

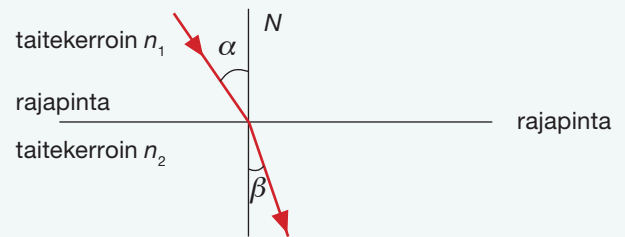
Kuva 1

Kokeessa määritetään

- 1) Veden taitekerroin
- 2) Kokonaisheijastuksen rajakulma
- 3) Lopuksi tarkastellaan linssin polttoväliin vaikuttavia tekijöitä.

Peruskäsitteet

Kun valo kohtaa kahden aineen rajapinnan, on voimassa Snellin laki (1).



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

α on tulokulma
 β on taittumiskulma

Kokonaisheijastuksen rajakulma saadaan yhtälöstä (2)

$$(2) \quad \sin \alpha_r = \frac{1}{n_2}, \text{ missä}$$

n_2 on optisesti tiheämmän aineen taitekerroin (tässä tapauksessa veden taitekerroin).

Välineet

42015E Puolijohdelaser, 5-säteinen, magn.

39350 Tasokupera linssi (D-levy)

39351 Astelevy 150 mm

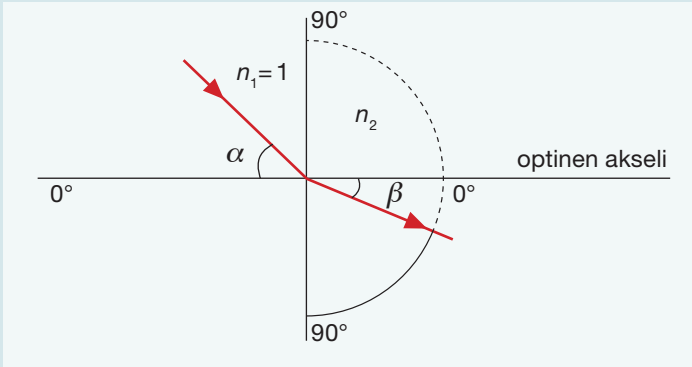
Lisäksi tarvitaan

59502 Natriumkloridi 1,5 kg

59544C Parafiiniöljy 1 l

Kokeen suoritus

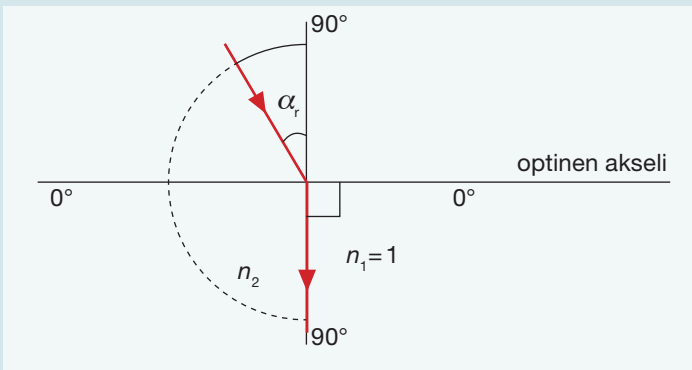
1. Käytä laserista vain yhtä sädettä. Katso kuva 2. Astelevy on linssin alla.



Kuva 2

Mittaa muutamalla kulman α arvolla kulma β . Laske n_2 Snellin laista (1).

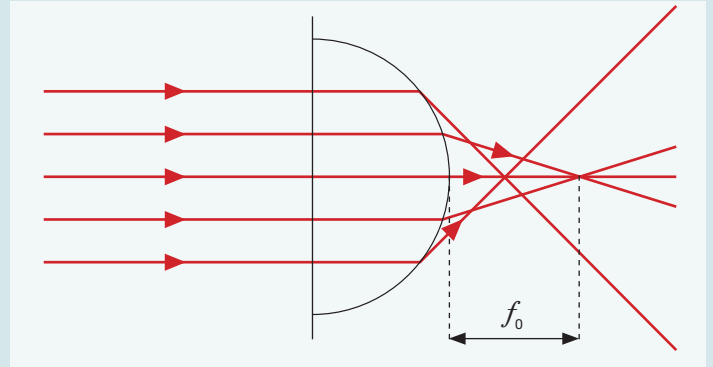
2. Käytä edelleen laserista yhtä sädettä. Kuva 3.



Kuva 3

Määritä kulma α_r (= rajakulma).

3. Käytä ensin vain kolmea sädettä. Kuva 4.



Kuva 4

Mittaa etäisyys f_0 . Käytä lopuksi kaikkia säteitä. Mitä huomaat säteiden leikkauskohdista?

4. Käytä suolavettä kokeeseen ja edelleen kolmea sädettä (punaiset säteet kuva 4). Mittaa edelleen f_0 . Mitä huomaat? Mikä eron aiheutti?
5. ohuen linssin polttoväli saadaan kaavasta (3)

$$(3) \quad \frac{1}{f} = (n - 1) \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right).$$

n on linssin taitekerroin R_1 ja R_2 ovat kaarevuussäteitä f on polttoväli

Nyt R_1 on ∞ ja R_2 on mitattavissa.

Laske polttoväli f . Vertaa sitä kohdan 3 mitattuun arvoon f_0 . Kokeen tuloksia ja tarkastelua

- 1) $\alpha = 20^\circ, 30^\circ$ ja 40° .
 $\beta = 15^\circ, 22^\circ$ ja 29° .

$$n_1 = \frac{\sin 40^\circ}{\sin 29^\circ} \approx 1,326$$

$$n_2 = \frac{\sin 20^\circ}{\sin 15^\circ} \approx 1,321$$

$$n_3 = \frac{\sin 30^\circ}{\sin 22^\circ} \approx 1,335$$

$ka \approx 1,327 \approx 1,33$ on veden taitekerroin.

Teor. arvo

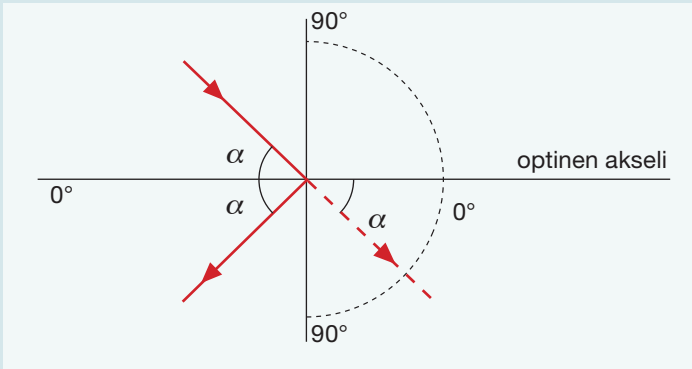
$$2) \quad \sin \alpha_r = \frac{1}{1,33}$$

$$\alpha_r \approx 49^\circ (48,6^\circ).$$

Mitattu arvo on likimain välillä $48^\circ - 49^\circ$.

Huom!

Kohta 1. Linssi ilman vettä. Tee kuvan mukainen alkutilanne.



Kaada tämän jälkeen vesi linssiin.

$$3) f_0 \approx 19,6 \text{ cm}$$

Uloimmat säteet leikkaavat lähempänä linssiä. Säteiden leikkauskohtien ero on kuvausvirhe ns. pallopoikkeama.

4) Polttoväli lyhenee. Linssin taitekerroin on suurempi. Linssi taittaa voimakkaammin valonsäteitä.

$$5) f \approx 19,6 \text{ cm}$$

Kun käytetään kolmea sädettä, linssi tulee lähelle ohutta linssiä. Laskettu f ja mitattu f_0 ovat lähellä toisiaan.

Esineen puoleinen polttoväli ja kuvan puoleinen polttoväli lähestyvät ohuella linssillä toisiaan ja polttoväli lasketaan yhtälöstä (3). Laskemisessa on käytettävä $R_2 < 0$, jotta f on positiivinen.

$$\text{Koska } R_1 \text{ on } \infty, \frac{1}{R_1} \rightarrow 0.$$

Yhtälöä (3) kutsutaan linssintekijän yhtälöksi.

Aineiden taitekertoimia

ilmassa 20 °C, 1,013 bar

| Fraunhoferin viiva | A | B | C | D | E | F | G | H |
|---------------------------------|-------|-------|---------------|-------|--------|--------------|---------|----------|
| Aallonpituus (nm) | 760,8 | 686,7 | 656,3 | 589,3 | 527,0 | 486,1 | 430,8 | 396,8 |
| Alkuperä | O | O | H $_{\alpha}$ | Na | Fe | H $_{\beta}$ | Fe | Ca |
| Väri | pun. | pun. | oranssi | kelt. | vihreä | sininen | sininen | violetti |
| akryyli | | | | 1,491 | | | | |
| jää | | | | 1,309 | | | | |
| | | | | 1,311 | | | | |
| ys | | | | | | | | |
| es | | | | | | | | |
| lasi, kruunu | 1,505 | 1,507 | 1,508 | 1,510 | 1,514 | 1,516 | 1,522 | 1,525 |
| lasi, pii | 1,603 | 1,606 | 1,608 | 1,613 | 1,619 | 1,625 | 1,635 | 1,645 |
| natriumkloridi (keittosuola) | 1,537 | 1,540 | 1,541 | 1,544 | 1,549 | 1,553 | 1,561 | 1,568 |
| timantti | | | | 2,417 | | | | |
| etanoli | 1,358 | 1,359 | 1,360 | 1,362 | 1,364 | 1,366 | 1,371 | 1,374 |
| glyseroli | 1,465 | 1,466 | 1,467 | 1,469 | 1,472 | 1,475 | 1,480 | 1,484 |
| vesi | 1,329 | 1,330 | 1,331 | 1,333 | 1,335 | 1,337 | 1,341 | 1,344 |

ys on yleissääntöinen säde, es on erikoissääntöinen

Tehtäviä

1. Miten ns. pallopoikkeama voidaan korjata (kohta 3)?
2. Tarkastele tilannetta, kun väliaineena on jokin öljy.

Vstauksia

1. Käytetään sopivaa hajottavaa linssiä ensimmäisen linssin perässä. Tällöin kaikki viisi sädettä leikkaavat toisensa samassa pisteessä.
2. Parafiiniöljyn tapauksessa saadaan mitattu $n \approx 1,53$ ja laskettu $n \approx 1,50$, $f_0 \approx 13 \text{ cm}$.

Huom!

Kun väliaineena on suolavesi, saadaan f selvästi 19,6 cm ja 13 cm välille. Tässä mittauksessa $f \approx 17 \text{ cm}$. Ko. arvo riippuu suolapitoisuudesta. Rajakulma parafiiniöljyn tapauksessa

$$\sin \alpha_r = \frac{1}{n_2} = \frac{1}{1,53}, \alpha_r \approx 40,7^\circ. \text{ Mitattu } \alpha_r \approx 41^\circ.$$