

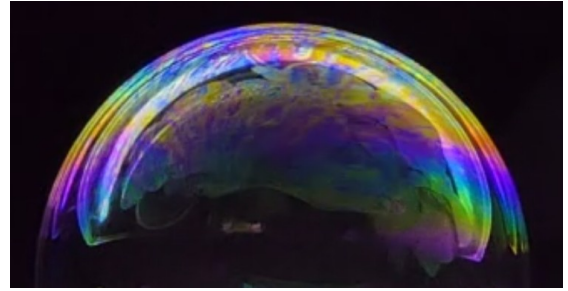
Vlnová optika

Nejdůležitější jevy vlnové optiky jsou:

- interference světla
- ohyb světla
- polarizace světla

Některé příklady:
zbarvení mýdlové bubliny je výsledkem interference světla

(<https://cz.depositphotos.com/234758996/stock-video-shimmering-colors-soap-bubbles-ice.html>),



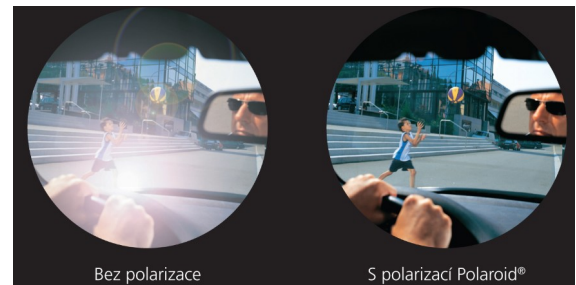
ohyb světla na optické mřížce



(https://www.google.com/imgres?imgurl=http%3A%2F%2Ffyzikalnipokusy.cz%2Fmedia%2F01833%2Fdifrakce.full.tagged.JPG&imgrefurl=http%3A%2F%2Ffyzikalnipokusy.cz%2F1833%2Fdifrakce-bileho-svetla-na-opticke-mrizce&tbnid=YjuMOT107o04-M&vet=12ahUKEwiUio6qrL_sAhUWNuwKHbQtC_4QMylXegQIARB7..i&docid=QLxhE7zfDXORAM&w=1440&h=1099&q=ohyb%20sv%C4%9Btla&hl=cs&ved=2ahUKEwiUio6qrL_sAhUWNuwKHbQtC_4QMylXegQIARB7),

polarizační sluneční brýle

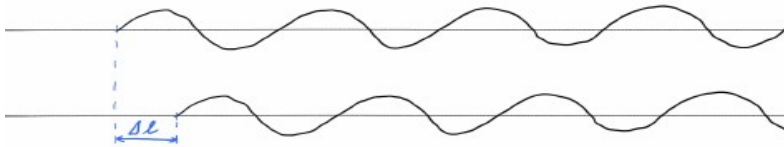
(<https://www.bryle-polaroid.cz/polarizace-vyhody-polarizacnich-bryli/>)



Interference světla (skládání vlnění)

Koherentní vlnění (opakování – podobně jako u mechanického vlnění) jsou taková, která mají stejnou frekvenci a jejich vzájemný fázový rozdíl v uvažovaném bodě prostoru se s časem nemění.

Představte si dva stejné paprsky, které jsou dráhově posunuty o Δl .



Koherentní paprsky se mohou interferencí

zesílit $\Delta l = k \cdot \lambda$

(celočíslný násobek vlnové délky)

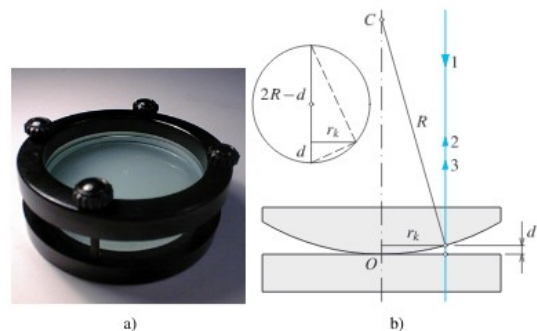
nebo zeslabit $\Delta l = (2k - 1) \cdot \frac{\lambda}{2}$, $k \in \mathbb{N}$

(lichý násobek poloviny vlnové délky)

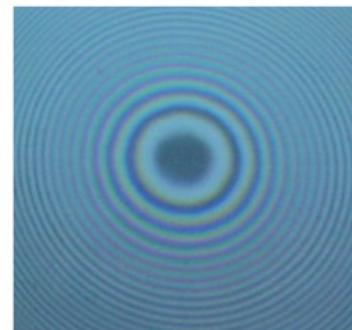
Obvykle je získáváme z jednoho zdroje např. při interferenci na tenké vrstvě (příkladem je odlesk na mýdlové bublině, odlesk na olejové skvrně nebo Newtonovy kroužky.)



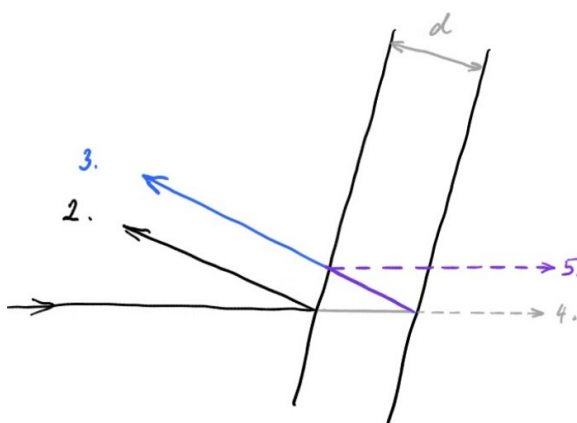
Příklady interference světla na tenké vrstvě
a) mýdlová bublina, b) olejová skvrna



R3-4 Newtonova skla



R3-5 Newtonovy kroužky



První paprsek dopadá na mýdlovou bublinu a částečně se odráží od prvního rozhraní^{*)} jako paprsek 2. a částečně prochází a dopadá na druhé rozhraní. Tam částečně prochází jako paprsek 4. a částečně se odráží a prochází prvním rozhraním jako paprsek 3. a částečně se odráží jako paprsek 5. Viditelně pak interferují paprsky 2. a 3. a také 4. a 5. Při dané tloušťce vrstvy je podmínka pro zesílení světla splněna jen pro určitou vlnovou délku – to znamená, že se zesílí jen určitá barva světla. Tak vznikají duhové barvy na tenkých vrstvách.

^{*)} Záleží na indexu lomu před a za rozhraním. Při odrazu světla na rozhraní s opticky hustším prostředím dochází ke změně fáze o π (posunutí o $\lambda/2$).

Na obrázku je znázorněn šikmý dopad, pro výpočet uvažujeme kolmý dopad.

2. paprsek projde dráhu o $2d$ delší. Protože má v prostředí o indexu lomu n vlnovou délku n -krát menší, počítáme s posunutím $2nd$. (Podrobněji viz. optická dráha v R3: Vlnová optika – rozšiřující učivo k učebnici na CD.)

Pro zesílení světla odrazem na tenké vrstvě platí:

$$\Delta l + \frac{\lambda^*}{2} = k \cdot \lambda$$
$$2nd + \frac{\lambda}{2} = k \cdot \lambda$$
$$2nd = (2k - 1) \frac{\lambda}{2}$$

Pro zeslabení odrazem na tenké vrstvě:

$$2nd = k \cdot \lambda$$

(Popsaný příklad platí pro odraz na mýdlové bublině o tloušťce d , vně i uvnitř je vzduch, na prvním rozhraní dojde k odrazu se změnou fáze*). přitom n je index lomu vody – mýdlového roztoku.)

Příklad (úloha 4.)

Na hladině vody je olejová skvrna tloušťky $0,2 \mu\text{m}$. Jakou barvu bude mít skvrna v odraženém bílém světle dopadajícím na skvrnu kolmo? Index lomu oleje je $1,5$ a vody $1,33$.

$d = 0,2 \mu\text{m} = 2 \cdot 10^{-7} \text{m}$ (nebo raději $d = 200 \text{nm}$, at' nám výsledek vyjde v nanometrech)

$n = 1,5$ - index lomu oleje

$n_v = 1,33$ - index lomu vody

první odraz (vzduch – olej) – se změnou fáze (olej je opticky hustší než vzduch),
druhý odraz (olej – voda) – bez změny fáze (voda je opticky řidší než olej; $1,33 < 1,5$),
situace je stejná, jako u mýdlové bubliny, použijeme vztah:

$$2nd = (2k - 1) \frac{\lambda}{2}$$

$$\lambda = \frac{4nd}{2k - 1} = \frac{4 \cdot 1,5 \cdot 200}{2k - 1} = \frac{1200}{2k - 1} \text{ nm}$$

pro $k = 1$	$\lambda = 1200 \text{ nm}$	infračervená oblast
$k = 2$	$\lambda = 400 \text{ nm}$	zelenomodrá barva
$k = 3$	$\lambda = 240 \text{ nm}$	ultrafialová oblast

Skvrna bude mít v odraženém světle zelenomodrou barvu odpovídající vlnové délce 400 nm .

Využití – antireflexní (protiodrazová) vrstva – nanáší se na povrch optických čoček, kde snižuje světelné ztráty a zvyšuje tak kvalitu zobrazení.

Podrobnější informace najdete v učebnici, případně v elektronické příloze na CD.
(R3: Vlnová optika)