

Algemene informatie

Terugkaatsing van licht kan op twee manieren:

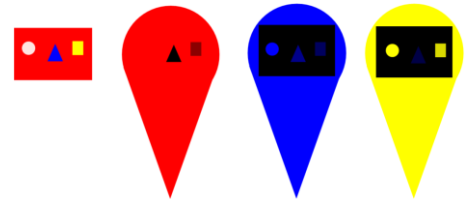
Diffuus: het licht wordt in verschillende richtingen teruggekaatst (verstrooid)

Spiegelend: het licht wordt in één richting teruggekaatst (hoek van inval is hoek van terugkaatsing)

Wit licht is samengesteld uit verschillende kleuren licht. De kleuren die hierin aanwezig zijn noemen we het spectrum.

Licht wat wij zien is het zichtbare gedeelte van straling. Twee soorten licht die we niet zien zijn IR (InfraRode) straling en UV (UltraViolette) straling. Infra rode straling voelen we als warmte, Ultra violette straling kan o.a. onze huis verkleuren.

Als er wit licht op een rood voorwerp valt zien wij alleen het rode licht terugkaatsen. De andere kleuren worden geabsorbeerd. Van een geel voorwerp kaatst alleen het gele licht terug.

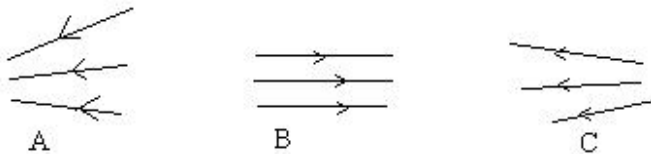


Een wit voorwerp kan alle kleuren licht terugkaatsen. Wanneer we met een blauwe lamp op een wit voorwerp schijnen zien we op dat moment een blauw voorwerp. Schijnen we met dat blauwe licht op een rood voorwerp dat wordt er (vrijwel) geen licht teruggekaatst en noemen we dat zwart.

Normaal plant het licht zich voort in rechte lijnen. Hierdoor is het goed mogelijk om de schaduw van een voorwerp te bepalen.

Je hebt vaak te maken met stralen bundels (3 soorten).

A is een convergente bundel, B is een evenwijdige bundel en C is een divergente bundel. (let op de richting van de pijlen)



Paragraaf 1; brekingswet van Snellius

Door een spiegel of door de overgang naar een ander materiaal (vaak een lens) kan een lichtstraal van richting worden veranderd.

In het laatste geval hebben we te maken met breking van het licht. Dan geldt de Brekingswet van Snellius.

$$\text{brekingsindex } n = \frac{\sin i}{\sin r}$$

Met deze brekingswet kun je berekenen hoe een lichtstraal wordt gebroken.

Die breking heeft ook te maken met het soort materiaal waarmee je te maken hebt.

In de formule is 'n' - brekingsindex

Sin i - de 'sinus' van de hoek van inval (hoek i)

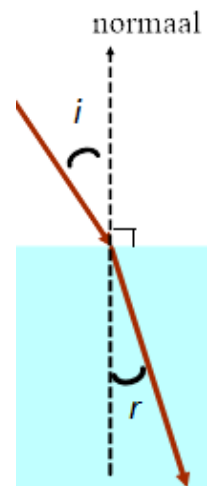
Sin r - de 'sinus' van de hoek van breking (hoek r)

Voor ieder (transparant) materiaal is een getal (index) bekend wat aangeeft hoe de breking verloopt. Bij glas is dat bijv. 1,5

Dus de brekingsindex van (lucht naar) glas $n = 1,5$

De hoek van inval en de hoek van breking worden allebei gemeten vanaf de zogenaamde 'normaal'.

De 'normaal' is een lijn die precies loodrecht op het oppervlak staat.



Voorbeeld

Op een stuk glas valt een lichtstraal met een hoek van inval van 34° .

De lichtstraal 'breekt' en gaat in het glas verder met een hoek van breking van $21,9^\circ$.

Dit klopt met de brekingsindex van glas.

Want

$$\text{brekingsindex } n = \frac{\sin i}{\sin r} = \frac{\sin 34}{\sin 21,9} = \frac{0,559}{0,373} = 1,5$$

Andersom kun je wanneer je de brekingsindex kent ook voorspellen wat er gaat gebeuren.

Voorbeeld 2

Op een stuk glas valt een lichtstraal met een hoek van inval van 20° .

De brekingsindex van glas weten we $n = 1,5$.

De lichtstraal 'breekt' en gaat in het glas verder met een hoek van breking van ???.

We vullen de brekingswet in en rekenen terug naar de hoek van breking.

$$n = \frac{\sin i}{\sin r} \quad \text{dan} \quad 1,5 = \frac{\sin 20}{\sin r} \quad \text{dan} \quad 1,5 = \frac{0,342}{\sin r} \quad \text{dan is dus } \sin r = \frac{0,342}{1,5} = 0,228$$

Als $\sin r = 0,228$ dan is $\text{hoek} = \sin^{-1} 0,228 = 13,18^\circ$

Even controleren want dan moet het volgende kloppen :

$$\frac{\sin 20}{\sin 13,18} = 1,5$$

klopt dus!

Meestal gebruiken we deze eigenschap bij het gebruik van een lens.

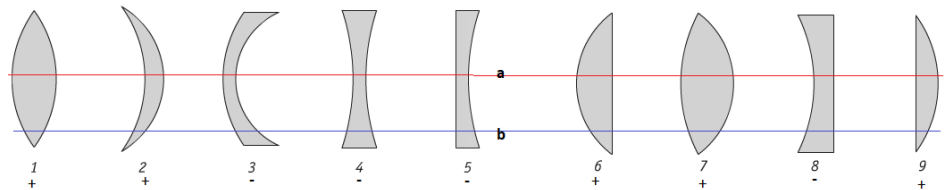
Dit zijn mooie regelmatige (transparante) voorwerpen waarmee we het licht op een bruikbare manier kunnen laten 'breken'.

Er zijn twee soorten lenzen

Bolle lens: Midden is dikker dan de randen, ook wel positieve lens genoemd.

Holle lens: Midden is dunner dan de randen, ook wel negatieve lens genoemd

Hiernaast een aantal voorbeelden van bolle(+) en holle(-) lenzen.

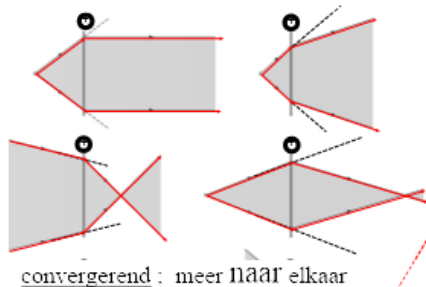


Telkens is een Bolle lens

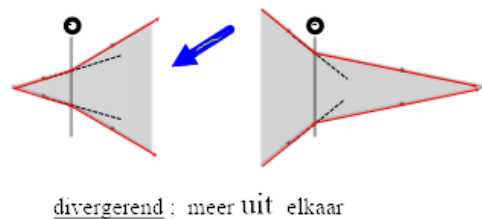
op plaats 'a' dus dikker dan bij plaats 'b'. Bij een holle lens is dat andersom.

Aan de richtingsverandering van een lichtstraal kun je ook zien of het een bolle of holle lens is.

⊕ De bolle lens buigt het licht meer naar elkaar.
Deze eigenschap noemen we de convergerende werking



⊖ De holle lens buigt het licht juist meer uit elkaar.
De lens heeft een divergerende werking



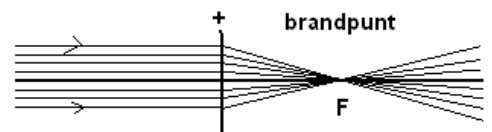
Het meeste wat nu volgt gaat over een **Bolle lens**.

Alleen bij de werking van het oog/bril enz hebben we het nog over een holle lens.

De bolle lens

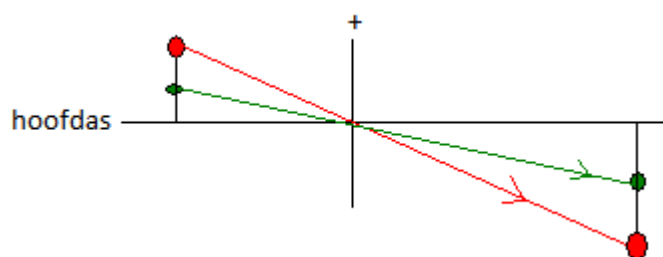
Iedere lens heeft een brandpunt.

Als een evenwijdige lichtbundel loodrecht op een bolle lens valt snijden de lichtstralen elkaar achter de lens in het brandpunt (F). (F – komt van Focus)



De afstand waarop dat brandpunt zit noemen we de brandpuntsafstand.

De brandpuntsafstand bepaald hoe sterk de lens is.



Wanneer je een beeld wilt gaan projecteren gebruik je altijd een bolle lens. Wanneer het voorwerp wat je wilt projecteren rechtop staat dan wordt het beeld ondersteboven afgebeeld.

Hoe weten we waar een beeld wordt geprojecteerd.

Waar een positieve lens precies een beeld projecteert kunnen we bepalen m.b.v. de zogenaamde 'constructiestralen'.

Met deze lichtstralen kunnen we voorspellen waar een scherp beeld terecht gaat komen.

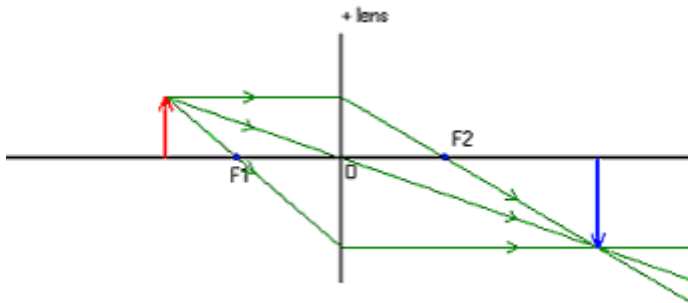
De constructiestralen:

1. Een lichtstraal die precies door het midden van de lens gaat (het optisch middelpunt) zal zonder af te buigen in dezelfde richting verder gaan.
2. Een lichtstraal loodrecht op de lens (evenwijdig aan de hoofdas) wordt door de lens zo afgebogen dat deze door het brandpunt (F) gaat.

Omdat een lichtstraal die in de omgekeerde richting gaat precies dezelfde route volgt is er nog een derde constructiestraal.

3. Een lichtstraal die via brandpunt op de lens valt gaat evenwijdig aan de hoofdas verder.

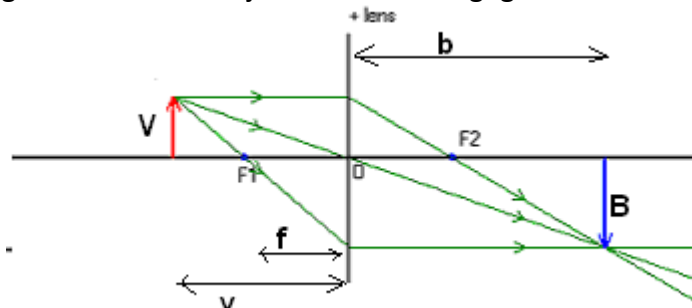
In de figuur hieronder zijn de 3 constructiestralen getekend vanaf een voorwerp naar het scherpe beeld aan de andere kant van de lens.



We gebruiken in tekeningen en berekeningen de volgende letters (symbolen):

Brandpunt	-	F	(De plaats van het Brandpunt)
Brandpuntsafstand	-	f	(De afstand tussen het brandpunt en de lens)
Beeldafstand	-	b	(De afstand tussen het Beeld en de lens)
Voorwerpaafstand	-	v	(De afstand tussen het voorwerp en de lens)
Optisch middelpunt	-	O	(Met midden van de lens)
Voorwerp(grootte)	-	V	(Het VOORWERP zelf en hoe groot dit is)
Beeld(grootte)	-	B	(Het BEELD zelf en hoe groot dit is)

In de figuur hieronder zie je de meeste aangegeven.



Bij het scherpstellen van een camera of projector verander je de beeldafstand . **Zeg nooit dat je dan de brandpuntsafstand verandert.** (de brandpuntsafstand van een gewone lens kun je niet veranderen, wel kun je een andere lens pakken met een andere brandpuntsafstand).

Berekeningen met lenzen:

We kunnen de plaats van een beeld bepalen door deze te tekenen maar het kan ook door berekening.

Hiervoor gebruiken we de lenzenformule.

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

Voorbeeld 3 (bepalen van de brandpuntsafstand f)

Een voorwerp wat we willen projecteren staat op een afstand van 3 cm voor de lens.

Het (scherpe) beeld wordt op een afstand van 6 cm achter de lens geprojecteerd.

Wat is de brandpuntsafstand van de gebruikte lens

gegevens $v = 3$ cm en $b = 6$ cm

Gegevens invullen in de formule .

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{v} + \frac{1}{b} = \frac{1}{3} + \frac{1}{6} = 0,333333 + 0,16667 = 0,5$$

$$\text{Als } \frac{1}{f} = 0,5 \text{ dan is } f = \frac{1}{0,5} = 2 \text{ cm}$$

Voorbeeld 4 (bepalen van de beeldafstand)

Van een lens weten we dat de brandpuntsafstand 0,1 m is.

Het verlichte voorwerp staat op 12 cm van de lens vandaan.

Hoe ver moet het scherm van de lens gezet worden voor een scherp beeld?

gegevens: $f = 0,1$ m en $v = 0,12$ m

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{v} + \frac{1}{b} \text{ dan is } \frac{1}{b} = \frac{1}{f} - \frac{1}{v} = \frac{1}{0,1} - \frac{1}{0,12} = 10 - 9,1 = 0,9$$

$$\text{Als } \frac{1}{b} = 0,9 \text{ dan } b = \frac{1}{0,9} = 1,1 \text{ m}$$

Naast het berekenen van de afstand van brandpunt, voorwerp of beeld t.o.v. de lens valt er ook wat te zeggen over de grootte van het beeld t.o.v. de grootte van het voorwerp.

Dit noemen we de vergroting aangegeven met de letter 'N'.

(dit is een getal en geeft aan hoeveel keer het beeld groter is dan het voorwerp)

De te gebruiken formule is dan $N = \frac{\text{Beeldgrootte}}{\text{Voorwerpgrootte}}$ of $N = \frac{B}{V}$

'B' is dan de grootte van het beeld en 'V' is dan de grootte van het voorwerp.

Voorbeeld 5 (bepalen van de vergroting)

Op de dia is de boom 0,4 cm hoog. Op het scherm is diezelfde boom 12 cm hoog.

$V = 0,4$ cm en $B = 12$ cm

Dan is $N = B / V = 12 / 0,4 = 30$ x zo groot. De vergroting is dus 30

De vergroting kun je ook bepalen m.b.v. de voorwerpsafstand en de beeldafstand

Dan is de formule $N = b / v$

(let op nu de kleine letters van de voorwerpsafstand en de beeldafstand)

Voorbeeld 6 (bepalen vergroting met voorwerp- en beeldafstand)

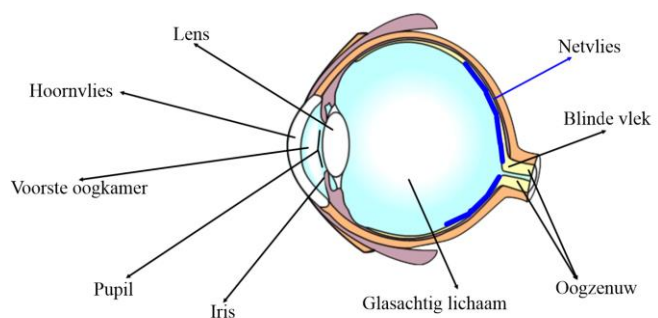
Bij de situatie uit voorbeeld 5 was de voorwerpaafstand 3 cm en is de beeldafstand 90 cm, dus $v = 3$ cm en $b = 90$ cm
Gegevens invullen in de formule $N = b / v = 90 / 3 = \underline{30}$ ook hier dus 30x vergroot.

We komen dus uit op dezelfde vergroting.

Hoe zorgt ons oog ervoor dat wij telkens scherp kunnen zien.

Een oog regelt de hoeveelheid licht door de IRIS te veranderen waardoor er middenin een grotere PUPIL ontstaat en er dus meer licht naar binnen valt.

Alleen bij je ogen kun je **WEL** de brandpuntsafstand veranderen. Je maakt je ooglens dan boller.
Dit noemen we accommoderen.



Ons oog kunnen we in veel gevallen voldoende aanpassen om zowel dingen dichtbij als ver weg te zien. Toch komt het ook voor dat het iemand niet lukt om dichtbij of juist veraf helder te kunnen zien.

Correctie van oogproblemen.

We hebben het hier over drie veel voorkomende afwijkingen waar we met een bril een oplossing voor kunnen bieden:

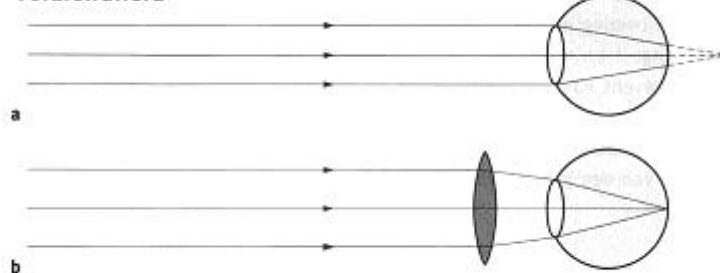
- Bijziend
- Verziend
- Oudziend

Als je verziend bent kun je veraf wel goed zien, maar dichtbij erg moeilijk of zelfs helemaal niet. (Aan het einde van de dag heb je vaak hoofdpijn) Deze afwijking corrigeer je met een bril (of contactlens) met een positieve lens. Zonder bril moet jouw ooglens bijna de hele dag net iets boller gemaakt worden.

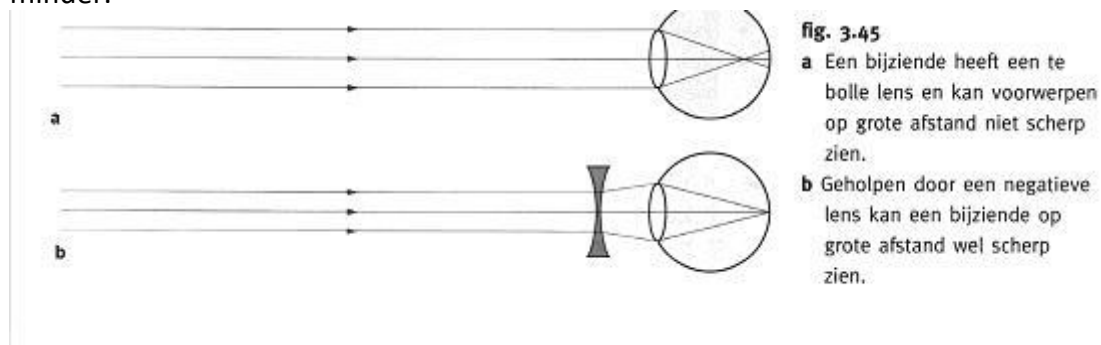
fig. 3-43

- a Een ongeaccommodeerd verziend oog neemt een ver voorwerp niet scherp waar.
b Een verziend oog kan, geholpen door een positieve lens, verre voorwerpen scherp waarnemen zonder te accommoderen.

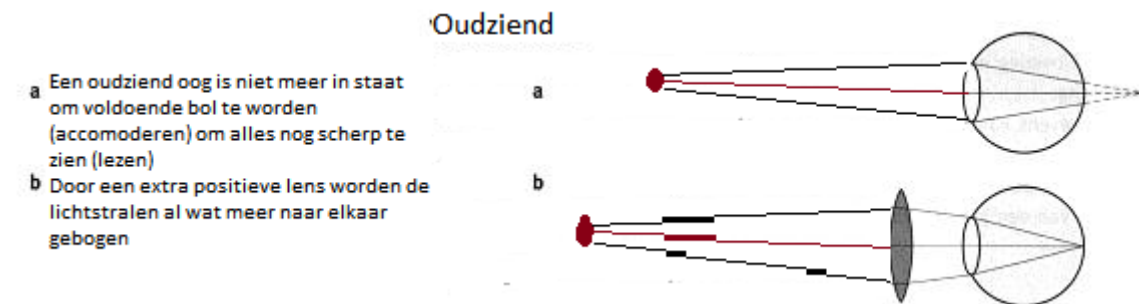
Verziendheid



Als je bijziend bent dan kun je dichtbij erg goed zien maar veraf dus niet. Deze afwijking corrigeer je met een negatieve lens. Deze maakt het afbuigend effect van jouw ooglenzen wat minder.



Als je Oudziend bent dan heb je vooral het probleem dat jouw ooglenzen niet soepel genoeg meer is om een stuk boller te worden wanneer je dichtbij iets moet bekijken. Dit corrigeren we met een leesbril. Dit is een bolle lens die jouw lens helpt om de lichtstralen wat extra afte buigen.



En verder nog:

Wanneer je een beeld projecteert met een lens dan gebruik je altijd een positieve lens. Het beeld is dan ook omgedraaid. Een beeld wat geprojecteerd kan worden op bijv. een scherm noemen we een reëel(echt) beeld.

Een beeld wat niet te projecteren is en waarvoor je in de lens moet kijken noem je een virtueel beeld. (Hiermee heb je o.a. te maken wanneer we in een positieve lens kijken en gebruiken als een vergrootglas)

Zoals je weet worden brillenglazen aangegeven met een bepaalde sterkte (bijv: +3 of -2). Wanneer je de brandpuntsafstand van een bolle lens weet (bijv. $f = 50 \text{ cm}$) dan kun je de lenssterkte (S) berekenen met de formule:

$$S = 1/f \quad \text{Hier moet de brandpuntsafstand wel ingevuld worden in meters.}$$

Dus bij $f = 50 \text{ cm} = 0,5 \text{ m}$ is de lenssterkte $S = 1/f = 1/0,5 = 2$

De eenheid van de lenssterkte is Dioptrie.

Het is een bolle lens dus dan is $S = +2 \text{ Dpt}$ (Dioptrie)

Bij een holle lens zou het dan $S = - 2 \text{ Dpt}$ zijn.

Je kunt ook weer van lenssterkte naar brandpuntsafstand met $f = 1 / S$.

Dan is $f = 1 / 2 = 0,5 \text{ m}$