

T É M A : INTERFERENCE SVĚTLA NA VRSTVĚ VZDUCHU

FYZIKA - OPTIKA – VLNOVÉ VLASTNOSTI SVĚTLA

VÝKLAD:

INTERFERENCE SVĚTLA

Při **interferenci světla** se výrazně projevují jeho vlnové vlastnosti. Popíšeme jevy, které se projevují při skládání světelných vln.

Vlnění, která přicházejí do určitého bodu prostoru z různých zdrojů, se v tomto bodě skládají. Projevem interference světla je jeho zesilování a zeslabování v různých bodech prostoru. Abychom mohli tyto projevy pozorovat, musí být skládaná vlnění **koherentní**.

Koherence světelných vln znamená současné splnění následujících dvou podmínek:

- světelná vlnění mají stejnou frekvenci;
- vzájemný fázový rozdíl světelných vln v daném bodě prostoru se s časem nemění.

Při použití běžných zdrojů světla, jako je např. žárovka, plamen nebo elektrický výboj, je interference nepozorovatelná. Je to způsobeno tím, že vlnění nejsou koherentní. Doba, po kterou je fázový rozdíl vln v daném místě konstantní, je totiž velmi krátká.

Mezi nejznámější projevy interference světla patří duhové barvy na mýdlových bublinách nebo na velmi tenkých vrstvách oleje na vodě.

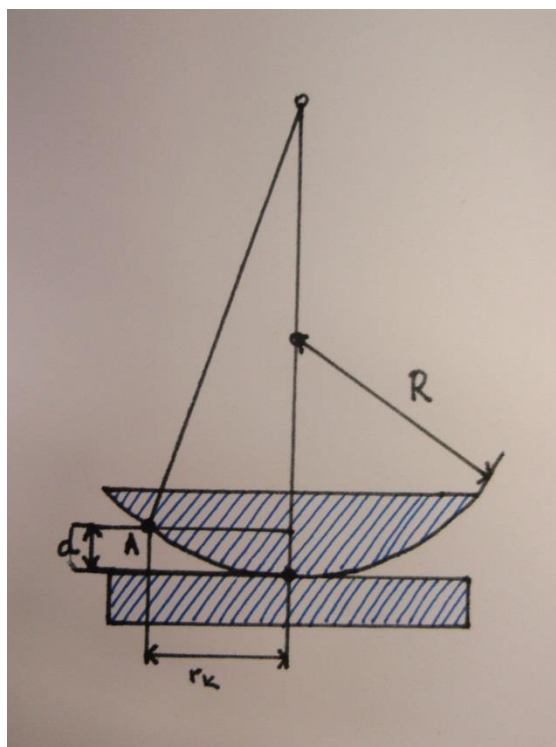
Výsledkem interference je zesílení a zeslabení světla. V daných místech vzniká **interferenční maximum** – zesílení světla a **interferenční minimum** – zeslabení světla.

Interferenční maximum vzniká při interferenci koherentního světelného vlnění, právě když je dráhový rozdíl vln roven sudému počtu půlvln. Platí tedy: $\Delta d = 2k \frac{\lambda}{2}$, kde k nabývá hodnot 0, 1, 2, ... a λ je vlnová délka vlnění. Světelná vlnění se v těchto místech setkala se stejnou fází.

Interferenční minimum vzniká při interferenci koherentního světelného vlnění, právě když je dráhový rozdíl vln roven lichému počtu půlvln. Platí tedy: $\Delta d = (2k + 1) \frac{\lambda}{2}$, kde k nabývá hodnot 0, 1, 2, ... a λ je vlnová délka vlnění. Světelná vlnění se v těchto místech setkala s opačnou fází.

Interferenci světla zkoumal jako první Angličan **Thomas Young**. Navrhl postup, jak lze získat koherentní světlo. Do zatemněné místnosti nechal přicházet sluneční světlo úzkou štěrbinou a takto vymezeným svazkem paprsků světla osvětlil dvojici štěrbin v malé vzájemné vzdálenosti. Po dopadu světla ze štěrbin na stínítko ve větší vzdálenosti pozoroval barevné proužky rovnoběžné se štěrbinami. Young tak jednoznačně prokázal, že světlo je vlnění.

Další přesvědčivé výsledky interference lze získat také pomocí tzv. **Newtonových skel**.



Základem je planoparalelní deska, ke které je přiložena ploskovypuklá čočka o značném poloměru křivosti. Mezi čočkou a deskou vzniká tenká vrstva vzduchu a při dopadu monofrekvenčního světla dochází k interferenci světla odraženého od obou rozhraní tenké vrstvy vzduchu. Interferenční obrazec má podobu tmavých a světlých kroužků.

Newtonova skla lze využít k jednoduchému měření vlnové délky světla. Při odrazu světla představuje světlý kroužek body, v nichž vzniká interferenční maximum. Pro poloměr kroužku r_k platí: $r_k^2 = d(2R - d)$, kde d je tloušťka vzduchové vrstvy a R je poloměr křivosti optické plochy ploskovypuklé čočky. Protože d je mnohem menší než $2R$, můžeme po roznásobení pravé strany předešlé rovnice druhý člen vynechat: $r_k^2 = 2dR$.

Interferenční maximum nastane, právě když je dráhový rozdíl odražených paprsků roven sudému počtu půlvln. Při odrazu na skleněné desce se ale fáze odraženého vlnění mění na opačnou. Proto je potřeba dráhový rozdíl zvětšit o jednu půlvlnu. Platí: $2d + \frac{\lambda}{2} = 2k \frac{\lambda}{2}$

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

$$\lambda = \frac{4d}{2k-1}$$

$$\lambda = \frac{4}{2k-1} \frac{r_k^2}{2R}$$

$$\lambda = \frac{2r_k^2}{R(2k-1)}$$

Newtonova skla jsou tedy jednoduché zařízení, které umožňuje pozorovat interferenci na tenké vrstvě v odraženém i prošlém světle. Pokud tedy známe poloměr křivosti ploskovypuklé čočky, můžeme určit vlnovou délku světla pomocí měření poloměru Newtonova kroužku s určitým pořadovým číslem.

Skla bývají sevřena v objímce. Pomocí šroubů lze měnit tloušťku vzduchové vrstvy d .

POMŮCKY:

Newtonova skla, optická lavice, spojná čočka, zdroj světla (např. lampa s žárovkou 150 W/24 V), 2 projekční stěny, držák



ÚKOL: POZORUJTE INTERFERENCI SVĚTLA NA VZDUCHOVÉ VRSTVĚ PROMĚNLIVÉ TLOUŠŤKY POMOCÍ NEWTONOVÝCH SKEL

POSTUP:

1. Na konec optické lavice umístěte projekční lampu.
2. Newtonova skla, která jsou složená z rovinné skleněné destičky a ploskovypuklé čočky, upevněte do držáku optické lavice pod úhlem 45° k dopadajícím paprskům do vzdálenosti asi 50 cm od lampy.
3. Na projekční stěnu nechejte dopadat odražené paprsky.
4. Abyste mohli pozorovat i interferenční jevy ve světle procházejícím, potřebujete ještě další stínítko postavené kolmo k optické lavici za Newtonovými skly.
5. V rozsvícené lampě zvolte takovou polohu žárovky, až se na projekčních stěnách objeví interferenční obrazec. Má podobu Newtonových kroužků.
6. Prozkoumejte, zda lze přitahováním nebo naopak uvolňováním šroubů na objímce Newtonových skel měnit tvar interferenčního obrazce.
7. Zjistěte, zda jsou nebo nejsou Newtonovy kroužky zbarveny. Pokud zbarveny jsou, zjistěte, kde se vytvoří kroužky stejné barvy.
8. Mezi Newtonova skla a projekční stěnu umístěte spojnou čočku. Interference bude velmi dobře pozorovatelná a Newtonovy kroužky budou pěkně viditelné.
9. Prozkoumejte, zda se změní interferenční obrazec, pokud budete měnit úhel natočení Newtonových skel vzhledem k dopadajícím paprskům.

POZOROVÁNÍ:

1. Projekční lampa (např. s halogenovou žárovkou) by měla být zdrojem intenzivního zdroje světla.
2. Newtonova skla bývají sevřena v objímce. Pomocí šroubů a jejich uvolňování nebo přitahování lze měnit tloušťku vzduchové vrstvy. Tím se také změní tvar interferenčního obrazce.
3. Protože dopadající světlo je bílé, jsou Newtonovy kroužky zbarveny. Kroužky stejné barvy se vytvoří v místech, ve kterých je tloušťka vzduchové vrstvy stejně velká.
4. Úhel natočení Newtonových skel vzhledem k dopadajícím paprskům má vliv na tvar interferenčního obrazce. Natočením se totiž změní úhel dopadu.

ZÁVĚR:

Zjistili jsme, že pomocí projekční lampy, spojky a Newtonových skel lze poměrně dobře pozorovat interferenci světla na vzduchové vrstvě určité tloušťky. Během experimentu jsme zjistili, čím můžeme měnit tvar interferenčních obrazců.

SEZNAM ZDROJŮ

- [01] Svoboda Emanuel a kol.: Přehled středoškolské fyziky, 3. vydání. Prometheus Praha, 1996
ISBN 80-7196-116-7

METODICKÝ LIST

Název školy	Gymnázium a Jazyková škola Zlín
Autor	Mgr. Petr Zezulka
Vzdělávací oblast	Optika
Vzdělávací obor	Fyzika
Tematický okruh	Interference světla
Druh učebního materiálu	Demonstrační pokus – žák
Cílová skupina	Žák, 17 – 18 let
Anotace	Pracovní list určen do výuky studentům, podklad pro vlastní poznámky/sešit, náplň: Interference světla, pozorování interferenčních minim a maxim na interferenčním obrazci