

Praktikum školních pokusů 2

Optika 3A – Interference a difrakce světla

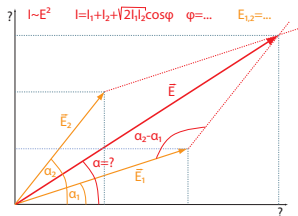
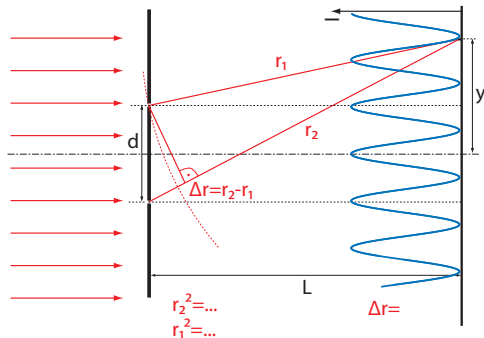
Jana Jurmanová

Přírodovědecká fakulta Masarykovy univerzity, Brno

OPVK_{MU}

Interference na dvojštěrbině

Odvoďte vztah pro polohu interferenčních maxim a minim, pokud uvažujete o interferenci na dvojštěrbině. Zdroj i otvory ve štěrbině považujte za bodové.

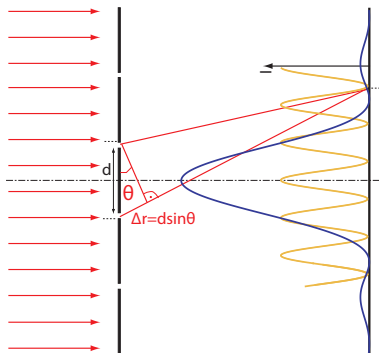


Interference na dvojštěrbině

Diskutujte, jak ovlivní poměr šířky vrypů dvojštěrbiny (mřížky) vůči vzdálenosti vrypů výsledný obrazec.

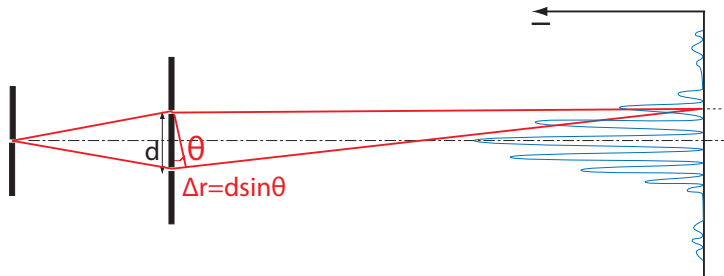
Nápověda: Difrakční minima na obdélníkovém otvoru šířky a splňují rovnici

$$a \sin \theta = z \lambda \quad z \in \mathbf{Z}$$



Interference na dvojštěrbině

Zobrazte interferenční obrazec, který získáte interferencí na dvojštěrbině, bez pomoci čoček na vzdálené stínítko.
Experiment uspořádejte tak, aby šlo zdroj považovat za bodový.

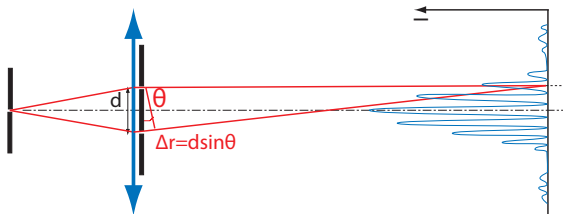


Interference na dvojštěrbíně

Zopakujte předchozí experiment tak, že IR záření odfiltrujete determálním sklem a interferenční obrazec zobrazíte pomocí webové kamery.

Interference na dvojštěrbíně

Zopakujte předchozí experiment tak, že použijete čočku, její pomocí zaostříte obraz štěrbinu na stínítko a těsně za čočku vložte dvojštěrbinu.



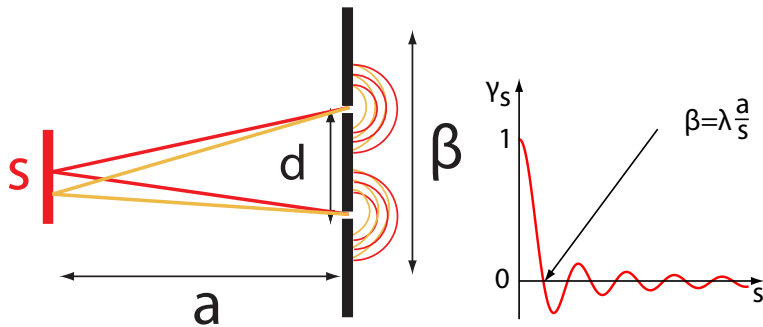
Pro následující experimenty si zvolte jedno z předchozích tří zobrazení (na vzdálené stínítko, pomocí webkamery, čočkou).

Časová a prostorová koherence - literatura ke studiu

- J. Kuběna: Úvod do optiky, MU Brno 1994, skriptum. (též <http://physics.muni.cz/kubena/PDF1/ao1v55.pdf>)
- P. Malý, Optika, Karolinum 2008.
- J. Fuka, B. Havelka: Optika, SPN 1961, přístupné na: <http://www.opto.cz/knihy/>
- F5412 Základní kurz fyziky v příkladech a aplikacích 2 <http://is.muni.cz/predmet/sci/podzim2014/F5412>

Prostorová koherence

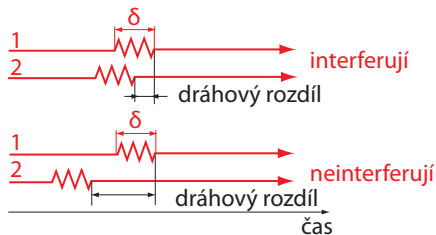
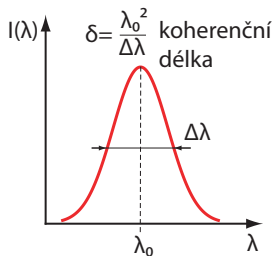
Použijte některé z předchozích zapojení. Jako zdroj světla použijte štěrbinu proměnné šířky s v libovolné vzdálenosti a od dvojštěrbiny. Jak závisí viditelnost interferenčního jevu na těchto parametrech? Jaký má význam interferenční šířka?



$$I = sI_1 + sI_2 + 2s\gamma_s\sqrt{I_1I_2}\cos\varphi \quad \gamma_s = \frac{\sin \frac{kds}{2a}}{\frac{kds}{2a}}$$

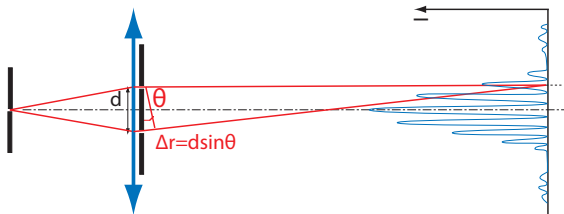
Časová koherence

V některém z předchozích zapojení použijte jako zdroj světla úzkou štěrbinu a jako dvojštěrbinu tu, která má možnost zakrýt jednu či obě štěrbin sklem. Pozorujte interferenční obrazec při překrytí jedné a obou štěrbin sklem. Vysvětlete pozorovaný jev.



Určení vlnové délky z Youngova pokusu

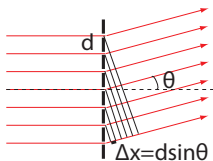
Sestavte jednoduchý difraktograf, použijte různé dvojštěrbiny s různými vzdálenostmi štěrbin. Určete z nich (alespoň orientačně) vlnovou délku viditelného světla.



- Promyslete si, proč je při pozorování v difraktografu štěrbina osvětlena rovnoběžným svazkem, i když používáme jen jednu čočku, a ne dvě jako v úplném difraktografu.
- Promyslete si, jak experiment měření vlnové délky světla zpřesnit.

Difrakce světla na lineární optické mřížce

- Pozorujte difrakci světla na různých optických mřížkách v jednoduchém difraktografu.
- Z pozorovaných jevů odhadněte mřížkovou konstantu a šířku štěrbin mřížky.
- Zdůvodněte, proč jsou obrazy jednotlivých difrakčních maxim rozmístěny nikoliv v rovině, ale na kružnici se středem v optickém středu čočky.

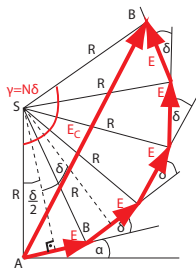


$$E_1 = E \sin(\omega t - kx) = E \sin \alpha$$

$$E_2 = E \sin(\omega t - kx - k\Delta x) = E \sin(\alpha + \delta)$$

⋮

$$E_N = E \sin(\alpha + N\delta)$$



$$E = 2R \sin(0.5\delta)$$

$$E_C = 2R \sin(0.5\gamma)$$

$$E_C = E \sin(0.5\gamma) / \sin(0.5\delta)$$

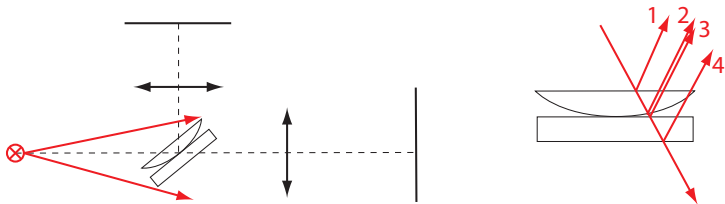
Difrakční jevy pozorované okem a dalekohledem

- Pozorujte difrakční jevy tak, že objekt, na kterém dochází k difrakci, přiložíte těsně před oko anebo před přední čočku dalekohledu. Jako zdroj použijte bodový zdroj světla.
- Promyslete si, jak konkrétně realizovat bodový zdroj světla pro obě pozorování.
- Zakreslete chod paprsků světla při těchto pozorováních. Jaký je princip tohoto pozorování?

Jako difrakční objekty použijte dvojštěrbiny, štěrbiny, mřížky, tkaninu, pleteninu a další vhodné objekty.

Interference světla na tenké vrstvě

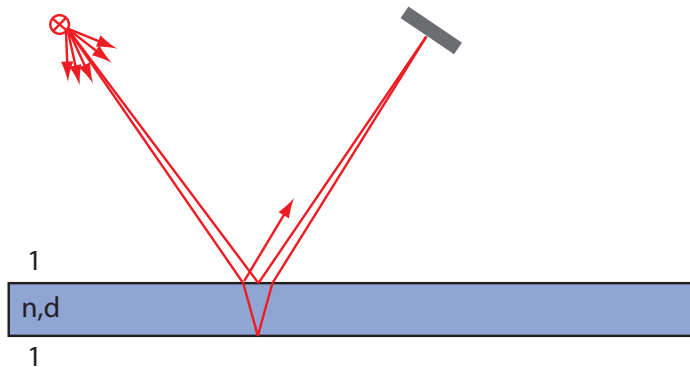
- Zobrazte interferenci světla na Newtonových sklech současně na odraz a na průchod.
- Pozorujte interferenci na tenké vzduchové mezeře mezi dvěma skly.



- Proč jsou interferenční obrazce na průchod a odraz komplementární (poloha maxim a minim)?
- Proč je při použití červeného filtru vidět více proužků než v bílém světle?
- Které z paprsků 1-4 interferují?
- Proč je různá viditelnost interferenčních obrazců na odraz a průchod?

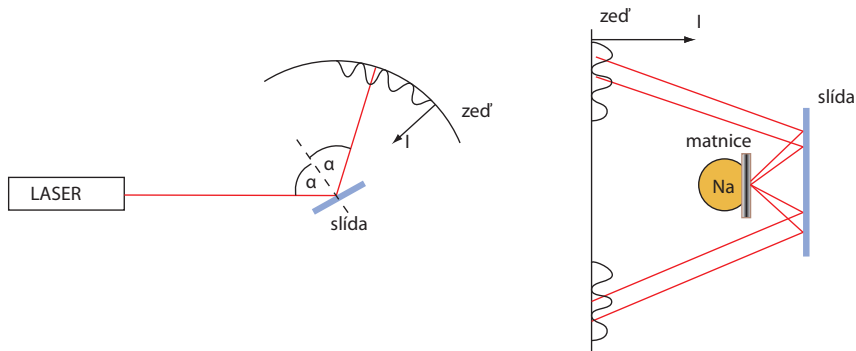
Interferenční proužky stejného sklonu

Jak je možné, že interference vzniká na tenké vrstvě a je viditelná i bez čočky? Jaké musí být splněny podmínky?



Proužky stejného sklonu - slídová destička

Vytvořte interferenci mírně rozbíhavého laserového svazku na slídové destičce.



Vytvořte interferenci světla sodíkové výbojky na slídové destičce. Vysvětlete pozorování.

Laser a experimenty s ním

- Objasněte princip laseru, na konkrétních provedeníích (HeNe laser, polovodičová dioda) vysvětlete, jak jsou splněny podmínky vzniku stimulované emise (aktivní prostředí s metastabilními stavy, optický rezonátor)
- Jak je to s prostorovou a časovou koherencí laserového svazku?
- Musí být světlo vycházející z laseru lineárně polarizované? Jak lze zařídit, aby bylo?
- Proveďte s laserem vhodné interferenční a difrakční experimenty (viz předchozí úlohy).
- Objasněte rozšiřování centrálního maxima při difrakci na obdélníkovém otvoru.
- Objasněte, jak lze pomocí laserového světla rozeznat, jsou-li přední a zadní strana skleněné desky rovnoběžné či nikoliv, experiment proveďte.

Kromě laserů a difrakčních a interferencečních objektů je k dispozici i rozptylka a kolimátor produkující rovnoběžný svazek paprsků.

Princip rekonstrukce holografického obrazu

- Vytvořte na stínítku obraz hologramu metodou dopadu laserového paprsku na hologram pod úhlem přibližně 45 stupňů a zobrazení odchýleného světla na stínítko.
- Pozorujte laserový hologram okem tak, že svazek roztáhnete pomocí rozptylky a oko vložíte na místo, kde stálo stínítko.

Princip rekonstrukce holografického obrazu

