Interference na tenké vrstvě

Dráhový rozdíl světelných vlnění vzniká také při odrazu světla na tenké vrstvě.

Z hlediska interference je tenkou vrstvou např. mýdlová bublina, tenká vrstvička oleje na vodní hladině, antireflexní vrstva nanesená na čočce brýlí nebo na objektivu optického přístroje, ...

Předpokládejme, že vlna monofrekvenčního světla dopadá kolmo na vrstvu o indexu lomu *n* a tloušťce *d*, která je umístěná v prostředí s indexem lomu n_1 splňující podmínku $n_1 < n$ (viz obr. 51). Na rozhraní obou prostředí se vlna částečně odráží a částečně prochází vrstvou a odráží se až na druhém rozhraní. Tak získáme dvě vlny, mezi nimiž vzniká určitý dráhový rozdíl Δl. Je-li vrstva dostatečně tenká, lze vlny považovat za koherentní a pozorujme interferenci, která se projeví zesílením nebo zeslabením odraženého resp. prošlého světla.

V optickém prostředí o indexu lomu *n* je ovšem vlnová délka světla *n*-krát menší než ve vakuu. Urazí-li světlo v tomto prostředí geometrickou dráhu *s*, pak ve vakuu jí odpovídá dráha $l = ns$, která se nazývá **optická dráha**.

Popsané zkrácení vlnové délky světla vyplývá z interakce světla s hmotným prostředím - např. s optickými hranoly.

OPTICKÁ DRÁHA JE VZDÁLENOST, KTEROU SVĚTLO URAZÍ VE VAKUU ZA STEJNÝ ČAS JAKO V DANÉM LÁTKOVÉM PROSTŘEDÍ.

Při výpočtu dráhového rozdílu paprsků pak uvažujeme vždy dráhu optickou, tj. dráhu, kterou by světlo urazilo ve vakuu. V uvažovaném případě urazí světlo odražené od dolního rozhraní tenké vrstvy geometrickou dráhu o $s = 2d$ delší než světlo odražené pouze od horního rozhraní tenké vrstvy. Této geometrické dráze odpovídá optická dráha $l = \Delta l = 2nd$, která zároveň určuje i dráhový rozdíl obou vln.

Při odrazu světla na rozhraní různých optických prostředí je nutné vzít v úvahu, na jakém rozhraní se světlo odráží:

1. Při odrazu světla na rozhraní opticky řidšího a hustšího prostředí se fáze světelného vlnění mění na opačnou.

Analogie s odrazem mechanického vlnění od pevného konce. Jde o průchod světla např. ze vzduchu do vody, ...

2. Při odrazu světla na rozhraní opticky hustšího a řidšího prostředí se fáze nemění

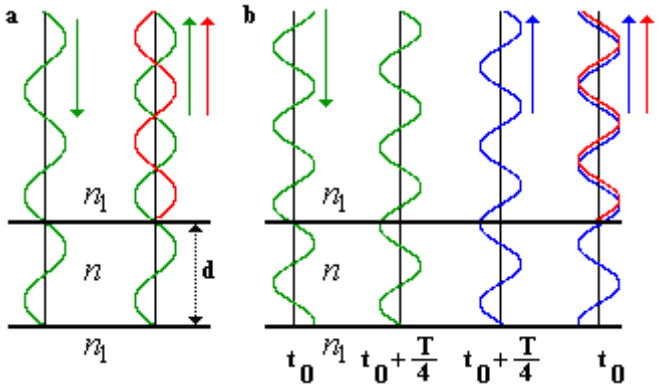
Analogie s odrazem mechanického vlnění od volného konce. Průchod světla např. z oleje do vody, z vody do vzduchu, ...

Na obr. 51a je znázorněna situace pro vznik interferenčních minim v odraženém světle.

V případě vzniku interferenčních maxim v odraženém světle, je nutno si pomoci stavem vlnění nikoliv v čase t_0 dopadu vlnění na dolní rozhraní tenké vrstvy, ale stavem v čase $t_0 + \frac{T}{4}$ (kde *T* je perioda vlnění), abychom mohli zkonstruovat odraženou vlnu (viz obr. 51b).

Při dopadu světelné vlny na horní rozhraní se při odrazu vlny mění její fáze na opačnou, zatímco při odrazu na dolním rozhraní se fáze vlnění nemění. Změnou fáze se tedy dráhový rozdíl vln zvětší o $\frac{\lambda}{2}$, kde λ je vlnová délka uvažovaného vlnění.

Skutečnost, že odraz vlnění s opačnou fází je ekvivalentní s posunem vlny o polovinu vlnové délky, je vidět na obr. 50. Vlnění y_1 má opačnou fázi než vlnění y_2 (jinak by nemohlo vzniknout interferenční minimum); zároveň je z obrázku vidět, že obě vlnění jsou vzájemně posunuta o polovinu vlnové délky.



Obr. 51

V odraženém světle tedy dostáváme:

1. podmínku pro interferenční minima ve tvaru $\Delta l+\frac{\lambda}{2}=(2k+1)\frac{\lambda}{2}$ a tedy $2nd+\frac{\lambda}{2}=(2k+1)\frac{\lambda}{2}$, kde $k\in\mathbb{N}_0$
2. podmínku pro interferenční maxima ve tvaru $\Delta l+\frac{\lambda}{2}=k\lambda$ a tedy $2nd+\frac{\lambda}{2}=k\lambda$, kde $k\in\mathbb{N}_0$

Uvedené podmínky se pochopitelně dají matematicky upravit na jednodušší tvar. Úmyslně jsou ale nechány v této podobě, protože tak je lépe vidět fyzikální podstata problému.

Za *k* dosazujeme přirozená čísla nebo nulu podle konkrétní fyzikální úlohy:

při hledání vlnové délky světla omezíme pomocí vhodně zvoleného *k* vlnovou délku tak, aby ležela v intervalu lidským okem viditelného světla

při hledání tloušťky vrstvy, na níž nastává určitý interferenční jev, lze volbou *k* určit nejmenší tloušťku uvažované vrstvy; ...

Kromě interference v odraženém světle dochází na tenké vrstvě i k interferenci v prošlém světle.

Principem vzniku jsou oba případy analogické, liší se pouze tím, že interferenční obrazce jsou vůči sobě barevně inverzní, tj. nastává-li pro danou vlnovou délku v interferenčním obrazci v odraženém světle maximum, pak pro tuto vlnovou délku nastává v interferenčním obrazci v prošlém světle interferenční minimum. A naopak.

Při počítání to znamená následující: máme-li určit vlnovou délku, pro niž nastává interferenční maximum v odraženém světle, můžeme klidně počítat vlnovou délku, pro niž nastává interferenční minimum v prošlém světle.

Je-li tenká vrstva tvořena dokonale rovinnými rovnoběžnými plochami, jeví se v monofrekvenčním světle v závislosti na tloušťce světlá nebo tmavá. Není-li rozhraní dokonale rovinné, pozorujeme na povrchu světlé bra tmavé interferenční kroužky. Při osvětlení bílým světlem je tenká vrstva duhově zbarvená.

::subtree::

© Encyklopedie Fyziky (http://fyzika.jreichl.com); Jaroslav Reichl, Martin Všetička
Licence http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/ zakazuje úpravy a komerční distribuci.