

Oddělení fyzikálních praktik při Kabinetu výuky obecné fyziky MFF UK

PRAKTIKUM III

Úloha č.: XXIV

Název: Měření indexu lomu kapalin a skel

Vypracovala: stud. sk. 73..... dne: 10/2004.....

Odevzdal dne: vráceno:

Odevzdal dne: vráceno:

Odevzdal dne:

Posuzoval: dne výsledek klasifikace

Připomínky:

I. Pracovní úkol

I. Určení indexu lomu kapalin

- A. Určete indexy lomu předložených kapalin z posunu bodu dopadu na dně kyvety. Změřte pro tři různé výšky hladiny použité kapaliny

II. Určení indexu lomu skel

- A. Určete indexy lomu skelných půlválců proměřením závislosti úhlu lomu na úhlu dopadu. Proměřte pro dvě vlnové délky. Stanovte přesnost měření.
- B. Určete experimentálně a výpočtem mezní úhly, popište, jak se mění intenzita paprsku odraženého vůči lomenému na rozhraní sklo-vzduch při změně úhlu.

II. Teorie

Pro index lomu n na rozhraní dvou prostředí platí Snellův zákon:

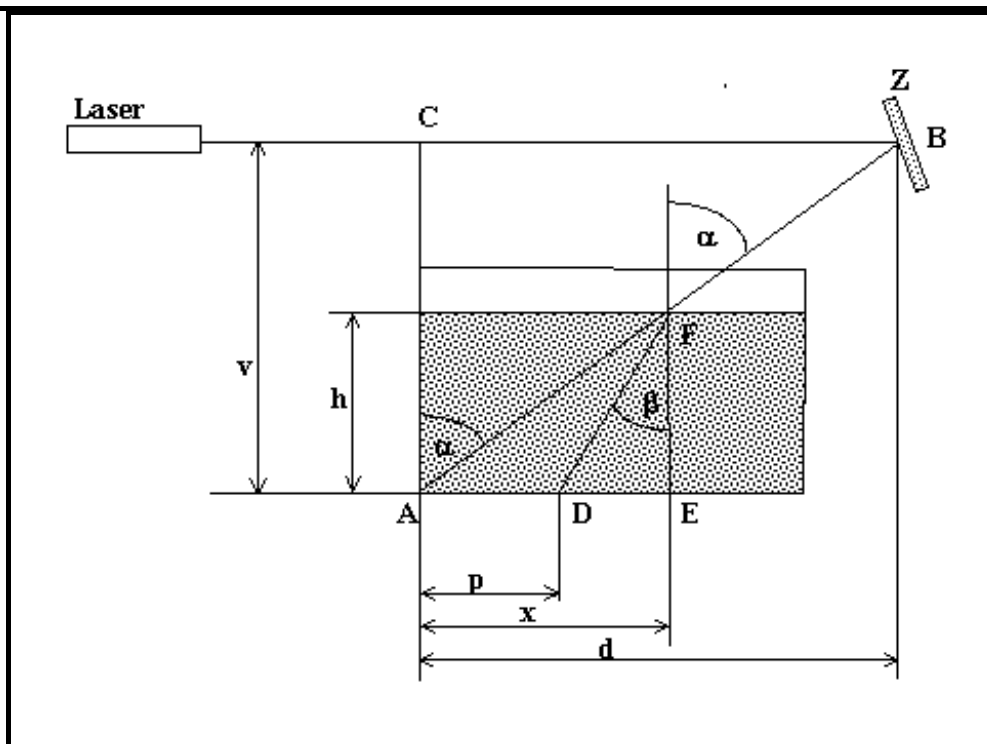
$$n = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} \quad (1)$$

α úhel dopadu paprsku na rozhraní

β úhel lomu.

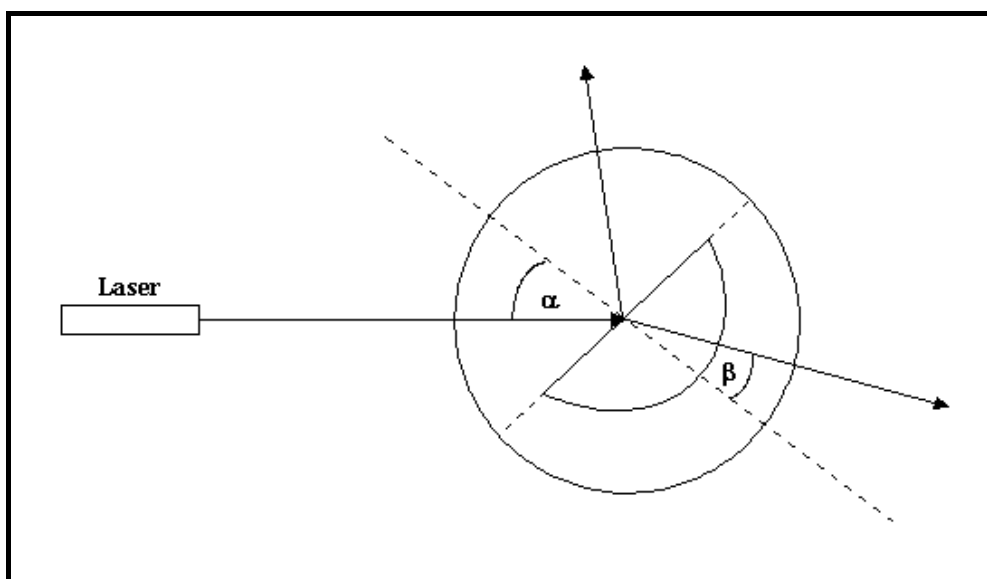
Z geometrie, viz obr. 1, pokusu lze vypočítat $\sin \alpha$ a $\sin \beta$ pomocí vztahů:

$$\sin \alpha = \frac{x}{\sqrt{x^2 + h^2}}, \sin \beta = \frac{x - p}{\sqrt{(x - p)^2 + h^2}} \quad (2)$$



obr. 1

Úhly potřebné pro dosazení do vzorce (1) lze odečíst přímo z experimentu (viz obr. 2.



obr. 2

Mezní úhel α_m nastává v případě, kdy se všechno dopadající světlo odráží, tedy $\sin \beta = 1$.

Nastává proto jen při lomu od kolmice, tedy při přechodu světla z opticky hustšího do opticky řidšího prostředí. Platí:

$$\sin \alpha_m = n \quad (3)$$

III. Výsledky měření

A. Index lomu kapalin

tab. 1 – měření indexu lomu vody			
h [cm]	7,1	8,2	9,4
p [cm]	2,6	3,2	3,6
x [cm]	7,7	8,8	10,2

Index lomu vody $n = (1,3 \pm 0,1)$

tab. 2 – měření indexu lomu glycerinu		
h [cm]	p [cm]	x [cm]
9,8	4,6	10,4

Index lomu glycerinu $n = (1,4 \pm 0,1)$

B. Měření indexu lomu skel

tab. 3 – měření indexu lomu prvního půlválce při vlnové délce 594 nm								
α [°]	5	15	20	25	30	40	50	70
β [°]	3	8	11	13	16	21	25	31

Index lomu $n = (1,8 \pm 0,3)$

Experimentálně zjištěný mezní úhel $\alpha_m = (30 \pm 5)^\circ$

Výpočtem zjištěný mezní úhel $\alpha_m = (34 \pm 5)^\circ$

tab. 4 – měření indexu lomu prvního půlválce při vlnové délce 543 nm										
α [°]	10	20	25	30	40	45	50	55	60	70
β [°]	6	12	14	17	21	23	26	27	29	32

Index lomu $n = (1,8 \pm 0,2)$

Experimentálně zjištěný mezní úhel $\alpha_m = (35 \pm 5)^\circ$

Výpočtem zjištěný mezní úhel $\alpha_m = (34 \pm 3)^\circ$

tab. 5 – měření indexu lomu druhého půlválce při vlnové délce 594 nm

$\alpha [^\circ]$	10	15	20	25	30	40	45	50	60	70
$\beta [^\circ]$	6	10	13	16	19	25	28	30	35	38

Index lomu $n = (1,5 \pm 0,2)$

Experimentálně zjištěný mezní úhel $\alpha_m = (42 \pm 5)^\circ$

Výpočtem zjištěný mezní úhel $\alpha_m = (42 \pm 5)^\circ$

tab. 6 – měření indexu lomu druhého půlválce při vlnové délce 543 nm

$\alpha [^\circ]$	5	10	20	25	30	35	40	45	50	60	70
$\beta [^\circ]$	4	6	14	17	20	23	26	29	31	35	39

Index lomu $n = (1,5 \pm 0,2)$

Experimentálně zjištěný mezní úhel $\alpha_m = (41 \pm 5)^\circ$

Výpočtem zjištěný mezní úhel $\alpha_m = (42 \pm 5)^\circ$

IV. Diskuse

A. Index lomu kapalin

Index lomu vody nám vyšel $n = (1,3 \pm 0,1)$, což se nám v rámci chyb shoduje s tabelovanou hodnotou $n = 1,333$. Index lomu glycerinu nám vyšel $n = (1,4 \pm 0,1)$, což je také ve shodě s tabelovanou hodnotou $n = 1,469$.

B. Index lomu skel

Indexy lomu skleněných půlválců se navzájem lišily, každý půlválec byl z jiného skla. Jejich tabelované hodnoty neznáme, proto nemůžeme porovnat shodu. Index lomu prvního půlválce nám vyšel 1,8, pro druhý půlválec nám vyšel 1,5. Závislost indexu lomu na vlnové délce se neprojevila, potřebovali bychom mnohem větší přesnost měření. Indexy lomu pro obě vlnové délky vyšly v rámci chyb stejné. Úhly dopadu a lomu jsme odčítali s přesností na jeden stupeň, což do měření vnáší relativně velkou chybu hlavně při malých úhlech. Chyba byla 10 – 15%.

Experimentálně zjištěné mezní úhly se nám v rámci chyb shodují s vypočítanými hodnotami. Intenzita lomeného paprsku se při přibližování k meznímu úhlu snižuje (intenzita odraženého paprsku tedy narůstá), lze proto těžko určit okamžik, kdy dochází k úplnému odrazu.

V. Závěr

A. Index lomu kapalin

Naměřený index lomu vody $n = (1,3 \pm 0,1)$

Tabelovaná hodnota indexu lomu vody $n = 1,333$

Naměřený index lomu glycerinu $n = (1,4 \pm 0,1)$

Tabelovaná hodnota indexu lomu glycerinu $n = 1,469$

B. Index lomu skel

1. První půlválec při vlnové délce 594 nm

Index lomu $n = (1,8 \pm 0,3)$

Experimentálně zjištěný mezní úhel $\alpha_m = (30 \pm 5)^\circ$

Výpočtem zjištěný mezní úhel $\alpha_m = (34 \pm 5)^\circ$

2. První půlválec při vlnové délce 543 nm

Index lomu $n = (1,8 \pm 0,2)$

Experimentálně zjištěný mezní úhel $\alpha_m = (35 \pm 5)^\circ$

Výpočtem zjištěný mezní úhel $\alpha_m = (34 \pm 3)^\circ$

3. Druhý půlválec při vlnové délce 594 nm

Index lomu $n = (1,5 \pm 0,2)$

Experimentálně zjištěný mezní úhel $\alpha_m = (42 \pm 5)^\circ$

Výpočtem zjištěný mezní úhel $\alpha_m = (42 \pm 5)^\circ$

4. Druhý půlválec při vlnové délce 543 nm

Index lomu $n = (1,5 \pm 0,2)$

Experimentálně zjištěný mezní úhel $\alpha_m = (41 \pm 5)^\circ$

Výpočtem zjištěný mezní úhel $\alpha_m = (42 \pm 5)^\circ$

VI. Literatura

Fyzikální praktikum III – texty z internetu