

Slezská univerzita v Opavě – Filosoficko-přírodovědecká fakulta

Fyzikální praktikum III – Optika

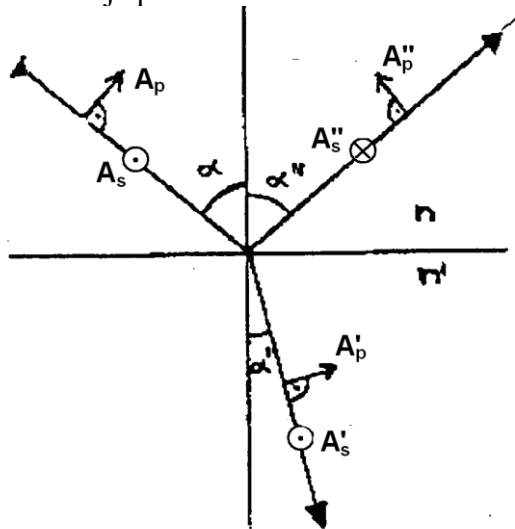
Jméno:	Ročník, obor: Druhý,	Vyučující:	Datum měření:
Akademický rok:	Název úlohy: Energetické poměry při odrazu optického záření na dielektriku		Datum odevzdání:
Číslo úlohy: 6			Hodnocení:

1 Teoretický úvod:

V této úloze máme ověřit platnost Fresnelových vztahů pro odraz a lom na dielektriku. Odvozením z Maxwellových rovnic získáváme pro amplitudy odraženého vlnění A'' vztahy (1)

$$\begin{aligned} A_p'' &= -\frac{\operatorname{tg}(\alpha_1 - \alpha_2)}{\operatorname{tg}(\alpha_1 + \alpha_2)} A_p \\ A_s'' &= -\frac{\sin(\alpha_1 - \alpha_2)}{\sin(\alpha_1 + \alpha_2)} A_s \end{aligned} \quad (1)$$

kde indexy p (resp. s), označují meridiální (resp. sagitální) složku amplitudy, α_1 (resp. α_2) označuje úhel dopadu (resp. úhel lomu) a nečárkované A přísluší amplitudám dopadajícího vlnění. Odraz a lom na dielektriku je pro meridiální složku intenzity naznačen na Obr. 1.



Obr 1. – Odraz a lom na dielektriku pro meridiální složku intenzity.

Pro popis energetických poměrů při odrazu optického záření na povrchu dielektrika je základní veličinou postupného vlnění jeho intenzita, která je dána vztahem (2)

$$I = \frac{n}{2} \sqrt{\frac{\varepsilon}{\mu}} A^2, \quad (2)$$

kde n , ε a μ jsou charakteristiky prostředí. Konkrétně máme v této úloze za úkol zjistit závislost tzv. odrazivosti povrchu dielektrika pro záření se složkou kolmou k rovině dopadu a se složkou ležící v rovině dopadu v závislosti na úhlu dopadu záření. Odrazivost R je pomocí Fresnelových vzorců definována jako (3)

$$R_s = \left(\frac{A_s''}{A_s} \right)^2; R_p = \left(\frac{A_p''}{A_p} \right)^2, \quad (3)$$

kde jsou indexy p a s označeny odrazivosti pro meridiálně a sagitálně polarizované vlnění. Dosazením ze vztahů (1) do rovnic (3), dostaneme praktické vztahy pro výpočet (4)

$$R_p = \left(\frac{\operatorname{tg}(\alpha_1 - \alpha_2)}{\operatorname{tg}(\alpha_1 + \alpha_2)} \right)^2; R_s = \left(\frac{\sin(\alpha_1 - \alpha_2)}{\sin(\alpha_1 + \alpha_2)} \right)^2 \quad (4)$$

V této úloze však měříme napětí U , vyvolané na fotodiodě dopadem světla intenzity I . Jelikož víme, že toto napětí je přímo úměrné intenzitě dopadajícího světla, můžeme vztahy (3) přepsat do tvaru (5)

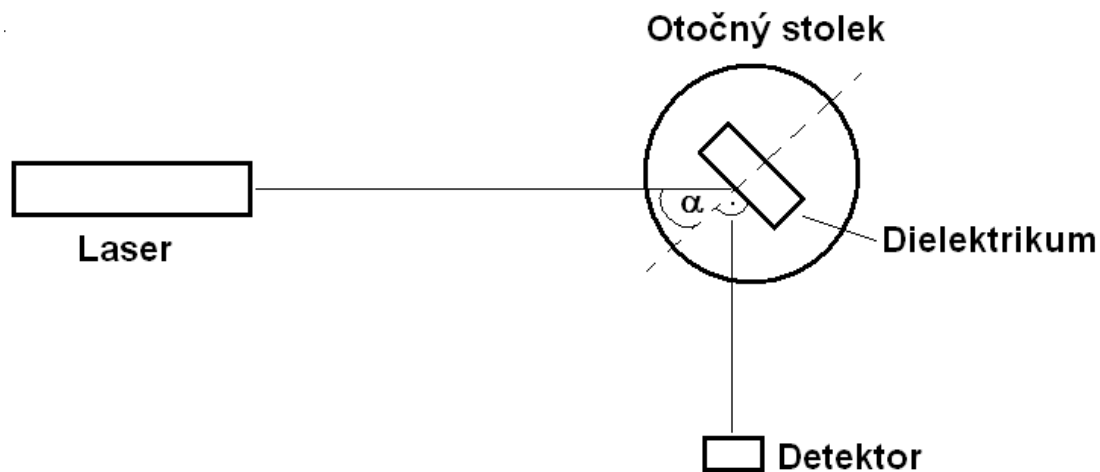
$$R_s = \frac{U_s''}{U_s}; R_p = \frac{U_p''}{U_p}, \quad (5)$$

kde U_s a U_p jsou napětí úměrná intenzitám dopadajícího záření a U_s'' , U_p'' napětí na diodě úměrná intenzitám odraženého záření.

Dopadá-li elektromagnetické vlnění na rozhraní dvou dielektrik, dochází při jeho odrazu a lomu k ovlivnění jeho polarizačního stavu. Ze vztahů (1) je pro složku p vidět, že blíží-li se jmenovatel k nekonečnu, klesá hodnota amplitudy odraženého vlnění k nule. Tato situace nastává pro úhel dopadu α_B , což je tzv. Brewsterův úhel. Dosazením do Snellova zákona získáváme pro tento úhel vztah (6)

$$\operatorname{tg}(\alpha_B) = \frac{n}{n'}, \quad (6)$$

kde n a n' jsou postupně indexy lomu obou prostředí. Na Obr. 2 je znázorněno experimentální uspořádání.



Obr. 2 – Uspořádání experimentu

2 Použité měřicí přístroje a pomůcky

Optická lavice, He-Ne laser s polarizátorem, dielektrikum, fotodioda, voltmetr.

3 Postup měření

- 1) Nejprve seřídíme stolek s dielektrikem tak, aby při nulové hodnotě na stupnici mířil odražený paprsek přímo zpět do zdroje.
- 2) Poté vypočteme Brewsterův úhel pro dané dielektrikum a pootočíme stolek s dielektrikem o tento úhel.
- 3) Snímačem měříme intenzitu odraženého světla a otáčíme laserovým zdrojem tak dlouho, dokud není intenzita odraženého světla nejmenší. V tu chvíli na dielektrikum dopadá světlo polarizované v meridiální rovině, tedy v rovině rovnoběžné s rovinou dopadu.
- 4) Odstraníme dielektrikum z dráhy paprsku a změříme napětí úměrné intenzitě prošlého svazku U_p .
- 5) Vrátime dielektrikum na otočný stolek, znovu jej seřídíme a provedeme měření napětí U_p , které je úměrné intenzitě odraženého svazku, v co největším rozpětí úhlů dopadu α .
- 6) Otočíme laserový zdroj o 90° , nyní na dielektrikum dopadá světlo polarizované v sagitální rovině, tedy v rovině kolmé k rovině dopadu.
- 7) Opakujeme předchozí body 4) a 5) a měříme analogicky napětí U_s, U_s .
- 8) Sestrojíme graf naměřené závislosti odrazivosti na úhlu dopadu, proložené teoretickými křivkami