

Les 3

Breking

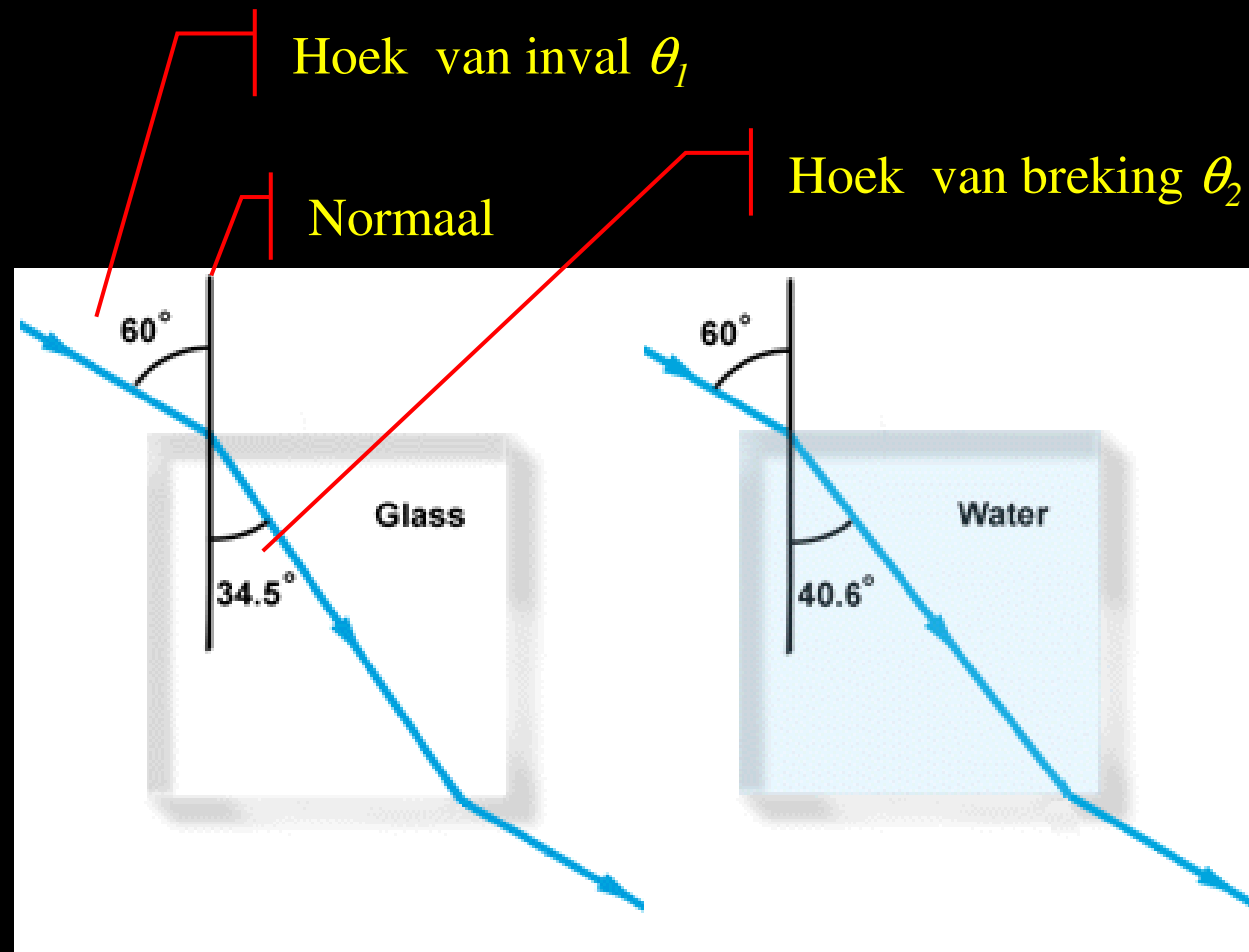
- Refractie
- Wet van Snellius
- Prisma
- Dunne lens
- Beeldconstructie



Les 3

- Refractie
- Wet van Snellius
- Prisma
- Dunne lens
- Beeldconstructie

Hoek van breking



Les 3

- Refractie
- Wet van Snellius
- Prisma
- Dunne lens
- Beeldconstructie

Brekingsindex

Lichtsnelheid in materie is *lager* dan de lichtsnelheid in vacuüm.

$$\text{Brekingsindex } (n) = \frac{\text{Snelheid in vacuüm } (c)}{\text{Snelheid in medium } (v)}$$

Voorbeelden:

$$n_{\text{water}} = 1,33$$

$$n_{\text{lucht}} = 1,0003$$

$$n_{\text{kroonglas}} = 1,52$$

$$n_{\text{kwarts}} = 1,46$$

Lichtsnelheid is afhankelijk van de frequentie !!

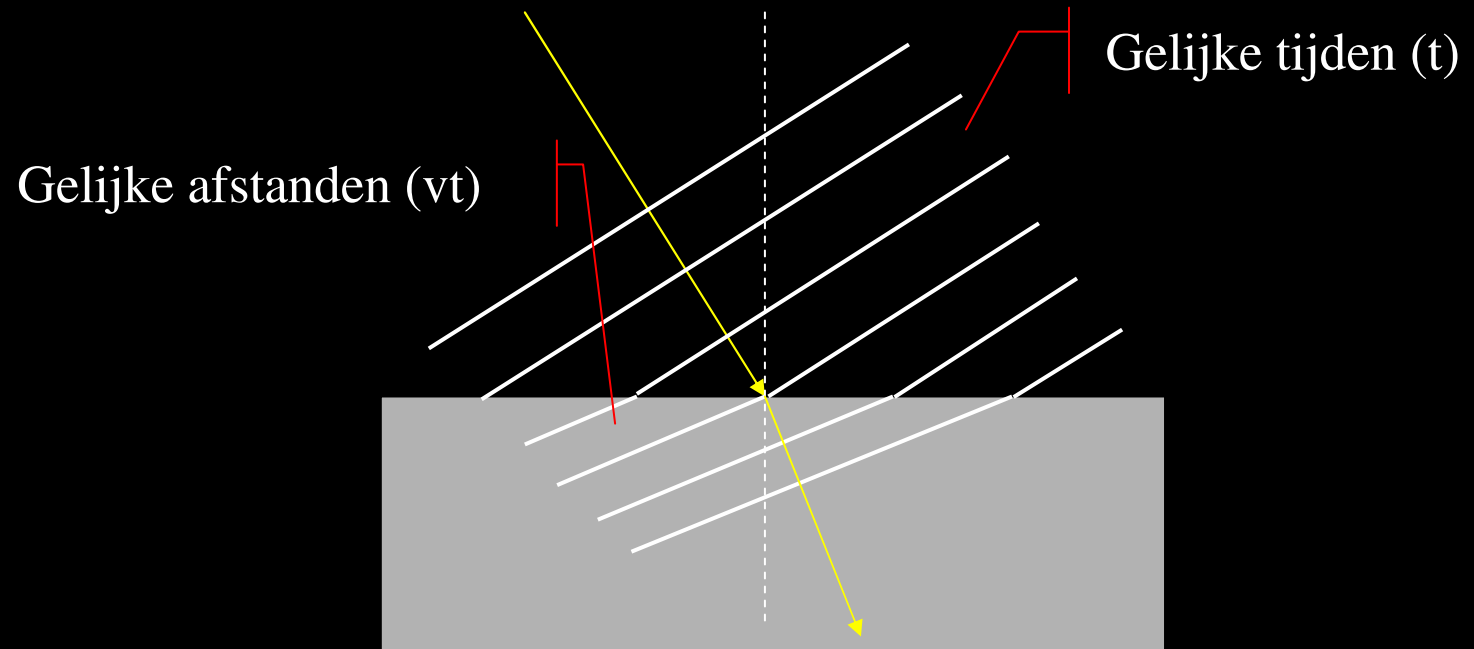


Les 3

- Refractie
- Wet van Snellius
- Prisma
- Dunne lens
- Beeldconstructie

Waarom breking ?

Verklaring m.b.v. golfmodel.



Les 3

- Refractie
- Wet van Snellius
- Prisma
- Dunne lens
- Beeldconstructie

Willebrord Snell (1591 - 1626)

Analytische relatie tussen de hoeken van inval en breking:

$$n_1 * \sin \theta_1 = n_2 * \sin \theta_2$$

Als $n_1 < n_2$ dan $\theta_1 > \theta_2$: breking naar de normaal toe

Als $n_1 > n_2$ dan $\theta_1 < \theta_2$: breking van de normaal af

Wet van Snell(ius)

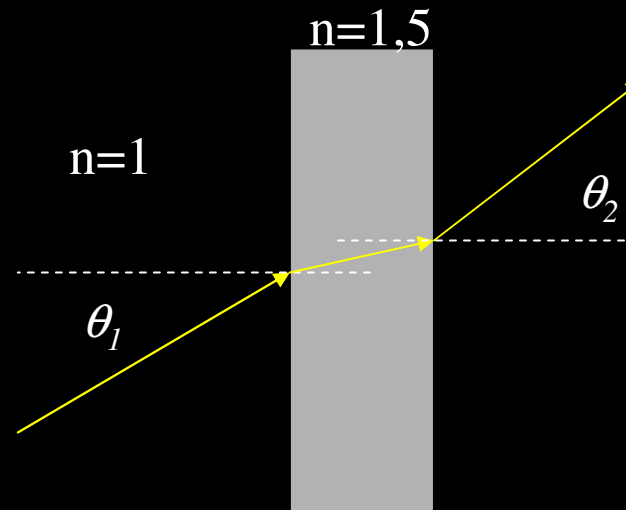


Les 3

- Refractie
- Wet van Snellius
- Prisma
- Dunne lens
- Beeldconstructie

Vraagstuk

Een lichtstraal valt onder een hoek (θ_1) van 60° op een plaat glas ($n = 1,5$). Onder welke hoek (θ_2) verlaat de lichtstraal het glas ?



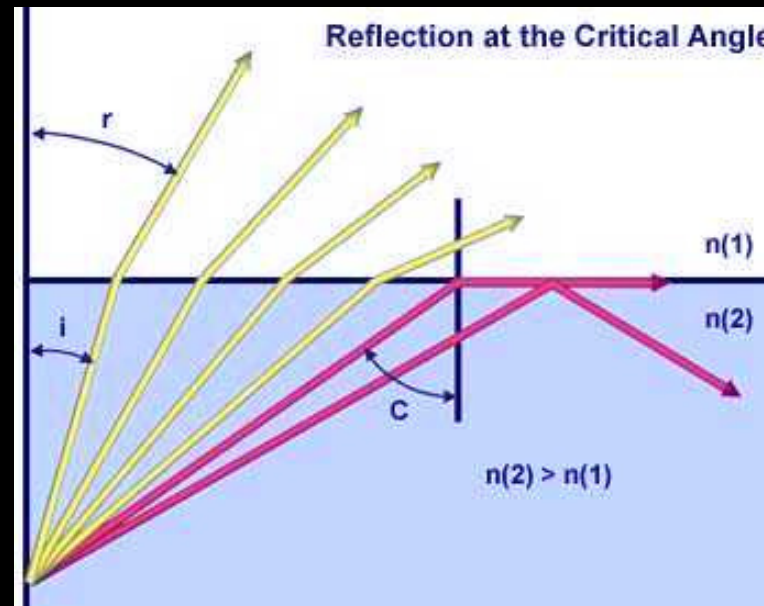
Les 3

- Refractie
- Wet van Snellius
- Prisma
- Dunne lens
- Beeldconstructie

Totale reflectie

$$\sin \theta_c = n_1 * \sin 90^\circ / n_2 = n_1/n_2$$

Grenshoek θ_c voor overgang water naar lucht: 49°



Vragen:

Wat is de grenshoek van een glas-lucht overgang ($n_{\text{glas}} \sim 1,52$) ?

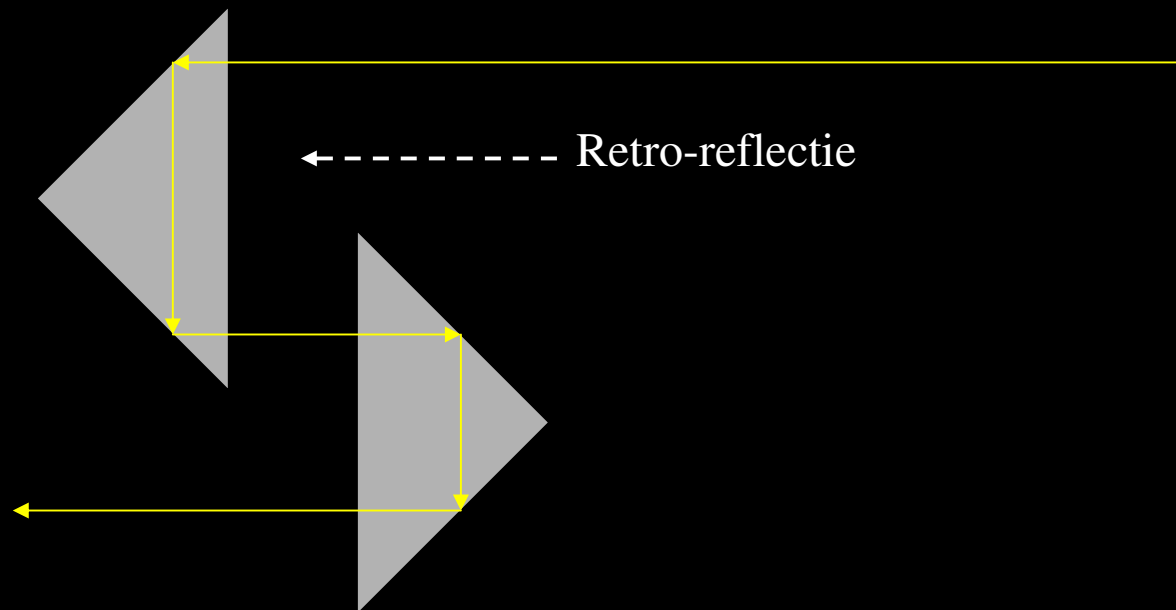
Waar kun je totale reflectie voor gebruiken ?

Les 3

- Refractie
- Wet van Snellius
- Prisma
- Dunne lens
- Beeldconstructie

Prismakijker

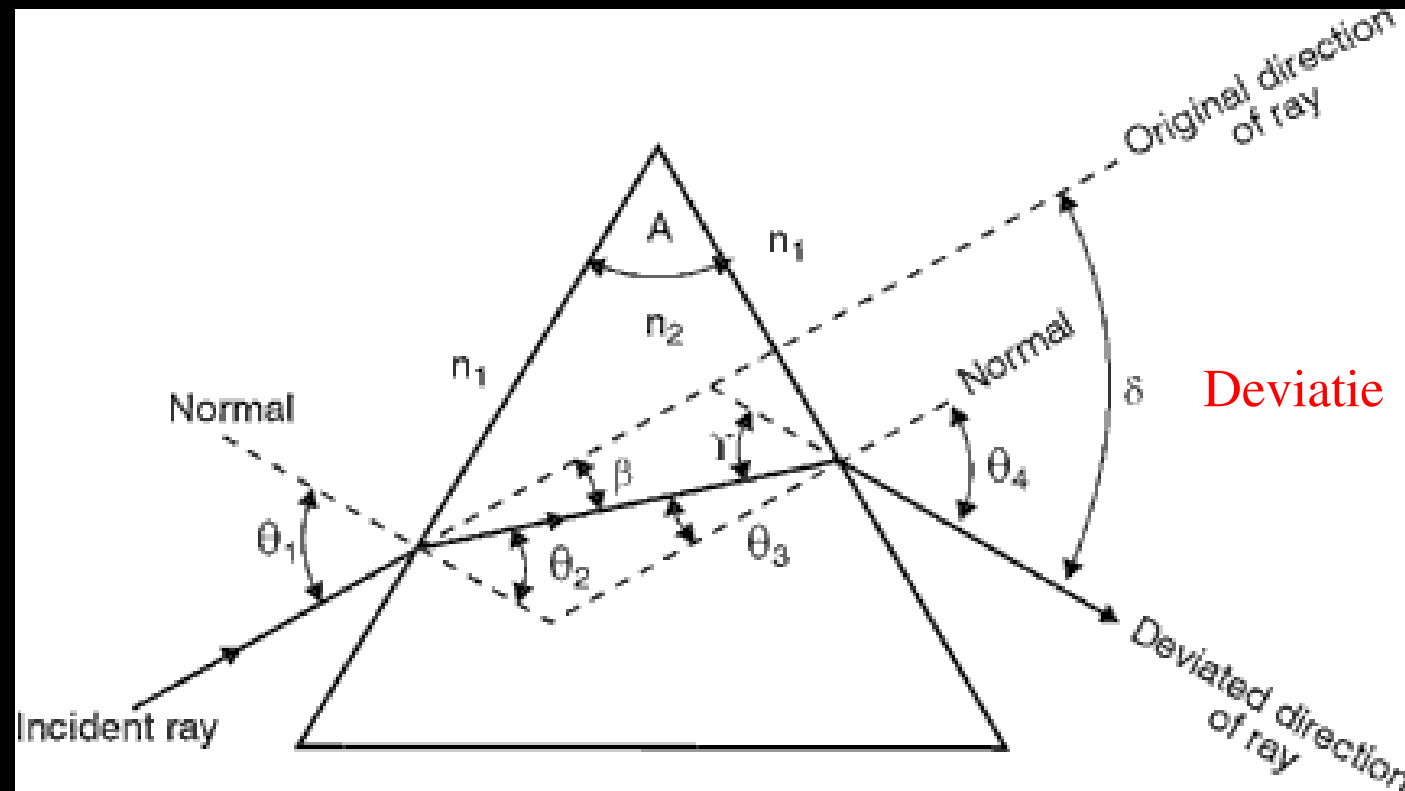
Voordeel t.o.v. spiegel: bijna 100% reflectie !



Les 3

Prisma

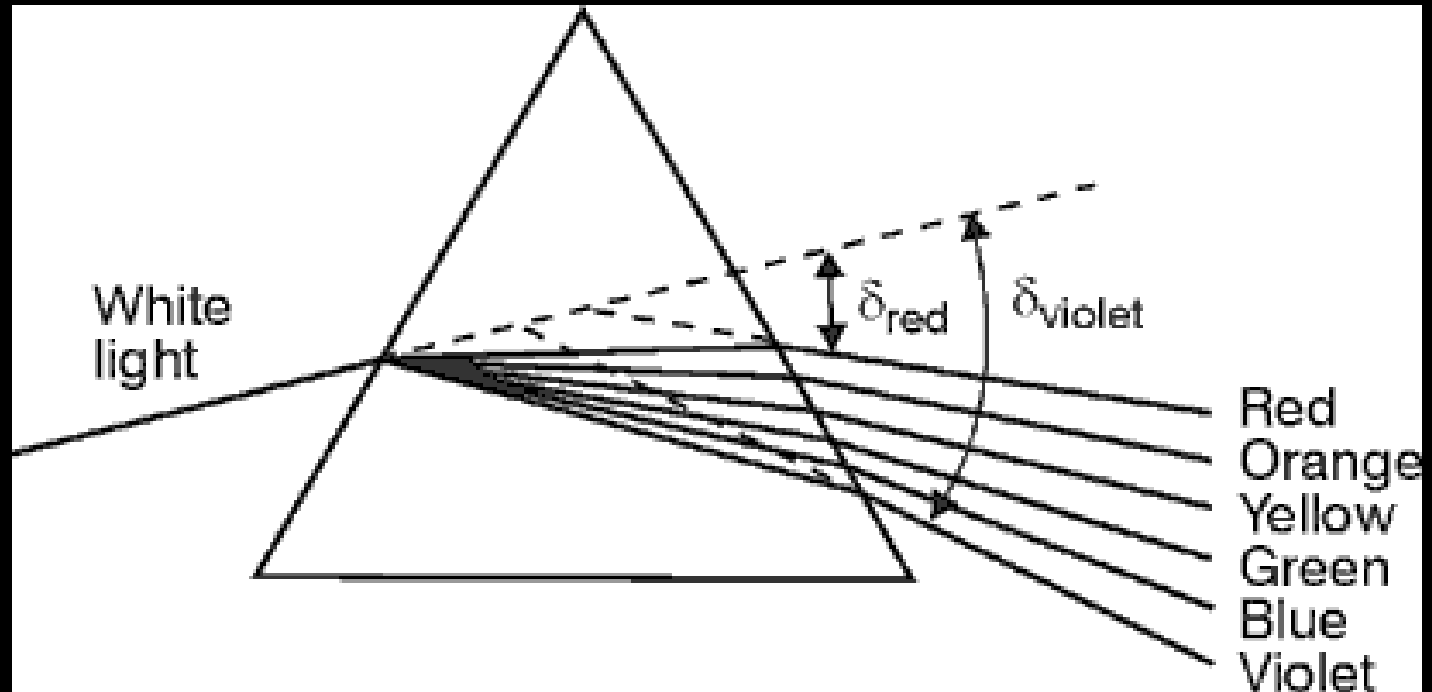
- Refractie
- Wet van Snellius
- Prisma
- Dunne lens
- Beeldconstructie



Les 3

- Refractie
- Wet van Snellius
- Prisma
- Dunne lens
- Beeldconstructie

Dispersie



$$n_{\text{rood}} < n_{\text{violet}}$$

Les 3

- Refractie
- Wet van Snellius
- Prisma
- Dunne lens
- Beeldconstructie

Lenzen

- Sedert ca. 16e eeuw.
- Lenzen kunnen afbeeldingen maken.
- Vele toepassingen:
 - bril
 - camera
 - projector
 - theaterspot



Les 3

- Refractie
- Wet van Snellius
- Prisma
- Dunne lens
- Beeldconstructie

Dunne lenzen

- **Sferische lenzen: de oppervlakken zijn delen van een bol.**
- **Bij dunne lenzen (diameter klein t.o.v. middellijn) kun je spreken over een brandpunt.**



Les 3

- Refractie
- Wet van Snellius
- Prisma
- Dunne lens
- Beeldconstructie

Soorten lenzen

- Dubbelbol / Convex

- Plathol / Plano-Convex

- Holbol / Convex-Concaaf

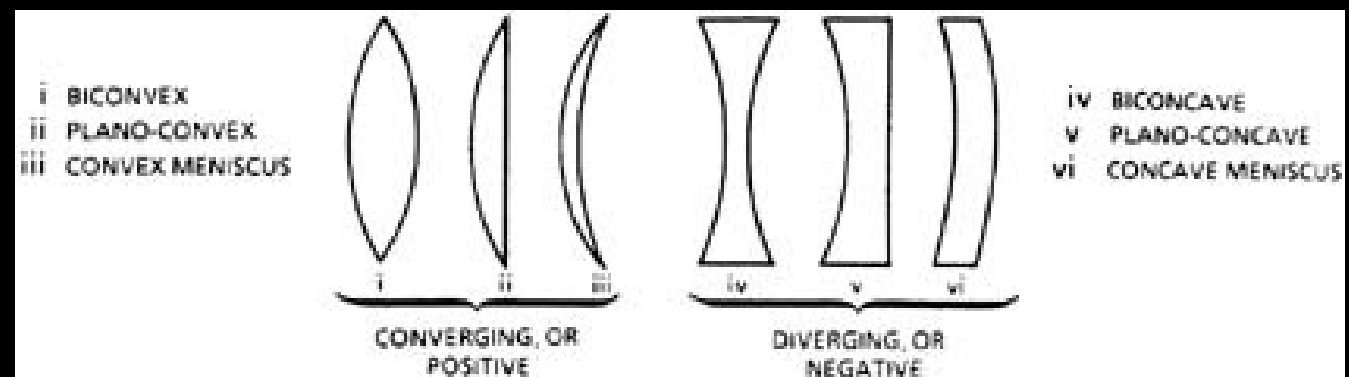
- Dubbelhol / Concaaf

- Plathol / Plan-Concaaf

- Bolhol / Concaaf-Convex

Convex = in midden dikker

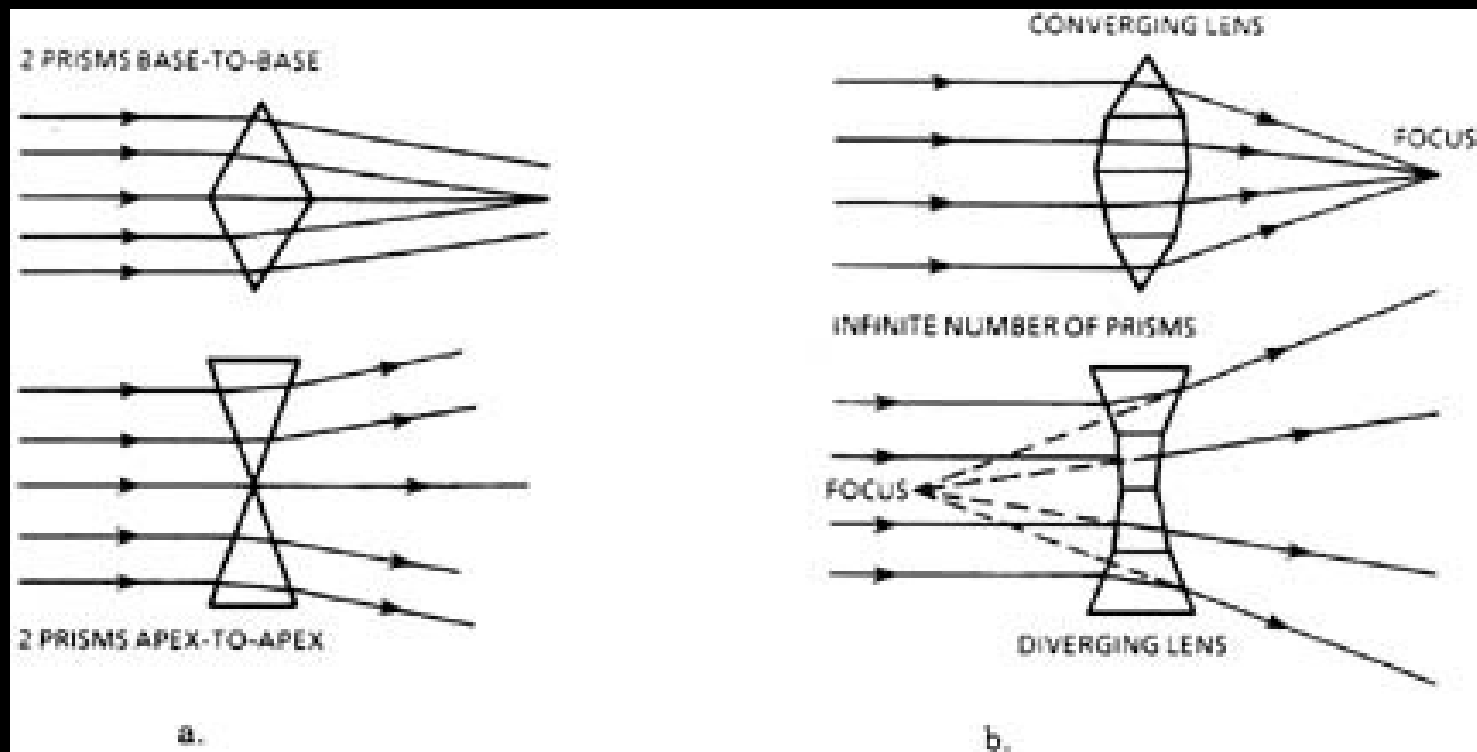
Concaaf = in midden dunner



Les 3

- Refractie
- Wet van Snellius
- Prisma
- Dunne lens
- Beeldconstructie

Convergeren - Divergeren



Les 3

- Refractie
- Wet van Snellius
- Prisma
- Dunne lens
- Beeldconstructie

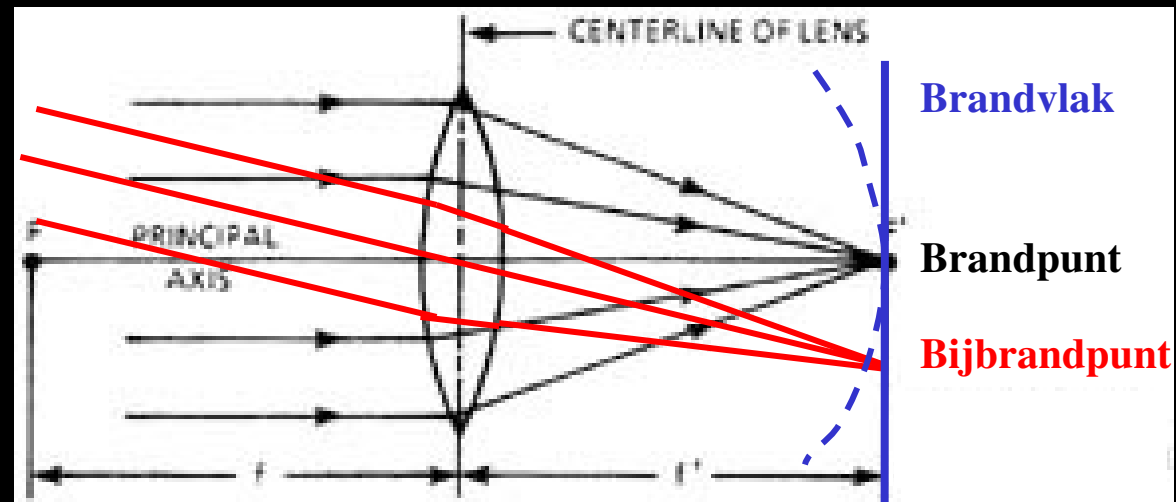
Brandpunt, brandvlak

Bij dunne lenzen is het brandvlak vlak.

Bij dikke lenzen is het brandvlak gekromd.

Voor een dunne lens geldt: $|f_1| = |f_2| = f$

Sterkte van een lens: $S = 1/f$ dioptrie [m^{-1}]



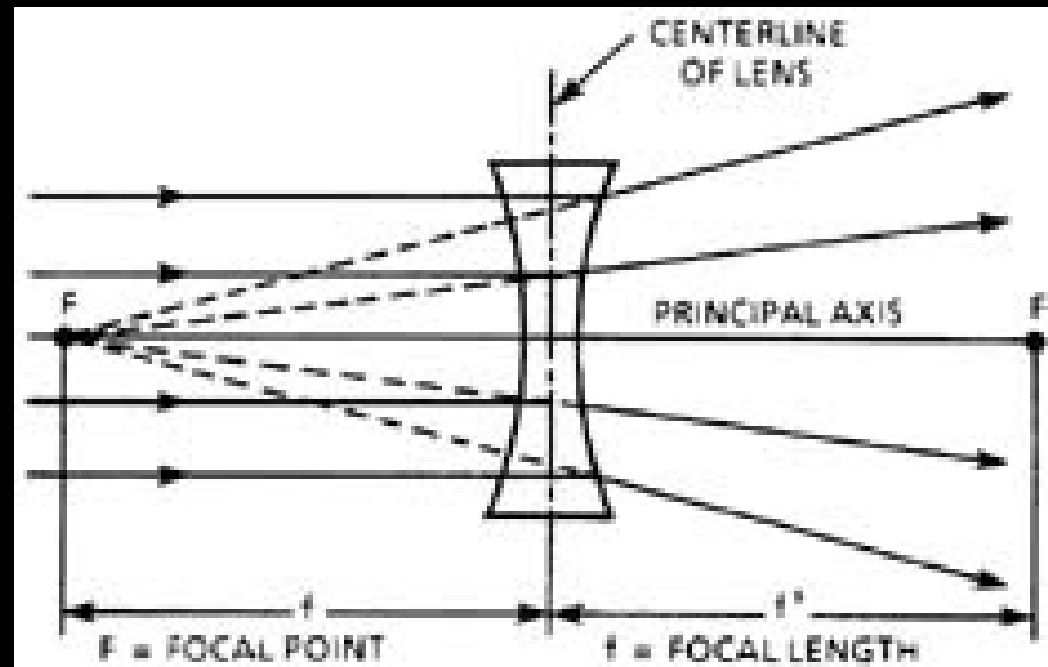
Les 3

- Refractie
- Wet van Snellius
- Prisma
- Dunne lens
- Beeldconstructie

Positief - Negatief

Convex = reëel brandpunt = $f > 0$ = positieve lens

Concaaf = virtueel brandpunt = $f < 0$ = negatieve lens



Les 3

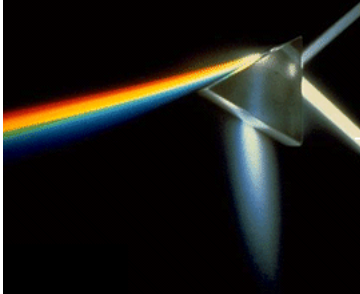
- Refractie
- Wet van Snellius
- Prisma
- Dunne lens
- Beeldconstructie

Vragen

Wat is de sterkte van een lens met $f = -20 \text{ cm}$?

Wat is de brandpuntsafstand van een vlak stuk glas ? Wat is zijn sterkte ?

Waarom buigt een lichtstraal door het centrum van een dubbelbolle lens niet af ?

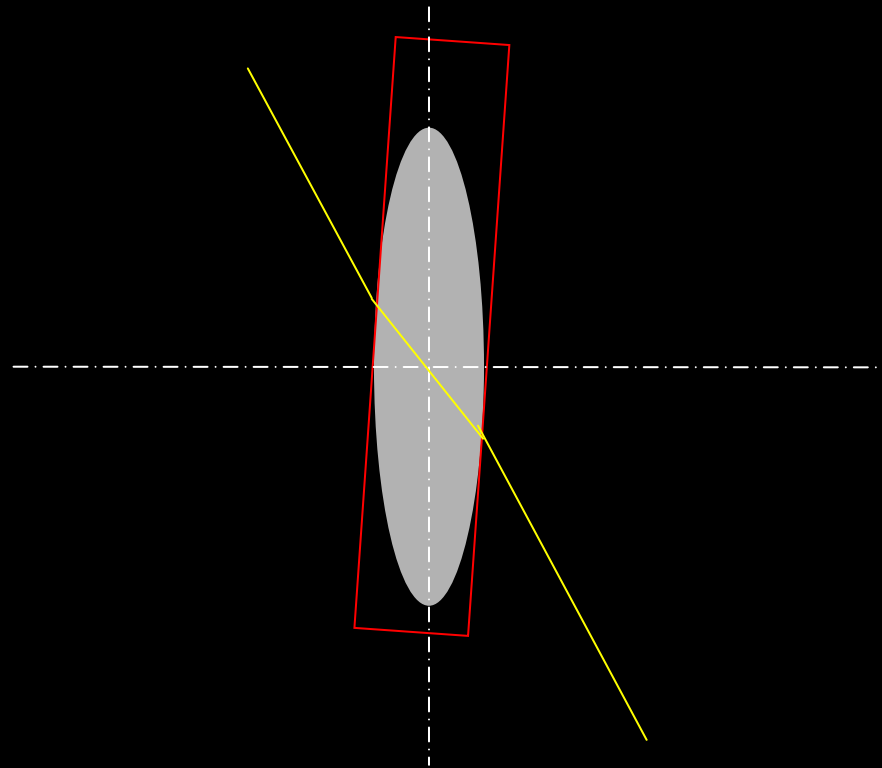


Les 3

- Refractie
- Wet van Snellius
- Prisma
- Dunne lens
- Beeldconstructie

Constructiestraal 1

Een lichtstraal door het optisch centrum gaat rechtdoor.



Les 3

- Refractie
- Wet van Snellius
- Prisma
- Dunne lens
- Beeldconstructie

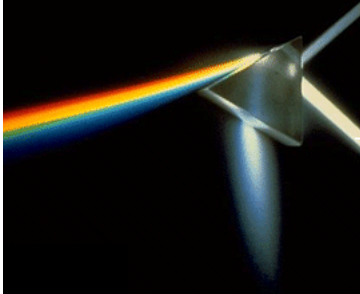
Constructiestraal 2 + 3

Een lichtstraal evenwijdig aan de optische as:

- gaat door het brandpunt (positieve lens)
- komt uit het brandpunt (negatieve lens)

Een lichtstraal gaat evenwijdig aan de optische as verder als de lichtstraal:

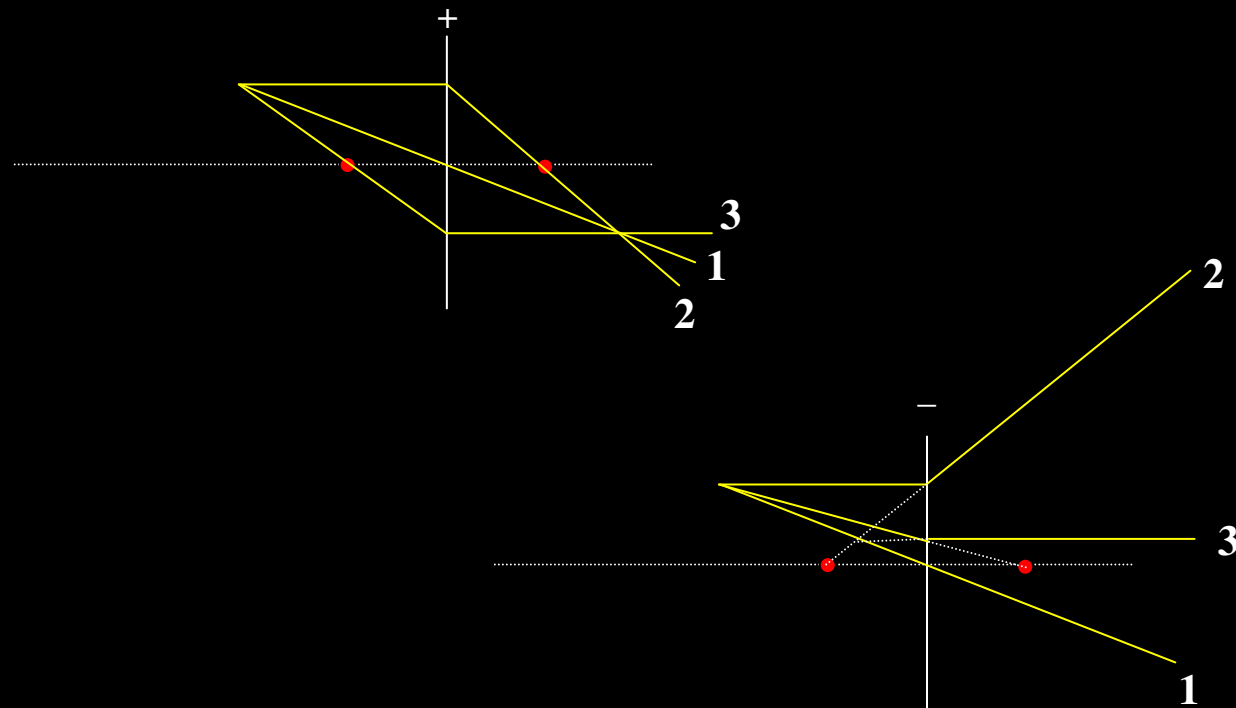
- door het brandpunt gaat (positieve lens)
- op het brandpunt gericht is (negatieve lens)



Les 3

- Refractie
- Wet van Snellius
- Prisma
- Dunne lens
- Beeldconstructie

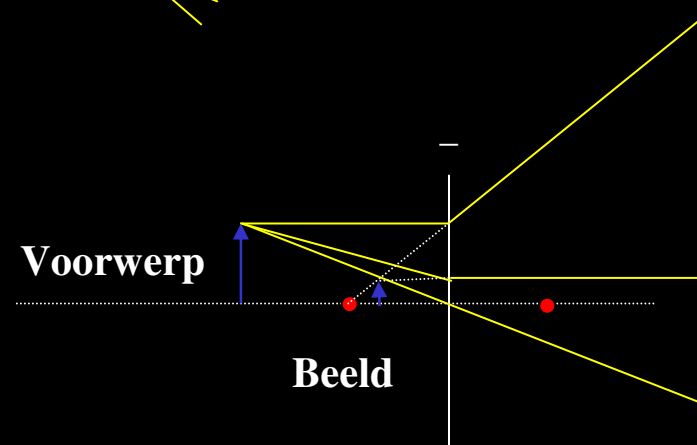
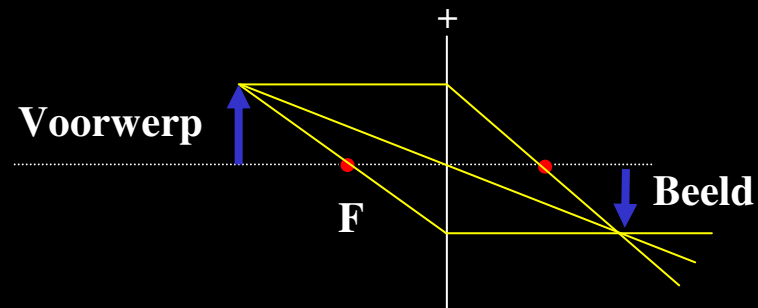
Constructiestralen



Les 3

- Refractie
- Wet van Snellius
- Prisma
- Dunne lens
- Beeldconstructie

Beeldvorming

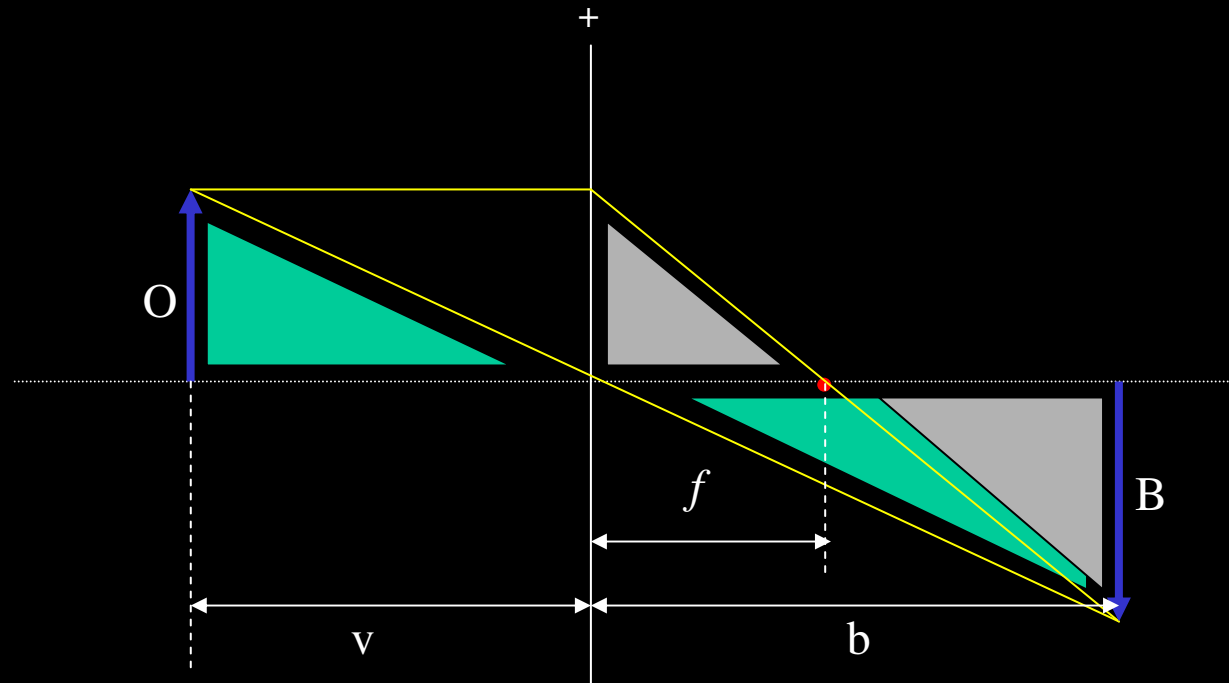


Les 3

- Refractie
- Wet van Snellius
- Prisma
- Dunne lens
- Beeldconstructie

Lensformule

Twee paren van gelijkvormige driehoeken. Daaruit valt af te leiden dat geldt: $1/f = 1/b + 1/v$



Les 3

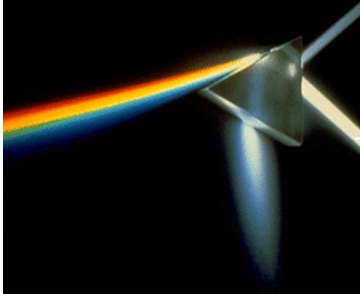
- Refractie
- Wet van Snellius
- Prisma
- Dunne lens
- Beeldconstructie

Conventies

- Positieve lens: f positief
- Negatieve lens: f negatief
- Als object aan lichtzijde: v positief
- Als beeld aan lichtzijde: b negatief
- Als beeld aan uittreezijde: b positief

$$\textit{Lineaire Vergroting} = |B / O| = |b / v|$$

- Als beeld rechtop: vergroting positief
- Als beeld ondersteboven: vergroting negatief



Les 3

- Refractie
- Wet van Snellius
- Prisma
- Dunne lens
- Beeldconstructie

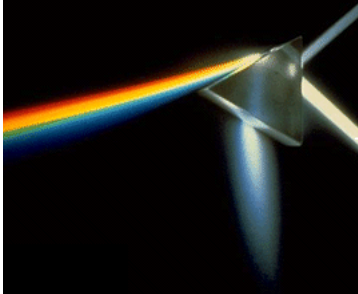
Vraag

Wat is de beeldafstand en de grootte van het beeld van een boek van 24 cm hoogte dat op 1,50 meter van een camera met een 50 mm lens is geplaatst ?

Wat is de lineaire vergroting in dit geval ?

Als je het boek laat staan, maar met de camera 3 meter naar achteren loopt, moet je dan de lens in- of uitschuiven om het beeld scherp te houden ?

Wat is nu de lineaire vergroting ?



Les 3

- Refractie
- Wet van Snellius
- Prisma
- Dunne lens
- Beeldconstructie

Voorbeelden

- Projector
- Kopieermachine
- Camera
- Puntbron maken

