

T É M A URČENÍ INDEXU LOMU PLEXISKLA

Vypracoval/a:

Třída:

Spolupracoval/a:

Datum:

ANOTACE:

V této laboratorní práci si žáci zopakují zákon lomu a odrazu, lom ke kolmici a od kolmice, mezní úhel. V druhé části laboratorní práce žáci měří index lomu jednak pomocí zákona lomu a jednak pomocí mezního úhlu.

TEORIE:

Při dopadu světla na rozhraní dvou optických prostředí se část světla odráží, tedy vrací se zpět do původního prostředí a část světla projde do druhého prostředí, láme se. Pro odraz světla platí zákon odrazu a pro lom světla zákon lomu.

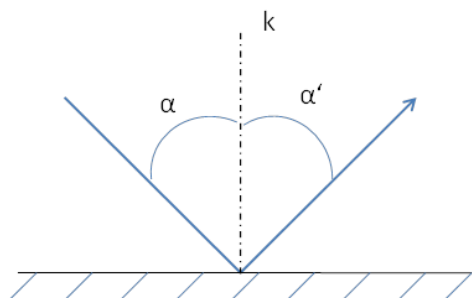
Zákon odrazu:

- Úhel odrazu se rovná úhlu dopadu.

$$\alpha = \alpha'$$

- Odražený paprsek leží v rovině dopadu.

rovinu dopadu je rovina, ve které leží kolmice dopadu a dopadající paprsek



Obrázek 1: Zákon odrazu

Index lomu:

Poměr rychlosti světla ve vakuu a rychlosti světla v daném prostředí se nazývá index lomu.

Platí: $n = \frac{c}{v}$ kde $n \dots$ index lomu

$c \dots$ rychlost světla ve vakuu

$v \dots$ rychlost světla v daném prostředí

Index lomu udává, kolikrát se světlo šíří ve vakuu rychleji než v daném prostředí. Index lomu je číslo bezrozměrné.

Prostředí o menším indexu lomu se nazývá opticky řidší.

Prostředí o větším indexu lomu se nazývá opticky hustší.

Disperze světla:

Index lomu závisí na vlnové délce světla, s rostoucí vlnovou délkou se jeho hodnota zmenšuje. Tento jev se nazývá disperze světla. S disperzí světla se setkáváme u lomu bílého světla, kdy dochází k rozkladu světla na barevné složky. Disperze světla způsobuje, že světlo různých barev (tedy různých vlnových délek) se láme pod různými úhly, proto se světlo červené, které má největší vlnovou délku, láme méně než světlo fialové, které má vlnovou délku nejmenší.

Zákon lomu (Snellův zákon):

- Poměr sinů úhlu dopadu α a lomu β světla pro dvě daná prostředí se rovná poměru rychlostí světla v_1, v_2 v daných prostředích.

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{v_1}{v_2}$$

Nebo poměr sinů úhlu dopadu α a lomu β se rovná obrácenému poměru indexů lomu n_1, n_2 v daných prostředích.

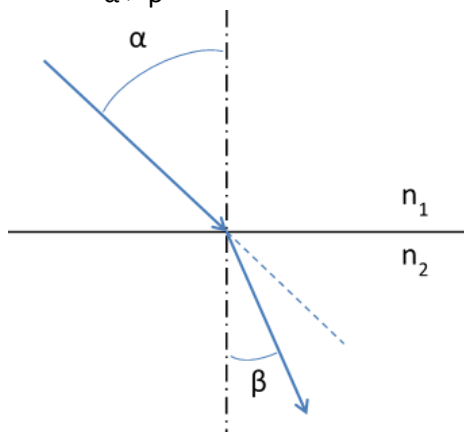
$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1} \quad (1)$$

- Lomený paprsek zůstává v rovině dopadu.

Lom ke kolmici

Pokud světlo přejde z prostředí opticky řidšího do prostředí opticky hustšího (tedy z prostředí o menším indexu lomu do prostředí o větším indexu lomu) nastane lom ke kolmici.

Platí: $n_1 < n_2$
 $\alpha > \beta$

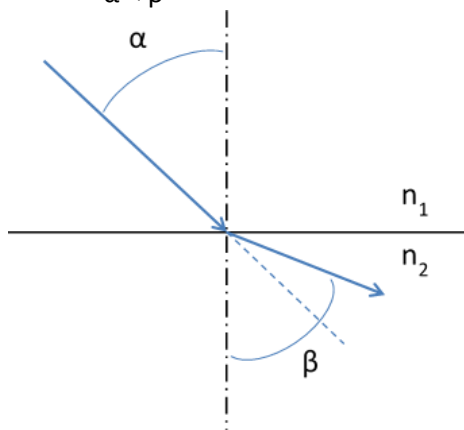


Obrázek 2: Lom ke kolmici

Lom od kolmice

Pokud světlo přejde z prostředí opticky hustšího do prostředí opticky řidšího (tedy z prostředí o větším indexu lomu do prostředí o menším indexu lomu) nastane lom od kolmice.

Platí: $n_1 > n_2$
 $\alpha < \beta$

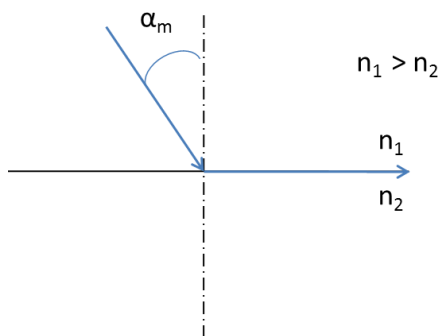


Obrázek 3: Lom od kolmice

Mezní úhel

Pokud při lomu od kolmice zvětšujeme úhel dopadu, zvětšuje se i úhel lomu. Při určitém úhlu dopadu je úhel lomu 90° . Úhel dopadu, při kterém se úhel lomu rovná 90° , se nazývá mezní úhel α_m .

Pokud je úhel dopadu větší než mezní úhel, světlo vůbec nepronikne do druhého prostředí a pouze se odráží. Nastává úplný (totální) odraz světla.



Obrázek 4: Mezní úhel

Vztahy potřebné pro měření:

1. Úhlu dopadu a úhlu lomu při lomu ke kolmici:

Budete měřit index lomu skla na rozhraní se vzduchem, víme, že index lomu vzduchu $n_1 = 1$, takže po dosazení za n_1 do vztahu (1) pro index lomu n_2 skla nebo plexiskla dostaneme:

$$n_2 = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} \quad (2) \quad \text{kde} \quad \begin{aligned} \alpha &\dots \text{úhel dopadu} \\ \beta &\dots \text{úhel lomu} \\ n_2 &\dots \text{index lomu skla nebo plexiskla} \end{aligned}$$

2. Mezního úhlu při lomu od kolmice:

Prochází-li světlo ze skla do vzduchu, měříme mezní úhel α_m , který se rovná úhlu dopadu α . Víme, že index lomu vzduchu je $n_2 = 1$ a úhel lomu je $\beta = 90^\circ$. Po dosazení za n_2 a za β do vztahu (1) pro index lomu n_1 skla nebo plexiskla dostaneme:

$$\frac{\sin \alpha}{\sin 90^\circ} = \frac{1}{n_1}$$
$$\frac{\sin \alpha}{1} = \frac{1}{n_1}$$

Tedy:

$$n_1 = \frac{1}{\sin \alpha} \quad \text{je-li } \alpha = \alpha_m, n_1 = n \text{ dostaneme pro index lomu skla nebo plexiskla:}$$
$$n = \frac{1}{\sin \alpha_m} \quad (3)$$

PŘÍPRAVA:°

1. Zopakujte si druhy chyb při měření fyzikálních veličin a zpracování naměřených hodnot.
2. Zopakujte si zákon odrazu světla.
3. Zopakujte si zákon lomu světla.
4. Projděte si, kdy nastane lom ke kolmici a kdy od kolmice, co je mezní úhel.
5. Zopakujte si pojmy úhel dopadu, úhel lomu, mezní úhel, index lomu.
6. Projděte si, co způsobuje disperze světla při lomu světla.
7. V laboratoři budete potřebovat MFCH tabulky, pro určení indexu lomu.
8. V laboratoři budete potřebovat kalkulačku.

ÚKOL:

Změřte index lomu skla nebo plexiskla:

1. měřením úhlu dopadu a úhlu lomu,
2. měřením mezního úhlu.

POMŮCKY:

optická lavice, zdroj světla se štěrbinou, optická deska s úhloměrem, držák optické desky, půlválec ze skla nebo plexiskla

POSTUP:

ÚKOL Č. 1:

1. Sestavte optickou lavici se zdrojem světla se štěrbinou a optickou deskou s úhloměrem.
2. Zdroj světla umístěte tak, aby na optické desce vznikl úzký svazek světelných paprsků.
3. Na optickou desku umístěte půlválec ze skla nebo plexiskla tak, aby nastal lom ke kolmici.
4. Umístěte půlválec ze skla nebo plexiskla tak, aby jeho střed křivosti splýval se středem optické desky. Rovná stěna půlválce musí splývat s jedním průměrem vyznačeným na optické desce. Druhý průměr tvoří kolmici dopadu.
5. Pootočte optickou deskou a nastavte úhel dopadu.
6. Úhloměrem změřte úhel dopadu a úhel lomu.
7. Měření proveďte pro pět různých úhlů dopadu α_1 a lomu α_2 .
8. Naměřené hodnoty zapište do tabulky.
9. Pro každou dvojici úhlů vypočtete index lomu ze vztahu (2).
10. Určete aritmetický průměr z vypočtených hodnot indexů lomu, určete průměrnou a relativní odchylku indexu lomu.
11. Porovnáním s MFCHT určete, zda index lomu odpovídá indexu lomu skla nebo plexiskla. Zdůvodněte případnou odchylku.

ÚKOL Č. 2:

1. Sestavte optickou lavici se zdrojem světla se štěrbinou a optickou deskou s úhloměrem.
2. Zdroj světla umístěte tak, aby na optické desce vznikl úzký svazek světelných paprsků.
3. Na optickou desku umístěte půlválec ze skla nebo plexiskla tak, aby nastal lom od kolmice.
4. Umístěte půlválec ze skla nebo plexiskla tak, aby jeho střed křivosti splýval se středem optické desky. Rovná stěna půlválce musí splývat s jedním průměrem vyznačeným na optické desce. Druhý průměr tvoří kolmici dopadu.
5. Zvětšujte úhel dopadu tak dlouho, až bude lomený paprsek splývat s rozhraním obou prostředí.
6. Úhloměrem změřte mezní úhel α_m .
7. Měření proveďte pětkrát.
8. Naměřené hodnoty zapište do tabulky.
9. Pro každou hodnotu mezního úhlu vypočtete index lomu ze vztahu (3).
10. Určete aritmetický průměr z vypočtených hodnot indexů lomu, určete průměrnou a relativní odchylku indexu lomu.
11. Porovnáním s MFCHT určete, zda index lomu odpovídá indexu lomu skla nebo plexiskla. Zdůvodněte případnou odchylku.
12. Porovnejte výsledky měření v obou úkolech.

VYPRACOVÁNÍ:

ÚKOL Č. 1:

Určení indexu lomu skla nebo plexiskla měřením úhlu dopadu a lomu:

TABULKA:

Číslo měření	α	β	n	Δn_i
1				
2				
3				
4				
5				
Aritmetický průměr				

VÝPOČTY:

ÚKOL Č. 2:

Určení indexu lomu skla nebo plexiskla měřením mezního úhlu:

TABULKA:

Číslo měření	α_m	n	Δn_i
1			
2			
3			
4			
5			
Aritmetický průměr			

VÝPOČTY:

ZÁVĚR:

ČÍSELNÉ VÝSLEDKY NAMĚŘENÝCH VELIČIN:

SHRNUTÍ:

1. Kdy nastává lom ke kolmici?
2. Kdy nastává lom od kolmice?
3. Které světlo se láme nejvíce?
4. Jak se projevuje disperze světla při lomu bílého světla?
5. Co je mezní úhel?
6. Je mezní úhel stejný pro světlo červené i fialové?
7. Co udává index lomu?

SEZNAM ZDROJŮ:

- [01] LEPIL, O. *Fyzika pro gymnázia - Optika*. 3. přepracované vydání. Praha: Prometheus, 2002. 205 s. ISBN 80-7196-237-6
- [02] PIŠŮT, J.; BEDNAŘÍK, M.; FREI, V.; FUKA, J.; LEHOTSKÝ, D.; ŠÍROKÝ, J.; TOMANOVÁ, E.; VANÝSEK, V.; *Fyzika pro IV. ročník gymnázií*. 1. vydání. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1987. 384 s.
- [03] ŽIVNÝ, F., LEPIL, O. *Praktická cvičení z fyziky*. 1. vydání. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1965. 267 s.
- [04] KRMEŠSKÝ, J., CHYTILOVÁ, M., LEHAR, F., LINHART, J. *Fyzika pro 10. ročník jedenáctiletých středních škol*. 4. vydání. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1961. 201 s.

METODICKÝ LIST

Název školy	Gymnázium a Jazyková škola s právem státní jazykové zkoušky Zlín
Autor	Mgr. Dana Stesková
Vzdělávací oblast	Člověk a příroda
Vzdělávací obor	Fyzika
Tematický okruh	Optika – měření indexu lomu
Druh učebního materiálu	Laboratorní cvičení – žák
Cílová skupina	Žák, 16 – 19 let
Anotace	Pracovní list určen do výuky žákům, podklad pro laboratorní cvičení z fyziky. Informace čerpá žák z vlastních poznámek. Náplň: index lomu, zákon lomu a odrazu, lom ke kolmici a od kolmice, aplikace těchto poznatků při měření indexu lomu pomocí zákona lomu a pomocí mezního úhlu.