

**Slezská univerzita v Opavě – Filosoficko-přírodovědecká fakulta**

**Fyzikální praktikum III – Optika**

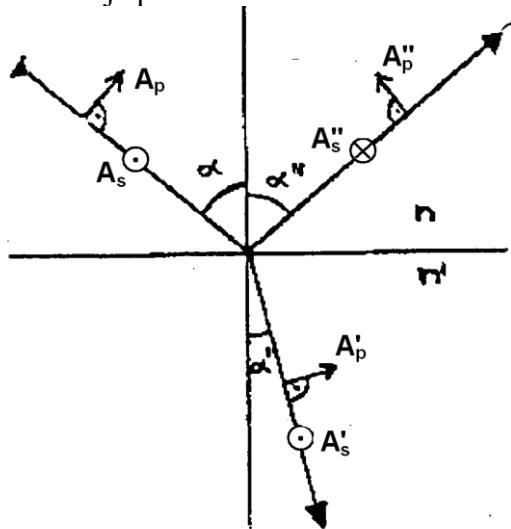
<b>Jméno:</b>	<b>Ročník, obor:</b> Druhý,	<b>Vyučující:</b>	<b>Datum měření:</b>
<b>Akademický rok:</b>	<b>Název úlohy:</b> <b>Energetické poměry při odrazu optického záření na dielektriku</b>		<b>Datum odevzdání:</b>
<b>Číslo úlohy:</b> 6			<b>Hodnocení:</b>

### 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,  $\alpha_1$  (resp.  $\alpha_2$ ) 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  $n$ ,  $\varepsilon$  a  $\mu$  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)

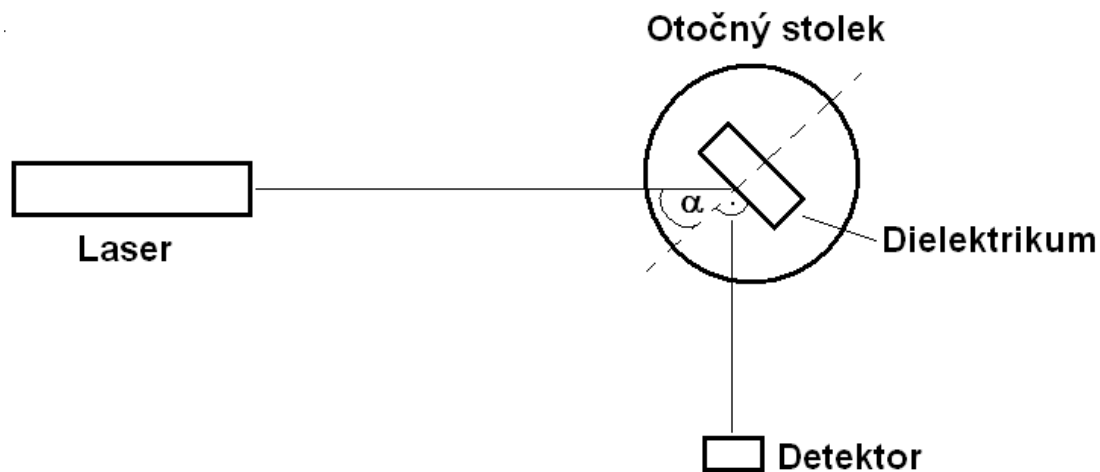
$$R_s = \frac{U_s''}{U_s}; R_p = \frac{U_p''}{U_p}, \quad (5)$$

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  $\alpha_B$ , 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  $\alpha$ .
- 6) Otočíme laserový zdroj o  $90^\circ$ , 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