

Kroucení světla

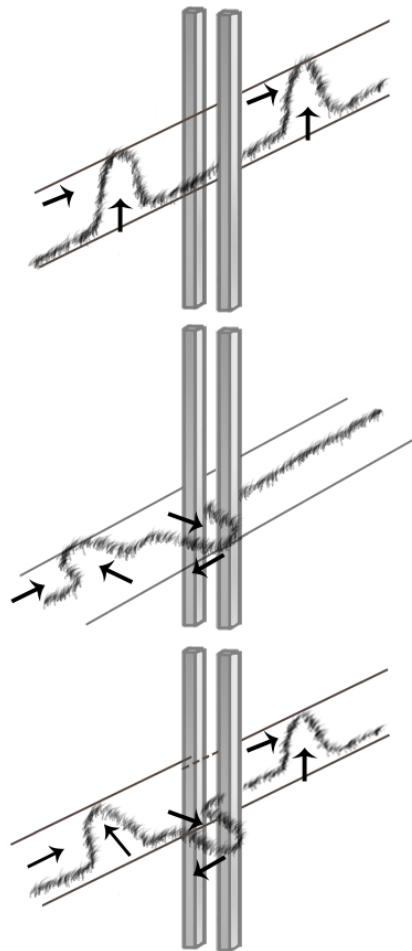
Jak se vůbec kroutí světlo? A proč by to někdo měl chtít zkoušet?

Kroucení či otáčení světla může znít směšně. Kdyby ale technici neobjevili způsob, jak světlo řízeně otáčet, displeje našich mobilů, notebooků, a možná i televizní obrazovky by se nikdy nerozsvítily.

V následujících pokusech budete skutečně světlo kroutit či otáčet. Zjistíte, že tak mohou vznikat překvapivé úkazy a krásné barvy. Kromě toho poznáte, jak se díky otáčení světla vyrábějí displeje a kontroluje se kvalita potravin a léčiv.

Než začnete, měli byste vědět, co je polarizace a jak funguje polarizátor. Světelné vlny se skládají z kmitů s určitou orientací. Přesněji řečeno, kmitání probíhá v rovině kolmé ke směru šíření světelné vlny. Většina světelných zdrojů, jako je slunce a téměř všechny lampy, vyzařuje světlo, které nazýváme nepolarizované. Znamená to, že kmitání světla probíhá náhodně a s různou orientací. Naopak světlo se nazývá (lineárně) polarizované, jestliže jsou všechny jeho kmity orientované ve stejném směru.

Polarizátor je filtr, který propouští pouze ty světelné vlny, které kmitají v určitém směru. Světelné vlny, jež kmitají kolmo ke směru polarizátoru, polarizátor pohltí. Vlny s kmitáním v úhlopříčném směru lze vektorově rozložit. Jedna složka pak kmitá ve směru polarizátoru (a filtrem tedy projde) a druhá kolmo k tomuto směru (a je pohlcena). Proto všechny světelné vlny, které projdou polarizátorem, kmitají v stejném směru.



1) Vezměte do ruky **polarizátor** a pozorně si jej prohlédněte. Proč vypadá jako šedý filtr? Dokážete přijít na to, v jakém směru kmitají světelné vlny, které jím projdou?



2) Rozhlédněte se kolem sebe – **přes polarizátor**. Všechno vypadá téměř stejně, ale když se podíváte pozorně, všimnete si několika zajímavých rozdílů. Zkuste například polarizátor pootočit při pohledu na modrou oblohu, na displej telefonu nebo na odraz na sklenici či na jiném lesklém povrchu. Co vidíte? Krátce si poznamenejte svá zjištění a zkuste pro tyto jevy najít vysvětlení.



3) Nyní vezměte i **druhý polarizátor** a dívejte se přes oba současně, přičemž jedním z nich otáčejte. Co vidíte, a jaké vysvětlení pro to máte?



4) Držte polarizátory asi 1 cm od sebe, a to tak, aby se plocha, kde se překrývají, jevila černá. Pak vezměte **třetí polarizátor** otáčejte jím mezi těmito dvěma. Nakreslete obrázek, na kterém vysvětlíte, co vidíte.



5) Polarizátor uprostřed nahradte předmětem z **průhledného plastu**, např. sáčkem nebo pravítkem. Zopakujte stejný pokus i se sklem a dalšími průhlednými materiály. Je to jednoduchý experiment, díky kterému se dá zjistit mnohé. Buďte pozorní k detailům a zapisujte si výsledek svého pozorování.



6) Teď tedy víte, jak otáčet světlo. K čemu je to ale dobré? Napadá vás nějaké praktické využití pro otáčení světla?

Viděli jste, že světlo z **displeje z tekutých krystalů (LCD)** je – stejně jako z displeje mobilního telefonu – polarizované. Tento způsob zobrazování velmi úzce souvisí s pokusy, které jste právě dělali. Zkuste uhádnout, jak funguje! Máte-li zájem, proveďte další pokusy. Podívejte se např. zblízka na displej LCD (např. pomocí lupy) a prodiskutujte své úvahy o výsledku se spolužáky. Tyto myšlenky pak shrňte v krátkém popisu nebo ve formě obrázku.





Displeje z tekutých krystalů jsou jen jednou z aplikací, které využívají otáčení světla. Stejně uspořádání dvou polarizátorů, mezi kterými je látka, jež otáčí směr polarizace světla, má velký význam i v potravinářském, nápojářském a farmaceutickém průmyslu. Umožňuje totiž zjistit přítomnost, a dokonce přesně změřit koncentraci, antibiotik, steroidů, narkotik, vitamínů, cukrů a mnoha dalších látek v kapalině. Zákony v některých zemích dokonce u řady výrobků, které dostanete v lékárně, vyžadují testování právě tímto způsobem. Když takto zkoumaný vzorek neotáčí polarizační rovinu světla předepsaným způsobem, znamená to, že daný výrobek může být kontaminovaný nebo má nesprávnou koncentraci. Obě možnosti představují pro pacienty vážné zdravotní riziko.

Zařízení, na kterém se tyto zkoušky provádějí, se nazývá **polarimetr**. Se zkušenostmi, které jste získali v předchozích pokusech, byste nyní neměli mít potíže se stavbou vlastního polarimetru.



Při těchto pokusech musíte bezpodmínečně dodržovat **pravidla bezpečné manipulace s laserem!**



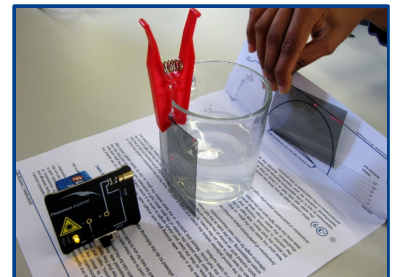
Připravte si poměrně širokou sklenici na nápoje s rovnými stěnami. Pak přehněte spodní část tohoto pracovního listu podél vodorovné čáry s popiskem „zde přeložit“ tak, aby spodní část listu položeného na stole stála svisle a mohla sloužit jako stínítko (řídte se podle obrázku). Sklenici a laser postavte tak, aby laserový paprsek procházel středem sklenice asi půl centimetru nad jejím dnem a dopadal do půlkruhu nakresleného na stínítku. Jeden polarizátor postavte do cesty paprsku před sklenicí tak, aby stál svisle (jeho *kratší hrana* tedy bude rovnoběžná s deskou stolu).

Druhý polarizátor postavte před stínítko a natáčejte jej, dokud nenajdete orientaci, při níž na stínítko dopadá nejméně laserového světla nebo dokonce žádné světlo. Abyste znali jeho úhel přesně, jeden roh polarizátoru postavte na jeden ze dvou bodů označených šipkou u spodní hrany stínítka. Pak polarizátor natáčejte dokud stopa laserového paprsku na stínítku nezmizí. Úhel polarizační roviny odečtěte na půlkružnici. Tento údaj si poznamenejte jako referenční hodnotu pro další měření.

Orientace polarizační roviny bez natočení: _____

Nyní nalijte do sklenice horkou vodu v množství, při němž bude hladina jen nízko nad laserovým paprskem. Do vody přidejte cukr a míchejte, dokud nebude roztok nasycený, a další cukr se v něm tedy už nebude rozpouštět. Při jakém natočení polarizátoru zmizí stopa laserového paprsku ze stínítka?

Orientace polarizační roviny světla za cukerným roztokem: _____



Jaký úhel natočení byste asi při polarizaci naměřili, kdyby byla **koncentrace cukru** ve vodě poloviční anebo jen třetinová oproti nynějšímu stavu? Připravte si k tomu svou hypotézu a pak navrhnete pokus, kterým ji prověříte. Jestliže tento pokus vaši hypotézu vyvrátí, vypracujte jinou a otestujte ji znovu. Až budete mít pro svou hypotézu experimentální důkazy, popište vztah mezi úhlem natočení polarizační roviny za cukerným roztokem v jedné větě:

