

14. ročník, úloha III.2 ... interference na zrcadlech (4 body; průměr ?; řešilo 19 studentů)

Mějme bodový zdroj (Z) monochromatického světla umístěný přede dvěma rovinnými zrcadly (obr. 1). Vzdálenost zdroje od bodu dotyku zrcadel je r a vzdálenost tohoto bodu od stínítka (S) je l . Na stínítku se zobrazují světlé a tmavé proužky. Dva sousední světlé proužky jsou od sebe ve vzdálenosti d . Spočítejte úhel φ mezi zrcadly, můžete předpokládat, že je velmi malý. Předpokládejte též, že ze zdroje nedopadá žádné světlo přímo na stínítko.

Podle zápočtové písemky z optiky ve třetím semestru MFF.

Interferenci světla odraženého od zrcadel si můžeme představit jako interferenci ze dvou zdrojů, které vzniknou zobrazením zdroje Z oběma zrcadly. Jak je vidět z geometrie na obr. 1, tyto dva zdánlivé zdroje budou od stínítka vzdáleny oba dva stejně. Protože je úhel φ malý, vzdálenost obrazů zdroje od sebe je $2a = 2r\varphi$. Obdobně vzdálenost těchto obrazů od stínítka je rovna $l' = l + r$.

Při interferenci se sčítají dvě harmonické vlny, které mají vůči sobě posunutou fázi. Maximální intenzita (světlé proužky) je v místech, kde je tento posun fáze roven sudému násobku π , tedy když je dráhový rozdíl paprsků roven celému násobku λ . Naopak minimální intenzita (tmavé proužky) je v místech, kde je dráhový rozdíl paprsků roven lichému násobku vlnové délky světla $\lambda/2$.

V našem případě stačí určit vzdálenost maxima, které vznikne v bodě O , a dalšího nejbližšího maxima, neboť vzájemné vzdálenosti dalších proužků jsou přibližně stejné. První maximum je tedy od bodu O ve vzdálenosti d , kterou hledáme. Vzdálenosti tohoto maxima od jednotlivých zdrojů jsou

$$d_1^2 = l'^2 + (d - a)^2,$$

$$d_2^2 = l'^2 + (d + a)^2.$$

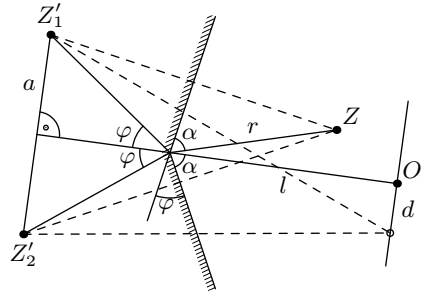
Z toho plyne $d_1^2 - d_2^2 = 4da$ a protože a a d jsou mnohem menší než l platí $d_1 + d_2 = 2l'$. Tedy

$$d_1 - d_2 = \frac{2da}{l'} = \frac{2dr\varphi}{l + r}.$$

Abyste v tomto bodě vzniklo maximum musí být tento dráhový rozdíl roven λ . Tedy

$$\varphi = \lambda \frac{r + l}{2rd}$$

je hledaný úhel mezi zrcadly.



Obr. 1

Karel Honzl