

1 Pracovní úkol

Určení indexu lomu kapalin

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

Určení indexu lomu skel

1. Určete index lomu skleněných půlválců proměřením závislosti úhlu lomu na úhlu dopadu. Proměřte pro dvě vlnové délky. Stanovte přesnost měření.
2. Určete experimentálně mezní úhel. V uspořádání pro měření mezního úhlu popište, jak se mění intenzita paprsku odraženého vůči lomenému na rozhraní sklo - vzduch při změně úhlu.

2 Teoretický úvod

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

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

kde α je úhel dopadu paprsku na rozhraní a β je úhel lomu.

index lomu kapalin

Z geometrie pokusu lze vypočítat $\sin \alpha$ a $\sin \beta$ pomocí vztahů (viz obr.1 v příloze 1):

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

index lomu skel

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

mezní úhel

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:

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

3 Výsledky měření

3.1 index lomu kapalin

voda:

h (mm)	92	54	22
p (mm)	34	19	5
x (mm)	93	56	23

kde h je výška hladiny v kyvetě, p je posun bodu dopadu na dně kyvetu a x je vzdálenost bodu průchodu paprsku hladinou od stěny kyvetu.

naměřený index lomu: $n_{voda} = (1,24 \pm 0,15)$

glycerin:

h (mm)	95
p (mm)	42
x (mm)	97

naměřený index lomu: $n_{glycerin} = (1,43 \pm 0,21)$

3.2 index lomu skel

žlutý laser: $\lambda = 594\text{nm}$

zelený laser: $\lambda = 543\text{nm}$

pozn.: půlválec 1 je označen BK7, půlválec 2 je označen SFL6.

půlválec 1:

žlutý laser	$\alpha(^{\circ})$	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
	$\beta(^{\circ})$	2	4	6	8	9	11	13	15	17	20	23	25
zelený laser	$\alpha(^{\circ})$	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
	$\beta(^{\circ})$	2	3	5	7	9	10	13	15	17	20	22	25

naměřený index lomu:

$$n_{zluty} = (2,42 \pm 0,23)$$

$$n_{zeleny} = (2,48 \pm 0,23)$$

půlválec 2:

žlutý laser	$\alpha(^{\circ})$	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
	$\beta(^{\circ})$	2	5	7	10	12	14	17	20	22	25	28	31
zelený laser	$\alpha(^{\circ})$	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
	$\beta(^{\circ})$	3	5	7	10	12	14	17	19	22	25	28	31

naměřený index lomu:

$$n_{zluty} = (1,92 \pm 0,21)$$

$$n_{zeleny} = (1,93 \pm 0,21)$$

3.3 mezní úhel

půlválec 1:

naměřené hodnoty:

žlutý laser: $\alpha_m = (44 \pm 5)^\circ$

zelený laser: $\alpha_m = (43 \pm 5)^\circ$

vypočtené hodnoty:

žlutý laser: $\alpha_m = (24 \pm 1)^\circ$

zelený laser: $\alpha_m = (24 \pm 1)^\circ$

půlválec 2:

naměřené hodnoty:

žlutý laser: $\alpha_m = (35 \pm 4)^\circ$

zelený laser: $\alpha_m = (35 \pm 4)^\circ$

vypočtené hodnoty:

žlutý laser: $\alpha_m = (31 \pm 1)^\circ$

zelený laser: $\alpha_m = (31 \pm 1)^\circ$

4 Diskuze

Naměřené hodnoty indexu lomu vody i glycerinu se v mezích chyby shodují s tabulkovými hodnotami ($n_{voda} = 1,333$; $n_{glycerin} = 1,469$).

Tabulkové hodnoty indexu lomu skla se liší podle druhu skla, nelze tedy říct, jak dobře se námi naměřené hodnoty shodují s tabulkovými. Závislost indexu lomu skla na vlnové délce dopadajícího světla je za přesností našeho měření, proto se naměřené hodnoty pro žluté i zelené světlo v mezích chyb shodují.

Měření mezního úhlu touto metodou je velmi nepřesné. Se zvětšujícím se úhlem dopadu se totiž snižuje intenzita prošlého paprsku a jde tedy velmi špatně poznat, kdy už žádné světlo neprochází a kdy nastává úplný odraz. Z tohoto důvodu je námi odhadnutá chyba měření mezního úhlu relativně velká. Přesto se naměřené a vypočtené hodnoty pro první půlválec v rámci chyby neshodují.

5 Závěr

5.1 index lomu kapalin

voda:

naměřená hodnota: $n_{voda} = (1,24 \pm 0,15)$

tabulková hodnota: $n_{voda} = 1,333$

glycerin:

naměřená hodnota: $n_{glycerin} = (1,43 \pm 0,21)$

tabulková hodnota: $n_{glycerin} = 1,469$

5.2 index lomu skel

půlválec 1:

žlutý laser: $n_{zluty} = (2,42 \pm 0,23)$

zelený laser: $n_{zeleny} = (2,48 \pm 0,23)$

půlválec 2:

žlutý laser: $n_{zluty} = (1,92 \pm 0,21)$

zelený laser: $n_{zeleny} = (1,93 \pm 0,21)$

5.3 mezní úhel

půlválec 1:

naměřené hodnoty:

žlutý laser: $\alpha_m = (44 \pm 5)^\circ$

zelený laser: $\alpha_m = (43 \pm 5)^\circ$

vypočtené hodnoty:

žlutý laser: $\alpha_m = (24 \pm 1)^\circ$

zelený laser: $\alpha_m = (24 \pm 1)^\circ$

půlválec 2:

naměřené hodnoty:

žlutý laser: $\alpha_m = (35 \pm 4)^\circ$

zelený laser: $\alpha_m = (35 \pm 4)^\circ$

vypočtené hodnoty:

žlutý laser: $\alpha_m = (31 \pm 1)^\circ$

zelený laser: $\alpha_m = (31 \pm 1)^\circ$

6 Literatura

[1] Fyzikální praktikum III-Optika, UK v Praze, 1993

[2] Matematické, fyzikální a chemické tabulky, SPN, Praha 1970