

FYZIKÁLNE PRAKTIKUM

Spracoval: Vladimír Domček

Namerané: 14.11.2012

Obor: Astrofyzika **Ročník:** II **Semester:** III

Testované:

Úloha č. 9: Závislosť indexu lomu skla na vlnovej dĺžke.

$T = 21,8 \text{ }^\circ\text{C}$ **Refraktometer**

$p = 1001 \text{ hPa}$

$\varphi = 34 \text{ } \%$

1. Zadanie

- Meranie závislosti indexu lomu skla na vlnovej dĺžke metódou minimalnej deviácie
- Meranie indexu lomu dvojhranovým refraktometrom

2. Teória

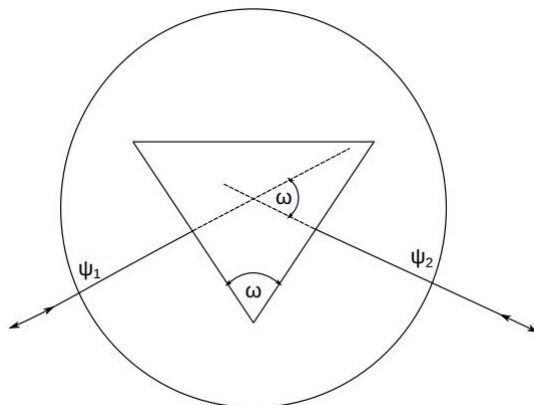
Pri prechode svetelného lúču rozhraním dvoch izotropných prostredí dochádza okrem odrazu svetla taktiež k jeho lomu. Všetky látky vykazujú tzv. disperziu, čiže závislosť lomu svetla na jeho vlnovej dĺžke λ . V oblasti normálnej disperzie je táto závislosť daná vzťahom:

$$n = A + \frac{B}{\lambda^2} + \frac{C}{\lambda^4} + \dots \quad (1)$$

2.1. Metóda minimálnej deviácie na trojbokom hranole

Dve susedné steny, ktorými vstupuje a vystupuje lúč spolu zvierajú lámavý uhol ω , ktorý spolu s indexom lomu tvorí parametre hranolu. Vypočítame ho podľa vzorca:

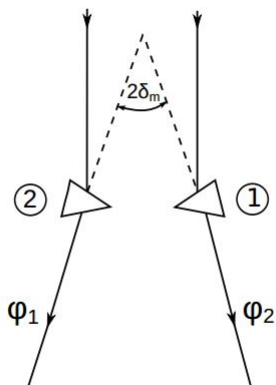
$$\omega = 180 - (\psi_1 - \psi_2) \quad (2)$$



Obr.1 Meranie lámavého uhlu

Uhol minimálnej deviácie je medzný, minimálny uhol medzi vstupujúcim a vystupujúcim lúčom po priechode hranolom. Tento uhol získame pre 2 rôzne, stranovo prevrátené polohy hranolu (obr. 2) a z nameraných uhlov φ_1 a φ_2 zistíme minimálnu deviáciu podľa vzorca:

$$\delta_m = \frac{(\varphi_1 - \varphi_2)}{2} \quad (3)$$



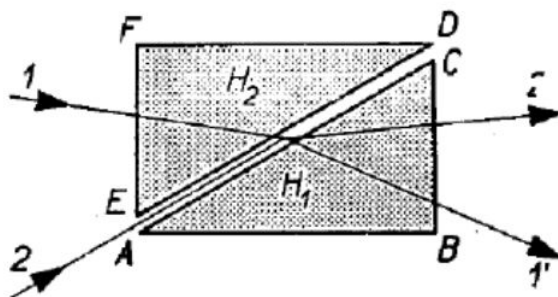
Obr.2 Meranie uhlu minimálnej deviácie

Z hodnoty minimálnej deviácie δ_m a lámavého uhlu ω možno vypočítať index lomu materiálu hranolu pomocou upraveného vzorca Snellovho zákona:

$$n = \frac{\sin\alpha}{\sin\beta} = \frac{\sin\frac{1}{2}(\omega + \delta_m)}{\sin\frac{\omega}{2}} \quad (4)$$

2.2. Dvojhranový refraktometer

Dvojhranový refraktometer sa skladá z dvoch hranolov s vysokým indexom lomu. Na ich rozhranie sa naniesie skúmaná kvapalina a meranie je realizované pomocou lúča, ktorý do sústavy vchádza jednou stenou a po lome na štrbine vychádza druhou stenou.



Obr.3 Dvojhranový refraktometer

3. Postup

3.1. Meranie závislosti indexu lomu skla na vlnovej dĺžke metódou minimálnej deviácie

- prevedieme justáciu goniometra SG-5 takým spôsobom, že zamierime ďalekohľad na hranol a snažíme sa nájsť bod v ktorom sa nám svetlo z ďalekohľadu odráža. Svetlo prechádza ďalekohľadom s nitkovým krížom, odráža sa od plochy hranola a vracia sa nám späť do ďalekohľadu. Nájdeme v ňom bod v ktorom vidíme odrazený nitkový kríž a pomocou justačných šróbov A a B sa ho snažíme v oboch meracích polohách stotožniť

- odčítame uhly v 2 polohách, kedy sa odraz presne zhoduje s nitkovým krížom. Tieto uhly dosadíme do rovnice () a vypočítame lámavý uhol
- zmeriame uhol minimálnej deviácie otáčaním stolčeka s hranolom v 2 polohách pre 4 spektrálne čiary a dosadením do rovnice ()
- vypočítame index lomu zo vzťahu () pre každú spektrálnu čiaru
- vynesieme do grafu závislosť indexu lomu na vlnovej dĺžke

3.2. Dvojhranový refraktometer

- na hranol nanesieme kvapku kvapaliny
- hranoly spojíme a nastavíme prístroj tak, aby nám do spodnej časti prístroja dopadalo monochromatické svetlo
- v momente, keď sa traťme objaví sa nám v pravom okulári rozhranie svetlo-tma. Namierime nitkový kríž presne na toto rozhranie
- v ľavom okulári na stupnici odčítame hodnotu indexu lomu

4. Meranie

4.1. Meranie závislosti indexu lomu skla na vlnovej dĺžke metódou minimalnej deviácie

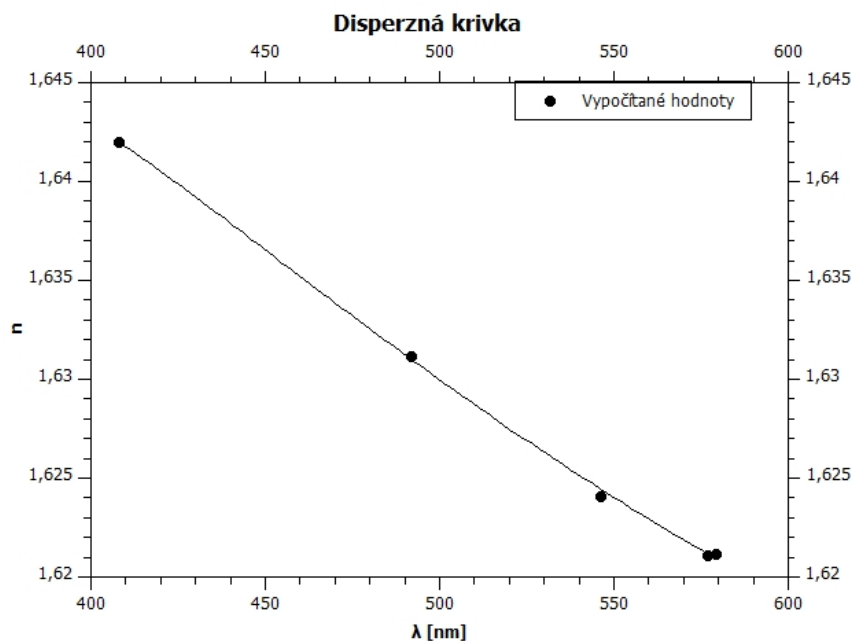
ψ_2	ψ_1	ω
24° 13' 00"	144° 13' 00"	60° 00' 00"
18° 19' 00"	138° 19' 00"	60° 00' 00"
5° 15' 11"	125° 14' 41"	59° 59' 30"
349° 43' 46"	109° 43' 45"	59° 59' 59"
47° 37' 21"	167° 37' 21"	60° 00' 00"

Tab.1 Hodnoty lámavého uhla

$$\bar{\omega} = (59^\circ 59' 54'' \pm 0^\circ 0' 06'')$$

farba	λ [nm]	φ_2	φ_1	δ_m	n
fialová (2)	407,8	30° 54' 56"	131° 38' 54"	50° 21' 59"	1,6420
modrozelená (4)	491,6	31° 59' 15"	130° 34' 20"	49° 17' 32,5"	1,6312
zelená (5)	546,1	32° 40' 56"	129° 51' 47"	48° 35' 25,5"	1,6241
žltá (6)	576,9	32° 58' 43"	129° 34' 05"	48° 17' 41"	1,6211
žltá (7)	579,1	32° 56' 05"	129° 32' 50"	48° 18' 22,5"	1,6212

Tab.2 Deviačné uhly a indexy lomu skla pre rôzne spektrálne čiary ortuti



Obr.1 Závislosť indexu lomu skla na vlnovej dĺžke

Vypočítané hodnoty materiálových konštánt:

$$A = 1,58, \quad B = 1,55 \cdot 10^4, \quad C = -9,51 \cdot 10^8$$

Krivka v grafe je popísaná rovnicou: $n(\lambda) = 1,58 + \frac{1,55 \cdot 10^4}{\lambda^2} + \frac{-9,51 \cdot 10^8}{\lambda^4}$

4.2. Meranie indexu lomu dvojhnanolovým refraktometrom

Namerané hodnoty:

index lomu destilovanej vody: $n_{(H_2O)} = 1,333$

index lomu izopropylalkoholu: $n_{(C_3H_8O)} = 1,376$

5. Záver

V prvej časti úlohy sme merali lámavý uhol hranolu, ktorý nám vyšiel: $\bar{\omega} = (59^\circ 59' 54'' \pm 0^\circ 0' 06'')$. Táto hodnota sa veľmi presne blíži k očakávanej hodnote pre rovnostranný trojuholník: 60° . Ďalej sme rovnakým spôsobom merali deviačný uhol pre rôzne spektrálne čiary ortuti. Hodnoty sme vyniesli do grafu, čím sme získali disperznú krivku, ktorú nám popisuje funkcia: $n(\lambda) = 1,58 + \frac{1,55 \cdot 10^4}{\lambda^2} - \frac{9,51 \cdot 10^8}{\lambda^4}$.

V druhej časti úlohy sme pomocou dvojhnanolového refraktometra získali hodnoty indexov lomu pre destilovanú vodu: $n_{(H_2O)} = 1,333$ a izopropylalkohol: $n_{(C_3H_8O)} = 1,376$. Tieto hodnoty sa veľmi presne zhodujú s hodnotami tabelovými, kde sa udáva pre vodu: $n_{(H_2O)} = 1,33$ a pre izopropylalkohol: $n_{(C_3H_8O)} = 1,37$.