

Slezská univerzita v Opavě – Filozoficko-přírodovědecká fakulta

Fyzikální praktikum III – Základy optiky

Jméno:	Ročník, obor: Druhý,	Vyučující: Mgr. Richard Švacha	Datum měření:
Akademický rok:	Název úlohy: Určení závislosti indexu lomu na vlnové délce (disperzní křivka)		Spolupracoval:
Číslo úlohy: 5			Datum odevzdání:

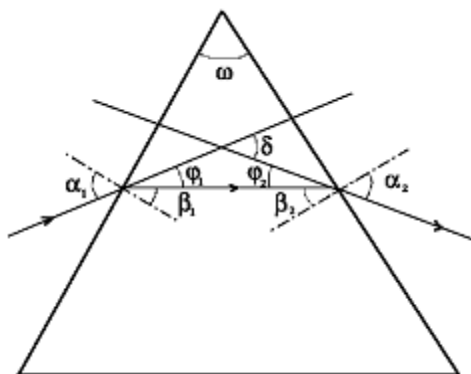
Teorie:

Jestliže se světelný paprsek šíří v homogenním prostředí rychlostí v , pak veličinu

$$n = \frac{c}{v} \quad (1)$$

nazýváme indexem lomu tohoto prostředí, c je rychlost světla ve vakuu. Látky, jejichž index lomu je nezávislý na směru šíření světla se nazývají opticky izotropními. V tomto případě je index lomu definovaný vztahem (1) charakteristickou veličinou dané látky.

Při průchodu světelného paprsku rozhraním dvou izotropních prostředí dochází mimo odrazu světla k jeho lomu. Tento jev popisuje Snellův zákon. Všechny látky vykazují disperzi, tj. závislost indexu lomu na vlnové délce světla. Ke studiu disperze lze využít hranol jako disperzní soustavy.



Obrázek 1: Schéma průchodu paprsku hranolem

Pro deviační úhel podle obr. 1 platí:

$$\delta = \varphi_1 + \varphi_2 \quad (2)$$

a pro lámavý úhel hranolu

$$\omega = \beta_1 + \beta_2 \quad (3).$$

Je zřejmé, že

$$\begin{aligned} \alpha_1 &= \beta_1 + \varphi_1, \\ \alpha_2 &= \beta_2 + \varphi_2 \end{aligned} \quad (4).$$

Sečtením vztahu (2) a (3) a úpravou dostaneme

$$\delta = \alpha_1 + \alpha_2 - \omega \quad (5).$$

Což znamená, že deviace je funkcí úhlu dopadu paprsku na první lámavou plochu hranolu. Řešením

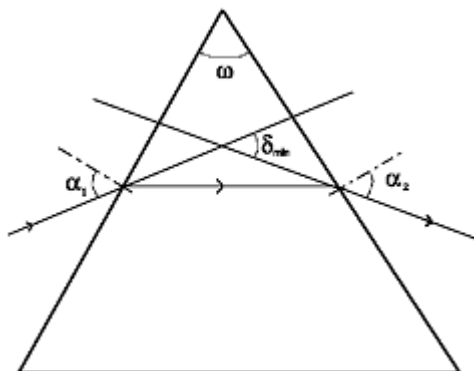
extrému funkce a použitím Snellova zákona pro lámavé úhly a úpravou dostaneme

$$\sin^2 \beta_1 = \sin^2 \beta_2 \quad (6).$$

Protože úhly β_1 a β_2 jsou vždy ostré, musí platit, že

$$\begin{aligned} \beta_1 &= \beta_2, \\ \alpha_1 &= \alpha_2 \end{aligned} \quad (7).$$

Tedy minimální deviace paprsku jisté vlnové délky nastane tehdy, když paprsek prochází hranolem souměrně vzhledem k oběma lámavým plochám (obr. 2).



Obrázek 2: Graf závislosti indexu lomu n na vlnové délce λ

Sledujeme-li pomocí Snellova zákona průchod paprsku hranolem při výše diskutované situaci, tj. při minimální deviaci a využijeme-li dále vztahů (3) a (5), dostaneme pro tento zvláštní případ vztah

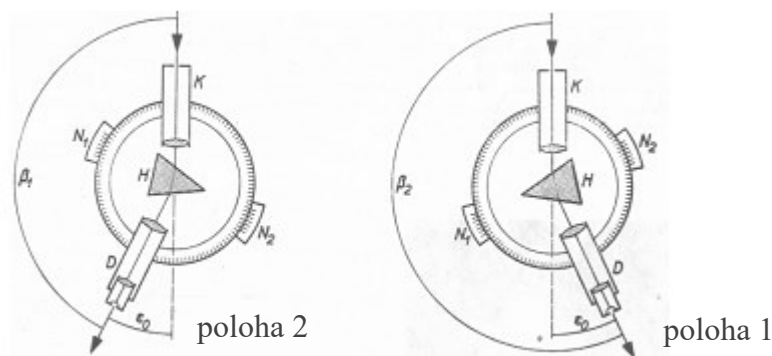
$$n = \frac{\sin \frac{1}{2}(\omega + \delta_{\min})}{\sin \frac{\omega}{2}} \quad (8).$$

Toto je vztah, podle kterého určíme index lomu dielektrika pro danou vlnovou délku metodou minimální deviace paprsku. Tedy index lomu n pro danou vlnovou délku dostaneme, když stanovíme úhel minimální deviace δ_{\min} a lámavý úhel hranolu ω .

Vlastní měření provádíme na goniometru (obr. 3), který se skládá z kolinátoru, k jehož předměťové ohniskové rovině je umístěna štěrbina, dalekohledu s nitkovým křížem, stolku pro umístění měrného hranolu a úhломěrné stupnice. Jako zdroj je použita výbojka s čárovým spektrem.

Lámavý úhel hranolu určíme metodou zrcadlení štěrbiny kolinátoru. Obě lámavé plochy jsou osvětleny pomocí kolinátoru rovnoběžným svazkem paprsků a dalekohledem pozorujeme odraz štěrbiny po odrazu na lámavých plochách, odečítáme úhly φ_1 , φ_2 . Přičemž platí

$$\varphi_1 - \varphi_2 = 2\alpha_1 + 2\alpha_2 = 2\omega \quad (9).$$



Obr. 3: Schéma měření na goniometru

Studium závislosti indexu lomu na vlnové délce provádíme pomocí čárového spektra výbojky. Pro každou ze spektrálních čar je nutné postupně hranol nastavit do polohy minimální deviace. Stolkem goniometru otáčíme a v dalekohledu pozorujeme, že směr otáčení stolku je souhlasný se směrem otáčení čárového spektra. V určitém místě se spektrum zastaví a pak se pohybuje opačným směrem. Bod obratu odpovídá minimální deviaci pro vybranou spektrální čáru. Měření se zpravidla provádí pro co největší počet čar ve dvou souměrných polohách hranolu 1 a 2, viz obr. 3. Pak platí

$$(\beta_2)_{\lambda_i} - (\beta_1)_{\lambda_i} = 2(\delta_{\min})_{\lambda_i} \quad (10),$$

kde $(\beta_2)_{\lambda_i}$ je úhlová hodnota natočení pro polohu 1 hranolu a $(\beta_1)_{\lambda_i}$ je úhlová hodnota natočení hranolu pro polohu 2.

Pro odpovídající vlnovou délku jsme tedy schopni určit index lomu materiálu podle vztahu (8).

Úkoly:

1. Určete lámavý úhel hranolu (je dán $\omega = 45^\circ$ nebo 60°)
2. Pomocí monochromátoru (spektrometru) určete λ jednotlivých čar výbojky. Jestliže ty mají určitou šířku mezi λ_1 a λ_2 , stanovte jejich průměr λ_s .
3. Pro jednotlivé vlnové délky čárového spektra výbojky určete podle vztahu (10) hodnotu minimální deviace.
4. Vypočítejte hodnoty indexu lomu daného prostředí pro jednotlivé vlnové délky podle vztahu (8).
5. Sestavte grafickou závislost indexu lomu na vlnové délce.

Pomůcky:

Spektrometr, výbojka, goniometr, hranol.