



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání



Název projektu:

Internacionalizace, spolupráce, inovace, reflexe a evaluace v přípravě budoucích učitelů

Registrační číslo:

CZ.02.3.68/0.0/0.0/19_068/0015764

Toto dílo podléhá licenci Creative Commons 4.0 ve variantě BY-SA



VLNOVÁ OPTIKA

Následující experimenty jsou čerpány z těchto zdrojů a literatury:

1. Svoboda, E., Houdek, V. a Svoboda, M. (2001). Pokusy z fyziky na střední škole 4. Prometheus, Praha.
2. Svoboda, M., Alexa, R., Houdek, V., Svoboda, E. a Švecová, H. (1994). Praktikum školních pokusů II. Karolinum, Praha.
3. Rentzsch, Werner: Experimente mit Spass. 1. - 5., Köln: Aulis Verlag Deubner, 2007
4. [Veletrh nápadů učitelů fyziky \(vnuf.cz\)](http://veletrh.napadů.učitelů.fyziky.vnuf.cz)
5. <https://youtu.be/82Cux9Q9afk>

Veškeré experimenty z vlnové optiky provádíme, pokud možno v zatemněné místnosti.

DIFRAKCE

DIFRAKCE BÍLÉHO SVĚTLA NA OPTICKÉ MŘÍŽCE

POMŮCKY:

optická mřížka s řádově stovkami štěrbin na 1 mm
(CD – kompaktní disk)
zdroj světla
optická lavice



PŘÍPRAVA A PROVEDENÍ:

Upevněte optickou mřížku na optickou lavici před zdroj světla, zapněte zdroj a pozorujte difrakční obrazec.

ZÁVĚR:

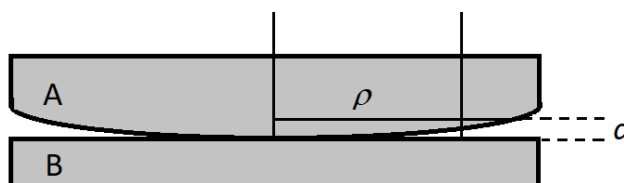
Při realizaci experimentu je velmi důležité žáky upozornit, že na optické mřížce nedochází k lomu světla, ale k difrakci. Žáci velmi často zaměňují difrakci s lomem. Při difrakci se od přímého směru šíření světla nejvíce odchyľují barvy červeného konce spektra, při lomu jsou to barvy fialového konce.

INTERFERENCE SVĚTLA

NEWTONOVA SKLA (INTERFERENCE SVĚTLA NA VZDUCHOVÉ VRSTVĚ PROMĚNNÉ TLOUŠŤKY)

POMŮCKY:

intenzivní zdroj světla (např. lampa s halogenovou žárovkou 150 W/24 V)
2 projekční stěny



Newtonova skla
držák
optická lavice
spojná čočka

PŘÍPRAVA A PROVEDENÍ:

Newtonova skla se nazývá pomůcka, která se skládá z rovinné skleněné destičky B a ploskovypuklé čočky A, které jsou umístěny v objímce se šrouby, kterými můžeme měnit tloušťku vzduchové vrstvy d .

Na optickou lavici upevníme zdroj světla. Newtonova skla upevníme na optickou lavici pod úhlem 45° k dopadajícím paprskům do vzdálenosti asi 0,5 m od lampy. Odražené paprsky necháme dopadat na projekční stěnu.

Souběžně s interferenčními jevy ve světle odraženém můžeme pozorovat interferenční jevy ve světle procházejícím. K tomu účelu potřebujeme další stínítko postavené kolmo k optické lavici za Newtonovými skly.

Tvar interferenčního obrazce měníme uvolňováním nebo přitahováním tří šroubů na objímce Newtonových skel. Protože je dopadající světlo bílé, jsou interferenční kroužky zbarveny.

Kroužky pozorujeme nejlépe po zobrazení spojnou čočkou, umístěnou mezi skly a projekční stěnou.

Měníme-li úhel natočení Newtonových skel vůči dopadajícím paprskům, dojde se změnou úhlu dopadu ke změnám v interferenčním obrazu.

ZÁVĚR:

Kroužek stejné barvy se vytvoří v místech, v nichž má vzduchová vrstva stejnou tloušťku d .

Zbarvení kteréhokoli kroužku je při dopadajícím bílém světle dáno barvou směsi monofrekvenčních světél, která jsou s nenulovou intenzitou ve směsi zastoupena.

Kdybychom prováděli experiment s monofrekvenčním zdrojem světla, viděli bychom, že interferenční jevy ve světle odraženém jsou doplňkové k interferenčním jevům ve světle procházejícím, tzn. byla-li by pro kroužek o určitém poloměru r ve světle odraženém splněna podmínka maxima, byla by pro kroužek o stejném poloměru ve světle procházejícím splněna podmínka minima.

POZNÁMKY

INTERFERENCE NA MÝDLOVÉ BUBLINĚ

POMŮCKY:

roztok na bubliny
drátěný nebo z brček vyrobený rámeček
nádoba na roztok na bubliny, kam můžeme
ponořit celý rámeček

zdroj bílého světla
zdroj monofrekvenčního světla

PŘÍPRAVA A PROVEDENÍ:

Ideální velikost rámečku je kolem 30 cm^2 . Do připraveného roztoku ponoříme rámeček a následně ho opatrně vyjmem. Tenkou blánu v rámečku osvětlíme připraveným zdrojem světla a pozorujeme interferenční obrazec, jehož tvar závisí na umístění rámečku.

ZÁVĚR

Pokud osvětlíme tenkou vrstvu monofrekvenčním světlem, tak ní vznikají světlé a tmavé proužky. Při osvětlení bílým světlem vznikají na tenké vrstvě duhově zbarvené světlé a tmavé proužky pro každou barvu ve spektru zvlášť.

POZNÁMKY

OHYB SVĚTLA NA PŘEKÁŽKÁCH

OHYB SVĚTLA NA TENKÉM DRÁTKU

POMŮCKY:

optická lavice
drátek napnutý na držáku
štěrbina s měnitelnou šířkou
projekční stěna
Intenzivní zdroj světla
lupa

PŘÍPRAVA A PROVEDENÍ:

Na optickou lavici umístíme zdroj světla a štěrbinu s tenkým drátkem. Co největší vzdálenosti od optické lavice umístíme kolmo k ní projekční stěnu. Aby nám vznikl zřetelný ohybový obrazec potřebujeme úzkou štěrbinu rovnoběžně umístěnou s drátkem a správně zvolené vzdálenosti. Štěrbinu postavíme až do rozbíhavé části paprsků asi 5 cm za nejužší místo. Držák s tenkým drátkem umístíme do vzdálenosti přibližně 0,3 m od štěrbin. Na projekční stěně pozorujeme ohybový obrazec.

Ve stejném uspořádání můžeme demonstrovat ohyb světla na vlasu.

ZÁVĚR:

POZNÁMKY

OHYB SVĚTLA NA ŠTĚRBINĚ

POMŮCKY:

optická lavice
zdroj světla
štěrbina na držáku
různé šířky štěrbin
matnice
lupa

PŘÍPRAVA A PROVEDENÍ:

Uspořádání experimentu je stejné jako v předchozím, akorát místo drátku použijeme štěrbinu. Štěrbinu, na které nastává pozorovaný ohybový jev, nastavíme za současného pozorování ohybového obrazce tak, aby interferenční proužky byly co nejzřetelnější. Ohybový obrazec je nejlépe pozorovatelný lupou na matnici v procházejícím světle, tj. z druhé strany matnice.

ZÁVĚR:

Se změnou šířky štěrbinu dochází ke změnám v rozložení maxim a minim. Čím bude štěrbina užší, tím jsou interferenční proužky širší.

POZNÁMKY

Polarizace světla

POLARIZACE SVĚTLA

POMŮCKY:

model polarizátoru s analyzující destičkou
meotar/ zdroj světla
projekční plátno /papír

PŘÍPRAVA A PROVEDENÍ:

Na meotar postavíme polarizační přístroj a zaostříme. Nastavíme destičku otočnou podle svislé osy tak, aby její dopadová rovina byla rovnoběžná s dopadovou rovinou polarizátoru. Otáčíme-li pomalu polarizátorem a sledujeme, že intenzita odraženého světla klesá. Jsou-li dopadové roviny navzájem kolmé, nastane minimum intenzity odraženého světla. Při otočení

o 90° nastanu opět maximum odraženého světla. Tento jev se opakuje při každém otočení polarizátoru.

ZÁVĚR:

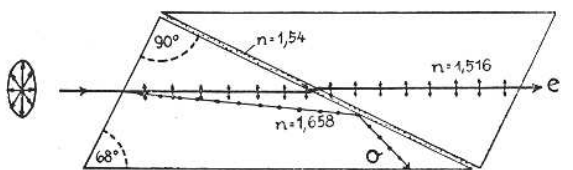
Světlo odražené od lesklého rovinného povrchu těles se chová různě v různých rovinách – je lineárně polarizované

POZNÁMKY

POLARIZACE SVĚTLA DVOJLOMEM

POMŮCKY:

nikol (islandský vápenec)
polarizační filtr
meotar
folie s textem na meotar



PŘÍPRAVA A PROVEDENÍ:

Svazek paprsků necháme projít nikolem. Na stínítku postavením kolmo ve vhodné vzdálenosti za nikolem pozorujeme dvě různé kruhové stopy. Při otáčení nikolem pozorujeme, že stopa řádných paprsků nemění svoji polohu. Stopa mimořádných paprsků se pohybuje po kružnici. Za krystalem umístíme polarizační filtr s tyčinkou. Při otáčení filtrem mizí v určité poloze řádný paprsek a po otočení o úhel 90° mizí paprsek mimořádný.

ZÁVĚR:

Řádný paprsek je polarizován v rovině kolmé na rovinu, v níž je polarizován paprsek mimořádný.

POZNÁMKY

FOTOELASTICIMETRIE

POMŮCKY:

model součástky s plexiskla
polaroid
projekční stěna
meotar

PŘÍPRAVA A PROVEDENÍ:

Polaroid položíme na plochu meotaru. Polaroid můžeme použít ve funkci polarizátoru i analyzátoru. Intenzita světla prošlého soustavou polarizátor-analyzátor závisí na úhlu natočení analyzátoru vůči polarizátoru.

Zapneme meotar a analyzátor natočíme na maximální intenzitu prošlého světla. Mezi polarizátor a analyzátor vložíme v kolmé poloze destičku z plexiskla a zaostříme meotar. Analyzátor natočíme na minimální intenzitu prošlého světla. Budeme-li nyní destičku namáhat sevřením, rozsvětlí se obraz destičky různými barevnými pruhy.

ZÁVĚR:

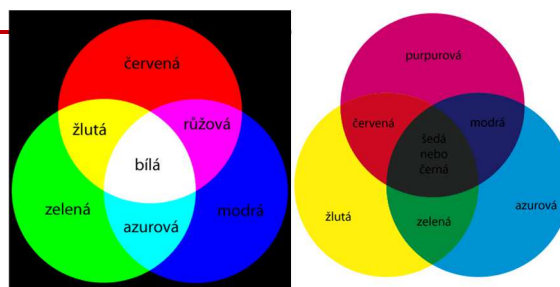
Podle jejich průběhu odborník pozná rozložení mechanických napětí ve zkoumaném modelu. Pnutí v materiálu dochází k pootočení molekul materiálu a světlo může procházet.

POZNÁMKY

SKLÁDÁNÍ BAREV

POMŮCKY:

souprava na míchání barev
s barevnými skly a filtry
meotar



PŘÍPRAVA A PROVEDENÍ:

Míchat barvy můžeme dvojím způsobem, a to součtově a rozdílově (aditivně a subtraktivně). U aditivního míchání používáme tři základní barvy – červenou, zelenou a modrou (RGB). Ke každé základní barvě existuje barva doplňková, která vzniká mícháním dvou zbývajících základních barev a kombinací všech tří základních barev získáme světlo bílé. Stejně tak kombinací základní barvy a barvy k ní doplňkové. Schéma aditivního míchání barev je na obrázku výše.

Subtraktivní míchání barev je založeno na principu odčítání některých spektrálních složek z mnohobarevného světla. Výsledná barva má chudší spektrální složení. Subtraktivní míchání demonstrujeme pomocí barevných filtrů, které umístíme před bílé světlo. Toto míchání barevných světél můžeme přirovnat k míchání vodových barev. Základními barvami jsou zde azurová, purpurová a žlutá (CMY). Kombinací různých poměrů těchto tří základních barev lze získat různé barvy. Pokud smícháme tyto tři barvy o stejné hustotě, získáme barvu černou. U subtraktivního míchání jsou jako doplňkové barvy ty, které se vzájemně doplní na černou barvu (tzn. červená, modrá zelená). Schéma subtraktivního míšení barev je na obrázku výše.

ZÁVĚR:

Podle jejich průběhu odborník pozná rozložení mechanických napětí ve zkoumaném modelu. Pnutí v materiálu dochází k pootočení molekul materiálu a světlo může procházet.

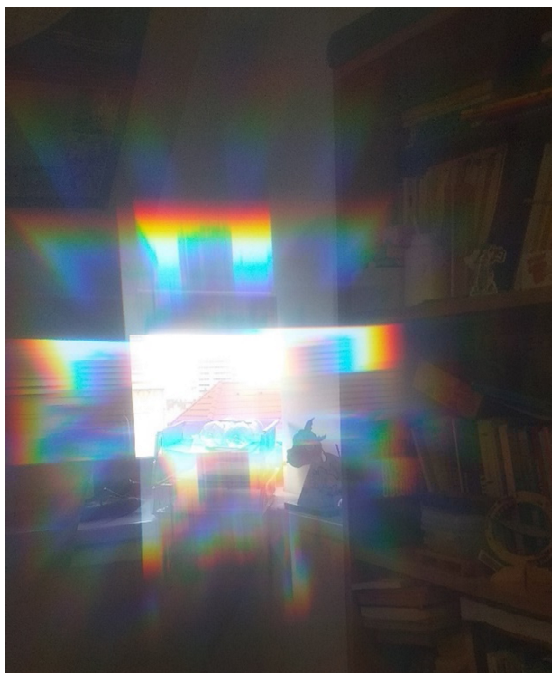
POZNÁMKY

Subtraktivní míchání barev se využívá při barevném tisku. Barevný vjem vzniká kombinací barevných teček. Smícháním dvou barev omezíme barevné spektrum odraženého světla jen na tu část, která se nevyskytuje ve spektru žádné z barev. Z ekonomických důvodů se černá barva (key) při tisku netvoří kombinací všech tří barev, ale dodává se samostatně (CMYK).

Jednoduché experimenty

DIFRAKČNÍ BRÝLE

POMŮCKY:
difrakční brýle



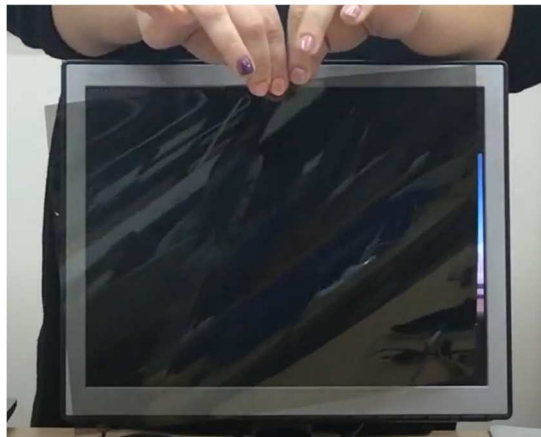
POLARIZACE OBRAZOVKY

POMŮCKY:

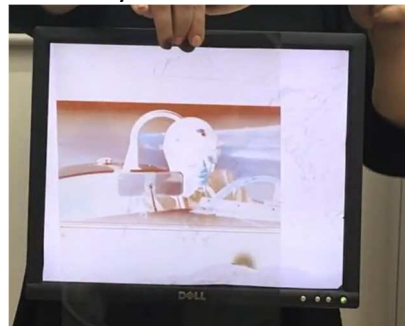
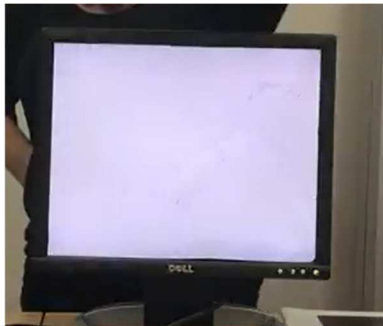
LCD monitor (notebook)
LCD monitor s odstraněnou jednou polarizační vrstvou
větší polarizační folie

PŘÍPRAVA A PROVEDENÍ:

Spusťte monitor, zobrazte na něm nějaký obrázek nebo pusťte film. Před monitor umístěte polarizační folii a pomalu s ní otáčejte. Můžeme sledovat, jak obrázek na monitoru mizí a opět se objevuje.



Spusťte monitor s jednou odstraněnou polarizační vrstvou, zobrazte na něm nějaký obrázek nebo pusťte film. Než před monitor umístíte polarizační folii, vidíte pouze svítit obrazovku. Jakmile před monitor umístíte polarizační folii objeví se obraz. Pomalu začneme polarizační fólií otáčet. Můžeme sledovat, jak se obrázku na monitoru mění barvy.



ZÁVĚR:

LCD monitor je tvořen dvěma na sebe kolmými polarizačními filtry mezi kterými je vrstva tekutých krystalů. Proto vidíme barevný obraz. Pokud přidáme třetího filtru opět stáčíme rovinu polarizovaného světla a obraz mizí a objevuje se.

POZNÁMKY

POLARIZACE SVĚTLA A IZOLEPA

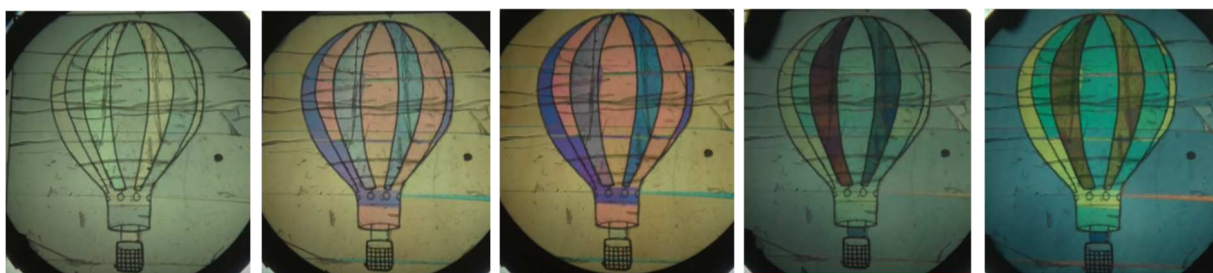
POMŮCKY:

izolepa
polarizační filtry
meotar

PŘÍPRAVA A PROVEDENÍ:

izolepu odmotáme z návínů a zmačkáme nebo si pohrajeme a můžeme vytvořit šachovnici či dokonce nějaký obrázek viz. <https://youtu.be/82Cux9Q9afk>

Takto vytvořený obrázek umístíme na meotar mezi dva polarizační filtry a analyzátozem (horním filtrem) začneme pomalu otáčet. Sledujeme, jak se mění barvy obrázku.



ZÁVĚR:

Vrstvy izolepy stáčí rovinu polarizovaného světla a díky tomu obrázek mění barvy.

POZNÁMKY

Zdroje a literatura:

1. SVOBODA, Emanuel a Václav HOUDEK. *Pokusy z fyziky na střední škole*. Praha: Prometheus, 1997. ISBN 8071960071.
2. [Veletrh nápadů učitelů fyziky \(vnuf.cz\)](http://veletrh.napadu.ucitelu.fyziky.vnuf.cz)
3. <https://youtu.be/82Cux9Q9afk>

