

Datum: 10.11.2004

Vypracoval: Tomáš Henych

Teplota: 23,1 °C

Tlak: 981 mbar

Vlhkost: 32 %

Název: Závislost indexu lomu skla na vlnové délce světla. Měření indexu lomu refraktometrem.

Úkol:

- Proved'te justaci hranolu a změřte jeho lámavý úhel.
- Metodou minimální deviace změřte index lomu skla nejméně pro čtyři spektrální čáry rtuti.
- Určete materiálové konstanty v Cauchyově vztahu a nakreslete disperzní křivku hranolu.
- Určete Abbého refraktometrem index lomu dvou kapalin.

Teorie úlohy:

ad a) Justaci hranolu provádíme řídicími šrouby stolečku, na kterém je hranol umístěný a to tak, aby obě jeho lámavé plochy byly kolmé k ose dalekohledu. Lámavý úhel stanovíme metodou zrcadlení nitkového kříže. Na obou lámavých plochách ztotožníme nitkový kříž s jeho obrazem a odečteme úhly  $\psi_1$  a  $\psi_2$ . Lámavý úhel je potom  $\omega = \psi_2 - \psi_1 - 180^\circ$ .

ad b) Minimální deviace  $\delta_m$  je úhel minimálního lomu paprsku v hranolu. Při otáčení stolku s hranolem se spektrální čáry rtuti pohybují jedním směrem až do určitého okamžiku, kdy se zastaví a pak se pohybují opačným směrem. Bod obratu právě odpovídá minimální deviaci. Pro dvě lámavé plochy naměříme úhly lomu  $\varphi_1$  a  $\varphi_2$ . Minimální deviace je  $\delta_m = \frac{\varphi_2 - \varphi_1}{2}$  a index lomu

$$n = \frac{\sin\left(\frac{\omega}{2} + \frac{\delta_m}{2}\right)}{\sin\frac{\omega}{2}}$$

ad c) Závislost indexu lomu na vlnové délce světla  $\lambda$  je popsána vztahem  $n = A + \frac{B}{\lambda^2} + \frac{C}{\lambda^4} + \dots$ , kde  $A, B, C$  jsou materiálové konstanty. Ty stanovíme ze souboru dvojic  $(\lambda_i, n_i)$  metodou nejmenších čtverců.

ad d) Princip Abbého refraktometru je založen na zjištění mezního úhlu. Polokulový refraktometr je složen ze skleněné polokoule a dalekohledu. Tím pozorujeme světlo vystupující ze skleněné polokoule, dokud nenajdeme místo, kam už světlo neproniká. Nastavíme nitkový kříž na rozhraní světlo-tma a na stupnici odečteme mezní úhel  $\beta_{m_0}$ . Při zjišťování indexu lomu kapaliny ji nalijeme na skleněnou polokouli a stejným postupem určíme úhel  $\beta_m$ . Index lomu kapaliny je potom

$$n = \frac{\sin \beta_m}{\sin \beta_{m_0}}$$

umožňuje však přímo odečítat index lomu a to s přesností 0,0001.

Výsledky:

ad a)

n	$\psi_1$	$\psi_2$	$\omega$
1	112° 18' 46"	352° 18' 55"	60° 0' 9"
2	113° 31' 30"	353° 31' 39"	60° 0' 9"
3	114° 38' 4"	354° 38' 17"	60° 0' 13"
4	115° 31' 14"	355° 31' 28"	60° 0' 14"
5	117° 18' 28"	357° 18' 39"	60° 0' 11"

$$\omega = 60^\circ 0' 11,2'' \pm 0^\circ 0' 1,02''$$

ad b)

barva	$\frac{\lambda}{nm}$	$\varphi_1$	$\varphi_1$
fialová	404,6	14° 32' 6"	14° 31' 59"
modrá	435,8	15° 24' 46"	15° 24' 21"
modrozelená	491,6	16° 29' 22"	16° 28' 56"
zelená	546,1	17° 11' 31"	17° 11' 12"
žlutá	576,9	17° 29' 45"	17° 29' 23"
červená	623,4	17° 39' 6"	17° 39' 1"

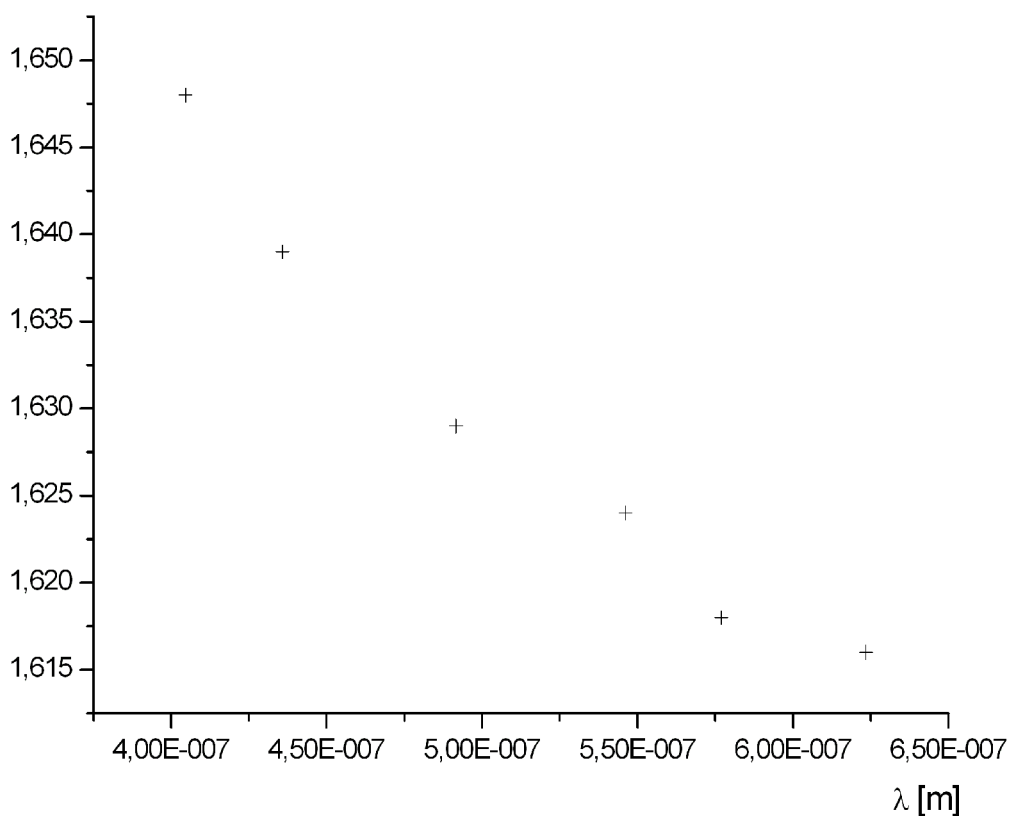
barva	$\frac{\lambda}{nm}$	$\varphi_2$	$\varphi_2$
fialová	404,6	116° 31' 41"	116° 32' 1"
modrá	435,8	115° 39' 40"	115° 39' 44"
modrozelená	491,6	114° 35' 30"	114° 35' 20"
zelená	546,1	114° 23' 25"	114° 23' 17"
žlutá	576,9	113° 35' 4"	113° 35' 17"
červená	623,4	113° 14' 24"	113° 14' 31"

barva	$\frac{\lambda}{nm}$	$\bar{\varphi}_1$	$\bar{\varphi}_2$	$\delta_m$	$s_{\delta_m}$	n	$s_n$
fialová	404,6	14° 32' 2,5"	116° 31' 51"	50° 59' 54,25"	5,3"	1,648	0,001
modrá	435,8	15° 24' 33,5"	115° 39' 42"	50° 7' 34,25"	6,33"	1,639	0,001
modrozelená	491,6	16° 29' 9"	114° 35' 25"	49° 3' 8"	6,96"	1,629	0,001
zelená	546,1	17° 11' 21,5"	114° 23' 21"	48° 35' 59,75"	5,15"	1,624	0,001
žlutá	576,9	17° 29' 34"	113° 35' 10,5"	48° 2' 48,25"	6,39"	1,618	0,001
červená	623,4	17° 39' 3,5"	113° 14' 27,5"	47° 47' 42"	2,15"	1,616	0,001

ad c)

Materiálové konstanty jsem spočítal v programu MuPAD Light a po zaokrouhlení vyšly následující hodnoty:

$$A = 1,607; B = 5,203 \cdot 10^{-13}; C = -2,683 \cdot 10^{-26}$$



Graf 1: Disperzní křivka hranolu

ad d)

Polokulový Abbého refraktometr

rozhraní vzduch - sklo

$$\beta_{m_0} = 36^\circ 29'$$

rozhraní voda – sklo

$$\beta_m = 51^\circ 30' \quad n_1 = 1,32$$

rozhraní denaturovaný líh – sklo

$$\beta_m = 52^\circ 30' \quad n_2 = 1,33$$

Hranolový Abbého refraktometr

voda

$$n_1 = 1,3331$$

denaturovaný líh

$$n_2 = 1,3622$$

Závěr:

Lámaný úhel hranolu vyšel dle předpokladu  $60^\circ$  jen s malou odchylkou. Indexy lomu pro jednotlivé spektrální čáry rtuti byly určeny s relativní přesností do 0,1 %. Indexy lomu kapalin měřené polokulovým refraktometrem jsou poměrně nepřesné, což je způsobeno malou přesností stupnice tohoto přístroje. Naproti tomu hranolový refraktometr je velmi přesný přístroj a jím naměřené hodnoty se blíží tabulkovým.