

Oddělení fyzikálních praktik při Kabinetu výuky obecné fyziky MFF UK

PRAKTIKUM III

Úloha č.: XIX

Název: Měření indexu lomu Jaminovým interferometrem

Vypracovala: stud. sk. dne: 10/04.....

Odevzdal dne: vráceno:

Odevzdal dne: vráceno:

Odevzdal dne:

Posuzoval: dne výsledek klasifikace

Připomínky:

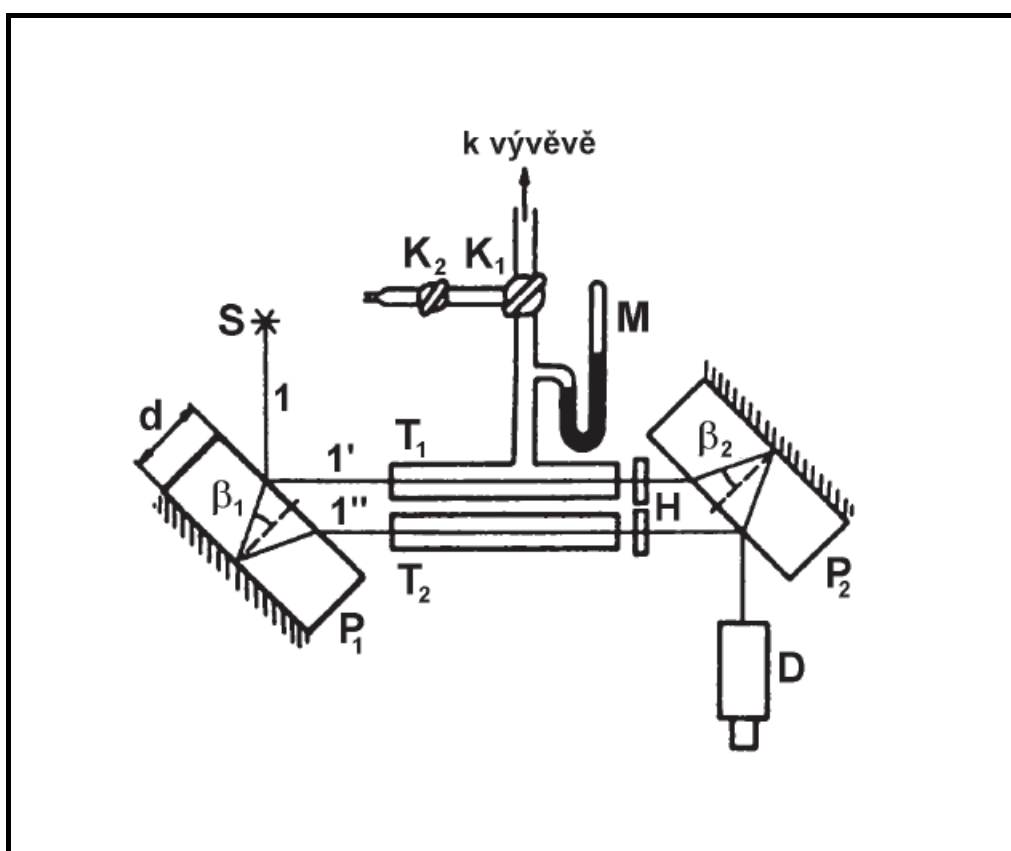
I. Pracovní úkol

I. Změřte závislost indexu lomu vzduchu na tlaku.

II. Závislost zpracujte graficky, určete chybu měření a proveďte lineární regresi dané závislosti

II. Teorie

Jaminův interferometr (viz obr. 1) se skládá ze dvou tlustých planoparalelních desek stejné tloušťky, které jsou na zadní stěně pokoveny.



obr. 1

Monochromatický paprsek se částečně odráží a částečně láme. V dalekohledu potom paprsky pozorujeme s dráhovým rozdílem:

$$\delta = 2Nd(\cos \beta_1 - \cos \beta_2) \quad (1)$$

N indexy lomu skleněných desek

d tloušťka desek

β_1, β_2 úhly natočení planoparalelních desek

Pro rovnoběžné desky potom platí:

$$\cos \beta_1 = \cos \beta_2 \quad (2)$$

V dalekohledu zaostřeném na nekonečno pozorujeme proužky stejného sklonu. Polohu desek $P1$, $P2$ lze měnit stavěcími šrouby, čímž lze měnit směr a řád pozorovaným proužků. Kromě toho bývá přístroj vybaven Jaminovým kompenzátozem H tvořeným dvěma planparalelními destičkami otočných kolem vodorovné osy. Tímto kompenzátozem lze též pohodlně měnit dráhový rozdíl a tím i řád pozorovaných paprsků.

Do drah dvou paprsků jsou vloženy dvě kyvety T_1 , T_2 o délce l , naplněné plyny s indexy lomu N_1 , N_0 . Byl-li dráhový rozdíl před vložením kyvet δ_0 , bude po vložení kyvet:

$$\delta_1 = l(N_1 - N_0) + \delta_0 \quad (3)$$

Změnou indexu lomu v jedné kyvetě dostaneme:

$$\delta_2 = l(N_2 - N_0) + \delta_0 \quad (4)$$

Odtud dostaneme dráhový rozdíl:

$$\delta = \delta_2 - \delta_1 = l(N_2 - N_1) \quad (5)$$

Probíhá-li tato změna spojitě a dostatečně pomalu, lze změnu dráhového rozdílu δ stanovit z počtu k proužků, které přitom prošli nitkovým křížem dalekohledu:

$$\delta = k\lambda \quad (6)$$

Známe-li jednu z hodnot indexu lomu, lze druhou vypočítat pomocí vztahů (5) a (6):

$$N_2 = N_1 + \frac{k\lambda}{l} \quad (7)$$

Pokud $N_1 = 1$, tedy pro vakuum, lze vztah (7) přepsat do tvaru:

$$N = 1 + \frac{k\lambda}{l} \quad (8)$$

Podle předpokladu by index lomu vzduchu měl růst lineárně s rostoucím tlakem:

$$N = 1 + a \cdot p \quad (9)$$

p tlak

a hledaná směrnice

III. Výsledky měření

délka kyvety $l = 50 \text{ cm}$

Měření indexu lomu Jaminovým interferometrem

teplota v místnosti $t = 23,5\text{ }^{\circ}\text{C}$

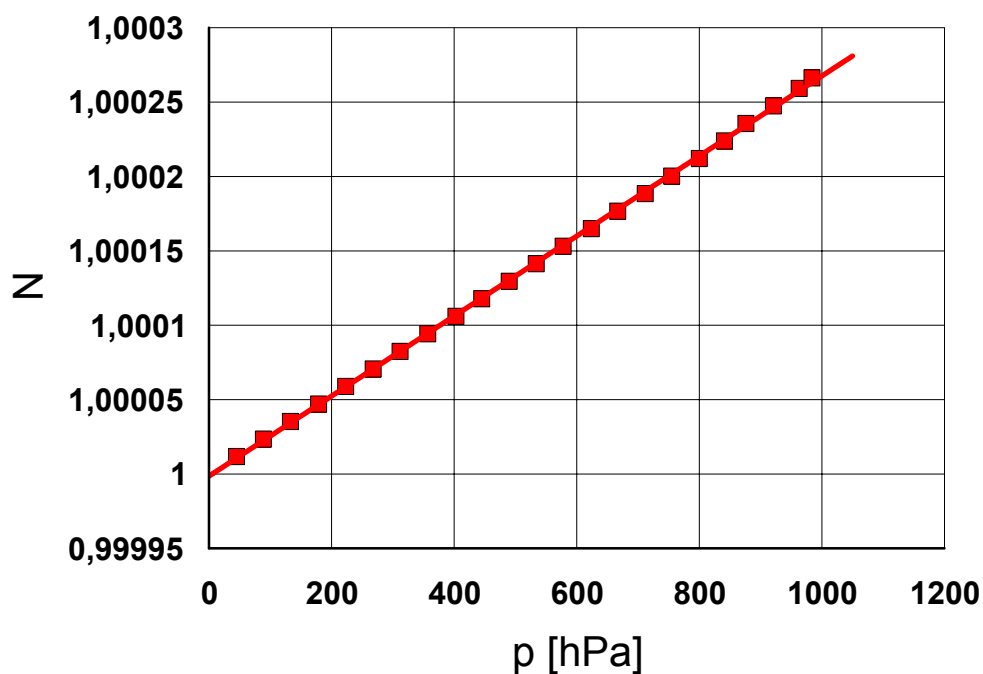
vlnová délka použité sodíkové výbojky $\lambda = (589,3 \pm 0,3)\text{ nm}$

atmosférický tlak $p_a = (984,0 \pm 0,1)\text{ hPa}$

tab. 1 – závislost tlaku na počtu prošlých proužků

k	p ₁ [hPa]	p ₂ [hPa]	p ₃ [hPa]	N
10	45	46	46	1,0000118
20	89	90	90	1,0000236
30	133	135	134	1,0000354
40	179	180	180	1,0000471
50	223	225	225	1,0000589
60	268	269	269	1,0000707
70	312	312	313	1,0000825
80	357	356	358	1,0000943
90	403	403	403	1,0001061
100	445	447	446	1,0001179
110	490	491	491	1,0001296
120	534	536	535	1,0001414
130	578	580	579	1,0001532
140	624	624	625	1,000165
150	667	668	668	1,0001768
160	712	713	713	1,0001886
170	755	756	757	1,0002004
180	800	802	806	1,0002121
190	841	843	843	1,0002239
200	876	877	875	1,0002357
210	921	921	935	1,0002475
220	963	964	965	1,0002593
226	984	984		1,0002664
227			984	1,0002675

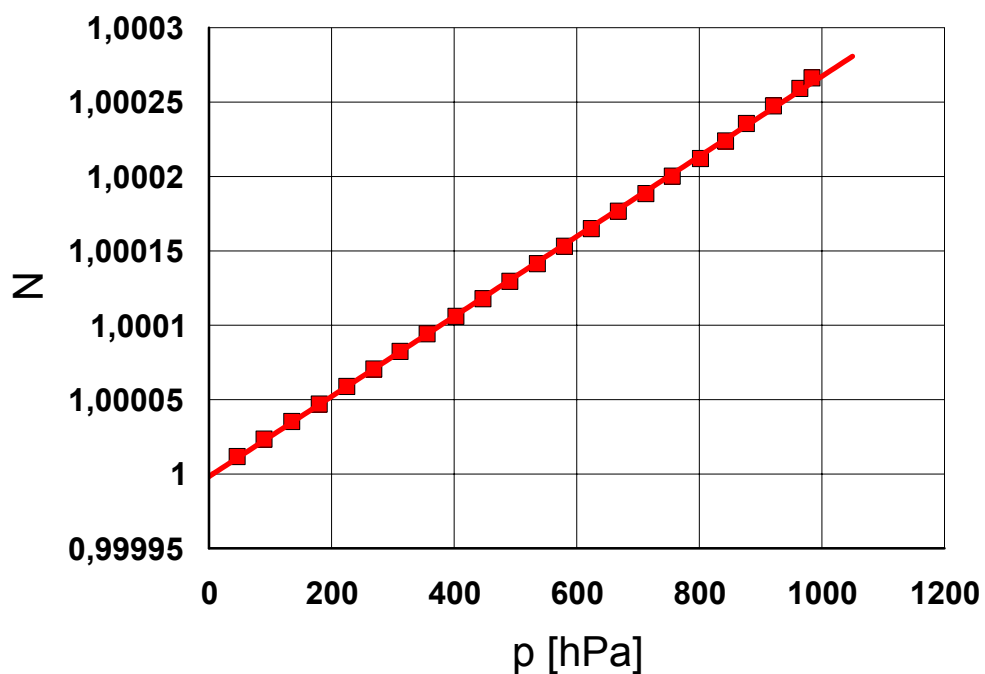
Závislost indexu lomu na tlaku (první měření)



graf 1

Z lineární regrese (ze vzorce (9)) jsme získali $a = (2,681 \pm 0,002) \cdot 10^{-9} \text{ Pa}^{-1}$

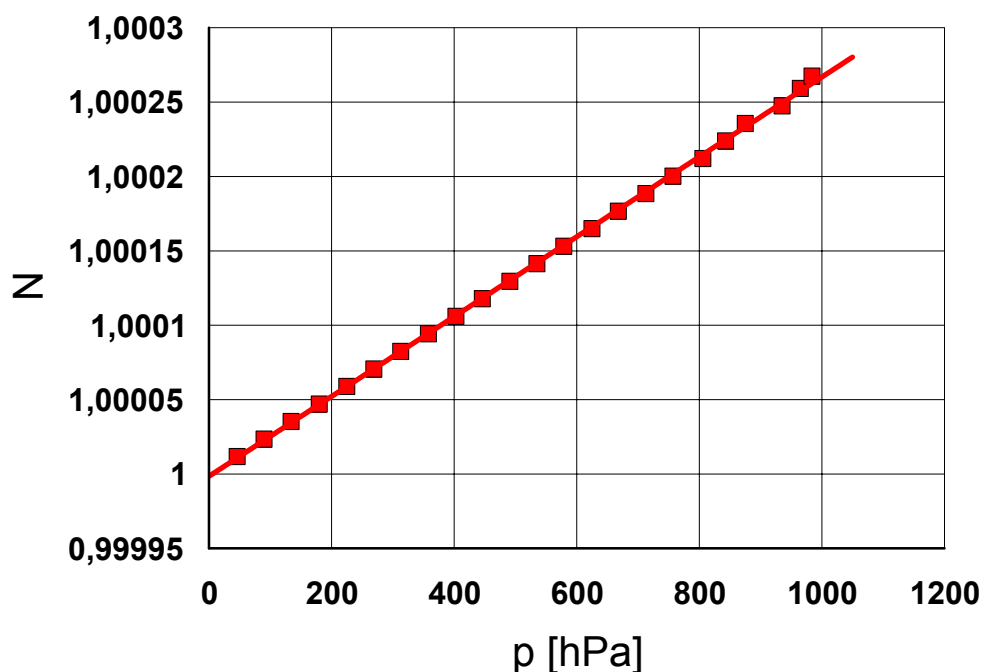
Závislost indexu lomu na tlaku (druhé měření)



graf 2

Z lineární regrese (ze vzorce (9)) jsme získali $a = (2,678 \pm 0,002) \cdot 10^{-9} Pa^{-1}$

Závislost indexu lomu na tlaku (třetí měření)



graf 3

Z lineární regrese (ze vzorce (9)) jsme získali $a = (2,672 \pm 0,002) \cdot 10^{-9} \text{ Pa}^{-1}$

IV. Diskuse

Z grafů 1 až 3 je vidět, že se nám podařilo potvrdit předpoklad, že index lomu světla závisí na tlaku lineárně. Z lineární regrese jsme zjistili směrnici, která se nám liší od tabelované hodnoty ($a = 2,655 \cdot 10^{-9} \text{ Pa}^{-1}$) asi o jedno procento. Zjištěná hodnota se nám ani v rámci chyb neshoduje s tabelovanou hodnotou. Nebyly započteny ještě další chyby, např. chyba při odečítání počtu prošlých proužků, což má asi největší vliv. Je také možné, že chyba tlaku byla větší, než jsme počítali. Také jsme při vyčerpávání trubice nedosáhli úplného vakua.

V. Závěr

Změřili jsme závislost indexu lomu na tlaku a vyšla nám podle předpokladu lineární. Získali jsme směrnice:

$$a_1 = (2,681 \pm 0,002) \cdot 10^{-9} \text{ Pa}^{-1}$$

$$a_2 = (2,678 \pm 0,002) \cdot 10^{-9} \text{ Pa}^{-1}$$

$$a_3 = (2,672 \pm 0,002) \cdot 10^{-9} \text{ Pa}^{-1}$$

tabelovaná hodnota: $a = 2,655 \cdot 10^{-9} \text{ Pa}^{-1}$

Všechny uvedené chyby jsou chyby mezní.

VI. Použitá literatura

Fyzikální praktikum III – texty z internetu