

5.3.7 Polarizace světla

Předpoklady: 3xxx

Pokus:

Polaroid: „tmavé sklíčko“, ztmavuje (podobně jako sluneční brýle),

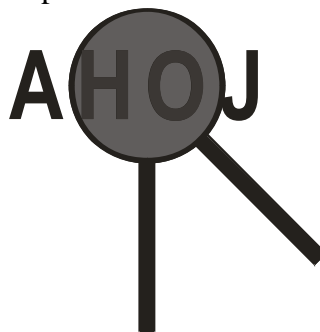


Dáme dva polaroidy přes sebe:
stejná orientace



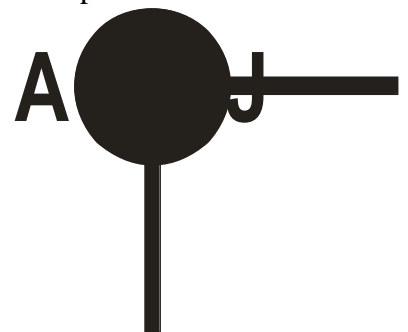
přes oba polaroidy je vidět stejně
jako přes jeden

pootočení o 45°



přes oba polaroidy je vidět hůře
než přes jeden

pootočení o 90°



oba polaroidy jsou zcela
neprůhledné

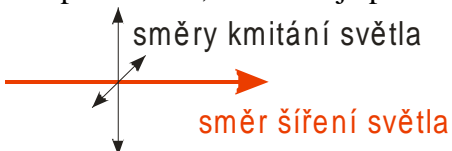
čím je větší úhel mezi polaroidy, tím je obraz tmavší (tím méně světla přes ně projde)

Jak to funguje?

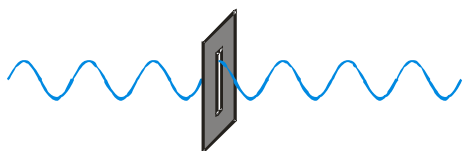
Světlo je vlnění \Rightarrow dvě možnosti, jak může kmitat:

- ve směru šíření (podélně) jako zvuk (zřed'ování a zhušť'ování vzduchu)
- kolmo na směr šíření (příčně) jako vlnky na vodě (zvyšování a snižování hladiny probíhá ve svislém směru, vlny se šíří vodorovně)

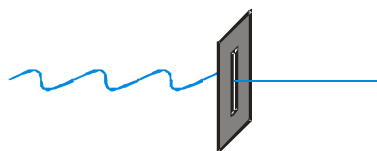
Předpokládáme, že světlo je příčné vlnění:



Dále předpokládáme, že existuje materiál, který dokáže zabránit světlu, aby kmitalo v nějakém směru („podlouhlá díra“):

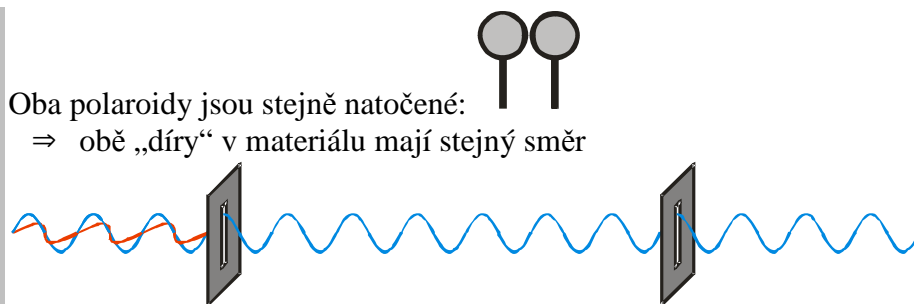


svislá „díra“ propustí svislé kmitání



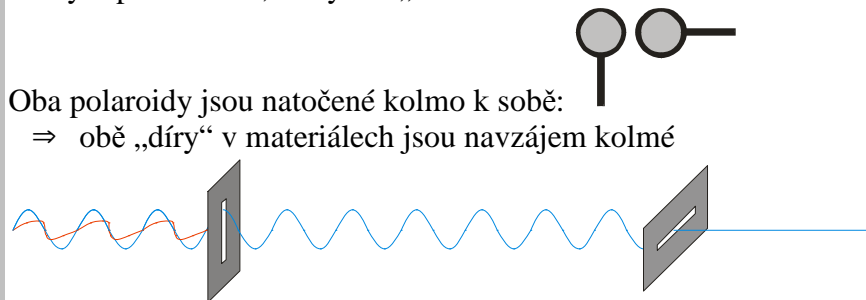
svislá „díra“ nepropustí vodorovné kmitání

Př. 1: Pokus se na základě předchozích dvou předpokladů (světlo je příčné vlnění, existuje materiál, který dokáže utlumit kmitání světla v určeném směru) vysvětlit úvodní pokus se dvěma polaroidy.



Oba polaroidy jsou stejně natočené:
 ⇒ obě „díry“ v materiálu mají stejný směr

před prvním polaroidem kmitá světlo v obou směrech kolmých na směr šíření, po průchodu prvním polaroidem kmitá pouze ve svislém směru, ve kterém zůstane kmitat i po průchodu druhým polaroidem, který má „díru“ orientovanou také svisle



Oba polaroidy jsou natočené kolmo k sobě:
 ⇒ obě „díry“ v materiálech jsou navzájem kolmé

před prvním polaroidem kmitá světlo v obou směrech kolmých na směr šíření, po průchodu prvním polaroidem kmitá pouze ve svislém směru, druhým polaroidem světlo neprojde, protože jeho „díra“ je orientována vodorovně a propouští pouze vodorovné kmitání

Z předchozího vyplývá:

- světlo je příčné vlnění
- existují materiály, které propustí kmitání světla pouze ve zvoleném směru
- přirozené světlo kmitá ve všech směrech kolmých ke směru šíření (jinak bychom ho mohli utlumit vhodným natočením jediného polaroidu)

světlo, které kmitá jen v jednom směru se nazývá **lineárně polarizované**

pokud, světlo kmitá v jednom směru více než v ostatních, říká se mu částečně polarizované
 přirozené světlo je nepolarizované

Jak získat polarizované světlo?

1. polarizace odrazem

odražený paprsek se lineárně polarizuje (ve směru kolmém na rovinu dopadu kmitá víc než v jiných)

Brewsterův úhel – speciální úhel dopadu (různý pro různé látky) – při něm je polarizace úplná a odražené světlo je lineárně polarizované

lomené světlo se částečně polarizuje rovnoběžně s rovinou dopadu (tedy kolmo na polarizaci)

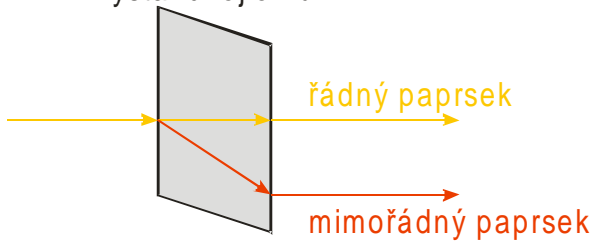
odraženého), zcela lineárně polarizované není nikdy

2. polarizace pomocí dvojlomu

opticky izotropní látky – ke světlu se chovají stejně ve všech směrech (hlavně rychlost šíření světla je ve všech směrech stejná), plyny, kapaliny, nekystalické pevné látky, krystalické látky křehlové soustavy

opticky anizotropní látky – látky, které se kvůli vnitřní stavbě nechovají ke světlu stejně ve všech směrech, krystaly nekřehlových soustav, například islandský vápenec, světlo se v různých směrech šíří různou rychlostí

⇒ **dvojlom** paprsku dopadajícího kolmo na stěnu krystalu
krystal dvojlomu



- řádný paprsek – prochází krystalem dvojlomu podle zákona lomu
- mimořádný paprsek – prochází krystalem po dráze, která odporuje zákonu lomu

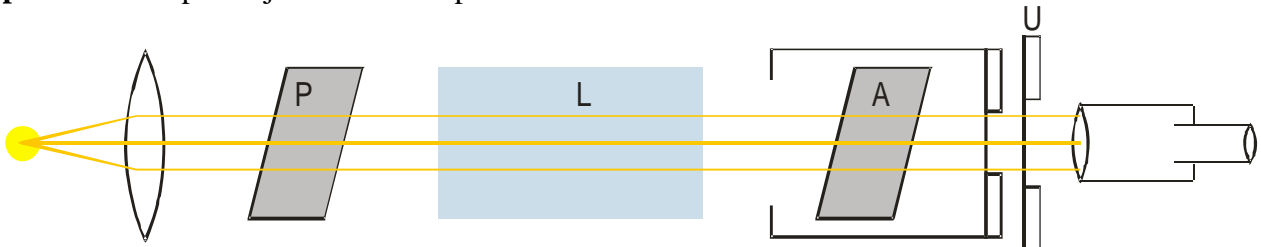
oba paprsky jsou zcela lineárně polarizované v navzájem kolmých směrech ⇒ odstraněním jednoho z paprsků získáme lineárně polarizované světlo
dvojlomný krystal poznáme tím, že je přes něj vidět dvakrát

3. polaroid

průhledný plast s ultra mikroskopickými krystalky periodidu síranu chininového, krystalky mají uspořádanou optickou osu a propouští jen mimořádný paprsek

Využití polarizace:

polarimetr – přístroj na zkoumání polarizace světla



P a A – dva polarizátory

P – světlo lineárně zpolarizuje, nehybný

L – nádoba s látkou, která mění zpolarizované světlo

A- otáčivý kolem osy, můžeme ovlivňovat kolik světla přes něj projde

U - úhломěr

Opticky aktivní látky = stácejí rovinu polarizace (směr lineárně zpolarizovaného světla)

míru stočení můžeme měřit polarimetrem a určit například koncentraci roztoku

Polarizační filtry

v mnoha případech kazí záběr odraz světla (od vodní hladiny, lesklé plochy), odražené světlo je lineárně polarizované ⇒ polarizační filtr může tyto odrazy odstranit

Př. 2: Popiš použití polarizačního filtru při odstraňování nežádoucích odrazů při fotografování.
Zmizí odrazy z fotografie vždy ihned po nasazení filtru? Proč?

Filtr nasadíme na objektiv a otočíme jím tak, aby odraz zmizel (abychom nastavili „díry“ v polarizátoru kolmo na směr polarizace odraženého světla) \Rightarrow odraz nezmizí vždy ihned po nasazení, je potřeba filtrem otočit do správné polohy.

3D kino IMAX

prostorový vjem vytváří mozek tím, že zpracuje rozdílné obrazy, které do něj posílají obě oči (blízký předmět se pro obě oči nachází na jiném místě pozadí – možné oskoušet zamhouřením jednoho oka při pohledu na prst před obličejem)

pokud se koukáme na plátno normálního kina jsou všechny předměty na obrazu ve stejné vzdálenosti a tak jsou obrazy z obou očí stejné \Rightarrow mozek nemá z čeho prostorový vjem vyrobit
IMAX – speciální dvojitá kamera promítá najednou dva filmy pomocí lineárně polarizovaného světla (každý z filmu v jiné orientaci), divák má speciální brýle, které propustí do každého oka jeden z obrazů (jednu z lineárních polarizací)

pokud koukáme na film bez brýlí, vidíme oba obrazy najednou \Rightarrow blízkost předmětu odpovídá míře jeho rozmazání (u blízkých předmětů se obrazy obou očí více liší)

Fotopružnost

některé látky mění své optické vlastnosti podle toho, jak jsou namáhány \Rightarrow možnost hledat nejvíce namáhaná místa

Shrnutí: Světlo je příčné vlnění. Existují látky, které umožňují průchod pouze světla lineárně polarizovaného (kmitajícího v jednom směru).