

Licht (geometrische optica)

Samenvatting 3hv

Lichtsnelheid

Het symbool voor de lichtsnelheid is c . De lichtsnelheid in vacuüm is de grootste snelheid in de natuur. De lichtsnelheid in lucht is vrijwel gelijk aan die in vacuüm: $c_{\text{lucht}} = 3,00 \cdot 10^8$ m/s (300 miljoen m/s).

Wit licht, spectrum

De kleuren rood, oranje, geel, groen, blauw en violet vormen samen het zichtbare *spectrum*. Elke andere kleur is een combinatie van één of meer van deze kleuren. Alle spectrale kleuren samen geven de kleurindruk wit.

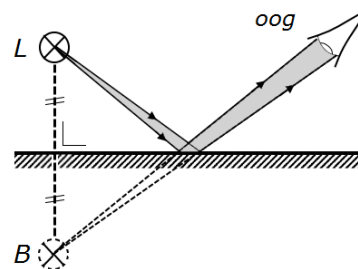
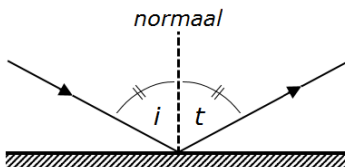
Terugkaatsing, absorptie, doorlating

Als licht een voorwerp treft kunnen er drie dingen gebeuren (of een combinatie):

1. Terugkaatsing

- Diffuse terugkaatsing (ook wel: verstrooiing) is terugkaatsing in allerlei richtingen. Diffuse terugkaatsing vindt plaats tegen ruwe oppervlakken. Door diffuse terugkaatsing van licht tegen het oppervlak van een voorwerp kun je dat voorwerp zien.
- Spiegelende terugkaatsing is terugkaatsing in slechts één richting. Spiegelende terugkaatsing vindt plaats tegen zeer gladde oppervlakken. Hier geldt de terugkaatsingswet:

$$i = t \quad (\text{hoek van inval} = \text{hoek van terugkaatsing})$$



2. Absorptie

De stralingsenergie wordt omgezet in ander vormen van energie, vaak warmte.

3. Doorlating

Doorzichtige stoffen laten licht door. Bijna altijd wordt het doorgelaten licht gebroken.

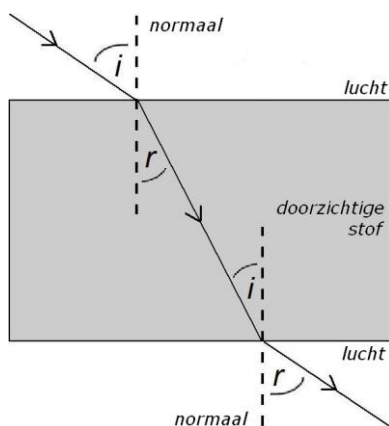
Gekleurde voorwerpen

Een gekleurd, ondoorzichtig voorwerp kaatst van wit, opvallend licht slechts één kleur (of een paar kleuren) terug. Een rood voorwerp bijvoorbeeld kaatst alleen het rood terug. De rest wordt geabsorbeerd.

Breking van licht

De oorzaak van lichtbreking is *verschil van lichtsnelheid*. In elke doorzichtige stof is de lichtsnelheid namelijk anders. In plastic (perspex) bijvoorbeeld $2,01 \cdot 10^8$ m/s. Daardoor wordt een schuin invallende lichtstraal op het grensvlak van twee doorzichtige stoffen gebroken.

Je kunt aan breking rekenen met de volgende formules:



Vanuit lucht: $\frac{\sin i}{\sin r} = n$: breking naar de normaal toe.

$n = \frac{c_{\text{lucht}}}{c_{\text{stof}}}$ n is de brekingsindex: een materiaalconstante die aangeeft hoe sterk een materiaal (een stof) het licht breekt.

Naar lucht: $\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{1}{n}$: breking van de normaal af.

Totale terugkaatsing

Breking vanuit een doorzichtige stof naar lucht is altijd van de normaal af. Als de invalshoek groter is dan de *grenshoek* wordt het invallende licht niet meer gebroken, alleen nog teruggekaatst. Je noemt dat *totale terugkaatsing*. Voor de grenshoek (g) van een doorzichtige stof met brekingsindex n geldt:

$$\sin g = \frac{1}{n}$$

Toepassing: transport van optische signalen door glasvezelkabels.



Lenzen

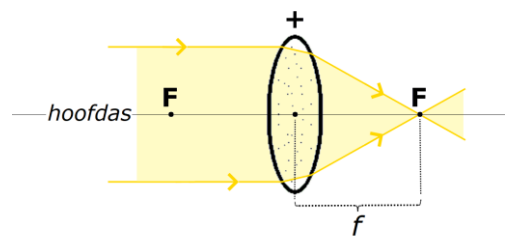
Een lens is een doorzichtig stuk glas of plastic met een speciale vorm: bol of hol. Door die speciale vorm breekt een lens het licht ook speciaal.

Met een lens kun je van een voorwerp een beeld maken. Er zijn twee soorten beelden:

1. Reële beelden kun je projecteren. Bijvoorbeeld filmprojecties, beelden op een fotochip of op het netvlies.
2. Virtuele beelden zie je als je door de lens heen kijkt. Door een bril of door een loep (vergrootglas) zie je een virtueel beeld.

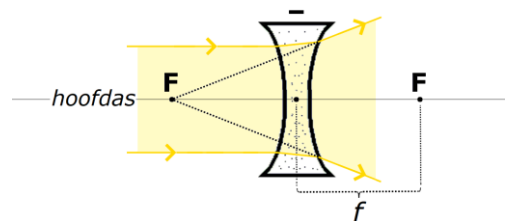
Een bolle of positieve lens:

- is in het midden dikker dan aan de rand,
- heeft een convergerende werking: hij breekt licht altijd naar de hoofdas toe,
- kan van voorwerpen reële en virtuele beelden maken.



Een holle of negatieve lens:

- is in het midden dunner dan aan de rand,
- heeft een divergerende werking: hij breekt licht altijd van de hoofdas af,
- kan van voorwerpen alleen virtuele beelden maken.



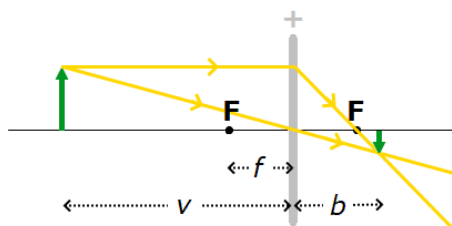
Hoe kleiner de brandpuntsafstand, hoe sterker de lens. Je berekent de lenssterkte met:

$$S = \frac{1}{f} \quad \begin{array}{l} S \text{ is de lenssterkte (dioptrie).} \\ f \text{ is de brandpuntsafstand van de lens (meter).} \end{array}$$

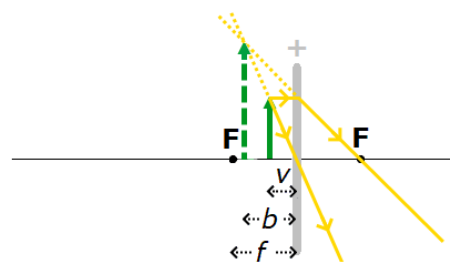
Beeldvorming door lenzen

Constructies

Je kunt het beeld dat een lens van een voorwerp maakt *construeren*. Hieronder staan twee voorbeelden van constructies bij een bolle lens.



Reëel beeld



Virtueel beeld

Berekeningen

Je kunt aan beeldvorming rekenen met de volgende formules:

De lensformule:

$$\frac{1}{v} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f}$$

De vergroting (N):

$$N = \frac{L_B}{L_V} \quad \text{en} \quad N = \frac{b}{v}$$

$N > 1$: vergroting
 $N < 1$: verkleining

v is de voorwerpsafstand.

b is de beeldsafstand: positief bij reële beelden, negatief bij virtuele beelden.

f is de brandpuntsafstand van de lens: positief bij bolle lenzen, negatief bij holle lenzen.

L_B is de lengte van het beeld; L_V is de lengte van het voorwerp.