon s žárovkou? Jaké napětí naměříme na ampérmetru? Které vodiče jsou vhodné pro ukázky sériového a paralelního zapojení? Je bezpečné sahat do objímky vánočního řetězu, i když je na žárovce hodnota třeba jen 1,5V? Která žárovka svítí v sériovém zapojení nejvíc/nejméně? Jaký výkon má prodávka a proč ji rozmotávat, jak je to s její indukčností? To jsou otázky, ke kterým byly nabídnuty odpovědi a nezapomněli jsme ani na výrobu "kouzelné sériové hračky".

Ohmův zákon se žárovkou podle Vaška Pazdery

Ohmův zákon jsem se v na žárovce naučil zavádět po jedné cest z Náchoda, kdy mi o tom, jak to dělá sám, vyprávěl Vašek Pazdera: „Uvědom si, jak to měl ten Ohm těžké, když měl zavést zákon o přímé úměrnosti a ona u velké části vodičů vychází křivka“. Takže je to pro mě podle Vaška Pazdery, i když například v [1] to najde podobně.



Obr. 1 schéma zapojení, klasickou žárovku montuji do patice E 27 s vyvedenými kontakty

Tedy: Nejprve naměřím V-A charakteristiku v obvyklém zapojení na žárovce s obyčejným vláknem o výkonu 60 až 100 watt. Napětí zajistí běžný laboratorní zdroj. Rozsah napětí volím tak, aby proud nepřekročil hodnotu pojistky ampérmetru a postupuji od 0 V v násobcích 1 V, 2 V, 4 V, 8 V, 16 V. V připravené tabulce pak žáci vidí, že hodnoty proudu rozhodně nepřibývají přímo úměrně, ale jim to nijak nevadí. Mnohdy následuje poznámka: „... a kdy to jako bude svítit?“ Nesvítí to, ale hřeje, a dost, a to by vlastně mohlo vadit! Žáci už mají jakousi představu o souvislosti mezi odporem a teplotou. Mí osmáci sice zatím vnímají *elektrony v krystalové mříži jako trpajzlíky v hustníku, který se nárazy trpaslíků rozechvívá a klade tak větší překážku dalším trpajzlíkům*, ale to mi snad odpustíte.

Jak vlákno chladit? Ponořit žárovku se skleněným obalem do vody moc nepomůže, takže pryč s ním. Pokud nevíte jak na to, podívejte se do [1], kde je detailní videonávod.

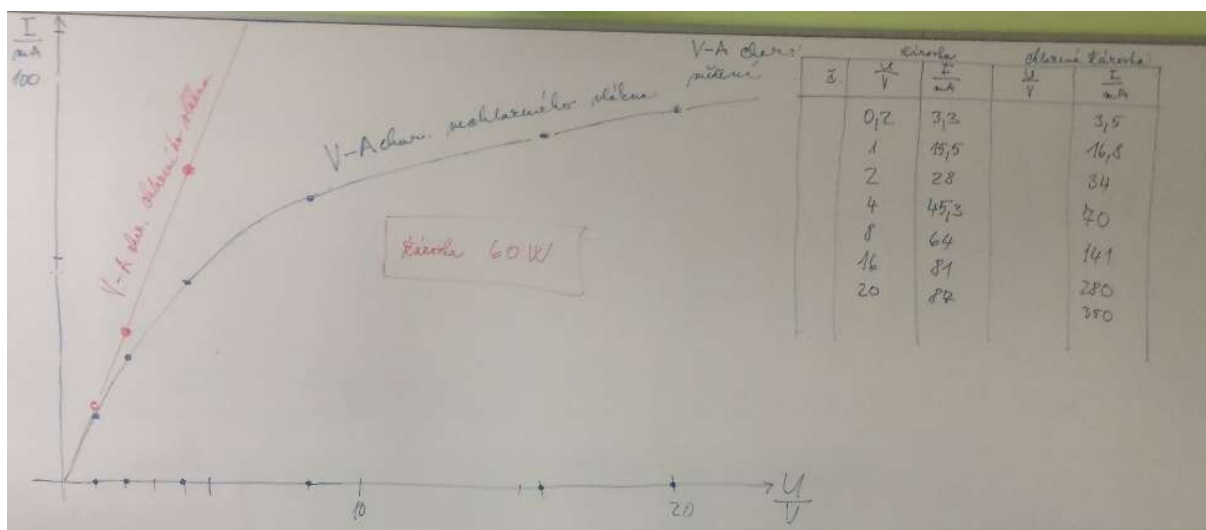


Obr. 2. Odstraňování skla. Převzato z [1]. (Poznáte, čím jsou ruce na fotce?)

Následuje opětovné proměření V-A charakteristiky s vláknem namočeným do vody, která zajistí dostatečné chlazení, a zápis proudů do dalšího sloupce v předchozí tabulce pro stejnou sekvenci hodnot napětí. Tady už žáci zbystří a předpovídají co naměříme. Poslední hodnoty přes 200 mA již úplně nekorespondují, protože voda nestíhá chladit prouděním, ale po lehkém zamíchání proud předpověď splní.

Je zde vidět, že studené vlákno má maličký odpor, takže sahat do objímky vánočního řetězu se žárovkami i jen na 1,5 V je životu nebezpečné. My se pak stáváme tím největším odporem zapojeným do série a je na nás největší napětí i výkon.

Rýsování V-A charakteristiky rukama považuji za nezbytné a naměřené hodnoty umožňují jednoduché měřítko $1 \text{ V} = 1 \text{ cm}$, $1 \text{ mA} = 1 \text{ mm}$. Obě charakteristiky kreslíme do jednoho grafu.



Obr. 3. Takto může vypadat V-A charakteristika v hodině. Modrá náleží nechlazenému vodiči.

Rovná červená náleží chlazenému vláknu – odpovídá znění Ohmova zákona: Proud je přímo úměrný napětí při stálém odporu spotřebiče.

Pokud vše stihneme, ukážeme si, jak svítí odbalená žárovka při provozním napětí 230 V. Nepozorní žáci zahlédnou pouze obláček kouře

Model dlouhého přívodního vedení

Model dlouhého vedení je proveden z významně kratšího kanthalového drátu 0,4 mm, jehož odpor je při použité délce asi 5 Ω . Reostat tvořený třemi paralelně zapojenými autožárovkami 12 V, 21 W umožňuje postupné zvyšování odběru výkonu ze zdroje. Je zde velmi dobře patrné, jak jas po každé další připojené žárovce spíše klesá, protože výkon ztracený na vedení je srovnatelný s výkonem, který odvádí vedení ve formě tepla a dobře lze navázat „válkou proudů Edison x Tesla“.

Je zajímavé proměřovat napětí, které se usadí na jednotlivých částech obvodu, dokonce i na ampérmetru v rozsahu malého proudu do 200 mA bude znatelný úbytek napětí.

Pokud chceme, aby tři žárovky opravdu svítily, potřebuje dané uspořádání až 30 V. Při tomto nastavení již začíná přívodní vedení svítit, jak vidíte na obrázku č. 4. Pro pokusy s vyššími požadavky na proudové zatížení tedy pozor na levné vodiče s vlasovým měděným vedením, i zde se může začít tavit izolace, nebo experiment prostě neproběhne, protože se dostatečný proud přes odpor vodičů prostě nepropasíruje.

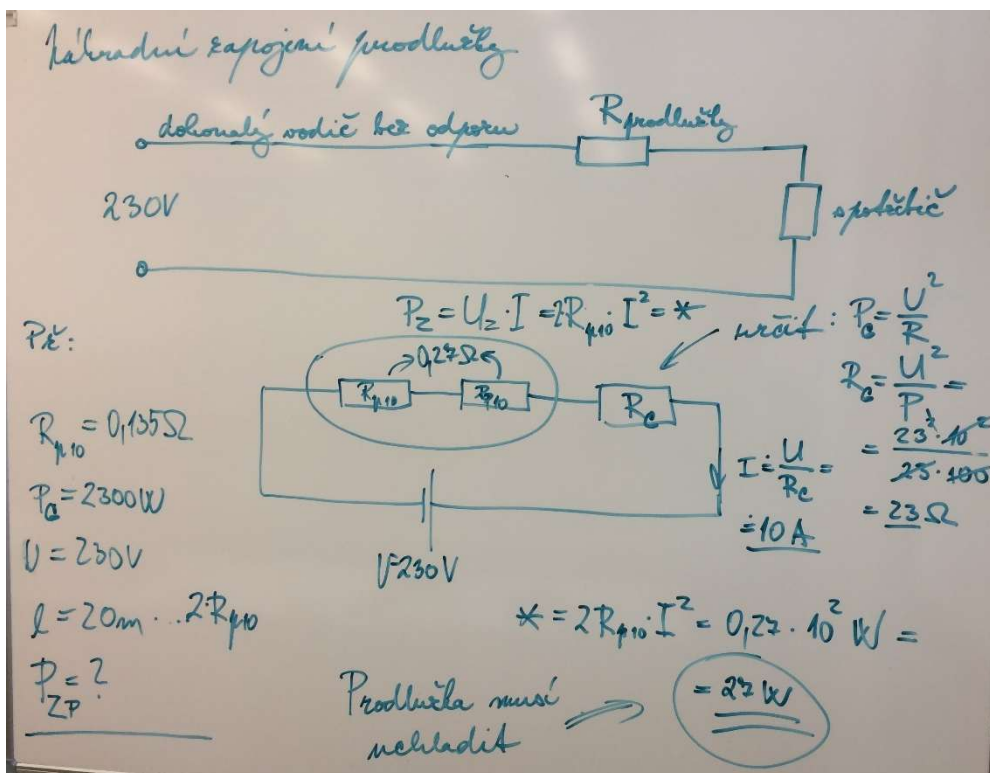


Obr. 4. Model dlouhého vedení (Svítící kanthalový vodič, nezapojené dráty jsou železné různého průměru, většinou nejsou při pokusu používány)

Navazuje diskuse o **nerozvinuté prodlužce** při velkém příkonu spotřebiče. Možná jste byli při nějaké situaci svědky aktivace tepelné pojistky a výpadku proudu v důsledku přetížení nerozvinuté prodlužky. Častý nápad absolventů SŠ kurzu fyziky bývá, že prodlužka se vypíná kvůli své indukčnosti. Výkon indukčnosti je v tomto případě mizivý, a navíc vždy jalový. Následující fotka tabule obr. 5 ukazuje zadání a zjednodušené řešení výkonu prodlužky pro „pěkná čísla“. Výsledek není nijak závratný, ale uvědomíme-li si, že „Teplo Uš“ na vysoušení bot má výkon 2 x 4 W, na zahřátí bubnu 27 W s navinutým kabelem jistě stačí. Tepelná pojistka se sice po nějaké době opět „nahodí“, ale vychladlý grill a tvrdé maso už asi nikoho neoslní, takže prodlužku rozvíňme, ať se radši průběžně chladí

Pro doplnění: Kapacitance, s jalovým výkonem, předřazená diodové kontrolce při napětí zdroje 230 V, je významně lepší řešení než předřadný odpor, který bude muset uchladit asi 5 W.

Znění příkladu na obr. 5: Jaký ztrátový výkon má běžná prodlužka délky 20 m o odporu $2 \times 0,135 \, \Omega$, kterou je napájen gril o výkonu 2,3 kW při síťovém napětí.



Obr. 5. foto řešení (spíše myšlenková mapa 😊) – „prodlužka“

Sériové žárovky podle Vaška Piskače [2]

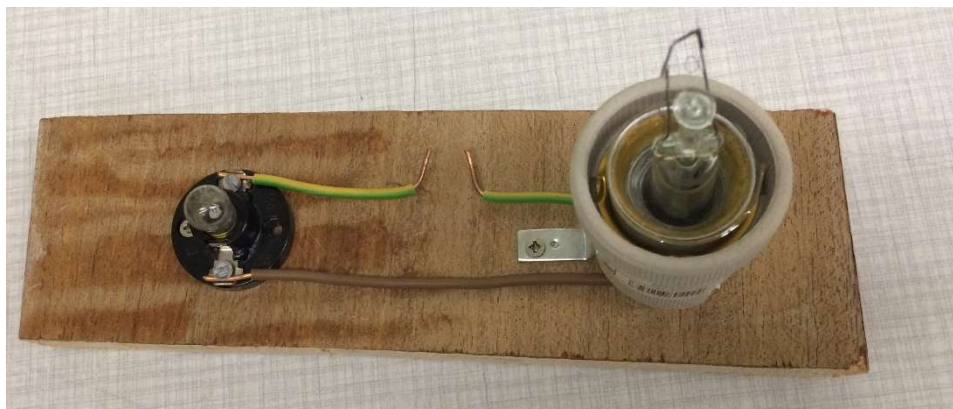
Pro otázky typu: „Na které žárovce je největší výkon?“ jsem si podle vzoru Vaška Piskače [2], zhotovil krabici se sériovými žárovkovými paticemi. Obdobné zařízení je možné zhotovit i pro bezpečné napětí, ale výhoda velké škály výkonů při stejném jmenovitém napětí je neodolatelná. Na sestavě je nádherně vidět, že nejvíc svítí ty nejslabší žárovky s největším odporem vlákna.



Obr. 6: Vaškova krabice se sériovými žárovkami – vše dokonale popsáno v [2]

Kouzelná sériová hračka

V závěru dílny si každý vyrobil kouzelnou hračku z obrázku č. 7. Jedná se o sériové spojení žárovky E10 se jmenovitými hodnotami 3,5 V, 200 mA a žárovky E27 230 V, 100 W. Tedy extrémní varianta Vaškových žárovek.



Obr. 7. Kouzelná hračka

Po připojení ke zdroji s pouhými (9–15) V dojde k jasnému rozsvícení malé žárovky a následnému svižnému pohasnutí. Už zde můžeme nechat odhadovat studenty co se stalo. Následuje dvojice experimentů s foukáním na vlákno odhalené 100 W žárovky a s jeho žhavením plamenem. Co se bude dít si určitě vyzkoušejte. Velká teplotní závislost odporu wolframového vlákna z něj dělá teplotně regulovaný reostat a žárovku si tak můžete „rozfoukat“ nebo zhasnout plamenem.

Závěr

Přeji nám všem, aby žárovky nebo tepelné zdroje, které „nejsou určeny pro použití v domácnosti“ ještě dlouho vydržely v prodeji.

Literatura

- [1] *Sbírka fyzikálních pokusů*. [cit. 17. 11. 2023]. Dostupné online:
<https://fyzikalnipokusy.cz/894/voltamperova-charakteristika-zarovky>
- [2] *Fyzikální šuplík*. [cit. 17. 11. 2023]. Dostupné online:
https://fyzikalnisuplik.websnadno.cz/elektro/serieve_zarovky.pdf

Vlastnosti IR záření a výroba IR přijímače ze senzoru plamene

autor: Mgr. Václav Pazdera

Abstrakt

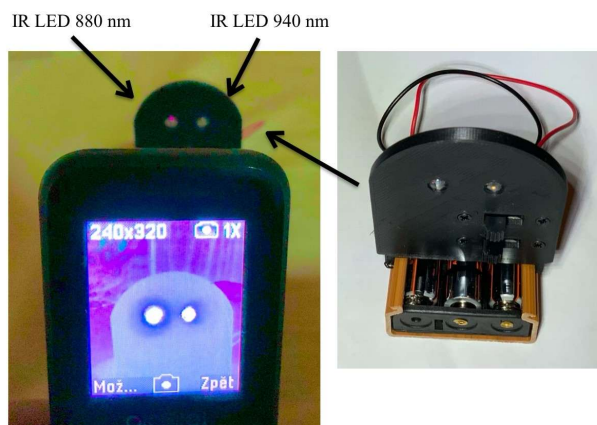
První část je věnována **vlastnostem IR záření**. Jde o souhrn třinácti pokusů, pomocí nichž lze demonstrovat (a někdy možná ve výuce badatelským způsobem “objevovat”) vlastnosti IR záření. Druhá část je věnována **výrobě jednoduchého IR přijímače**, který slouží k předvádění vlastností IR záření.

Vlastnosti IR záření

Na setkání AEQUINOCTIUM 2024 jsem účastníkům předváděl vlastnosti IR záření. Inspirací k této dílně mi hlavně byly příspěvky od Zdeňka Poláka [1] a Leoše Dvořáka [2].

Vlastnosti IR záření, které jsem předváděl:

1. **“Objev” IR záření.** Postup je popsán v [1] jako bod 1) “*Existence neviditelného záření*”. Jako detektor neviditelného IR záření můžeme použít přijímač IR záření popsáný v [2] nebo níže.
2. **Zdroje IR záření.** Jako zdroje IR záření můžeme použít obyčejné žárovky, infražárovky, teplomety, IR LEDky [3] a [4], plamen, IR dálkový ovladač, IR laser... Zdroje IR záření jsem detekoval přijímačem IR záření popsáným v [2] nebo IR přijímačem, který bude níže popsáný.



Obr. 1. Mobilní telefon, kterým lze “vidět” IR záření.

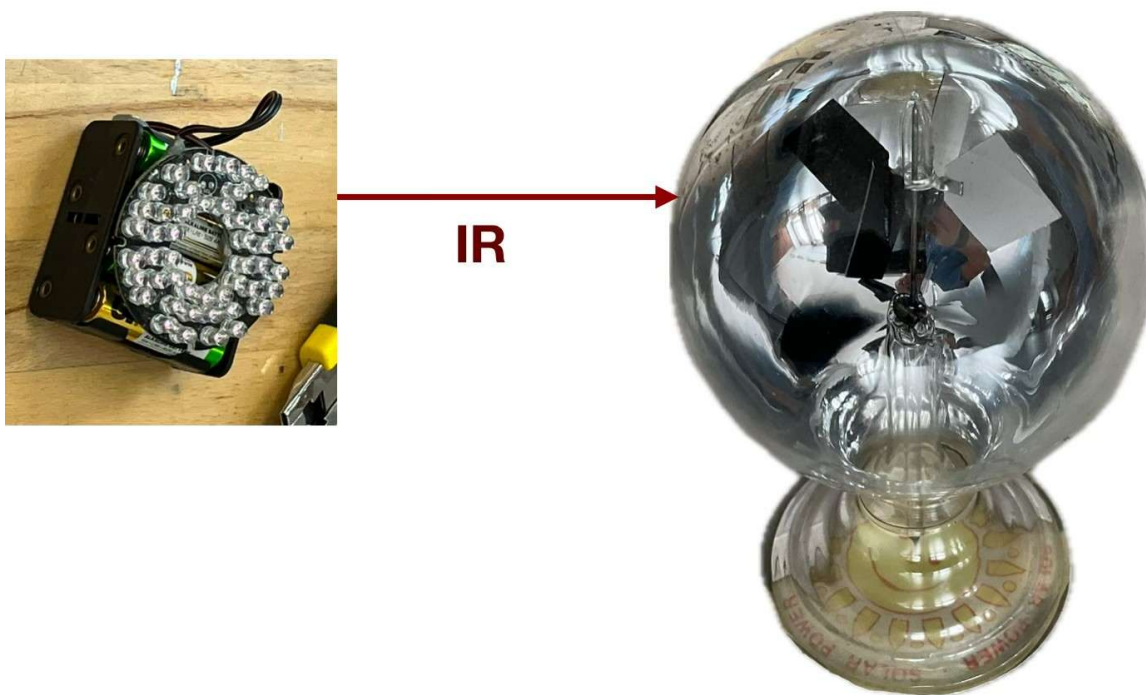
3. **Jak zviditelnit krátkovlnné IR záření?** Neviditelné IR záření lze zviditelnit i s pomocí fotoaparátu mobilního telefonu (který nemá IR filtr viz Obr. 1.) nebo webkamery [5].
4. **Jak zviditelnit dlouhovlnné IR záření?** Dlouhovlnné IR záření jejímž zdrojem jsou i tělesa s nízkou teplotou (do 500 °C) lze zviditelnit pomocí termokamery (např.: [13] nebo [14]). Pokusům s termokamerou se podrobně věnují stránky [15]. Na těchto stránkách si lze i zapůjčit termokamery k experimentům do školy.

5. **Optické vlastnosti IR záření.** S IR zářením jsem předváděl i optické vlastnosti IR záření jako je **odraz** (se zrcadlem), **lom** (s hranolem, čočkou), **ohyb a interference** (s mřížkou). Jako zdroj IR záření jsem použil IR laser [16]. Z geometrie ohybu lze určit vlnovou délku a porovnat ji s vlnovou délkou červeného, zeleného a modrého laseru. Podrobný návod těchto experimentů přesahuje tento stručný přehled. Stálo by to za samostatný článek.
6. **Skleníkový efekt.** [6] Ten lze názorně předvést tak, že blízké IR záření (i UV a viditelné) sklem (skleníkovými plyny) prochází a dlouhovlnné IR záření sklem neprojde (viz obr. 2.). Podrobné vysvětlení skleníkového efektu viz [6].



Obr. 2. Ruka jako zdroj dlouhovlnného IR záření. Vlevo sklo přes které IR záření neprojde.

7. **Detekci IR záření jehož zdrojem je plamen.** IR záření vysílané plamenem (plamen sirky, svíčky, ...) lze detekovat IR senzorem plamene [7] nebo i **přijímačem IR záření** popsaným v [2] nebo níže.
8. **Závislost intenzity IR záření na vzdálenost** od zdroje záření. **Směrnost** IR LEDek. Lze předvádět postupným vzdalováním a nasměrováním IR vysílače (zdroje IR záření) a IR přijímače (viz [1] a [2]).
9. **Přenos zvuku** (audio signálu) **pomocí IR záření** (viz [1] a [2]).
10. **Propustnost IR záření látkami** [viz tabulka různých látek v [1]]. S pomocí IR vysílače a IR přijímače (IR kamery) můžeme zkoumat propustnost nebo naopak nepropustnost IR záření různými pevnými a kapalnými látkami. Lze použít (testovat) i různé filtry IR záření.
11. **Infračervená závora.** Na setkání jsem předváděl i různé infračervené závory, které lze koupit nebo vyrobit (já jsem měl IR závory [8] a [9]).
12. **Crookesův mlýnek “poháněný” IR zářením** [10]. Pomocí IR záření lze “pohánět” i Crookesův mlýnek. Pomocí IR filtru lze předvést, že mlýnek přestane fungovat. Jako zdroj lze použít IR reflektor nebo IR infražárovku.

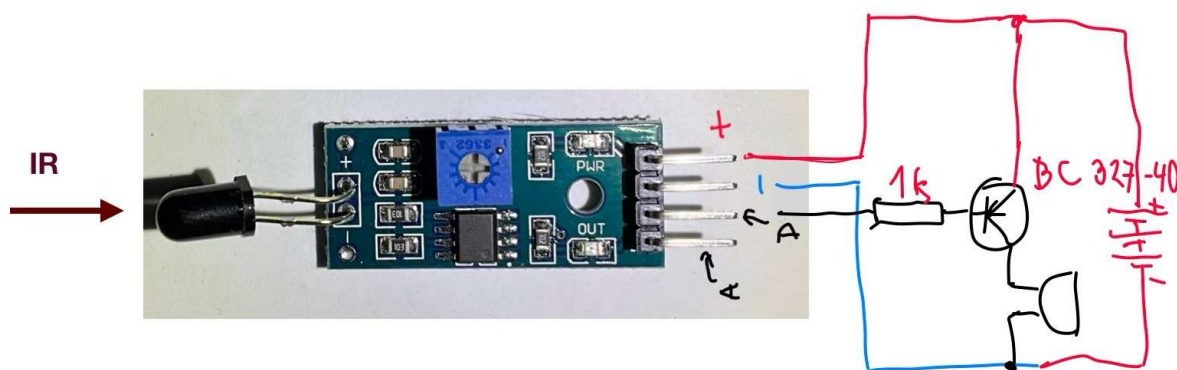


Obr. 3. Crooksův mlýnek [10] a IR reflektor pro noční vidění.

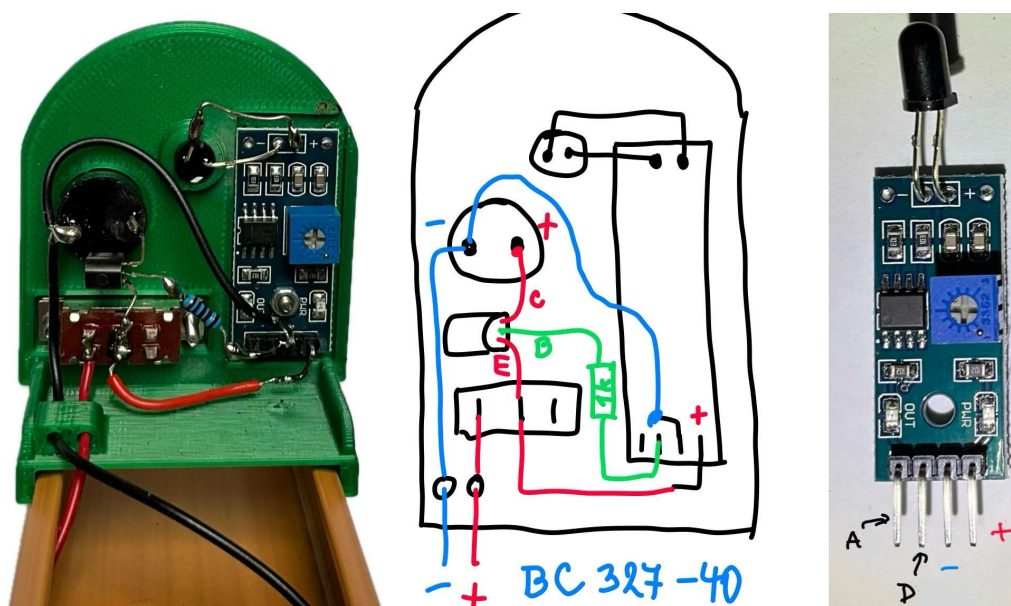
13. **Další vlastnosti IR záření.** Vlnovou délku blízkého IR záření IR LEDek jsem měřil se spektrofotometrem od Verniera (měření se starší verzí spektrofotometru viz [17]). Novější verze spektrofotometru [18] měří o blízké IR záření IR LEDek [3] a [4].

Výroba jednoduchého IR přijímače ze senzoru plamene [11]

Na Dílnách Heuréky 2023 jsme s Leošem Dvořákem vyráběli přijímač IR záření (viz [2]). Tento přijímač signalizuje IR signál pomocí LEDky a pomocí reproduktoru. Reproduktor funguje (vydává slyšitelný zvuk) pouze tehdy, když IR záření má frekvenci ve slyšitelném pásmu. Když IR záření nemá “střídavou složku”, pak z reproduktoru není nic slyšet. Já jsem navrhl a vyrobil IR přijímač, který funguje (vydává zvuk sirénkou) i na IR signál, který nemá “střídavou složku”. Přijímač využívá modul *Senzor plamene* [11]. Tento IR přijímač si účastníci mé dílny mohli vyrobit.



Obr. 4. Senzor plamene [11] a jednoduchý obvod se sirénkou. “A” - analogový výstup; “D” - digitální výstup (písmenko “D” je na obrázku “naležato”)



Obr. 5. IR přijímač a jednoduchý obvod se sirénkou [19].

Senzor plamene [11] a sirénku [19] jsem umístil a napájel na modul vytisknutý na 3D tiskárně, který lze upevnit do elektrická lišty 20 x 40 mm. Na modulu senzoru plamene je využitý digitální výstup "D". Podobně jsme vyráběli na dílnách Heuréky optickou lavici [12] v roce 2010 s Leošem Dvořákem. Tím lze IR přijímač použít i s čočkami z optické lavice a předvádět výše uvedené vlastnosti s IR zářením.

Podrobný návod k výrobě IR přijímače lze vyžádat u autora. Stejně tak i podrobné informace k modulu senzoru plamene [11].

Závěr

Závěrem lze říci, že **IR záření** je fascinujícím příkladem propojení fyzikálních jevů s praktickými aplikacemi v každodenním životě. Jeho pochopení umožňuje žákům nejen lépe porozumět elektromagnetickému spektru, ale také odhalit, jak moderní technologie, jako jsou termokamery, dálkové ovládání nebo diagnostické metody v medicíně, čerpají z těchto principů. Pro učitele fyziky představuje téma infračerveného záření příležitost ukázat, jak teoretické poznatky vedou k inovacím, které mění svět. Povzbuzujme tedy naše žáky k tomu, aby zkoumali tyto jevy a nacházeli v nich inspiraci pro budoucí objevy!

Literatura (všechny odkazy níže jsou vloženy 30.11.2024)

- [1] Polák Z.: *Náměty na experimenty s infračerveným zářením*. Dostupné online: <http://vnuf.cz/sbornik/prispevky/15-24-Polak.html>
- [2] Dvořák L.: *Přenášíme zvuk světlem (resp. infračerveným zářením)*. Dostupné online: https://kdf.mff.cuni.cz/lide/dvorak/clanky/DilnyHeureky/DilnyHeureky_2023_LD_PrenasimeZvukSvetlem.pdf
- [3] IR LED 940 nm. Dostupné online: <https://www.hadex.cz/k090e-led-5mm-infracira-940nm---vysilac/>

- [4] IR LED 850 nm. Dostupné online: <https://ampul.eu/cs/led-5-mm/3961-leddioda-5mm-ir-vysilaci-850nm>
- [5] Kamera CMOS se zvukem JK-309. Dostupné online: [https://www.hadex.cz/t844kamera-cmos-se-zvukem-jk-309-objek\(v-36mm/](https://www.hadex.cz/t844kamera-cmos-se-zvukem-jk-309-objek(v-36mm/)
- [6] Skleníkový efekt. Dostupné online: https://cs.wikipedia.org/wiki/Skleníkový_efekt
- [7] IR senzor plamene. Dostupné online: <https://www.laskakit.cz/arduino-infracervenysenzor-plamene--4-pin-modul/>
- [8] Infračervená závora. Dostupné online: [https://www.hadex.cz/t532-infracervenazavora-e3jk-5dm1-5l-op\(cka-zavora/](https://www.hadex.cz/t532-infracervenazavora-e3jk-5dm1-5l-op(cka-zavora/)
- [9] Infračervená závora. Dostupné online: <https://www.gme.cz/v/1508439/vellemanwsaa120-stavebnice-ir-svetelna-bariera>
- [10] Crookesův mlýnek. Dostupné online: https://cs.wikipedia.org/wiki/Crookesův_mlýnek
- [11] IR senzor plamene. Dostupné online: <https://rpishop.cz/svetlo/1952-senzor-plameneinfracerveny-4-piny.html>
- [12] Dvořák L.: *Co s čočkami - aneb oplcká lavice ...* Dostupné online: [https://kdf.mff.cuni.cz/lide/dvorak/clanky/DilnyHeureky/DilnyHeureky_2010_LD_Op\(ckaLavice.pdf](https://kdf.mff.cuni.cz/lide/dvorak/clanky/DilnyHeureky/DilnyHeureky_2010_LD_Op(ckaLavice.pdf)
- [13] Termokamera pro iPad. Dostupné online: https://www.conrad.cz/cs/p/flir-one-gen-3ios-termokamera-pro-mobilni-telefony-20-do-120-c-80-x-60-pixel-8-7hz-435-0004-03-2369563.html?utm_content=ctaproduct2&utm_campaign=agn49709_auto_cz_b2b_general_hbo&utm_medium=email_b2b&utm_source=hbo_auto
- [14] Termokamera. Dostupné online: <https://www.conrad.cz/cs/p/flir-c5-wi-fitermokamera-20-do-400-c-8-7-hz-89401-0202-2258834.html>
- [15] Stránky, které se věnují pokusům s termokamerou. Dostupné online: [https://edu.labir.cz/ak\(vity/](https://edu.labir.cz/ak(vity/)
- [16] IR laserový modul ($\lambda = 980 \text{ nm}$). Dostupné online: https://ampul.eu/cs/laserovediody-moduly/5404-laserovy-modul-ir-30mw-980nm-bod-tecka?gad_source=4&gbraid=0AAAAADSG6LF4w93ETTi6cgbTgsQB4WI42&gclid=EAlaIQobChMI66vWnerphwMVbYCDBx0tPiYJEAQYASABEgKAj_D_BwE
- [17] Měření se spektrometrem Vernier. Dostupné online: <https://www.vernier.cz/stahnout/kucharka/kod/spektrum-ruznych-zdroju-svetla-SA> a <https://fyzweb.cz/clanky/index.php?id=142>
- [18] Spektrofotometr Vernier. Dostupné online: <https://www.vernier.cz/produkty/podrobne-informace/kod/GDX-SVISPL>
- [19] Sirénka 85dB 5V, 3,1kHz. Dostupné online: <https://www.hadex.cz/q197asirenka-85db-5v-31khz--kxg1205b-12x75mmmm/>

Optika nejen v akváriu

autor: Mgr. et Mgr. Barbora Mikulecká

Optika je krásné téma plné vizuálních efektů, které můžeme žákům poměrně snadno dopřát i bez finančně náročných pomůcek. Následující text představuje soubor pokusů, které procházejí geometrickou optiku od rovnoměrně přímočarého šíření světla přes odraz a lom po totální odraz. **Hlavní roli mezi pokusy hraje akvárium.**

Text je psaný podrobně včetně fyzikálních principů, je psán pro učitele I. i II. stupně ZŠ a pro jakékoliv další zájemce o tyto pokusy.

Obecně k optice v akváriu

Co všechno potřebujete k tzv. akvářkové optice? Není toho mnoho; stačí akvárium, rozumné šero a laserové ukazovátko.

Zatmění

Akvářkovou optiku lze dělat i v horším šeru. Nicméně, jak to tak bývá, čím větší je tma, tím je pokus efektnější. Na druhou stranu úplná tma pro vás bude kontraproduktivní - neustále budete řešit rozsvěcení a zhasínání, abyste viděli, co děláte. **Rozumný je kompromis šera.** Pokud nemáte vhodnou třídu, kde by bylo šero dostatečné, zainvestujte pár korun a pořiďte si tmavé igelitové pytle. Případně doporučujeme igelitový tunel, který je k dostání v hobby marketech. Tlusté velké pytle jsou dostatečně světlonepropustné a snadno je izolepou přilepíte na okno. Často zjistíte, že vám bude stačit takto polepit jen první dvě okna u katedry.

Akvárium

Pokud nemáte, zeptejte se známých, často někomu akvárium leží na půdě. Pokud byste kupovali, doporučuji navštívit sklenářství a vymyslet si vhodný rozměr tak, aby bylo dostatečně velké, ale ještě se vám s ním snadno manipulovalo v jednom. Na akvářkovou optiku vám postačí i jen 50 cm dlouhé a 25 cm široké akvárium. Cena se u sklenáře pohybuje kolem 1000 Kč.

Zdroj světelných paprsků

Doporučuji pořídit laserové ukazovátko. Z těch běžných máte na výběr červené, zelené nebo modré. **Červený paprsek bývá nejméně vidět.** Modrý se zase hodně rozptyluje a má poměrně širokou stopu. My používáme **zelený, na který je lidské oko nejcitlivější.** Bohužel má ze všech tří zmíněných nejkratší životnost z důvodu jeho konstrukce. Znamená to, že vám po několika měsících může začít klesat jeho intenzita.

Pak je samozřejmě otázkou, jak silný laser by to měl být. Ve škole bychom neměli pracovat s lasery o výkonu větším než 5 mW. Silnější lasery by podle nás určitě neměly přijít do rukou žáků. Co se týká demonstračních pokusů vedených učitelem, bude vám při dobrém zatmění stačit na tyto experimenty i 5 mW, nicméně použitím silnějšího laseru budou pokusy vizuálně atraktivnější. Jako vhodný mi přijde ze zkušenosti 50 mW laser.

Obecně si dávejte při práci s lasery pozor na odrazy. Pokud někomu omylem posvítíte do očí, vězte, že oko se brání a okamžitě se zavře. Laser se také se vzdáleností od zdroje hodně rozptyluje. Na několika kilometrech by vytvořil několikametrovou stopu. Vzhledem k těmto dvěma faktům si myslím, že použití silnějších laserů ve třídě uvědomělým učitelem je

bezpečné. Lasery je možné zakoupit například v internetovém obchodu www.laser-shop.cz. Ceny se pohybují v řádu stovek a stoupají s intenzitou laseru.

Rozptylové částice

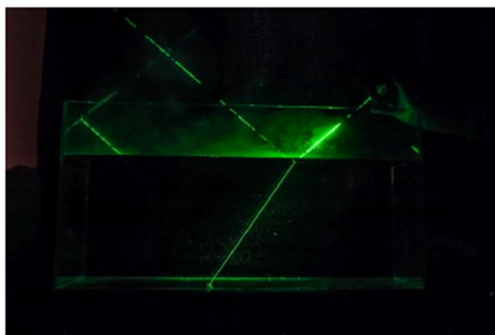
Aby byla stopa laseru vidět, je třeba, aby se jeho paprsky odchýlily k nám do oka. To byste měli vidět i ve vzduchu na částečkách prachu, kde laser mírně zjasní. Zkuste třeba do paprsku nadrolit trochu křídového prachu. Ve vzduchu se také dá dobře využít glycerinová mlha. Pro naše pokusy nicméně nic sofistikovaného nepotřebujete. **Na rozptyl ve vodě vám bohatě postačí jej podpořit čajem nebo kávou.** Pokud do vody přilijete hrnek jakéhokoliv čaje nebo trochu kávy, paprsek světla se zvýrazní.

K rozptylu je nutno dodat, že pro světlo je snazší se rozptylovat do menších úhlů. Proto paprsek uvidíte lépe vždy, když míří směrem k vám a ne od vás. A také proto paprsek vždy lépe uvidí jedna část třídy oproti druhé. Doporučuji střídat směry, kterým do akvária míříte, aby si oba kraje třídy pokusy užily.

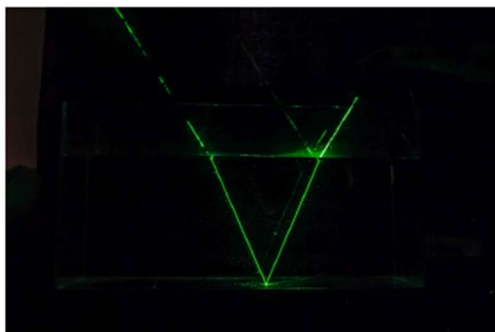
Pojďme tedy konečně do akvária i něco vložit.

Odraz

Posvítíte-li do akvária shora, světlo se vám odrazí hned od několika vrstev. Na stropě uvidíte stopu laseru odraženou od hladiny vody a přímo ve vodě uvidíte odražený paprsek od skleněného dna. Už zde je krásně vidět zákon odrazu. O něco lépe bude odražený paprsek vidět, když na dno ponoříte zrcátko. Například špejlí můžete znázornit, kde je kolmice k hladině, případně si kolmici můžete nakreslit na akvárium, laser postavit do držáku a s dětmi přímo měřit úhel dopadu a odrazu. Nicméně i bez měření je to velmi názorné.



Obr. 1: Paprsky laseru zobrazené v akváriu s pomocí glycerinové mlhy.



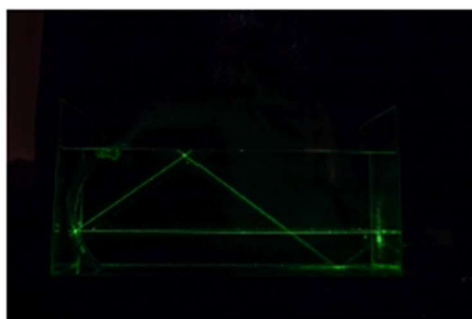
Obr. 2: Odraz od rovinného zrcadla.

Odraz a jeho nesmírná důležitost

Proč je odraz důležitý? Je dobré žákům zdůraznit to, že **bez odrazu bychom neviděli nic**. Tedy skoro nic. Viděli bychom pouze zdroje světla, ale už ne to, od čeho se světlo odráží. Vše by bylo černé. Jak jednoduchá, ale poměrně důležitá myšlenka.

Odraz od křivého zrcadla

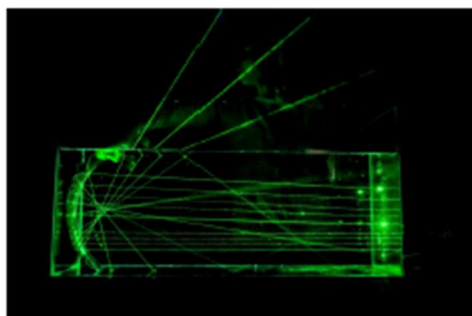
Do akvária můžete vložit i křivá zrcadla. U dutého zrcadla se budou paprsky odrážet směrem dovnitř a když budete svítit rovnoběžně z různých míst, bude vidět, že se odražené paprsky snaží spojit do jednoho bodu, tedy do ohniska. U zrcadla vypuklého se naopak můžete bavit o tom, jak se paprsky šíří za roh a proč se tedy tyto zrcadla používají třeba v zatáčkách. Jako duté nebo vypuklé zrcadlo můžete použít plastové zrcadlo (viz. kapitola Výroba kaleidoskopů a Zrcadlení) nebo cokoliv, co má zakřivený tvar a odráží světlo. Pěkné je použít lžíci nebo naběračku.



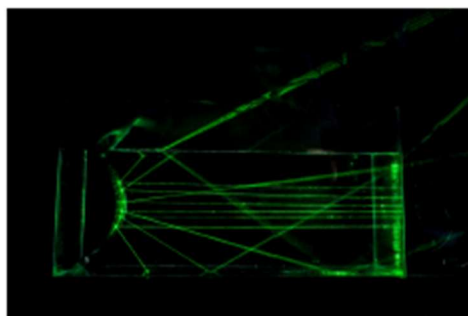
Obr. 3: Odraz od dutého zrcadla.



Obr. 4: Odraz od vypuklého zrcadla.



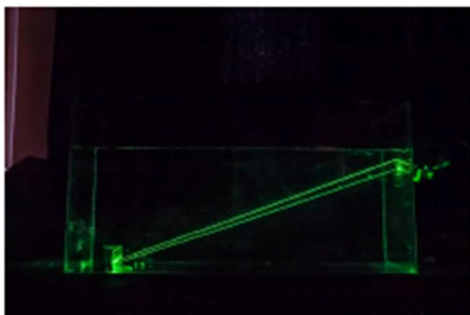
Obr. 5: Fotomontáž několika paprsků procházejících dutým zrcadlem.



Obr. 6: Fotomontáž několika paprsků procházejících vypouklým zrcadlem.

Koutový odražeč

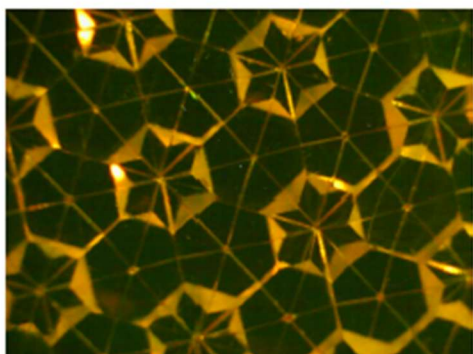
Za zajímavé využití odrazu (kromě zrcadlových dalekohledů) považuji koutový odražeč. Je to věc pro lidstvo tak důležitá, že jej na Měsíc vyneslo již Apollo 11.



Obr. 7: Chod paprsků koutového odražeče.



Obr. 8: Odrážka.



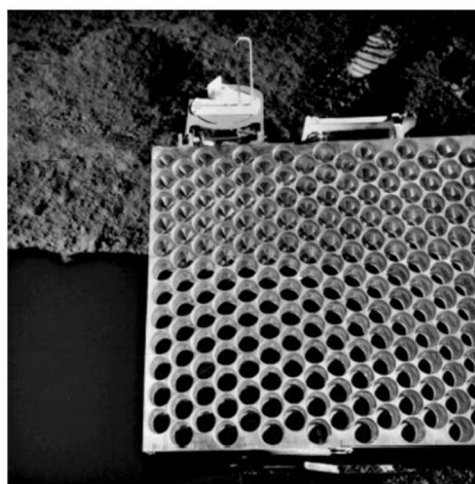
Obr. 9: Odrážka pod mikroskopem.



Obr. 10: Odrážný pruh na vestě pod mikroskopem.

Koutový odražeč jsou tři zrcátka spojená do rohu

Světlo na nich vykoná několik odrazů, které způsobí, že se vyslaný paprsek vrátí směrem ke zdroji, od kterého přišel. A to se hodí, pokud v noci potřebujete vidět to, na co svítíte. Například, pokud jste řidiči automobilu, tak byste rádi viděli cyklistu nebo chodce na silnici. Proto bychom neměli zapomínat nosit odrazky a reflexní prvky. Ty jsou tvořené právě mnoha malými koutovými odražeči. Klidně žákům na ukázkou nějakou odrazku ukažte nebo vezměte z auta reflexní vestu, kde zdánlivě tmavé reflexní pruhy v noci díky odrazu svítí.



Obr. 11: Koutový odražeč na Měsíci instlovaný posádkou Apollo 15.

Do akvária můžete buď vložit tři malá zrcátka slepená izolepou, a nebo můžete prostě svítit do rohu akvária. Sviťte na roh z různých směrů, vždy se vám ukáže odražený paprsek směřující zpět do směru, ze kterého přišel.

A proč jsme odrazku odvezli až na Měsíc?

Když na ni dokážeme ze Země posvítit laserem, můžeme z doby návratu paprsku spočítat **velmi přesně (na milimetry), jak je od nás Měsíc daleko**. I díky tomu dnes víme, že se od nás Měsíc vzdaluje rychlostí 5 cm za rok. Myslím, že takové měření je úctyhodný výkon vědy.

Krasohledy a zrcadlení

Na závěr odrazu si s žáky můžete trochu pohrát a vyrobit se třeba Krasohled nebo si pohrát s podivnými tvary zrcadel a jejich odrazy. Viz kapitoly Výroba kaleidoskopů a Zrcadlení.

Lom

Světlo se na rozhraní dvou prostředí také láme. Lom do vody i z vody paprskem laseru krásně znázorníte. Můžete žáky pobavit vtipnými fotografiemi z internetu, nebo jim prostě rozdat kelímek s vodou a špejli, ať se sami o lomu přesvědčí. Pozor, když svítíte z vody do vzduchu a ukazujete lom od kolmice, musíte svítit z boku akvária a ještě k tomu hodně zešikma, jinak se ukáže totální odraz a ten doporučuji ukázat až později.



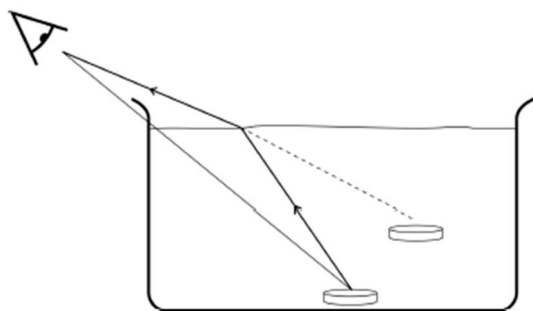
Obr. 12: Sklenice s brčkem.



Obr. 13: Lom je docela zábava :).

Mizející mince

Zkuste si s dětmi velmi jednoduchý pokus, který názorně ukazuje, že ne vše pod vodou se zdá být tam, kde má. Na pokus potřebujete jen neprůhlednou misku nebo hluboký talíř, minci a vodu. Do talíře umístěte minci. Podívejte se do něj z boku tak, aby vám mince těsně zmizela z pohledu. Opatrně nalijte vodu do talíře. Mince se vám zjeví před očima!



Obr. 14: Obraz ve vodě je posunutý. Ve vodě se světlo láme a nám se zdá být předmět posunutý.

Ještě jednodušší pokus je pozorování lžičky nebo špejle ve sklenici s vodou. Nad hladinou bude lžička vypadat posunutá oproti její části pod vodou. Jakoby se na hladině zcela zlomila a posunula o kus vedle.



Obr. 15: Připravený pokus před nalitím vody do kelímku.



Obr. 16: Pohled ze stejného směru na kelímek, do kterého jsme nalili vodu.

Čočky

Praktické využití lomu je hlavně u čoček, které nám paprsky světla buď trochu víc nakloní k sobě nebo je naopak od sebe odkloní. Na ukázkou dejte do akvária **spojku** a **rozptylku** a ukažte i různé mohutnosti čoček. Jednou rukou je držte ve vodě a druhou na ně sviťte z boku akvária a paprskem posouvejte nahoru a dolů. Uvidíte, jak se světlo za spojkou naklání k rovině čočky v případě spojky. A naopak u rozptylky budete pozorovat, jak se paprsky od roviny čočky rozptylují. Různou mohutností čoček ukážete dětem různou intenzitu takového jevu. Pokud nedisponujete žádnými čočkami, můžete se poptat v blízké optice, zda by se od nich nedaly koupit levně nějaké kazové. Případně zkuste oslovit nejbližší centrum Elixíru, nebo napište nám a nějaké vám pošleme.



Obr. 17: Chod paprsků spojkou.



Obr. 18: Chod paprsků rozptylkou.

Ať už optiku pojmáte jakkoliv, jako zcela zásadní v pochopení čoček dětmi vidím to, aby si děti mohly se spojkou a rozptylkou pohrát. Ne na optické lavici, ne v laboratorní práci, ale prostě jen tak v ruce. Rozdejte dětem spojky a rozptylky a zeptejte se jich, jak poznají, která je která. Mohou na to jít hned třemi způsoby:

- Tvarem mohou zjistit, zda je čočka tlustší uprostřed nebo na krajích. U málo mohutných čoček to ale není po hmatu poznat.
- Mohou se podívat zblízka třeba jen na svůj prst. Rozptylka by ho měla zmenšit, spojka zvětšit.
- Anebo se mohou skrz obě čočky podívat (čočky je dobré držet od sebe na vzdálenost natažených paží) a zjistit, že ve spojce je svět vidět vzhůru nohama. Tak, jako to děti znají z kapek rosy, nebo ze skleněných kuliček.

A když už takto dětem rozdáte spojkou a rozptylku, nechte je si zkusit zásadní pokus, a to zobrazení spojkou. Nechte je zobrazit zářivky na lavici, vlákno žárovky na strop anebo je nechte zobrazit okno na bílou stěnu. Obraz okna bude převrácený a barevný.

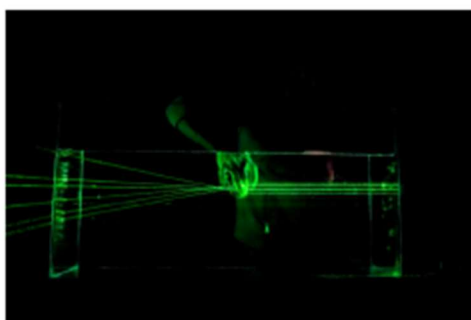
Divné čočky

Vlastnosti čoček jsou dány jejich tvarem, ale pozor, nejen tím! Záleží také, z jakého jsou materiálu a v jakém jsou materiálu. Pokud se s brýlemi ponoříte do vody, už vám tak dobře fungovat nebudou, protože voda má jiný index lomu než vzduch a čočky vám vytvoří v oku obraz trochu jinde.

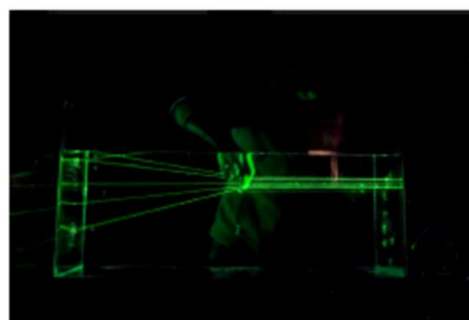
Zkuste dětem ukázat, co se stane, když do vody vložíte kulatou baňku. Ta má tvar spojky, nicméně když ji ponoříte do vody a posvítíte laserem, bude fungovat jako rozptylka. Svítíme totiž z vody do vzduchu, tedy z opticky hustšího prostředí do řidšího a paprsky se budou chovat přesně opačně. Můžete děti také trochu zmást a pobavit se o tom, že **hustota látek ještě není to samé jako optická hustota**. K tomu vám bude stačit nalít do baňky obyčejný olej. Ten má menší hustotu než vzduch, ale pro světlo je opticky hustší. A tak se z něj pod vodou stane spojka, i když bychom čekali rozptylku.



Obr. 19: Pohled skrz spojku a rozptylku.



Obr. 20: Fotomontáž několika paprsků skrz spojku.



Obr. 21: Fotomontáž několika paprsků skrz rozptylku.

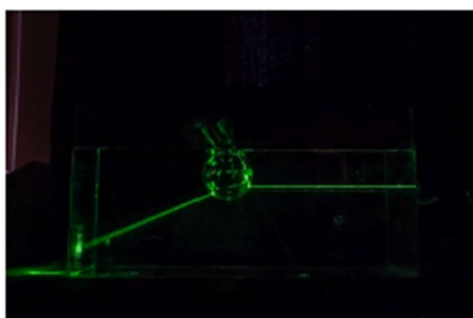
Vodní lupa I

S menšími dětmi si můžete vyrobit jednoduchou lupu z vody a kelímku. Základem je zmíněný kelímek, ideálně pevný, může být mělký (třeba od mléčné rýže). Pak obyčejná gumička, čirá potravinářská folie, voda a cokoliv, co chcete zvětšovat.

Jsou dvě varianty, jak může výsledná lupa vypadat. První varianta je s kelímkem vcelku, při které věci pro zvětšení vkládáme přímo do kelímku (třeba minci). Druhou variantou je lupa s odříznutým spodkem kelímku, která je výhodná v tom, že s lupou můžeme pozorovat různé věci na stole (třeba text novin). Nevýhodou druhé varianty je snazší deformace kelímku, proto doporučujeme opravdu co nejtvrdší kelímek, který seženete.



Obr. 22: Zobrazení okna spojkou.



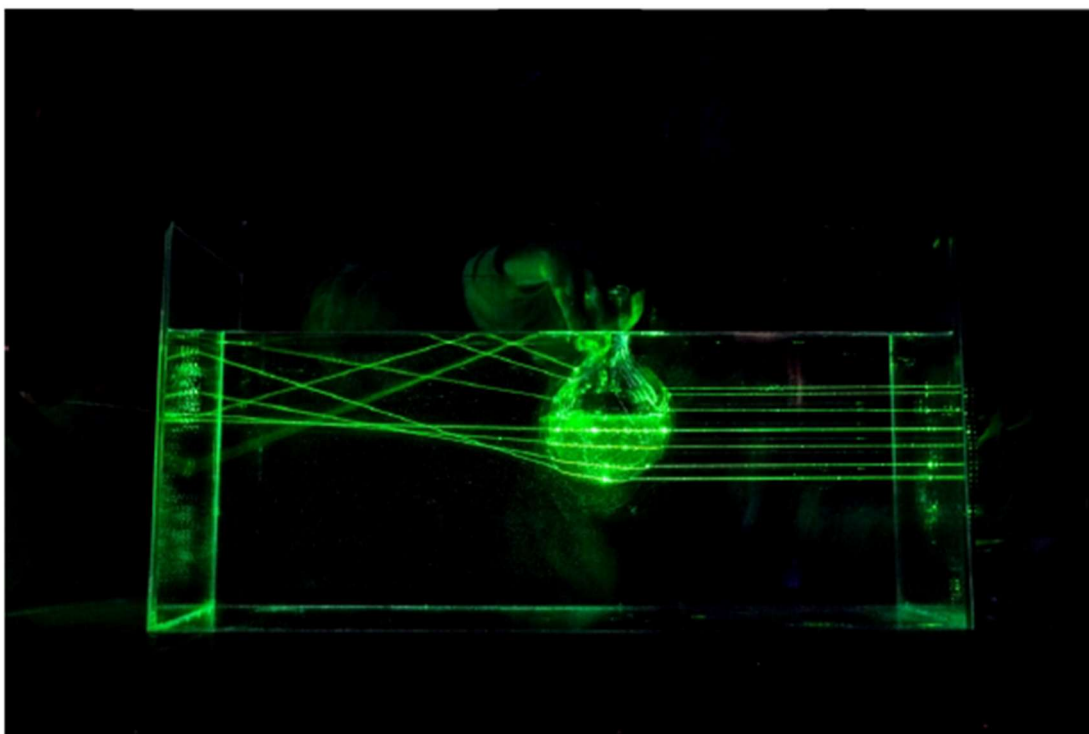
Obr. 23: Chod paprsků baňkou vyplněnou vzduchem.



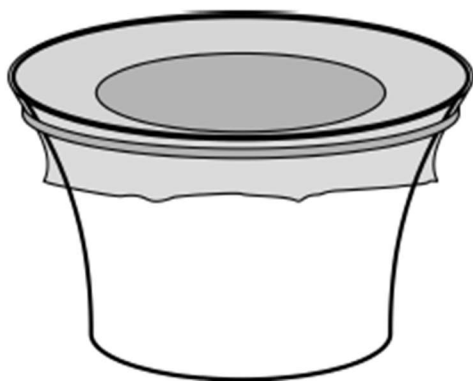
Obr. 24: Chod paprsků baňkou vyplněnou olejem.

Pokud budete dělat druhou variantu, v prvním kroku odstříhnete spodek kelímku a to co nejvíce rovně. Pro větší pevnost kelímku nemusíte stříhat celé dno, ale můžete jen ve dně vystříhnout větší otvor.

Pokud budete dělat variantu první, určitě v prvním kroku do kelímku položte věci, které chcete vidět zvětšené. Nebo si předvídavě v boku kelímku vytvořte otvor, abyste předměty v kelímku mohly měnit.



Obr. 25: Fotomontáž několika paprsků skrz baňku vyplněnou částečně vzduchem a částečně olejem.



Obr. 26: Náčrt pokusu

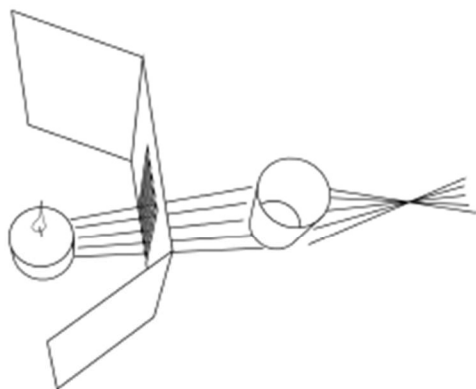


Obr. 27: Pohled na výrobek shora.

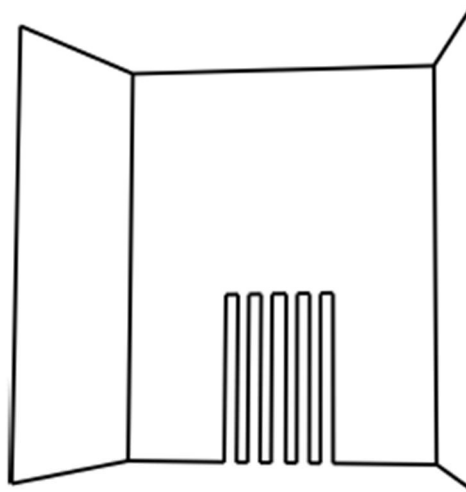
Navrch kelímku položte potravinářskou folii a přitáhněte gumičkou. Snažte se o to, aby vám ve folii vznikl jakýsi důlek. Do důlku nalijte vodu a je hotovo. Voda je folií vytvarovaná do spojné čočky a zvětšuje jako lupa.

Vodní lupa II

Abyste si s dětmi zobrazili chod paprsků spojkou, nepotřebujete nutně ani laserové ukazovátka. Zkuste následující pokus, který je vhodný pro děti všeho věku. Na pokus si připravte průhledné kelímky různých velikostí (viz. obrázek), papír, baterku (případně svíčku).



Obr. 28: Náskres pokusu.



Obr. 29: Detail vyrobeného stínítka.



Obr. 30: Kelímky s vodou různých velikostí.

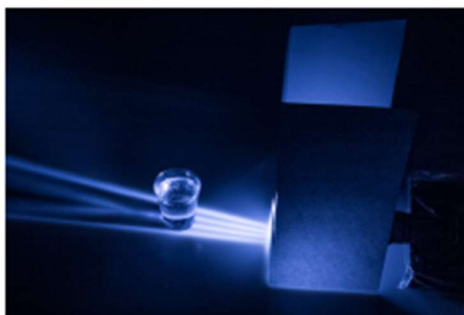


Obr. 31: Výsledný tvar papíru s vystřiženými otvory.

Papír po jeho delší straně přehněte na třetiny. V prostřední části papíru vystřihněte rovnoběžné proužky, průchody pro světlo, viz obrázek. Můžete do papíru vystřihnout více variant - různě široké pruhy různě daleko od sebe a odzkoušet tu nejlepší. Nám se více osvědčily užší proužky s užšími mezerami. Hezké jsou také jen dva úzké proužky dál od sebe. Baterkou svíťte skrz otvory do různých sklenic nebo kelímků s vodou. Za kelímkem se světlo spojí. Pozorujte s dětmi, jak daleko se bude spojovat u širších a užších skleniček.



Obr. 32: Paprsky vytvořené svíčkou.



Obr. 33: Paprsky vytvořené LED baterkou procházející nejmenším kelímkem.



Obr. 34: Paprsky procházející středně velkým kelímkem.



Obr. 35: Paprsky procházející největším kelímkem.

Čočkou je v tomto pokusu kelímek s vodou. V rovině, ve které na kelímek svítíme, jde o spojku, která má kulatý tvar. Čím více je kelímek zahnutý, tedy čím zakřivenější má stěny (v našem případě nejmenší kelímek), tím je čočka vypuklejší a paprsky se spojí blíže k čočce. Naopak největší kelímek má stěny nejrovnější, čočka je málo vypuklá a paprsky se spojí dále od kelímku.

Válcové čočky

Vyrobít spojku můžete snadno ze skleněné kuličky nebo kulaté baňky. Hůř už se hledají méně zaoblené čočky a rozptylky. Oproti tomu válcové čočky jsou na výrobu a hrátky s nimi opravdu jednoduché. Tady máte hned několik typů. Válcovou čočku vyrobte jednoduše z vody ve skleničce. Ideální sklenička je válcová, rovná. Obraz za skleničkou je stranově převrácený, s čímž se dá pěkně hrát. Nakreslete si na papír třeba šipku a sledujte, ve kterém místě za skleničkou se její obraz stranově otočí. Papír musí být trochu dál od skleničky, přesně řečeno za jejím ohniskem. Případně si k hraní vytiskněte námi připravené obrázky a přesuňte mrkvičku blíž ke koníkovi, utíkající nevěstu vraťte k ženichovi a zachraňte miminko od opuštění rodičem. Válcovou čočku si můžete vyrobit i ze zkumavky naplněné vodou. Tu pak můžete použít ke čtení následujících textů. První text má dva sloupce a vaším úkolem je najít rozdíl ve slovech v jednom a druhém sloupci. Najdete ho? Druhý text pak díky převrácení čočkou snadno přečtete, je psaný vzhůru nohama



PODIVNÁ SLOVA

JAKÝ JE ROZDÍL MEZI SLOVY V PRVNÍM A DRUHÉM
SLOUPEČKU?

BOD

KRUH

HOD

KOP

OBEC

VES

BODEC

OSTEN

CHODEC

AUTO

BOBEK

BOLEK

PŘEČTETE NÁSLEDUJÍCÍ SLOVA?

ОПТИКЕ УГΛΚΙΟ

ΒΟΓΑΒΙΣΑΨΙΙ ΕΟΓΙΕ

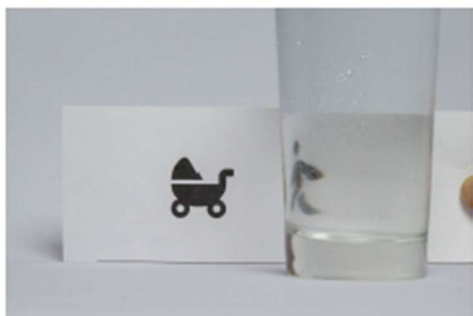
ΓΑΣΕΒΟΛΕ ΒΓΥΔΙΞΤΕ

ИЕΛΙΔΙΤΕΓΙΟΞΤ

ΣΒΟΙΚΑ Α ΒΟΣΨΤΥΓΚΑ

ΚΟΥΤΟΥ ΟΔΒΑΣΕΣ

ΣΨCΑDΓΕИΙ



Obr. 36: Zobrazení skrz skleničku.



Obr. 37: Zobrazení skrz zkumavku.

Index lomu a neviditelnost

Pokud baňku naplníme vodou a ponoříme ji do vody, světlo skrz ni projde bez výrazného lomu. Voda ve vodě prostě neudělá se světlem nic a světlo touto vodní baňkou jednoduše projde. A to je zajímavé. Pokud najdeme dvě látky se stejnou optickou hustotou, tedy se stejným indexem lomu, měla by jedna látka zmizet v té druhé. Asi nejhezčí kombinací je olej a chemické sklo. Míchací chemická tyčinka v oleji zmizí. Nebo malá kádinka ve větší sklenici naplněné olejem také nebude vidět. Můžete si před dětmi zahrát na kouzelníky a zkumavku, o které doposud nevěděly, vytáhnout z oleje. Jinou variantou je použít tzv. gelové perly z květinářství. Pozor, musí být průhledné. Gelové kuličky se nechají nasát vodou a jsou jí tak z 95% tvořeny. A voda ve vodě není vidět. Tento pokus děti milují a úplně nejraději se v kuličkách rochní a hrají si s nimi.



Obr. 38: Olej a chemické sklo.



Obr. 39: Gelové kuličky ve vodě.

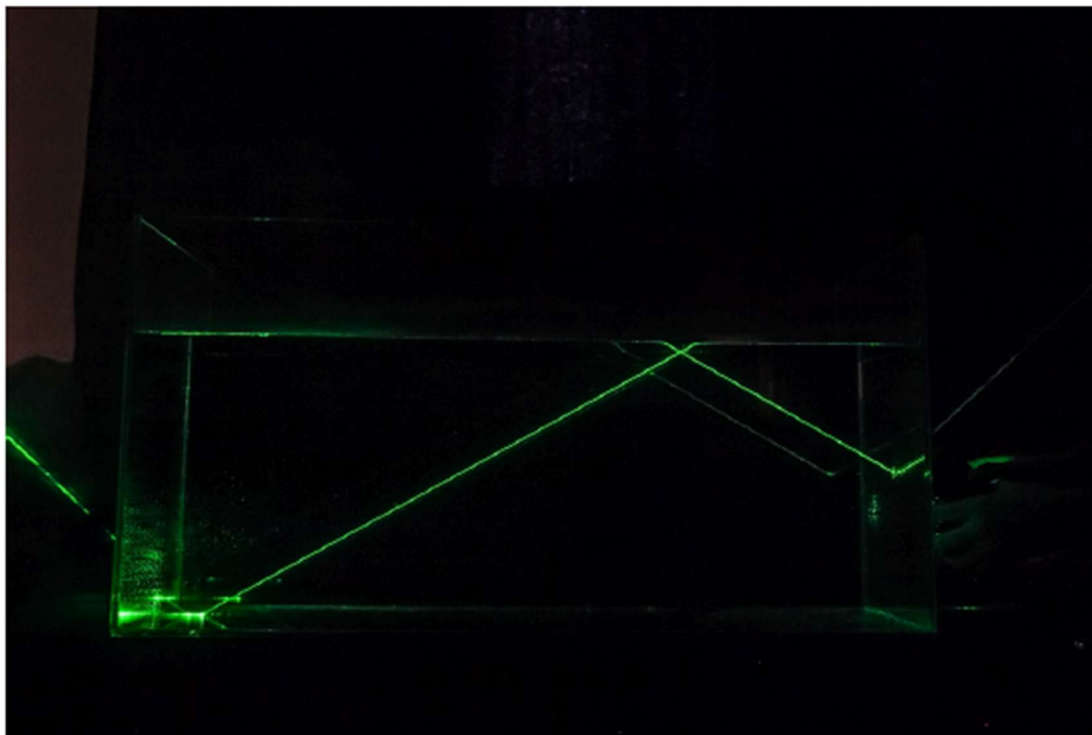
Další aktivity pro děti

Nebojte se zařadit do výuky nějaké hravé bádání s dětmi, například je nechte vyrábět čočky z kelímků, které najdete v kapitole Vodní lupa.

Úplný odraz

Úplný odraz může být dětem hodně blízko, protože odpovídá na otázku, jak se vede internet. Ukažte nejprve úplný odraz v akváriu. Sviťte z boku akvária pod velkým úhlem do vody tak, aby byl ještě pořád vidět paprsek, který se lomí do vzduchu. Ten je vidět minimálně jako stopa na stěně. Případně ho můžete zviditelnit dýmem z vonné tyčinky. Pokud budete úhel stále zvětšovat, najednou paprsek ve vzduchu zmizí. Už se nemá kam dál lomit, dostane se k hladině

vody a pak... není. Všechno světlo se odrazí dovnitř vody. Je krásně vidět, jak paprsek odražený od hladiny najednou zjasní. A k čemu je to dobré?



Obr. 40: Úplný odraz v akváriu.

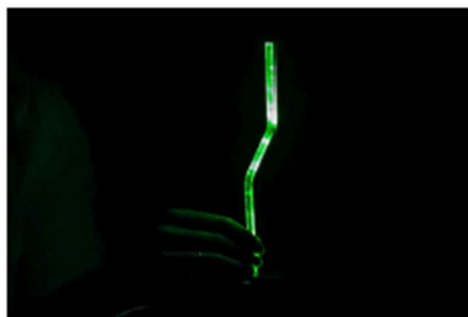
Optická vlákna

Normálně se světlo šíří rovnoměrně. Kdybychom ho chtěli nasměrovat skrz několik pokojů a chodbu, bude to docela náročný úkol s hromadou zrcátek. Ale když světlo uvězníme v nějakém materiálu, stačí už natvarovat jen ten materiál. A to děláme optickými vlákny. Optickými vlákny vedeme značnou část internetu. Například data z Ameriky do Evropy putují obřím svazkem vláken položeným pod Atlantickým oceánem. Další využití je třeba v kolonoskopii a jinde v lékařství.

Pokud nemáte demonstrační vlákno, zkuste sehnat kus širšího plexiskla nebo skleněné tyčinky. Chemické skleněné tyčinky se nad kahanem snadno ohýbají a můžete si tak udělat prakticky jakékoliv tvary.



Obr. 41: Optické vlákno z plexiskla.



Obr. 42: Optické vlákno ze skla.



Obr. 43: Optický kabel.

Mizející obrázek

Jeden z dalších pokusů na totální odraz je tento. Bude potřebovat zavíratelný sáček velikosti takové, aby se vešel do skleničky, papír a lihový fix. Na papír si nakreslete něco pěkného, třeba rybičku. Vložte papír do sáčku a sáček utěsněte. Na sáček pak nakreslete obrys obrázku nebo jiné doplňky k obrázku. Sáček pak ponořte do hrnečku s vodou a dívejte se na něj shora. Obrázek na papíře zmizí a zůstane jen obrázek na sáčku. Můžete si tak vymyslet něco vtipného. Protože se na obrázek díváme z hodně velkého úhlu, vznikne na rozhraní vzduchu v sáčku a vody úplný odraz. Světlo, které se k vám z obrázku v sáčku šíří do oka se na rozhraní úplně odrazí zpátky. K vám do oka se tedy dostane jen obrázek nakreslený na sáčku.



Obr. 44: Obrázek nad hladinou.

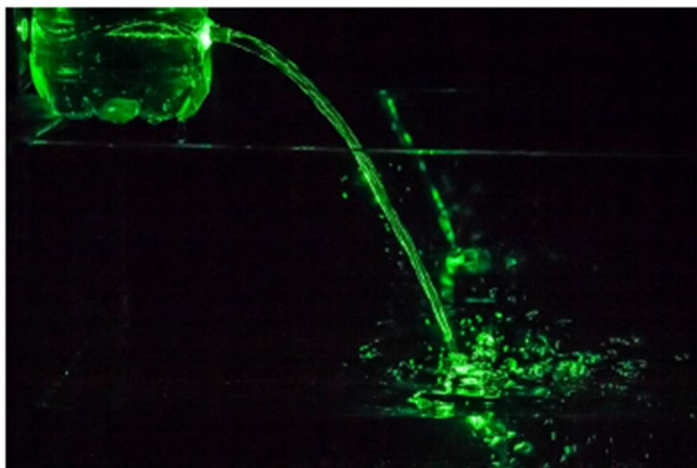


Obr. 45: Obrázek pod hladinou.

Čůrací lahev

Optické vlákno ale nemusí být jen ze skla nebo plexiskla. Vystačíte si i s vodou. Můžete třeba jen utěsnit vodu v průhledné hadičce anebo vodu pustit tenkým proudem ven. Pokusu s vodním vláknem se z jistých důvodů nedá říkat jinak, než čůrací láhev.

Výroba je velmi jednoduchá, stačí udělat do PET lahve v její spodní části díрку, do které dáme malý kousek brčka a utěsníme tavnou pistolí. Nejnáročnější pak je se do brčka trefit laserem.



Obr. 46: Optické vlákno z vodního proudu.

Výroba kaleidoskopů

Vojtěch Hanák, autor původního nápadu Mgr. Václav Piskač, Ph.D.

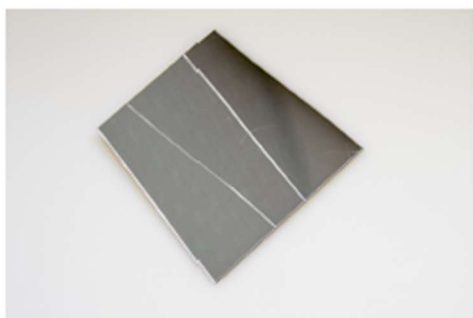
Pomůcky a materiál

- vylamovací nůž
- zrcadlová folie ve velkém formátu nebo již nařezané kousky z ÚDiFu
- lihový fix
- podložka na řezání
- ocelové pravítko
- barevné izolepy

Návod a provedení

Plastové zrcadlové folie je možné sehnat například ve firmě FTP plasty. Cena plátu 2x1 m se pohybuje kolem 500 Kč. Do firmy doporučuji zavolat a ptát se po plastovém zrcadle tloušťky 1 mm. Jak si poradit s jejím rozkouskováním?

Po rozvržení dílů na kaleidoskop je potřeba narýhovat zrcadlovou fólii pomocí vylamovacího nože a pravítka. Velmi pomůže pracovní deska s předkreslenou centimetrovou sítí. Na krycí fólii si fixem předkreslete budoucí řezy a poté fólii ze strany zrcadla nařízněte nožem a fólii rozlámejte na jednotlivé kousky. Řez nemusí být příliš hluboký, fólie se láme velmi ochotně.



Obr. 47: zrcátka před lámáním



Obr. 48: hotový kaleidoskop

Kaleidoskop dobře funguje, pokud je dlouhý a úzký. Dobře se osvědčila konstrukce ze **tří lichoběžníků, jejichž výška je 10 cm, delší rovnoběžná strana má délku 4 cm a kratší 2 cm**. Pro snazší práci tedy nařežte plát fólie na metrové 10 cm široké pruhy, ze kterých pak vykrajujte jednotlivá zrcátka. Doporučujeme dbát zvýšenou pozornost při této činnosti - snadno naměříte omylem více a vznikají tak nepoužitelné kusy.

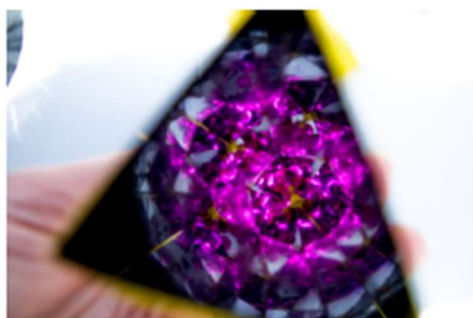
Jednotlivá zrcátka zbavíme krycí fólie a z černé strany je k sobě postupně přilepte izolepou. Úzké strany jsou na jednom konci. Nakonec slepte hřbet kaleidoskopu. Čelo kaleidoskopu je možno přelepit tenkými pásky barevné izolepy. Vzniknou tak krásné barevné tvary, které si po čase můžete změnit. Izolepu odlepte a nalepte novou. Můžete vyzkoušet i variantu, kdy polepíte izolepou celé čelo a uděláte do ní dírký třeba ve tvaru nějakého souhvězdí.

Plastové zrcadlo není nutnou podmínkou úspěchu. Kromě této pohodlné, ale drahé varianty můžete použít skleněná zrcadla, která vám dodá každý sklář anebo využít alobalu. Případně jsou k dostání i lepicí zrcadlové folie. Kvalita odrazu je u nich ale o něco horší.

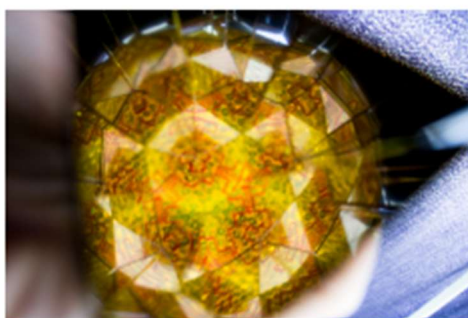
Mezipředmětové využití

Výroba kaleidoskopu a jeho použití může spojit pracovní a výtvarnou výchovu. Zobrazení v kaleidoskopu lze dále využít ve fyzice při řešení zobrazení rovinným zrcadlem nebo v matematice při řešení osově souměrnosti. Ze zrcadlové fólie můžeme také konstruovat větší a složitější útvary jako koutové odražeče nebo Platónská tělesa. Ve variantě se souhvězdími se dostanete i k astronomii.

Jako inspiraci přikládáme následující obrázky



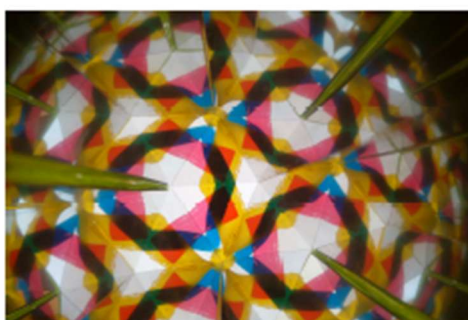
Obr. 49: pohled do kaleidoskopu



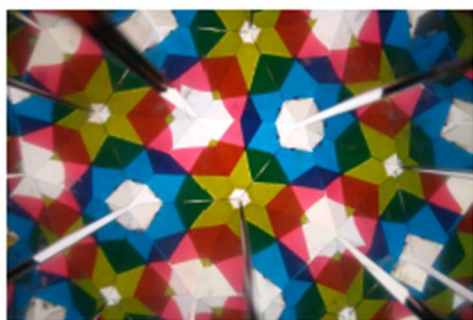
Obr. 50: pohled do kaleidoskopu



Obr. 51: pohled do kaleidoskopu



Obr. 52: pohled do kaleidoskopu



Obr. 53: pohled do kaleidoskopu



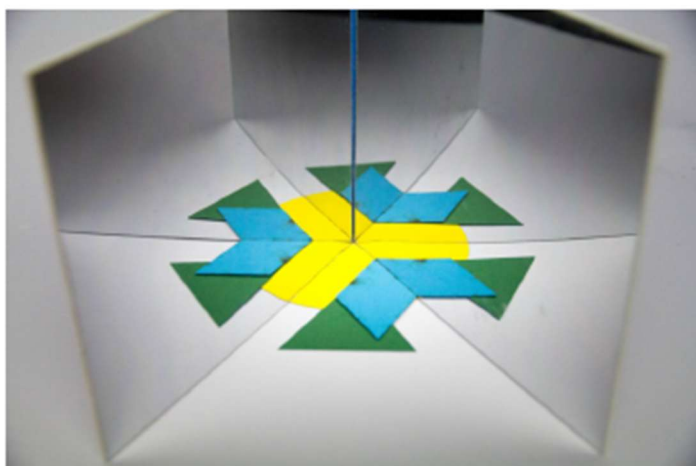
Obr. 54: pohled do kaleidoskopu

Zrcadlení

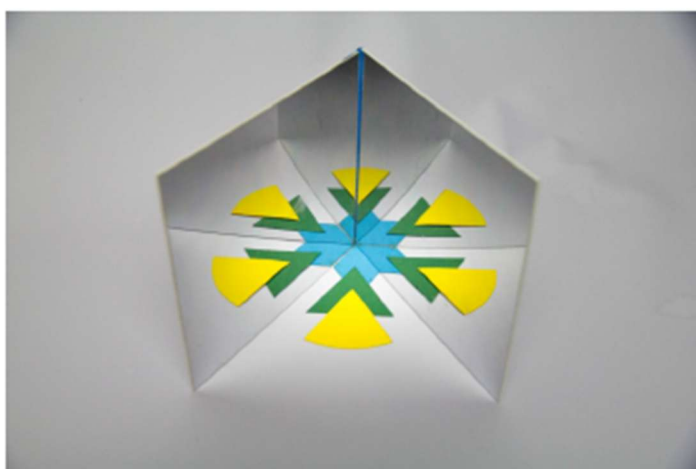
Okouzující krasohledy známe všichni, ale jak v nich všechny ty odrazy vznikají? Podívejme se na ně podrobně a hravě.

Pomůcky

- 2 kusy plastového zrcadla nebo zrcadlové folie podlepené zpevňující deskou
- geometrické tvary



Obr. 55: Ukázka výrobku z plastového zrcadla a barevných čtvrtek.



Obr. 56: Ukázka výrobku z plastového zrcadla a barevných čtvrtek.

Postup

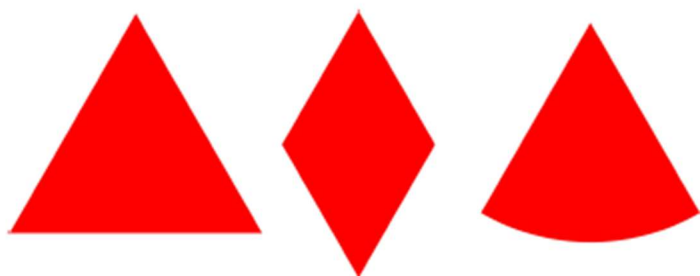
Postup můžete zvolit svůj vlastní. **Cílem je vytvořit dvě odrazné desky, které k sobě z jedné hrany slepíme například izolepou a postavíme je do úhlu 60°** (posléze si můžete hrát i s dalšími úhly). Do takto vytvořeného šedesátistupňového rohu pak můžete vkládat vámi vytvořené geometrické tvary a sledovat, jaké krásné útvary se díky násobným odrazům vytvoří.

Odrazné desky je možné vyrobit mnoha způsoby. Nejhezčí odraz dají samozřejmě opravdová zrcadla. Pracujete ale se sklem a je třeba vzít toto riziko v úvahu. Pokud byste se však touto

cestou vydali, doporučuji jednoduše koupit (například v IKEA) malá čtvercová zrcadla a přilepit je hranou k sobě pevnější izolepou (například kobercovkou).

Další možnost je si pomoci v papírnictví, kde se dají zakoupit odrazné papíry, většinou nalepovací. Výroba i manipulace je pak snadná, odraz je ale méně kvalitní. Jakousi střední cestou je si pořídit plastová zrcadla, která se dají sehnat ve specializovaném obchodě s plasty (např. FTP plasty).

Vhodné geometrické tvary mají alespoň jeden vrcholový úhel 60, 120 nebo 30 stupňů, jinak lze používat trojúhelníky, kosočtverce, kruhové výseče a jiné. Dětem pak doporučujeme dát předtištěná zadání tvarů, která mají vytvořit. Můžete je rozdělit do skupinek po dvou až třech a nechat je soutěžit nebo si prostě hrát.



Obr. 57: Možné tvary.

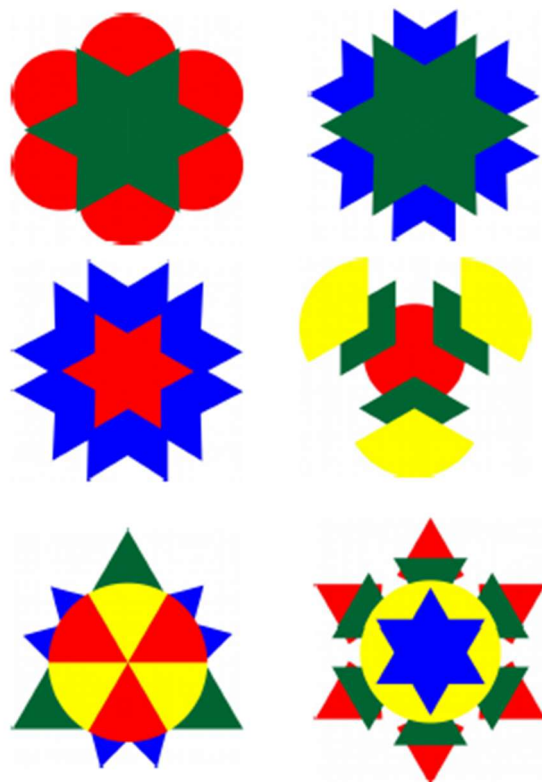
Fyzikální popis pokusu

Abyste měli hezké a celistvé odražené obrázky, musíte mít správný úhel. Nám se zdá nejhezčí právě ten, který je v krasohledech. **Krasohled má vlastně trojúhelníkovitý tvar a úhly v rovnostranném trojúhelníku mají po 60°.**

Fungovalo by to ale i s dalšími úhly?

Ano, jediné, co musíme dodržet je, že **podíl 360° (což je vlastně plný úhel, jednoduše řečeno úhel kolem dokola po kružnici) a zvoleného úhlu je celé číslo.** Pro náš úhel 60° je to $360/60 = 6$. A dokonce tak můžeme určit počet odrazů - v zrcadlech uvidíme šestistěn.

Zkuste poskládat například tyto obrázky



Obr. 58: Možné zadání pro děti.

Další "hezké" úhly rozevření zrcadel jsou: 90° , 45° , 30° . Náš výpočet platí i pro úhel 180° , tedy zcela rozevřená zrcadla. Jednoduše spočítáme, že $360/180$ je 2. Budeme mít jeden odraz a k tomu náš vzor, dohromady tedy číslo dva sedí.