

FYZIKÁLNÉ PRAKTIKUM

FYZIKÁLNÉ PRAKTIKUM II

Vypracoval: Patrik Žilka

Namerané: 5. 12. 2011

Obor: AF

Ročník: II

Semester: III

Testované:

Úloha č. 9: Závislosť indexu lomu na vlnovej dĺžke svetla, meranie refraktometrom

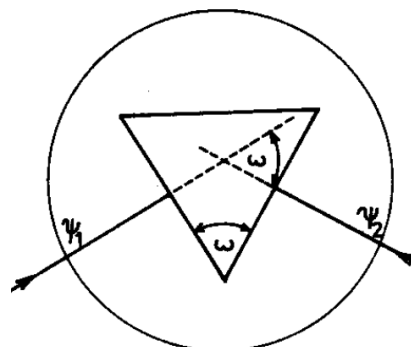
$T = 23,2 \text{ } ^\circ\text{C}$

$p = 96,9 \text{ kPa}$

$\phi = 32 \text{ } \%$

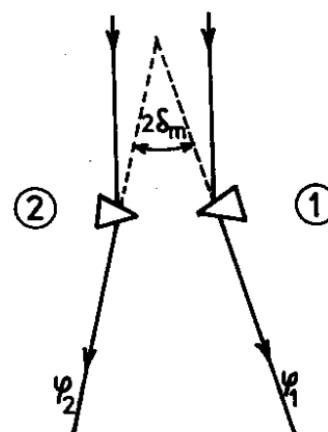
Teória:

Hlavnou úlohou tohto praktika bolo zmeranie závislosti indexu lomu hranola na vlnovej dĺžke viditeľného svetla. K tomu je potrebné použiť najustovaný trojboký hranol, u ktorého poznáme lámavý uhol. Ten sa odmeria tak, že na oboch plochách hranola stotožníme nitkový kríž s jeho obrazom. Tak dostaneme uhly Ψ_1 , Ψ_2 , z ktorých už vieme vypočítať lámavý uhol:



$$\omega = 180^\circ - (\Psi_1 - \Psi_2)$$

Jednou z najpresnejších metód k stanoveniu indexu lomu je metóda minimálnej deviácie. Deviácia je uhol δ medzi smerom lúča dopadajúcim na disperznú sústavu a lúčom vystupujúcim z tejto sústavy. Pri otáčaní hranola rovnakým smerom sa znižovanie tohto uhla pri určitom otočení zastaví a začne sa znovu zväčšovať. Tento najmenší devičný uhol sa nazýva minimálna deviácia. Pre určenie minimálnej deviácie stačí odmerať uhly natočenia hranola na oboch plochách hranola tak ako je to zobrazené na obrázku. Minimálna deviácia a z nej vyplývajúci index lomu sa potom vypočíta nasledovne:



$$\delta_m = \frac{1}{2}(\varphi_1 - \varphi_2) \qquad n = \frac{\sin \frac{1}{2}(\omega + \delta_m)}{\sin(\omega/2)}$$

V oblasti normálnej závislosti indexu lomu na vlnovej dĺžke (teda v oblasti normálnej disperzie) by mala táto závislosť odpovedať nasledovnému Cauchyovému vzťahu:

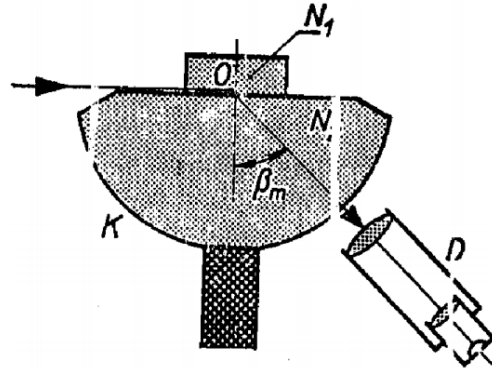
$$n = A + \frac{B}{\lambda^2} + \frac{C}{\lambda^4} + \dots$$

kde A, B, C sú materiálové konštanty.

Ďalšou úlohou bolo určenie indexu lomu dvoch kvapalín Abbého refraktometrom.

Ten zistíme z medzného uhla lomu, ktorého princíp merania je znázornený na obrázku.

Medzný uhol sa odmeria pomocou ďalekohľadu v takej polohe, keď rozhranie tmavého a svetlého poľa prechádza stredom nitkového kríža. K zisteniu indexu lomu kvapaliny je najprv potrebné zistiť medzný uhol β_{m0} , ktorý odpovedá situácii, keď je nad polgouľou vzduch. Potom sa odmeria medzný uhol β_m , keď je nad polgouľou meraná kvapalina a pre index lomu potom platí: $N = \sin \beta_m / \sin \beta_{m0}$ Pre presnejšie meranie sa tieto uhly merali pre rôzne otočenia α polgule, aby sa eliminoval vplyv nerovnomernosti guľovej plochy.



Meranie:

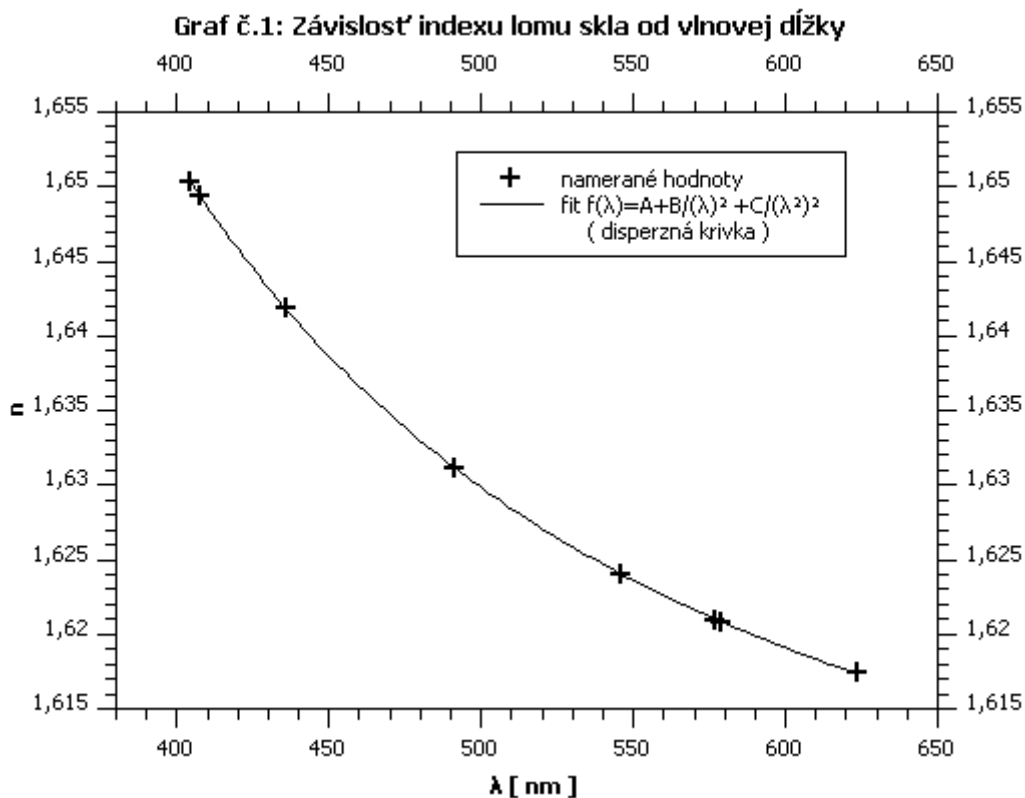
Tabuľka nameraných hodnôt a vypočítaný lámavý uhol:

n	Ψ_1	Ψ_2	$\Psi_1 [^\circ]$	$\Psi_2 [^\circ]$	$\omega [^\circ]$
1	95°04'48,0"	335°05'13,6"	95,08000	335,08711	60,00711
2	76°43'26,6"	316°43'45,0"	76,72406	316,72917	60,00511
3	128°42'43,8"	8°43'07,1"	128,71217	8,71864	60,00647
4	125°55'04,7"	5°55'25,7"	125,91797	5,92381	60,00583
5	152°26'54,4"	32°27'11,2"	152,44844	32,45311	60,00467

lámavý uhol $\omega = (60,00584 \pm 0,00073)^\circ \delta r = 0,0012 \%$

Tabuľka nameraných hodnôt min. deviácii pre rôzne spektrálne čiary ortuti a k nim prislúchajúce indexy lomu:

sp. čiara	$\lambda [\text{nm}]$	φ_2	φ_1	$\varphi_1 [^\circ]$	$\varphi_1 [^\circ]$	$\delta_m [^\circ]$	n
červená	623,4	20°58'51,9"	116°52'53,4"	20,98108	116,8815	47,95021	1,617440
žltá	579,1	20°39'29,1"	117°12'19,3"	20,65808	117,20536	48,27364	1,620753
žltá	576,9	20°38'23,2"	117°13'24,7"	20,63978	117,22353	48,29188	1,620940
zelená	546,1	20°20'16,7"	117°31'38,4"	20,33797	117,52733	48,59468	1,624029
modrozelená	491,6	19°38'24,0"	118°13'41,5"	19,64000	118,22819	49,29410	1,631121
modrá	435,8	18°34'04,9"	119°17'09,9"	18,56803	119,28608	50,35903	1,641803
fialová	407,8	17°48'46,7"	120°03'05,1"	17,81297	120,05142	51,11922	1,649342
fialová	404,6	17°42'39,0"	120°09'05,1"	17,71083	120,15142	51,22029	1,650339



Namerané hodnoty boli fitované podľa Cauchyovho vzťahu v programe QtiPlot (v0.9.8.6):

Materiálové konštanty:

$$A = (1,59792 \pm 0,00034) \quad \delta r = 0,021 \%$$

$$B = (6,82 \pm 0,17) \cdot 10^{-15} \text{ m}^2 \quad \delta r = 2,5 \%$$

$$C = (2,89 \pm 0,19) \cdot 10^{-28} \text{ m}^4 \quad \delta r = 6,6 \%$$

Tabuľka nameraných medzných uhlov pre určenie indexov lomu kvapalín:

α [°]	vzduch	propylalkohol		destilovaná voda	
	β_{m0} [°]	β_{m1} [°]	n_1	β_{m2} [°]	n_2
0	34,13	51,52	1,3952	46,15	1,2853
60	34,42	51,75	1,3893	46,17	1,2762
120	35,58	52,80	1,3690	47,10	1,2590
180	36,40	53,42	1,3532	47,85	1,2494
240	36,13	53,23	1,3586	47,50	1,2504
300	35,05	52,22	1,3763	46,73	1,2679

Index lomu propylalkoholu: $n_1 = (1,3736 \pm 0,0075) \quad \delta r = 0,55 \%$

Index lomu destilovanej vody: $n_1 = (1,2647 \pm 0,0065) \quad \delta r = 0,51 \%$

Záver:

V tomto praktiku som namerál závislosť indexu lomu skleneného trojbokého hranola na vlnovej dĺžke. Z grafu č. 1 je vidieť, že namerané hodnoty spĺňajú cauchyovský vzťah a tým bolo možné určiť materiálové konštanty s dostatočnou presnosťou.

Úlohou tohto praktika bolo aj určenie indexov lomu dvoch kvapalín cez Abbého refraktometer. Nameraný index lomu propylalkoholu sa približne zhoduje s tabuľkovo hodnotou 1,36 avšak index lomu destilovanej vody sa dosť líši od tabuľkovej hodnoty 1,33. Táto chyba mohla byť spôsobená neprimeraným množstvom kvapaliny nad polguľou alebo chybným meraním medzného uhla.