

FYZIKÁLNÍ PRAKTIKUM

Fyzikální praktikum 1

Zpracoval: Lukáš Lejdar

Naměřeno: 15. října 2024

Obor: F

Skupina: Út 16:00

Testováno:

Úloha č. 9: Závislost indexu lomu skla na vlnové délce

$$T = 21,1 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$p = 101,35 \text{ kPa}$$

$$\varphi = 47,7 \text{ }^{\circ}$$

1. Úvod

V úloze budu měřit index lomu hranolu metodou minimální deviace pro několik spektrálních čar rtuti. Z naměřených hodnot určím materiálové konstanty v Cauchyho vztahu a Abbeovo číslo charakterizovaného skla.

2. Postup měření

2.1. Měření lámavého úhlu

Dvě sousední strany hranolu, kterými paprsek vstupuje a vystupuje svírají úhel ω . Hranol položím na goniometr, který nejprve seřídím tak, aby stěny hranolu byly kolmé na optickou osu dalekohledu a najdu úhly φ_1 a φ_2 , kdy je nitkový kříž kolmý na některou z těchto ploch. Vrcholový úhel dopočítám podle

$$\omega = 180 - (\varphi_1 - \varphi_2) \quad (1)$$

2.2. Měření minimální deviace

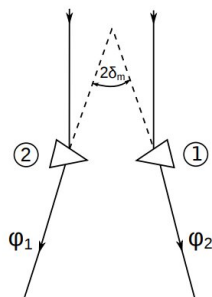
Paprsek se při průchodu takovým hranolem zlomí, o nějak úhel δ . Ze Snellova zákona lze zjistit, že existuje minimum této deviace δ_m , pro kterou platí

$$n = \frac{\sin((\delta_m + \omega)/2)}{\sin(\omega/2)} \quad (2)$$

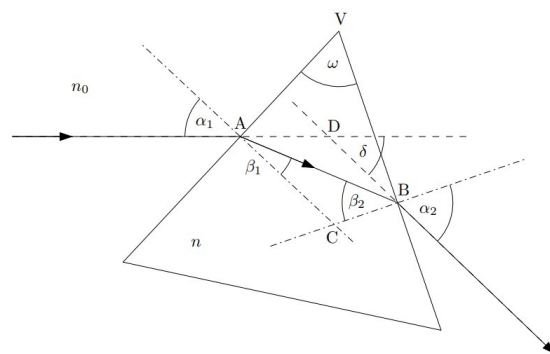
Zdrojem světla bude výbojka, která ve viditelné oblasti spektra obsahuje řadu čar o známých vlnových délkách. Budu otáčet se stolkem goniometru a hledat úhel φ_1 , pro který deviace vykazuje minimum. Tuto hodnotu odečtu a budu se stolkem točit na druhou stranu dokud nenajdu druhé minimum φ_2 . Úhel minimální deviace potom spočítám podle

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

Toto provedu pro každou spektrální čaru a dopočítám index lomu, který nutně bude různý pro různé vlnové délky.



Obrázek 1: Měření úhlu minimální deviace



Obrázek 2: Průchod paprsku světla hranolem

2.3. Měření materiálových konstant Cauchyho vztahu a abbeova čísla

Získanou závislost indexu lomu na vlnové délce budu prokládat Cauchyovým vztahem prvního řádu

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

Dvěma hlavními optickými parametry jsou index lomu n_d pro žlutou čáru $\lambda_d = 587.6 \text{ nm}$ a Abbeovo číslo ν_d , které je převrácenou hodnotou optické mohutnosti skla

$$\nu_d = \frac{n_d - 1}{n_F - n_C}, \quad (5)$$

kde n_F a n_C jsou indexy lomu pro Fraunhoferovy čáry o vlnových délkách $\lambda_F = 486.1 \text{ nm}$ (modrá) a $\lambda_C = 656.3 \text{ nm}$ (červená).

3. Výsledky měření

3.1. Měření lámavého úhlu

Hranol umístím na goniometr a provedu justování. Srovnám nitkový kříž se stranami hranolu, svírajícími úhel ω a odečtu úhly φ_1 a φ_2 . Vrcholový úhel dopočítám podle (1).

$$\omega = 45.00^\circ \pm 0.05 \quad (6)$$

3.2. Měření minimální deviace

Měření úhlu minimální deviace δ_m provádím pro každou spektrální čáru rtuti v bodě obratu prisku na obou stranách, při otáčení stolečkem goniometru a index lomu dopočítávám podle (2).

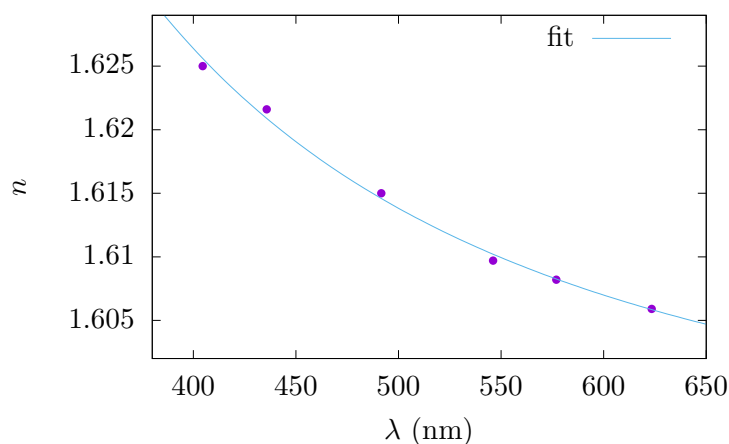
barva	λ (nm)	δ_m ($^\circ$)	n
červená	623.4	30.8402	1.6059 ± 0.0008
žlutá	576.9	30.9638	1.6082 ± 0.0008
zelená	546.1	31.0513	1.6097 ± 0.0008
modro-zelená	491.6	31.3444	1.6150 ± 0.0008
modrá	435.8	31.7132	1.6216 ± 0.0008
fialová	404.6	31.9069	1.6250 ± 0.0008

Tabulka 1: Měření úhlu minimální deviace pro každou spektrální čáru rtuti

3.3. Měření materiálových konstant Cauchyho vztahu a abbeova čísla

Vynesl jsem do grafu závislost indexu lomu n na vlnové délce λ a hodnoty proložil Cauchyovým vztahem (4). Uvedl jsem výsledné materiálové konstanty A a B a vzorkoval jsem výslednou funkci v Fraunhoferových vlnových délkách pro výpočet Abbeova čísla ν_d .

$$\begin{aligned} n_d &= 1.608 \pm 0.001 & A &= 1.5915 \pm 0.0008 \\ n_F &= 1.615 \pm 0.001 & B &= 5.6 \pm 0.2 \cdot 10^{-15} \text{ m}^2 \\ n_C &= 1.604 \pm 0.0009 \\ \nu_d &= 57 \pm 2 \end{aligned}$$



Graf 1: Závislost indexu lomu na vlnové délce

4. Závěr

Změřil jsem lámavý úhel hranolu a minimální deviaci pro několik spektrálních čar rtuti. Výsledné hodnoty, které jsou uvedeny v tabulce 1 jsem dál fitoval Cauchyovým vztahem a dostal materiálové konstanty A a B, a zjistil index lomu pro žlutou čáru $n_d = 1.608 \pm 0.001$ a Abbeovo číslo $\nu_d = 57 \pm 2$.

Použitý hranol byl z materiálu *N – SK2* výrobce SCHOTT. Tabulkové hodnoty z odkazu 1 jsou $n_d = 1.60738$ a $\nu_d = 56.65$.

Reference

- [1] tabulkové hodnoty hranolů N-SK2 SCHOTT <https://www.schott.com/shop/advanced-optics/en/Optical-Glass/N-SK2/c/glass-N-SK2>.