

FY6

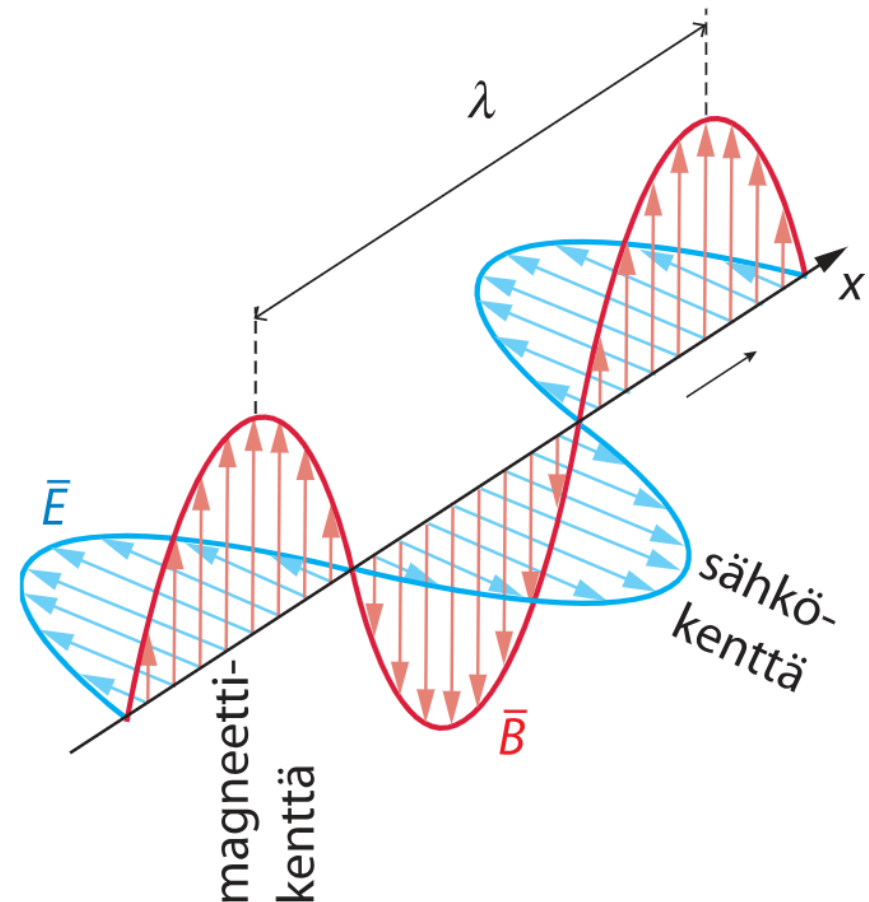
Valo aaltoliikkeenä

Sähkömagneettinen aaltoliike

Sähkömagneettinen säteily

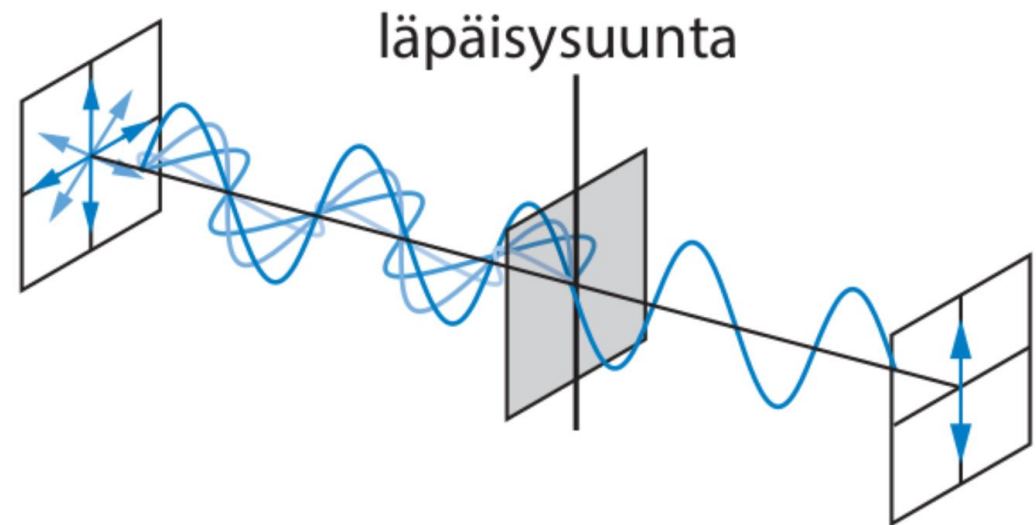
- muodostuu sähkö- ja magneettikentän nopeasti toistuvista ja etenevistä muutoksista
- ei tarvitse edetäkseen väliainetta (toisin kuin esim. ääniaalto)

Sähkömagneettinen säteily on poikittaista aaltoliikettä!



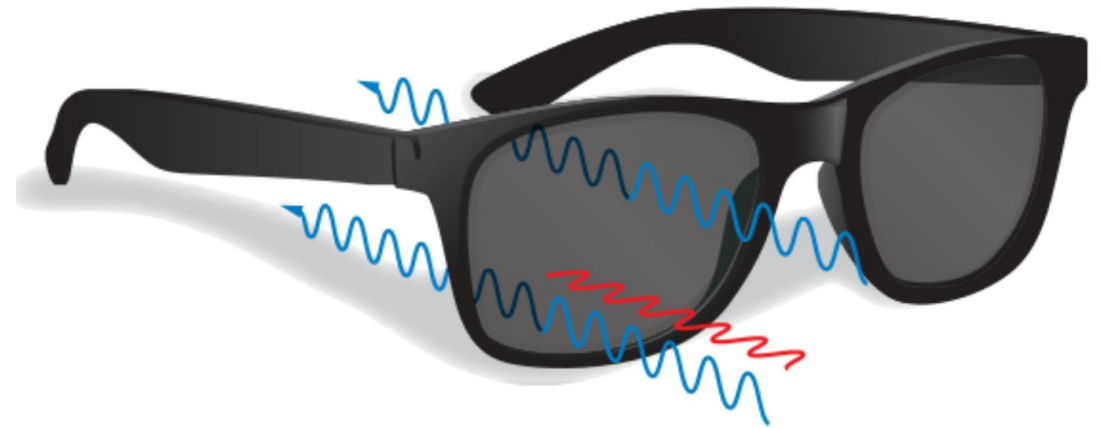
Polarisaatio

- Jos sähkökenttä ja magneettikenttä värähtelevät vain yhdessä tietyssä suunnassa, aallon sanotaan olevan **täysin polarisoitunut**.
- **Osittain polarisoituneessa** valossa sähkökenttä ei värähtele kaikissa suunnissa yhtä paljon.

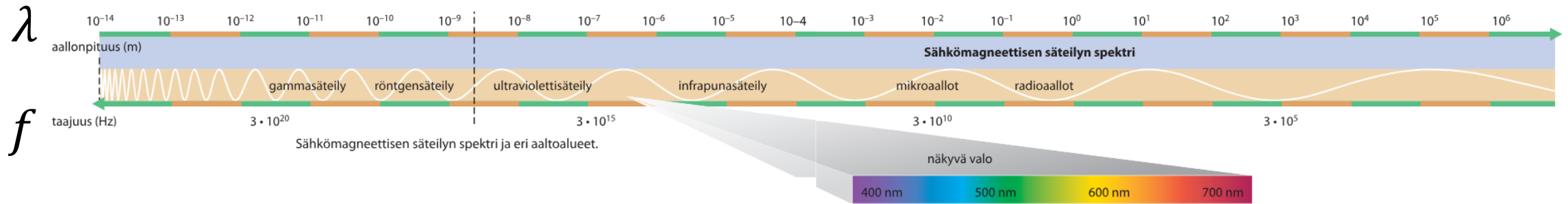


Polarisaatio

- Polarisaattori päästää lävitseen vain tiettyyn suuntaan värähtelevän osan valosta.
- Video: Polarisaatio (s. 14)



Sähkömagneettisen säteilyn spektri (MAOL s. 88)



Sähkömagneettista säteilyä syntyy, kun varattu hiukkanen (esim. elektroni) on kiihtyvässä tai hidastuvassa liikkeessä.

Aaltoliikkeen perusyhtälö valolle

Valonnopeus

Valonnopeus $c = 299\,792\,458$ m/s on luonnonvakio. Se on sähkömagneettisten aaltojen nopeus tyhjiössä.

MAOL s. 70

Aaltoliikkeen perusyhtälö valolle

Aaltoliikkeen perusyhtälö valolle on

$$c = f\lambda,$$

jossa c on valon nopeus, f taajuus ja λ aallonpituus.

Löytyy yleisessä
muodossa $v = f\lambda$
MAOL s. 129

Pohdi parin kanssa

- Miksi näemme ympärillämme olevat kappaleet?
- Miksi eri kappaleet näyttävät eri värisiltä?

Valovirta, Φ

- Valovirta kuva valolähteen voimakkuutta. Mitä suurempi valovirta pinnalle tulee sitä valoisammalta se näyttää.
- Valovirran tunnus on Φ (fii) ja yksikkö lm (luumen).



Valaistusvoimakkuus, E

- Valaistusvoimakkuus kuvaa valon voimakkuutta valaistavalla pinnalla.
- Valaistusvoimakkuuden **tunnus on E ja yksikkö lx** (luksi).

Valaistusvoimakkuus

MAOL s. 130

Pinnan valaistusvoimakkuus on

$$E = \frac{\Phi}{A},$$

jossa Φ on pinnalle tuleva valovirta ja A pinnan pinta-ala.

Valaistusvoimakkuuden yksikkö on lm/m^2 , josta käytetään nimitystä luksi (lx).

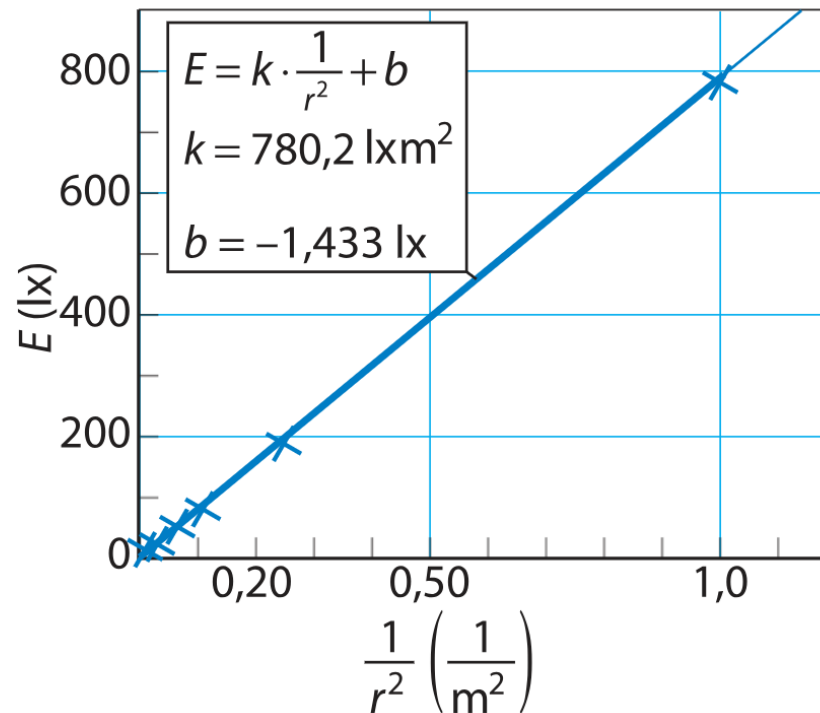
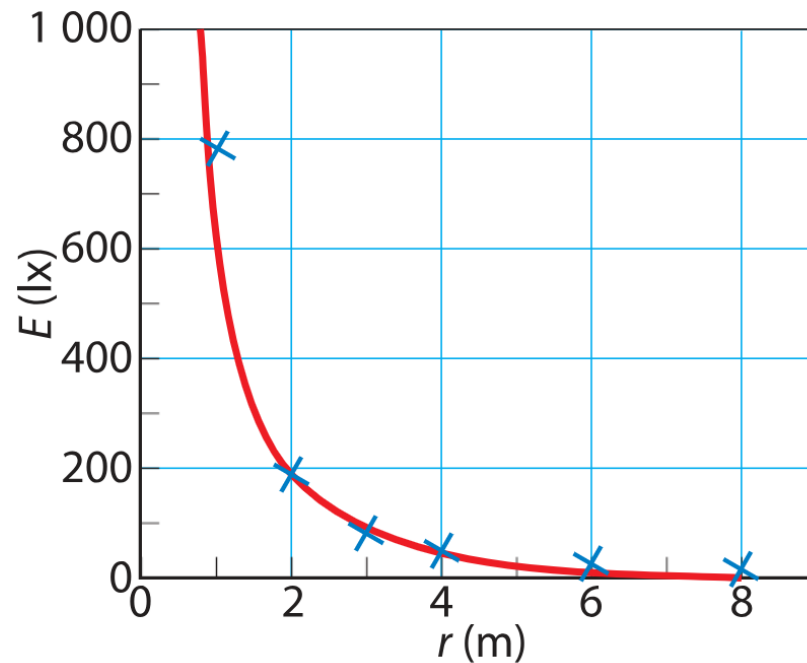
Tutkimus

Tutkitaan valaistusvoimakkuuden ja valolähteen etäisyyden välistä yhteyttä valaistusmittarin avulla. (Työ 1 s. 8)

Valaistusvoimakkuus

Tehtävät 1-4 ja 1-6

Huomataan, että valaistusvoimakkuus pienenee etäisyyden kasvaessa. Tarkemmat mittaukset osoittaisivat, että valaistusvoimakkuus on kääntäen verrannollinen valolähteen etäisyyden neliöön.

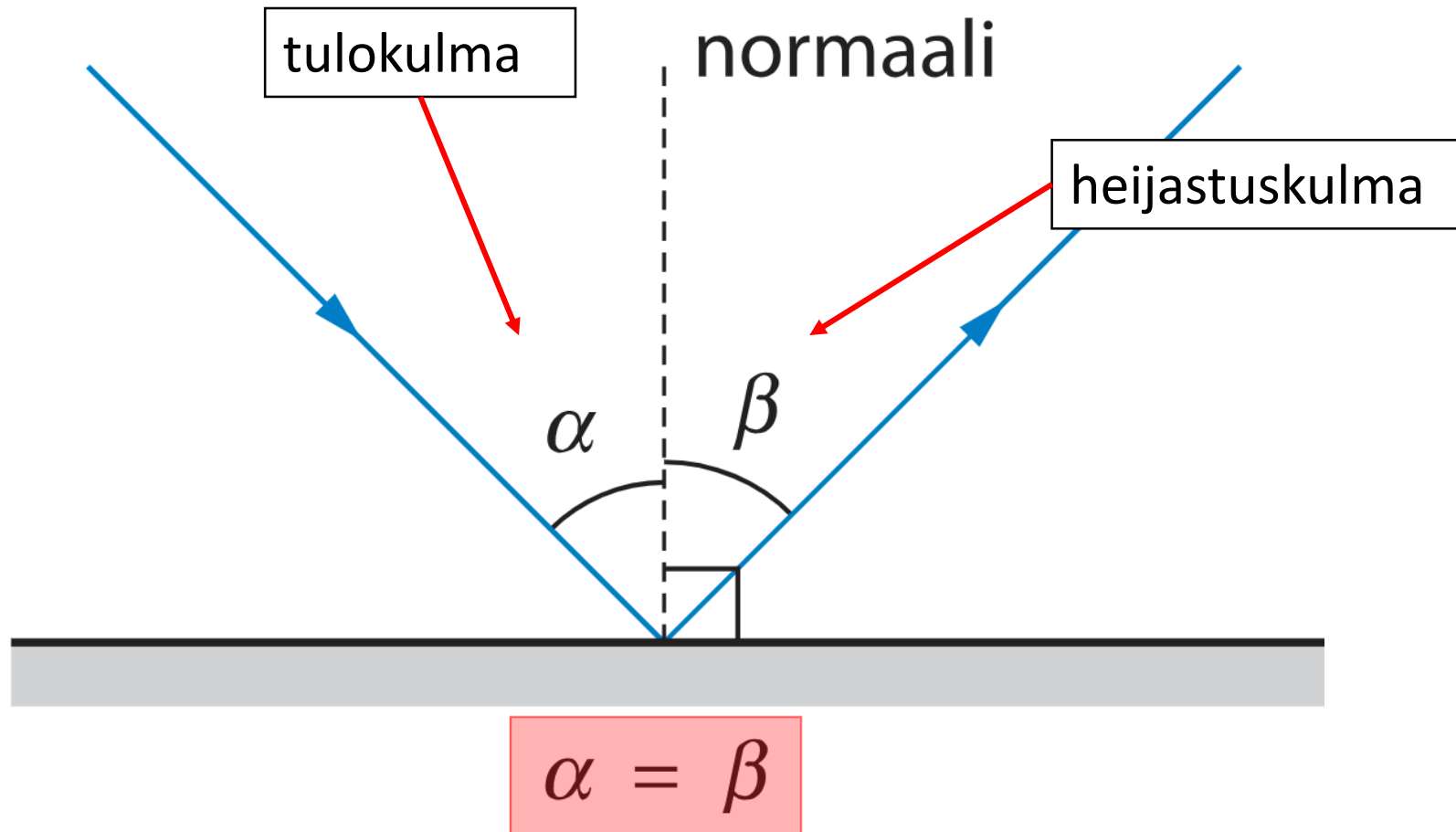


$$E \sim \frac{1}{r^2}$$

Valon heijastuminen

- Video s. 17

Valon heijastuminen

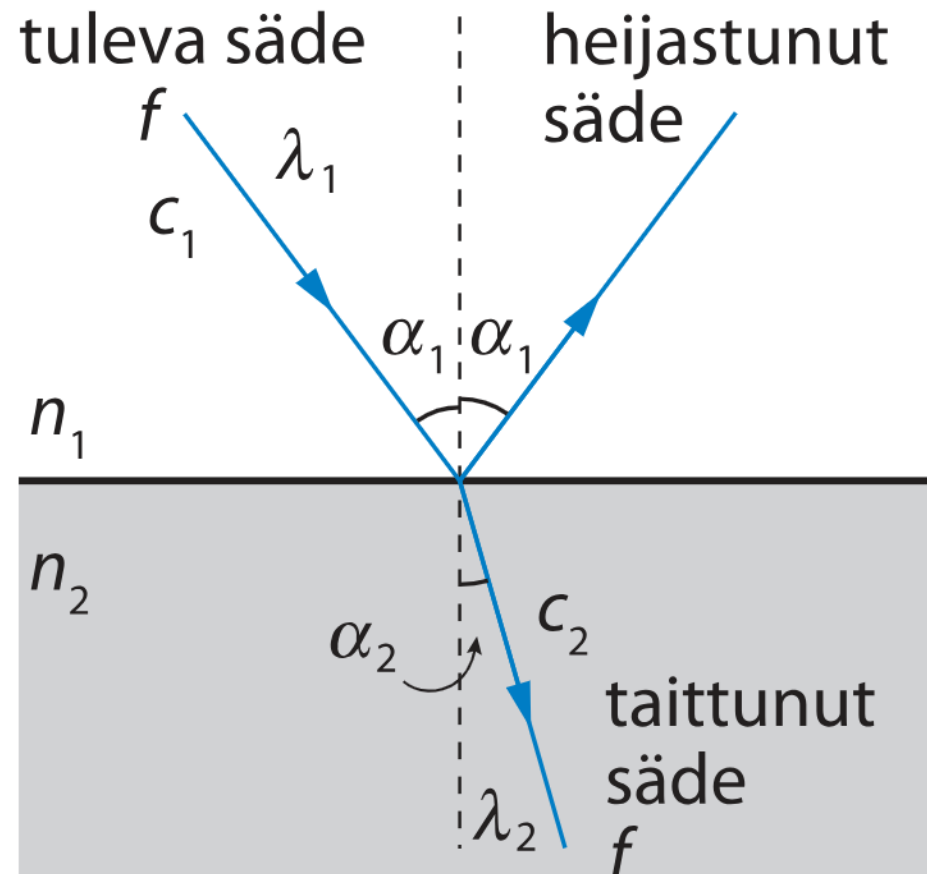


Valo kahden aineen rajapinnassa

- Video s. 19

Valon kahden aineen rajapinnassa

- Kun valo saapuu kahden aineen rajapintaan, **osa valosta heijastuu ja osa läpäisee rajapinnan** ja etenee toiseen aineeseen.
- Taitekulman α_2 suuruus riippuu tulokulmasta α_1 ja siitä, minkä kahden aineen rajapinnasta on kyse.



Valon taittumislaki

n_{12} on taitesuhde

Valon taittumislaki

Kun valo saapuu aineesta 1 aineeseen 2, tulokulman α_1 ja taitekulman

α_2 välillä on voimassa $n_{12} = \frac{\sin \alpha_1}{\sin \alpha_2} = \frac{c_1}{c_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{n_2}{n_1}$, MAOL s. 130

jossa c_1 ja c_2 ovat valon nopeudet, λ_1 ja λ_2 aallonpituudet ja n_1 ja n_2 taitekertoimet aineissa 1 ja 2.

Kaavaa käytettäessä valitaan siitä yhtälön eri puolille kaksi eri lauseketta sen mukaisesti, mitä tiedetään. Esim. $\frac{\sin(\alpha_1)}{\sin(\alpha_2)} = \frac{n_1}{n_2}$

Tehtävä 2-3 a)

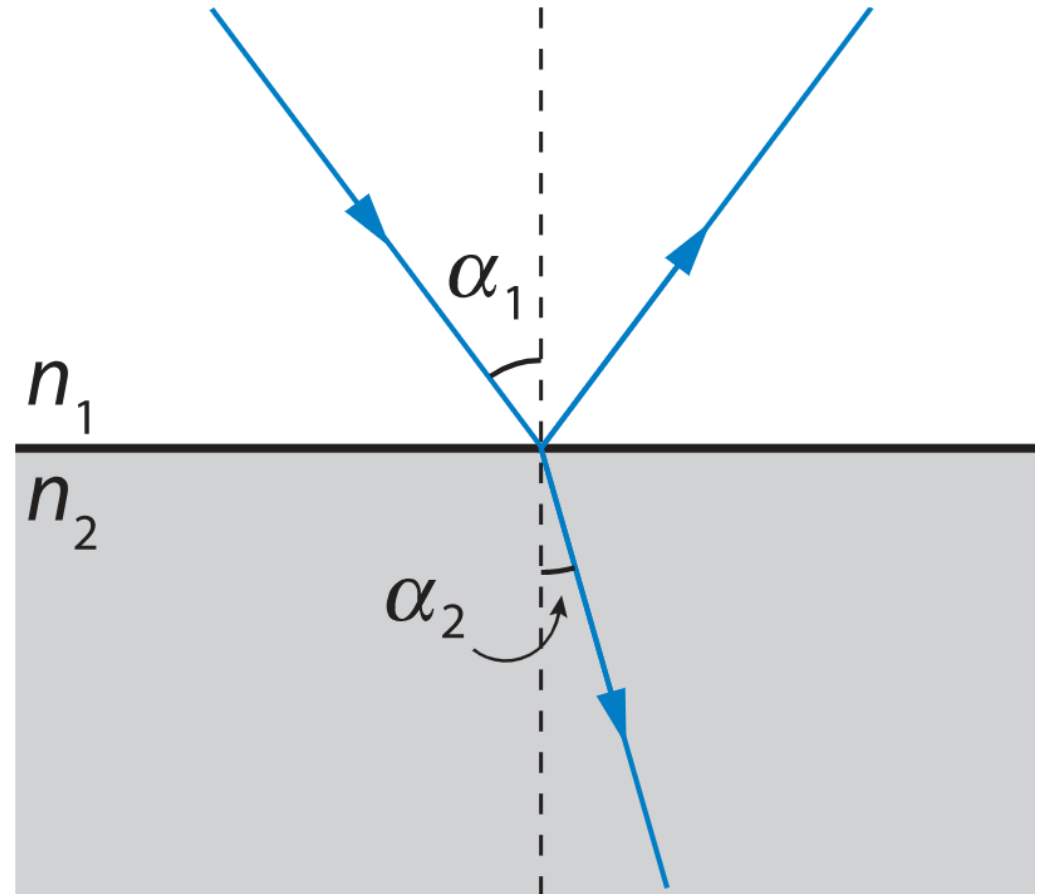
Optisesti tiheä / harva aine

- Jos aine taittaa voimakkaasti ilmasta tulevaa valoa, sen sanotaan olevan **optisesti tiheää**.
- Vähän valoa taittava aine on **optisesti harvaa**.
- Optisesti tiheän aineen taitekerroin, n , on suurempi kuin optisesti harvan aineen.
 - Yleensä taitekertoimet annetaan tehtävässä. Joidenkin aineiden taitekertoimia löytyy MAOL s. 89.
 - Taitekerroin voidaan myös laskea: **Tehtävä 2-3 a)**

Optisesti harvemmasta optisesti tiheämpään

Kun valo tulee optisesti harvemmas-
ta aineesta optisesti tiheämpään
aineeseen ($n_1 < n_2$), valon nopeus
pienenee eli $c_2 < c_1$ ja valo taittuu
pinnan normaaliin päin eli $\alpha_2 < \alpha_1$

$$n_{12} = \frac{\sin \alpha_1}{\sin \alpha_2} = \frac{c_1}{c_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{n_2}{n_1}$$

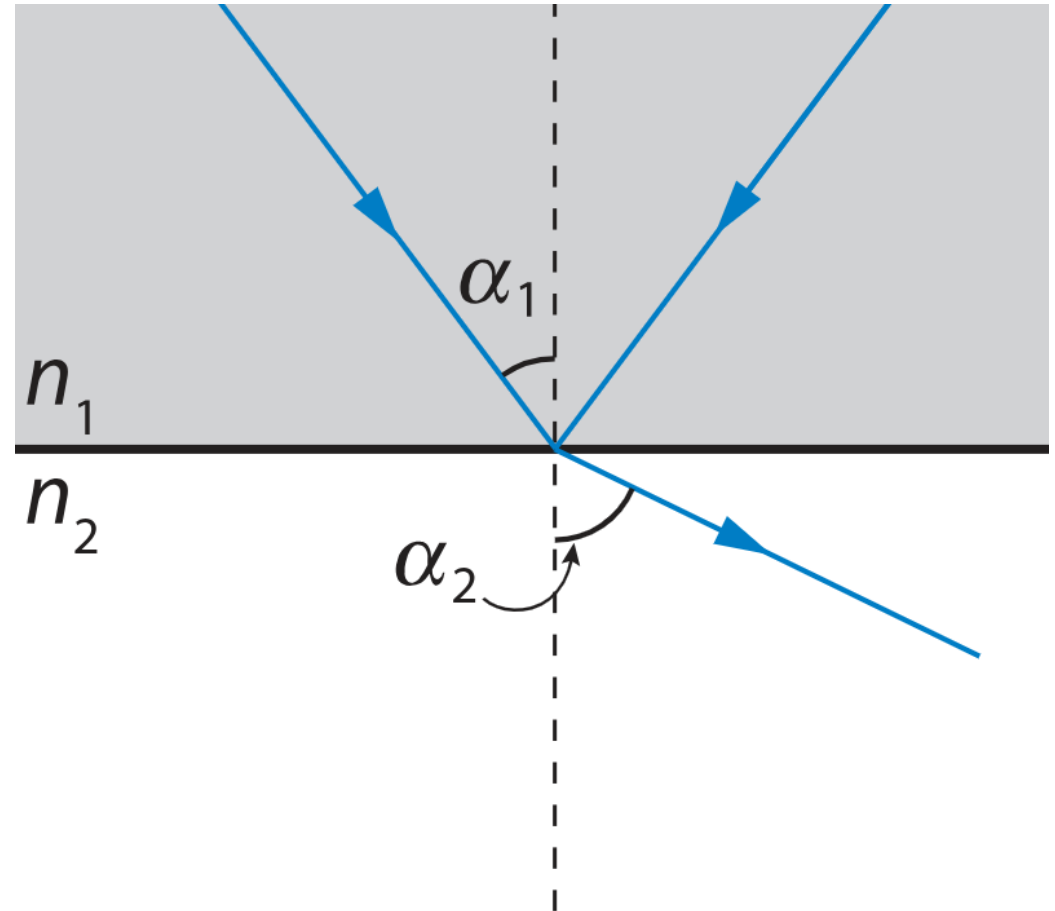


Optisesti tiheämmästä optisesti harvempaan

Kun valo tulee optisesti tiheämmästä aineesta optisesti harvempaan aineeseen ($n_1 > n_2$), valon nopeus kasvaa eli $c_2 > c_1$ ja valo taittuu pinnan normaalista poispäin eli $\alpha_2 > \alpha_1$

$$n_{12} = \frac{\sin \alpha_1}{\sin \alpha_2} = \frac{c_1}{c_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{n_2}{n_1}$$

Tehtävä 2-2

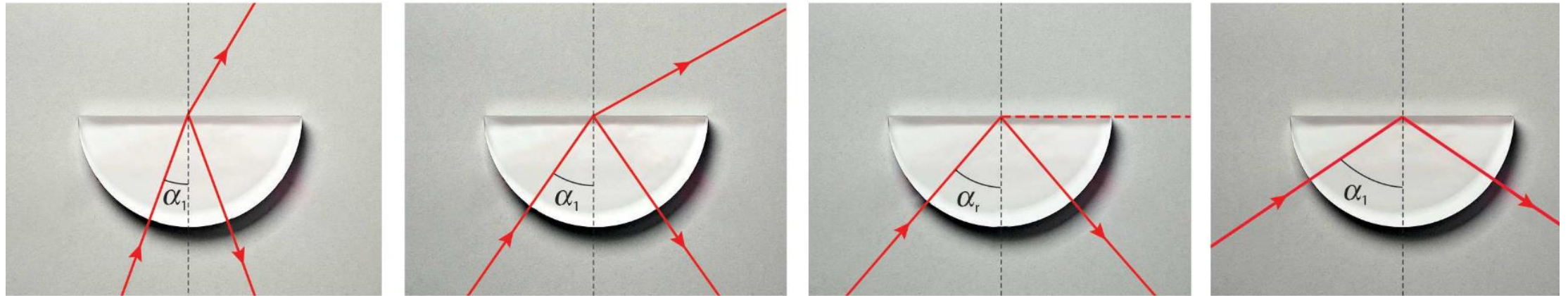


Kokonaisheijastuminen

- Video s. 22

Kokonaisheijastuminen

Tehtävä 2-11 a)

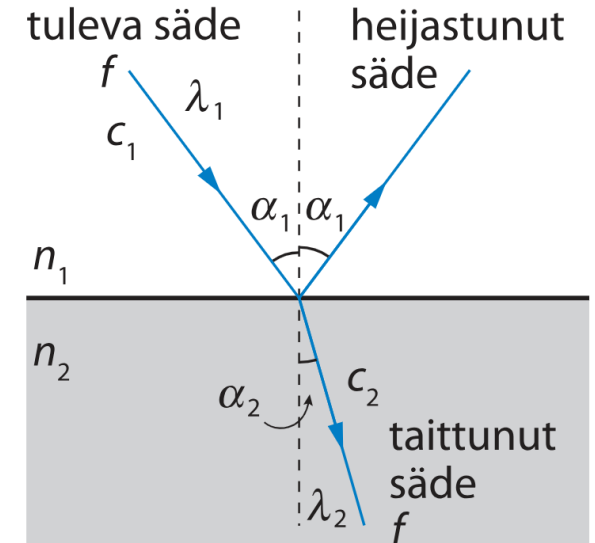


- Kun **valo saapuu optisesti tiheästä aineesta optisesti harvempaan aineeseen** (esim. lasista ilmaan), se taittuu normaalista poispäin. Kun tulokulma kasvaa riittävän suureksi, säde lakkaa menemästä rajapinnan läpi lasista ilmaan. Ilmiötä sanotaan **kokonaisheijastumiseksi**.
- Kun kokonaisheijastuminen juuri ja juuri tapahtuu, taitekulma on 90° . Tätä vastaavaa tulokulmaa sanotaan **kokonaisheijastumisen rajakulmaksi** ja merkitään α_r .
- Kun tulokulma on suurempi kuin α_r , kaikki lasin ja ilman rajapintaan tuleva valo heijastuu takaisin lasiin.

Kooste

Valon taittumislaki:

$$n_{12} = \frac{\sin \alpha_1}{\sin \alpha_2} = \frac{c_1}{c_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{n_2}{n_1}$$



- Tulokulma ja heijastuskulma ovat yhtä suuret.
- Optisesti tiheän aineen taitekerroin, n , on suurempi kuin optisesti harvan aineen.
- Kun valo saapuu optisesti tiheästä aineesta optisesti harvempaan aineeseen, voi tapahtua kokonaisheijastuminen
 - Kokonaisheijastumisen rajakulma α_r on se tulokulma, jolla juuri ja juuri tapahtuu kokonaisheijastuminen. Tällöin taitekulma on 90° .