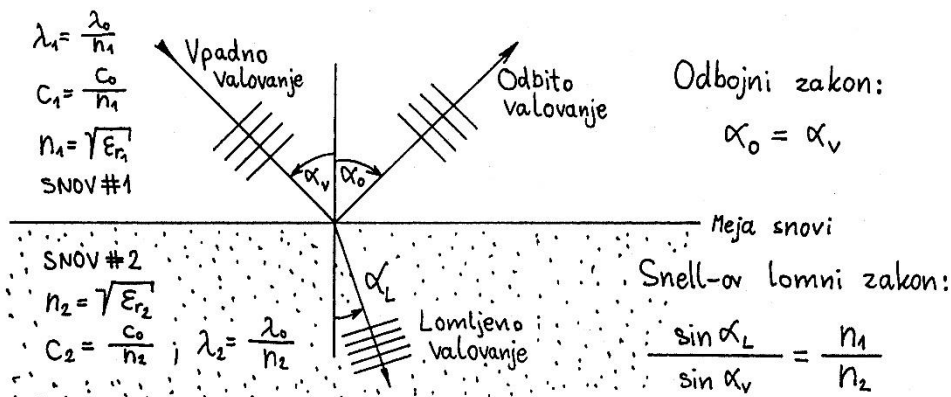


Merjenje lomnega količnika vode

Popolni odboj valovanja

Ko valovanje vpada na mejo dveh različnih snovi, se del valovanja lahko odbije nazaj v izvorno snov, drugi del valovanja pa se lahko lomi v drugo snov. V najbolj splošnem slučaju opazimo oba pojava, lom in odboj valovanja. Pri tem smatramo, da so valovni impedanci in hitrosti razširjanja valovanja v različnih snoveh različne med sabo, kot tudi da je meja med dvema različnima snovema ostro določena.



Slika 1: Odboj in lom valovanja na meji dveh snovi.

Povezavo med smermi razširjanja vpadnega, odbitega in lomljenega valovanja dobimo iz zahteve, da je fazni zamik med vpadnim, odbitim in lomljenim valovanjem enak v katerikoli točki mejne ploskve med različnima snovema. Kot odbitega žarka mora zato biti enak kotu vpadnega žarka. Povezavo med kotom vpadnega žarka in kotom lomljenega žarka daje Snellov lomni zakon.

Svetloba je elektromagnetno valovanje, torej prečno (transverzalno) valovanje. Lastnosti snovi pri svetlobnih frekvencah določa v glavnem dielektričnost, saj je magnetna permeabilnost večine snovi enaka permeabilnosti praznega prostora pri svetlobnih frekvencah. Dielektričnost običajno edina določa hitrost razširjanja svetlobe v snovi, ki jo podajamo z lomnim količnikom, ter valovno impedanco snovi.

V nekaterih primerih ne dobimo odboja valovanja na meji dveh različnih snovi. Odboj izgine, ko sta valovni impedanci dveh različnih snovi med sabo enaki. Odboj lahko izgine tudi takrat, ko meja med snovema ni ostra, pač pa se snovni parametri zelo počasi spreminjajo (glede na valovno dolžino). Končno lahko odboj izgine v posebnih slučajih, na primer pri vpadu prečnega valovanja z izbrano polarizacijo pod točno določenim kotom (Brewsterjev kot).

Ko valovanje prehaja iz (gostejše) snovi z manjšo hitrostjo razširjanja valovanja (višjim lomnim količnikom) v (redkejšo) snov z večjo hitrostjo razširjanja valovanja (nižjim lomnim količnikom), se lahko zgodi, da ne moremo poiskati smeri lomljenega valovanja, ki bi zadostila pogoju, da je medsebojna faza med vpadnim, lomljenim in odbitim valovanjem enaka v katerikoli točki mejne ploskve. Ko ne dobimo lomljenega valovanja, imenujemo pojav popolni odboj. Pogoj za popolni odboj je dovolj velik vpadni kot valovanja glede na pravokotnico na mejno ploskev.

Popolni odboj valovanja na meji dveh dielektrikov je pojav, ki ga najpogosteje izkoriščamo v različnih optičnih napravah. Ena od možnih uporab popolnega odboja je tudi natančno

merjenje lomnega količnika snovi. Ko preide navaden odboj na meji dveh dielektrikov v popolni odboj, lomljeni žarek izgine.

Ker ima večina snovi večji lomni količnik od zraka za vidno svetlobo, je treba najprej dovesti svetlobni žarek v merjeno snov, saj lahko popolni odboj dosežemo le pri izhodu žarka iz snovi z večjim lomnim količnikom v snov z manjšim lomnim količnikom. Da lahko na izstopni ploskvi merjenca dosežemo popolni odboj, mora imeti vpadni žarek dovolj velik vpadni kot.

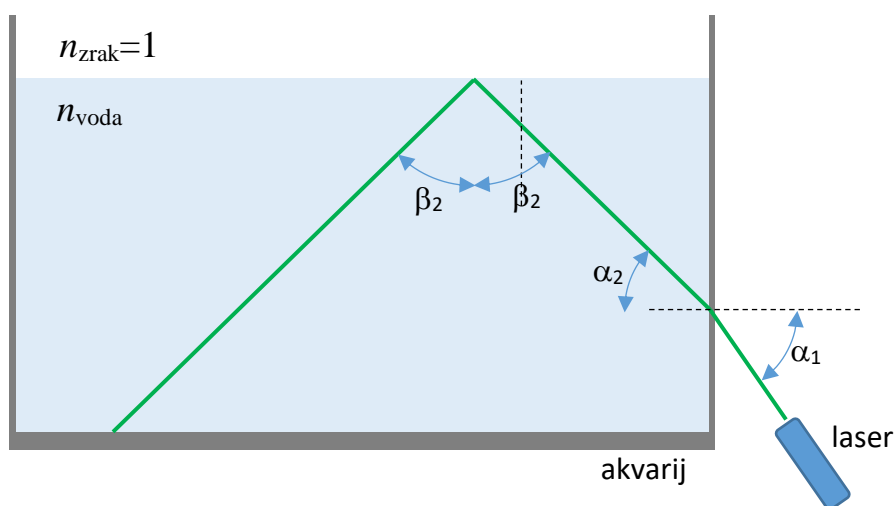
Pri tej vaji opazujemo popolni odboj na površini vodne gladine. Mejni kot popolnega odboja je lahko določiti, saj je prehod iz navadnega v popolni odboj zelo oster in lomljeni žarek v trenutku izgine. Pri izračunu lomnega količnika pa je treba upoštevati, da se svetlobni žarek lomi pri vstopu v akvarij z vodo.

Seznam potrebnih pripomočkov

Za izvedbo vaje potrebujemo:

- Polprevodniški laser z napajalnikom
- Vrtljiv podstavek s kotomerom
- Akvarij z vodo
- Tekoče milo ali pomivalno sredstvo
- Optično klop za sestavljanje vaje
- Dva zaslona za opazovanje odbitega in lomljenega žarka

Postavitev merilnih pripomočkov prikazuje Slika 2.



Slika 2: Opazovanje popolnega odboja na gladini vode.

Opis poteka vaje

Vajo sestavimo na ustrezni optični klopi v zaporedju, kot poteka svetlobni žarek iz izvora do zaslona. Najprej postavimo izvor, ki je polprevodniški laser zelene barve. Postavimo ga na vrteči podstavek, ki ima vgrajen kotomer. V akvarij nalijemo vodo, ki ji dodamo pomivalno sredstvo z namenom, da se bo žarek bolj sipal in ga bomo lažje opazovali. Kot zaslon lahko uporabimo tudi zid sobe, sicer pa lomljeni ali odbiti žarek poiščemo z listom papirja.

Pri vrtenju laserja moramo paziti, saj lahko akvarij lomi ali odbije žarek v različne smeri. Čeprav je izhodna moč svetlobnega izvora komaj nekaj mW, je žarek zadosti močen, da poškoduje človeško oko. Ker akvarij ni prevlečen z antirefleksnim slojem, dobimo vrsto odbojev tudi na vstopnih in izstopnih ploskvah, kar da skupaj celo pahljačo žarko, ki se sučejo z vrtenjem laserja.

Lomni količnik vode bi se sicer dalo izračunati pri poljubnem vpadnem kotu svetlobnega žarka, saj se v vsakem slučaju svetloba lomi pri vstopu in pri izstopu v akvarij. Na meji popolnega odboja je ta račun najenostavnejši, saj je tedaj izhodni lomljeni žarek vzporeden z vodno gladino.

Pri prehodu iz navadnega v popolni odboj opazimo dva zanimiva pojava. Slika lomljenega žarka se iz točke razmaže v podolgovato liso, preden popolnoma izgine. Ko lomljeni žarek izgine, se odbiti žarek ojači, saj gre zdaj vsa moč vhodnega žarka v odbiti žarek.

Mejni kot popolnega odboja določimo kar s kotomerom, ki je vgrajen v vrtečem podstavku prizme. V končnem izračunu lomnega količnika ne smemo pozabiti na lom vpadnega žarka ob vstopu v prizmo ter lom odbitega žarka ob izstopu iz prizme.

Naloga

1. Izmerite kot na kotomeru pri katerem nastopi popolni odboj na gladini vode.
2. Izračunajte lomni količnik vode.
3. Izračunajte mejni kot popolnega odboja.