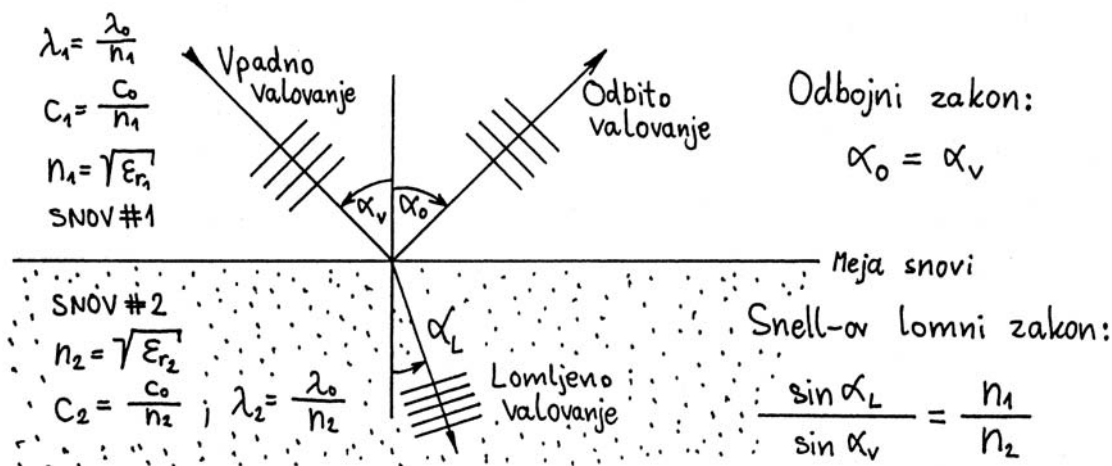


## VAJA 2. - MERJENJE LOMNEGA KOLIČNIKA PREKO POPOLNEGA ODBOJA

### 2.1. 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, kot je to prikazano na sliki 2.1. Pri tem smatramo, da so valovni impedanci in hitrosti razširjanja valovanja v različnih snovih različne med sabo, kot tudi da je meja med dvema različnima snovema ostro določena.



Slika 2.1. – 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 Snell-ov 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.

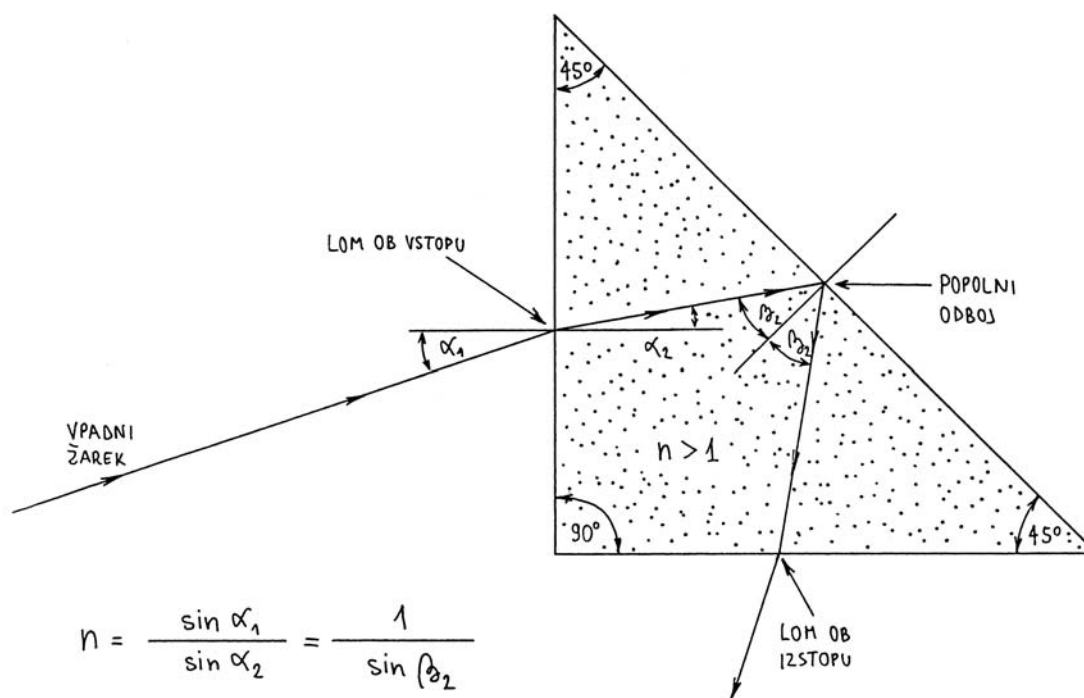
V nekaterih primerih ne dobimo odboja valovanja na meji dveh različnih snovi. Odboj izgine, ko sta valovni impedanci dveh različnih snovi med sabo enaki. Odboj lahko izgine tudi takrat, ko meja med snovema ni ostra, pač pa se snovni parametri zelo počasi spreminjajo (glede na valovno dolžino). Končno lahko odboj izgine v posebnih slučajih, naprimer pri vpadu prečnega valovanja z izbrano polarizacijo pod točno določenim kotom (Brewster-jev 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, izstopna ploskev ne sme biti vzporedna z vstopno ploskvijo. Zato pride za merjenec v poštev oblika prizme.

Merjenec za to vajo ima obliko prizme z enakokrakim pravokotnim trikotnikom kot osnovno ploskvijo. Stranice prizme so zato pod kotom 45 ali 90 stopinj. Za opazovanje popolnega odboja izberemo ploskev ob hipotenuzi osnovne ploskve, svetlobni žarek pa naj vstopa skozi ploskev ob kraku osnovne ploskve, kot je to prikazano na sliki 2.2.



Slika 2.2. – Opazovanje popolnega odboja v prizmi.

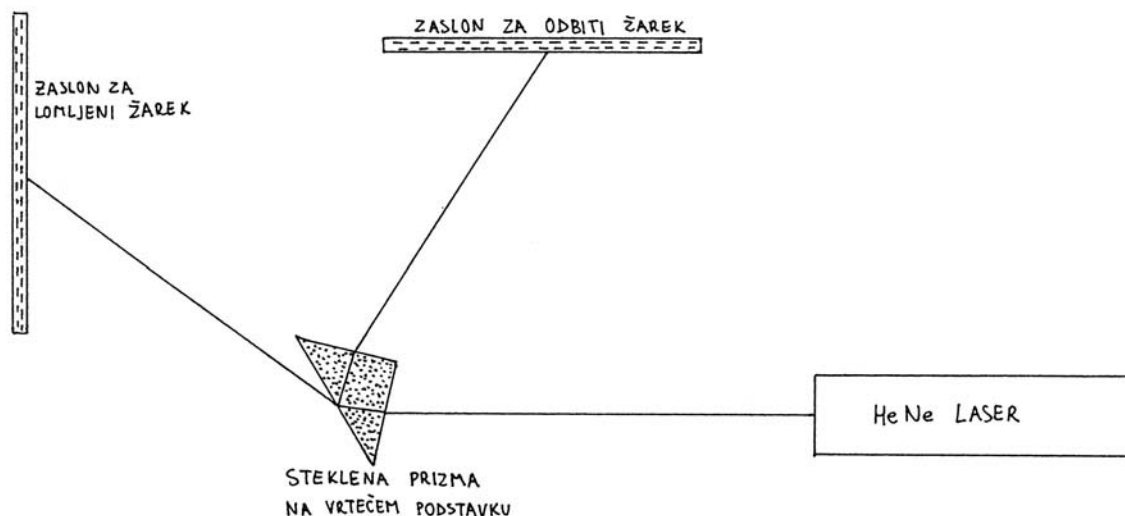
Mejni kot popolnega odboja je lahko določiti, saj je prehod iz navadnega v popolni odboj zelo oster in lomljeni žarek v trenutku izgine. Pri izračunu lomnega količnika pa je treba upoštevati, da se svetlobni žarek lomi pri vstopu v prizmo. Če ima prizma tanek antirefleksni sloj na površini, ta sloj ne vpliva na rezultat merjenja.

## 2.2. Seznam potrebnih pripomočkov

Za izvedbo vaje potrebujemo:

- (1) HeNe laser z napajalnikom in podstavkom.
- (2) Steklena prizma (merjenec) na vrtljivem podstavku s kotomerom.
- (3) Dva zaslona na podstavkih.
- (4) Ravnilo za merjenje razdalje (točna meritev kotov).
- (5) Mizo za sestavljanje optičnih vaj.

Namestitvev sestavnih delov je prikazana na sliki 2.3.



Slika 2.3. – Merjenje kota popolnega odboja v prizmi.

## 2.3. Obrazložitev in opis poteka vaje

Vajo sestavimo na ustrezni mizi v zaporedju, kot poteka svetlobni žarek iz izvora do zaslona. Najprej postavimo izvor, ki je HeNe laser. Steklena prizma postavimo na vrteči podstavek, ki ima vgrajen kotomer. Kot zaslon lahko uporabimo tudi zid sobe, sicer pa lomljeni ali odbiti žarek poiščemo z listom papirja.

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

## 2.4. Prikaz značilnih rezultatov

Lomni količnik prizme bi se sicer dalo izračunati pri poljubnem vpadnem kotu svetlobnega žarka, saj se v vsakem slučaju svetloba lomi pri vstopu in pri izstopu iz prizme. Na meji popolnega odboja je ta račun najenostavnejši, saj je tedaj izhodni lomljeni žarek vzporeden s stranico prizme. Na ta način določimo točen položaj stranic prizme glede na skalo kotomera.

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 najprej določimo kar s kotomerom, ki je vgrajen v vrtečem podstavku prizme. Bolj točen rezultat dobimo tako, da določimo položaj prizme iz smeri vstopnega in lomljenega žarka. Te kote dobimo z merjenjem razdalj na mizi, na kateri sestavimo vajo. Pri merjenju razdalj si lahko pomagamo z znanimi razdaljami med pritrdilnimi izvrtinami na mizi za sestavljanje vaj.

V končnem izračunu lomnega količnika ne smemo pozabiti na lom vpadnega žarka ob vstopu v prizmo ter lom odbitega žarka ob izstopu iz prizme.

## 2.5. Vprašanja in naloge vaje

1. Določi lomni količnik prizme!
2. Določi mejni kot popolnega odboja!
3. Zakaj se lomljeni žarek razmaže v podolgovato liso preden izgine?
4. Kako bi potekal poskus, če bi bila prizma prevlečena z antirefleksnim slojem na vseh stranicah?