








Lenzen nader bekeken

Doorheen lenzen kunnen we een beeld van een voorwerp waarnemen dat anders is dan in werkelijkheid. Hoe gaat dit in zijn werk?

Symbolen

	Biologie		wiskunde
	Fysica		I.C.T
	Geschiedenis		

Inhoudstafel

Hoofdstuk 1: Hoe werkt de lens in ons oog?.....	3
1.1 Dissectie van het oog.....	3
1.2 Camera obscura / donkere kamer.....	5
1.3 Homothetie	11
Hoofdstuk 2: Beeldvorming door de ooglens.....	16
2.1 Lenzen.....	16
2.2 Beeldvorming door bolle lenzen	21
Hoofdstuk 3: Toepassingen van lenzen.....	31
3.1 Verziend en bijziend	31
3.2 Dagdagelijkse toepassingen van lenzen	33
Hoofdstuk 4: Bijlagen	34
4.1 Bouw van het oog.....	34
Hoofdstuk 5: Bronvermelding	36



Inleiding

Iedereen heeft een oog lens in zijn oog. Je hebt waarschijnlijk al gebruik gemaakt van een andere, door de mens gemaakte lens.

Misschien heb je in de biologieklas al eens door de lenzen van een microscoop gekeken. Sommige mensen kunnen niet zonder lenzen, ze dragen een bril of contactlenzen. In deze bundel nemen we lenzen onder de loep en bestuderen we hun werking.



Hoofdstuk 1: Hoe werkt de lens in ons oog?

1.1 Dissectie van het oog

Je hebt het oog al behandeld in de biologielessen.

Nu willen we de oog lens in ons oog bestuderen. Voer hiervoor de dissectie uit op een varkens oog in groepen van twee of drie.

Materiaal

- 1 varkens oog
- 1 dissectiemes
- 1 dissectienaald
- 1 schaar met scherpe punten
- 1 petrischaal
- 1 vod
- Lucifers
- Kaars
- Legomannetje
- Wit blad papier



Werkwijze bij de dissectie

Duid een persoon van jullie groep aan als fotograaf. Hij/zij neemt foto's van de delen van het oog.

Fotograaf van onze groep:

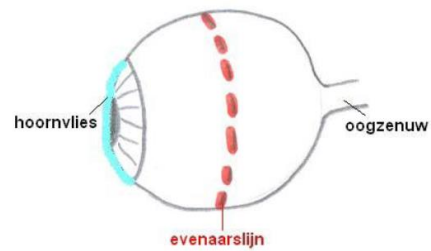
-
- a) **Maak van deze dissectie een fotoverslag dat je afgeeft aan de leerkracht. Noteer bij elke foto welke stappen je hebt ondernomen en welke delen je ziet.**

In de bijlage vind je een foto waarop de delen van het oog staan aangeduid.

1. Zoek op het oog de **oogspieren** en de dikke witte **oogzenuw**.

2. Verwijder nu het vet en de spieren rond het oog. Pas op dat je de oogzenuw niet wegnipt of de oogbol beschadigt. Soms vind je nog resten van de **traanklieren**.

De witte buitenwand van de oogbol is het **harde oogvlies**. Vooraan wordt het doorzichtig en heet het **hoornvlies**. Na de dood wordt het hoornvlies troebel, vandaar dat het nu niet meer zo doorzichtig is. Doorheen het hoornvlies zie je de **iris en de pupil**.



3. Snijd het harde oogvlies door langsheen de evenaarslijn, als hoornvlies en oogzenuw de polen zijn. Maak daarvoor eerst een kleine snede met een scherp mesje en werk dan verder met een goede schaar. Zorg ervoor dat je de onderliggende half-geleiachtige delen niet beschadigt!

4. Naarmate je snijwerk vordert, komen de doorzichtige delen los. Verwijder ze voorzichtig uit de twee kommetjes die nu zijn ontstaan en leg ze in een petrischaaltje.

5. In het achterste kommetje (dat met de oogzenuw) ligt een grijs, geelachtig vlies uitgespreid: **het netvlies**. Je kunt het met je vinger wegduwen, het hangt slechts vast ter hoogte van de oogzenuw.

6. Als je het netvlies hebt weggeduwd met je vinger zie je **het vaatvlies**. Het vaatvlies is zwartgekleurd en ligt tegen het harde oogvlies.

7. In het voorste kommetje zie je dat het vaatvlies vooraan vrijkomt van het harde oogvlies en overgaat in twee structuren: naar binnen toe een zwarte straalvormige zoom, **het straallichaam** (de lens was erin opgehangen door middel van de lensbanden). Naar buiten toe zie je een gepigmenteerd vlies dat een ellipsvormige opening vertoont: **de iris met de pupil**.

8. De ruimte tussen het regenboogvlies en het hoornvlies is **de voorste oogkamer**. Het waterachtig vocht waarmee ze gevuld was, is weggevoerd tijdens de dissectie. De geulvormige ruimte tussen het regenboogvlies en het straallichaam is **de achterste oogkamer**.

9. Bekijk nu de vrijgekomen doorzichtige delen: het grootste en slapste deel noemt men het **glasachtig lichaam**, het kleinste is **de lens**. Maak ze zorgvuldig los van elkaar.

10. Hopelijk zitten er nog resten van het straallichaam en **de lensbanden** vast aan de lens.

De beeldvorming in het oog

Hang de lens op aan een dissectienaald of grijp ze vast met een pincet. Zet enkele centimeters voor de lens een brandende kaars. Doe dit daarna met een legomannetje.

Aan de andere zijde hou je een wit blad papier vast dat dient als scherm. Hierop kun je een beeld van de kaars opvangen door de lens.

b) Omcirkel het juiste antwoord.

Het beeld dat ik op het blad papier opvang *staat rechtop/ is omgekeerd* en is *verkleind/vergroot*.



1.2 Camera obscura / donkere kamer

1.2.1 Zelf een donkere kamer maken

Bouw nu zelf een camera obscura en ontdek hoe deze werkt.

Materiaal

- Lege Pringles bus
- Liniaal
- Stift
- Punaise
- Mesje
- Plakband
- Aluminiumfolie / zwarte Duck tape
- Transparant papier.
- Schaar

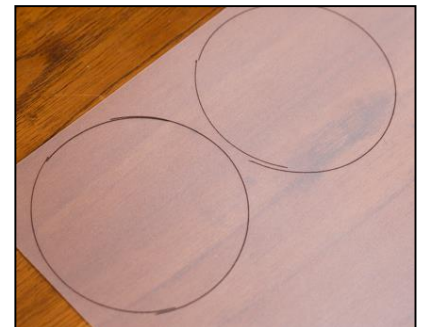


Werkwijze

- 1) Maak de binnenkant van de Pringles bus schoon. Teken met een stift een markering op de bus, ongeveer zeven cm vanaf de bodem. Knip de bus bij de markering door zodat je twee stukken hebt.
- 2) Neem het kleinste stuk en maak een heel klein rond gaatje in het midden van de bodem.



- 3) Sluit nu de bovenkant van het kleine stuk af met transparant papier.
- 4) Zet het grote stuk weer vast aan het kleine stuk, zodat het transparante papier in het midden terecht komt. Maak alles goed vast met zwarte plakband.



- 5) Er mag zo weinig mogelijk licht in de buis komen. Plak zwarte plakband op plaatsen waar er licht binnenkomt. Laat aan de bovenkant een opening vrij om met je oog door te kijken.
- 6) Ga nu naar een lichte plek. Doe één oog dicht en houd de buis met de opening tegen je oog gedrukt. Sluit de ruimte tussen je oog en de buis af met je hand want de binnenkant van de buis moet zo donker mogelijk zijn.

a) Omcirkel het juiste antwoord.

Het beeld dat ik met de camera obscura opvang *staat rechtop/* is omgekeerd en is verkleind/vergroot.

b) Laat iemand in jouw beeld lopen langs de rechterkant. Langs welke kant zie jij hem in het beeld lopen op je scherm?

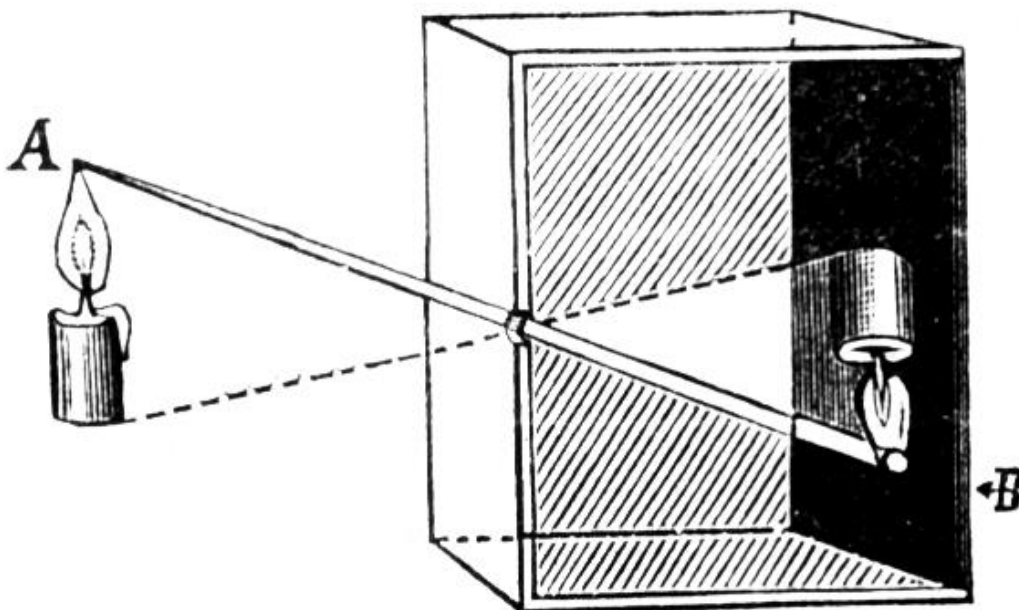
Langs de linkerkant.

Het beeld is in alle richtingen omgekeerd, van boven naar onder en van links naar rechts. Dit gebeurt ook bij de beeldvorming in ons oog.

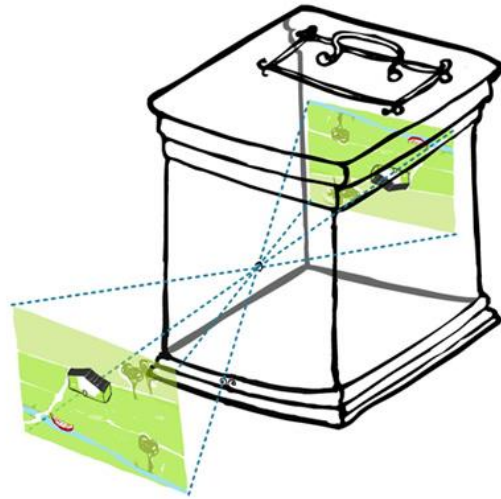
Zou de beeldvorming in ons oog overeenkomen met de beeldvorming van de camera obscura? Hiervoor gaan we eens kijken hoe de camera obscura precies werkt.

1.2.2 Hoe werkt de camera obscura?

Het woord camera obscura is Latijns voor 'donkere kamer'. Een camera obscura is dan ook een verduisterde ruimte waarbij in een van de wanden een klein gaatje zit. Je kan het vergelijken met een zwarte doos met een klein gaatje in.



Doorsnede van een camera obscura.

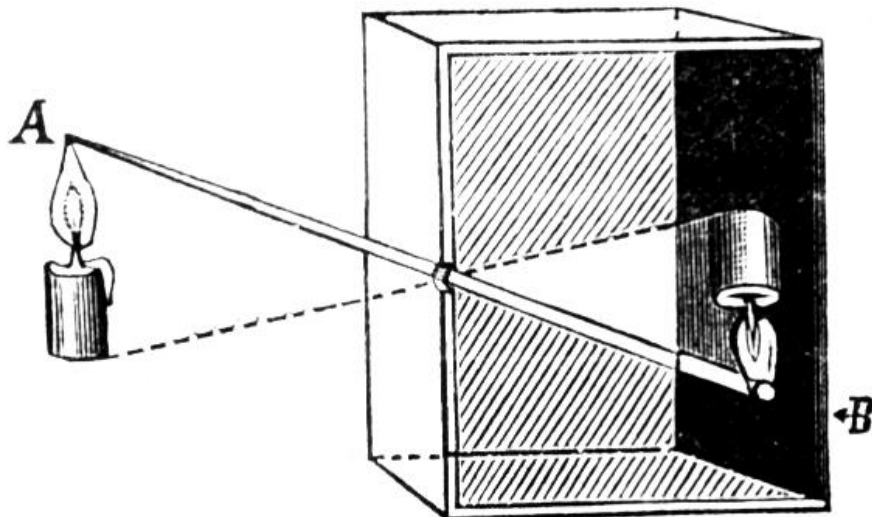


Door dit gaatje lopen er lichtstralen. De lichtstralen lopen door tot de tegenoverliggende wand. De tegenoverliggende wand treedt op als een scherm waarop er een beeld gevormd wordt.

a) Dit beeld staat op zijn kop, hoe verklaar je dat?

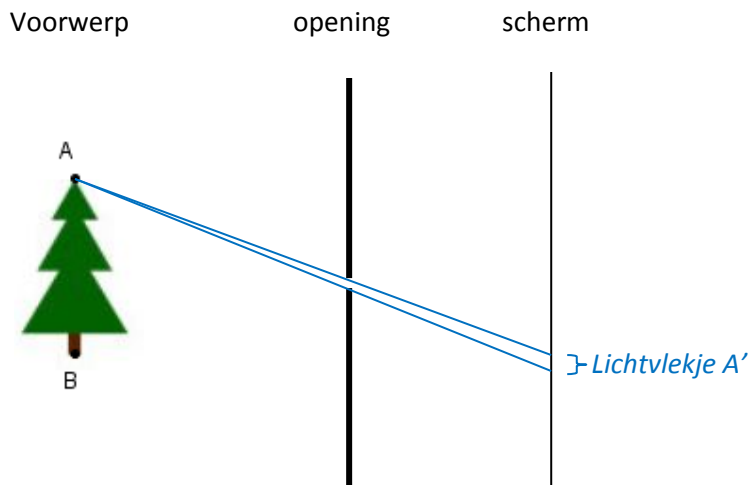
De lichtstraal die van de bovenkant komt, gaat naar het gaatje. Daarna loopt die lichtstraal rechtdoor verder tot hij op het scherm komt. Daar komt de lichtstraal onderaan uit.

Van elk lichtgevend punt van een voorwerp gaan stralen uit. De stralen die door het gaatje gaan, tekenen een lichtvlekje op de wand. Het geheel van al die lichtvlekjes vormt het beeld van het voorwerp.



Punt A verschijnt op het scherm als het lichtvlekje B.

b) Teken het beeld A' van het topje van de kerstboom (punt A). Je tekening moet verklaren waarom we een lichtvlekje waarnemen als beeld.

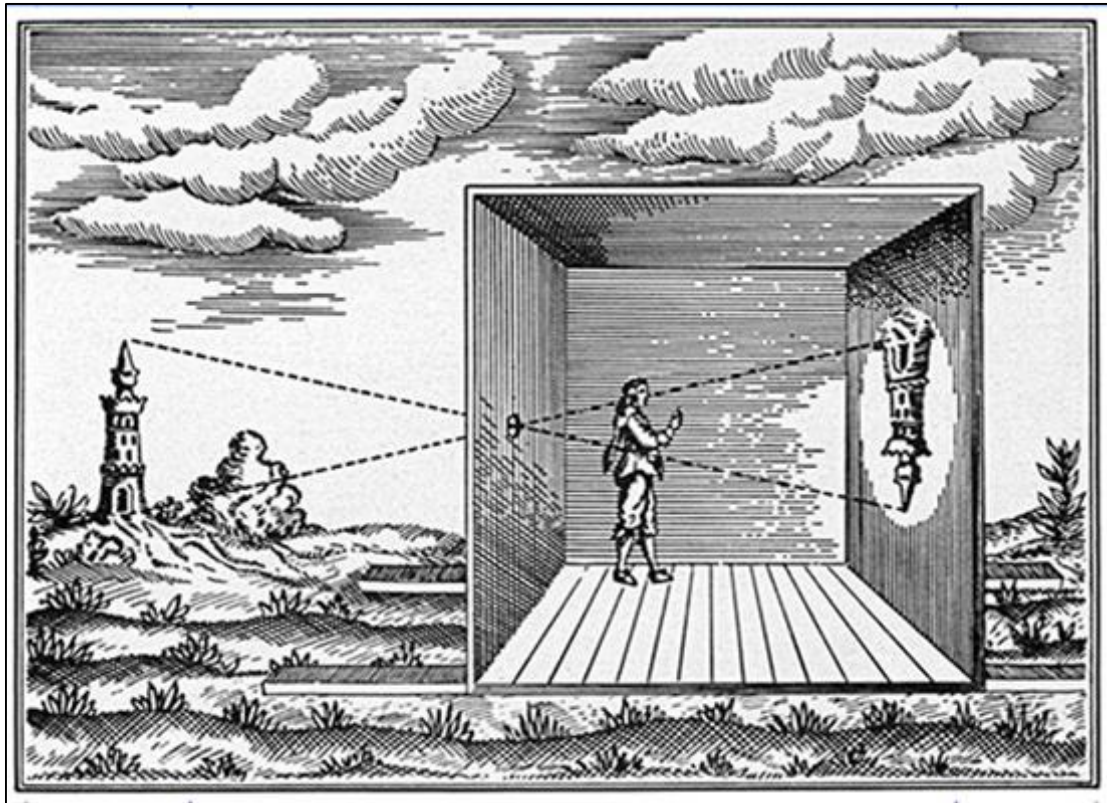


c) Omcirkel het juiste antwoord.

Hoe kleiner het gaatje, hoe scherper / minder scherp het beeld.

Het gaatje mag niet te klein zijn, anders komt er te weinig licht door en krijg je een donker beeld. Het kiezen tussen de grootte van het gaatje is een kwestie van kiezen tussen de scherpheid van het beeld en de intensiteit van het licht.

Er ontstaat dus een omgekeerde afbeelding van de buitenwereld. Als je de achterwand van de camera obscura doorzichtig maakt (Vb.: met matglas) kan je die afbeelding van buitenaf zien. Een camera obscura kan ook zo groot zijn dat je zelf in de zwarte doos kunt staan.



Tijdens de renaissance maakten kunstschilders gebruik van de camera obscura als hulpmiddel om de werkelijkheid nauwkeurig over te kunnen nemen op hun doek.

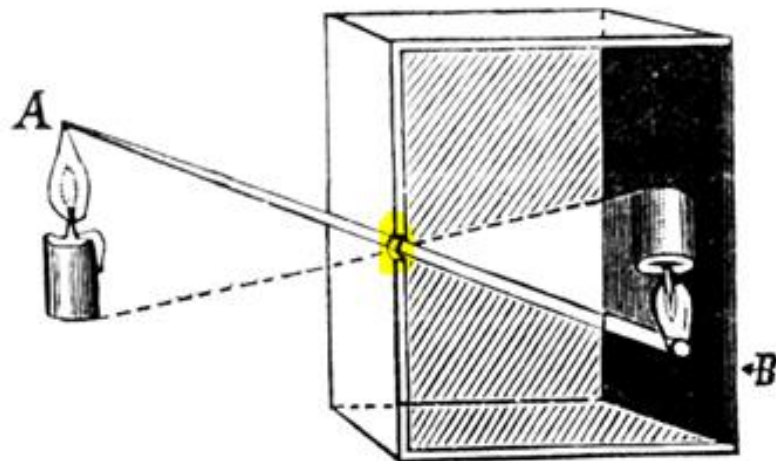
Je kan zelfs van je eigen kamer een camera obscura maken!



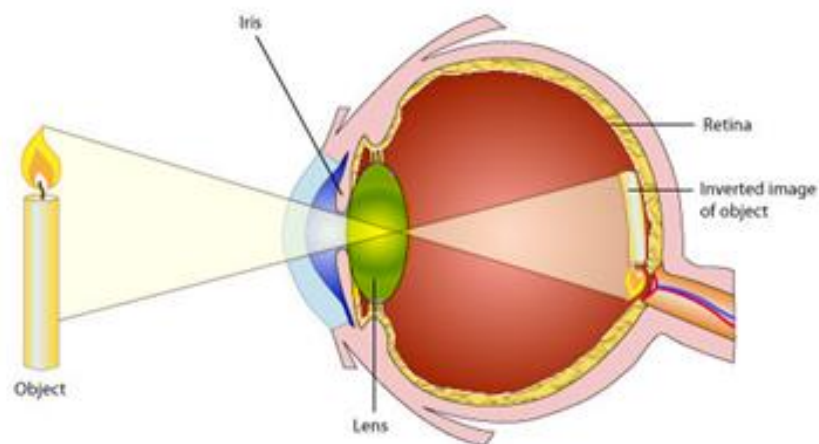
Er zijn dus gelijkenissen met de beeldvorming in ons oog.

d) Toch is er een groot verschil tussen beide manieren van beeldvorming, welk verschil? Bestudeer de onderstaande afbeeldingen.

Het beeld op ons netvlies wordt gevormd door een lens. De camera obscura maakt geen gebruik van een lens!



Cross section of Human Eye



Eigenlijk zijn dit twee totaal verschillende manieren van beeldvorming. Het beeld van een camera obscura is ook nooit scherp, je hebt altijd lichtvlekjes.



Girolamo Cardano (1501 – 1576) was een Italiaanse wiskundige die op het idee kwam om een convex geslepen lens in zijn camera obscura te steken in plaats van een klein gaatje. Hij verkreeg zo een veel helderder beeld.



Het beeld van een camera obscura wordt gevormd door de rechtlijnige voortplanting van het licht. Bij de oog lens gebeurt er blijkbaar iets anders. Hier gaan we in hoofdstuk 2 dieper op in.



1.3 Homothetie

1.3.1 Een nieuwe transformatie

a) Welke wiskundige transformaties zie je bij de beeldvorming in ons oog?

Het beeld is in alle richtingen omgekeerd → puntspiegeling

Het beeld is verkleind → verkleining

Voor beide veranderingen samen kennen we nog geen transformatie.

Het spiegelen, puntspiegelen, verschuiven en draaien van een figuur kennen we al vanuit meetkunde. De beeldvorming in ons oog komt tot stand door middel van een nieuwe transformatie die we **de homothetie** noemen.

1.3.2 Definitie en eigenschappen

a) Open het bestand 'HomothetieDynamisch' in Geogebra. Schuif met de schuifknop. Wat gebeurt er met de driehoek $A'B'C'$?

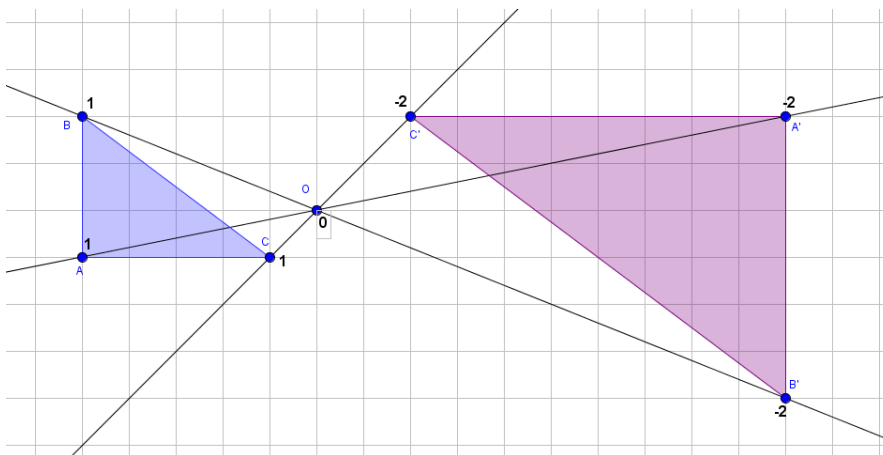
De driehoek $A'B'C'$ wordt groter of kleiner dan driehoek ABC , maar behoudt wel zijn vorm.

b) Is de driehoek ABC steeds congruent of gelijkvormig met zijn beeld na een homothetie? Hoe is de onderlinge ligging van een zijde en het beeld van die zijde?

Driehoek $A'B'C'$ is gelijkvormig met driehoek ABC .

Elke zijde van de driehoek ABC wordt afgebeeld op een evenwijdige zijde.

Het beeld na een homothetie



c) Welke driehoek zou het beeld voorstellen en welke driehoek het voorwerp bij de beeldvorming in ons oog? Motiveer je antwoord.

De grote driehoek zou het voorwerp voorstellen en de kleine driehoek het verkleinde,

omgekeerde beeld. Het oog verkleint namelijk het beeld.

Definitie

$\Delta A'B'C'$ is het homothetiebeeld van ΔABC met centrum O en factor -2 .

$$h_{(0, -2)}(\Delta ABC) = \Delta A'B'C'$$

Waarbij A' het homothetiebeeld is van A , B' van B en C' van C .

In ons oog en bij de camera obscura is het beeld omgekeerd en verkleind.

d) Aan welke voorwaarden moet een homothetie voldoen opdat het beeld omgekeerd en verkleind wordt afgebeeld, net zoals bij de beeldvorming van de ooglens?

Het beeld is omgekeerd wanneer de factor kleiner is dan 0. Het beeld is verkleind wanneer de factor tussen -1 en 1 ligt.

Als het beeld omgekeerd en verkleind moet zijn, moet de factor tussen 0 en -1 liggen.

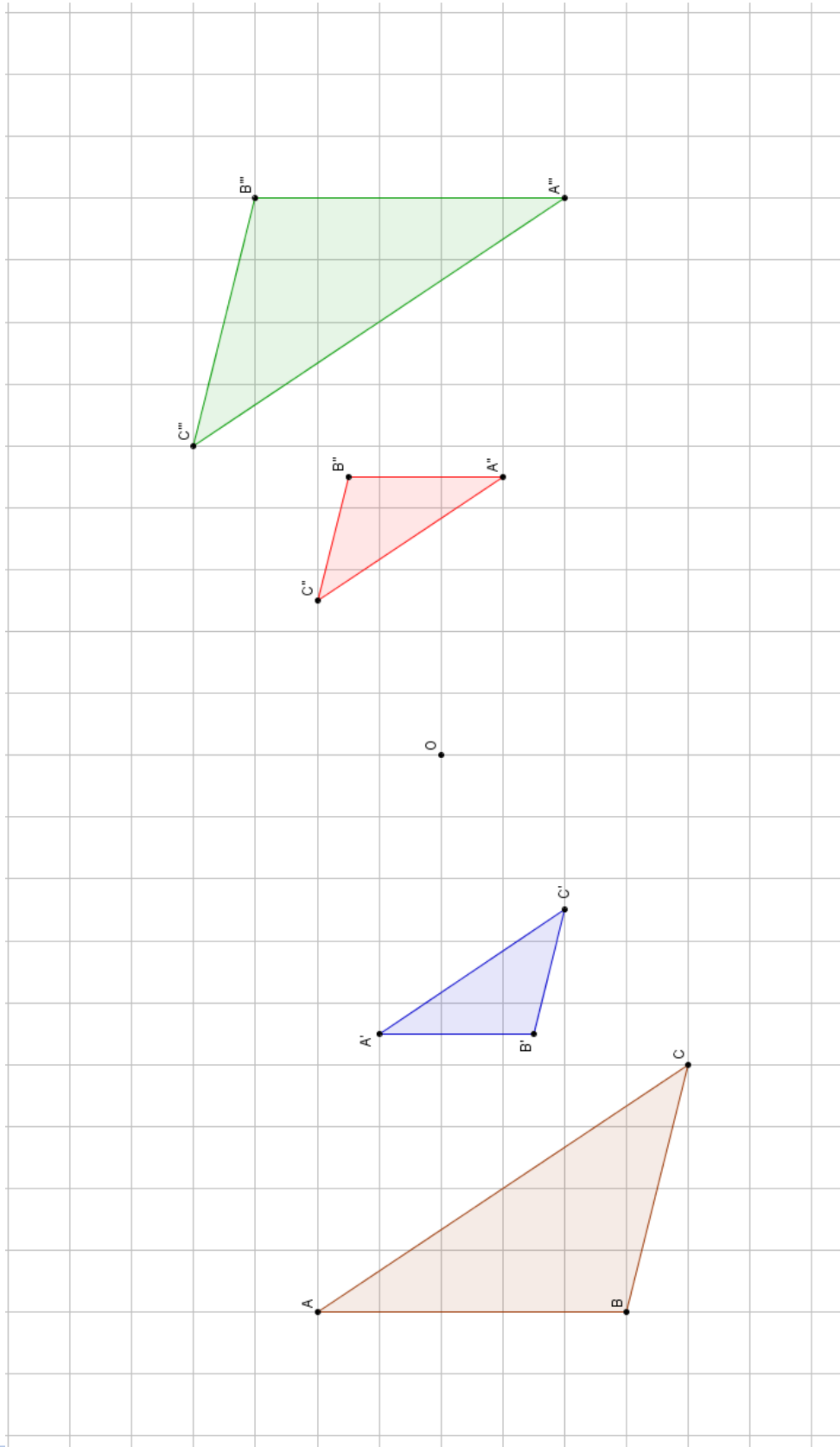
Eigenschappen

- De overeenkomstige zijden van een veelhoek en zijn homothetiebeeld zijn evenwijdig.
- Een figuur en zijn homothetiebeeld zijn gelijkvormig en de absolute waarde van de factor van de homothetie is de gelijkvormigheidsfactor.
- Als $[A'B']$ het homothetiebeeld is van $[AB]$ door een homothetie met factor r , dan is $|A'B'| = |r| \cdot |AB|$.

1.3.3 Homothetie tekenen

a) Teken hieronder de volgende homothetiën:

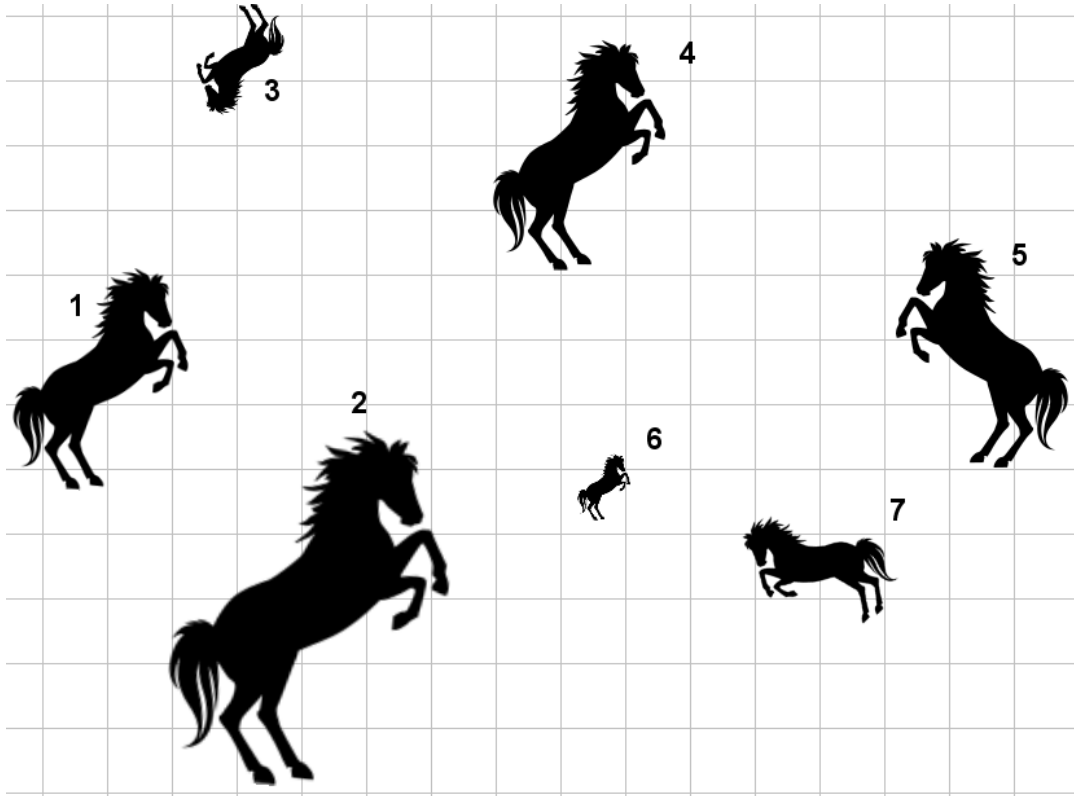
$h_{(0; 0,5)}(\Delta ABC)$, $h_{(0; -0,5)}(\Delta ABC)$ en $h_{(0; -1)}(\Delta ABC)$.



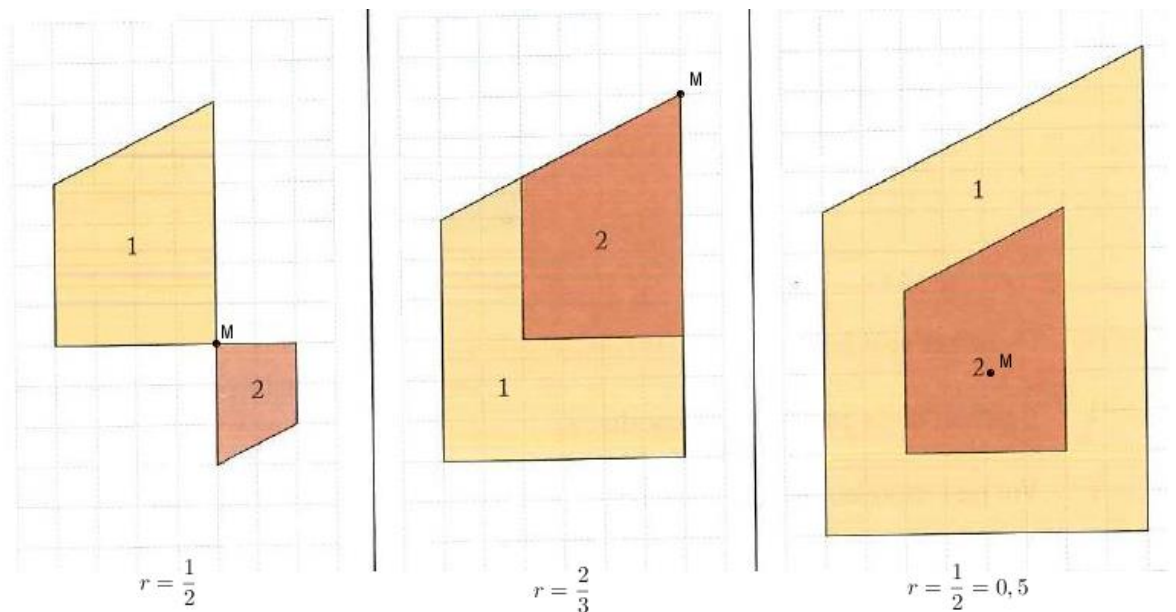
1.3.4 Oefeningen

a) Welke paarden kunnen het beeld zijn van paard 1 door een homothetie?

2,3,6



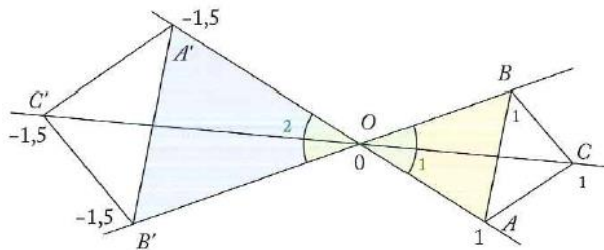
b) Figuur 2 is telkens het homothetiebeeld van figuur 1. Duid op elk van de figuren het centrum M van de homothetie aan en geef de factor r .



c) Bewijs de onderstaande eigenschap aan de hand van de tekening.

Hiermee bewijs je dat een figuur gelijkvormig is met zijn homothetiebeeld, net zoals het beeld van een voorwerp op ons netvlies gelijkvormig is met het voorwerp.

Een figuur en zijn homothetiebeeld zijn gelijkvormig en de absolute waarde van de factor van de homothetie is de gelijkvormigheidsfactor.



Gegeven: $\frac{|OA'|}{|OA|} = \frac{|OB'|}{|OB|} = 1,5$

Te bewijzen: $\Delta ABC \sim \Delta A'B'C'$

gelijkvormigheidsfactor = $|r| = 1,5$

Bewijs: $\frac{|OA'|}{|OA|} = \frac{|OB'|}{|OB|} = 1,5$ (gegeven) } ZHZ $\Delta ABO \sim \Delta A'B'O$
 $\widehat{O}_1 = \widehat{O}_2$ (overstaande hoeken)

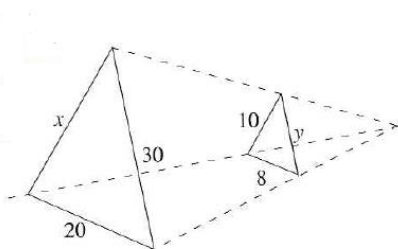
$\Rightarrow \frac{A'B'}{AB} = 1,5$ (definitie gelijkvormige driehoeken)

Op dezelfde manier kunnen we aantonen dat $\frac{|B'C'|}{|BC|} = 1,5$ en $\frac{|A'C'|}{|AC|} = 1,5$.

Bijgevolg is $\Delta A'B'C' \sim \Delta ABC$ met gelijkvormigheidsfactor 1,5

(gelijkvormigheidskenmerk ZZZ) en zijn de overeenkomstige zijden evenwijdig.

d) Bereken voor de onderstaande figuur x en y.



$\frac{x}{10} = \frac{20}{8} \Leftrightarrow x = \frac{10 \cdot 20}{8} \Leftrightarrow x = \frac{200}{8} \Leftrightarrow x = 25$

$\frac{30}{y} = \frac{20}{8} \Leftrightarrow y = \frac{8 \cdot 30}{20} \Leftrightarrow y = \frac{240}{20} \Leftrightarrow y = 12$

Hoofdstuk 2: Beeldvorming door de ooglens

2.1 Lenzen

2.1.1 Wat zijn lenzen?

Lenzen bestaan uit een doorzichtig stof. De aard van die stof hangt af van het soort lens (glas bij een bril, hydrogel bij een zachte ooglens ...). Zo kan zelfs een ronde waterdruppel gebruikt worden als lens, bijvoorbeeld bij een waterdruppelmicroscop.

Definitie

Een lens is een doorzichtig voorwerp die door een of twee delen van een gebogen oppervlak wordt begrensd.

2.1.2 Soorten lenzen

a) Lenzen komen veel voor in ons dagelijkse leven, geef enkele voorbeelden waarbij lenzen gebruikt worden.

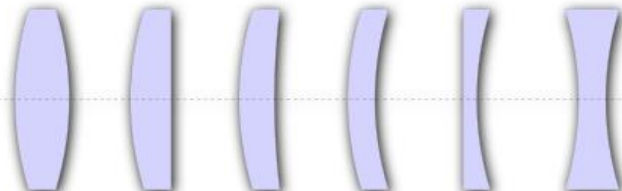
Bril, verrekijker, vergrootglas, telescoop, microscoop, fototoestel, ooglens en waterdruppel.

Lenzen komen in veel verschillende maten en vormen voor.

b) Zet elk nummer bij de juiste naam.

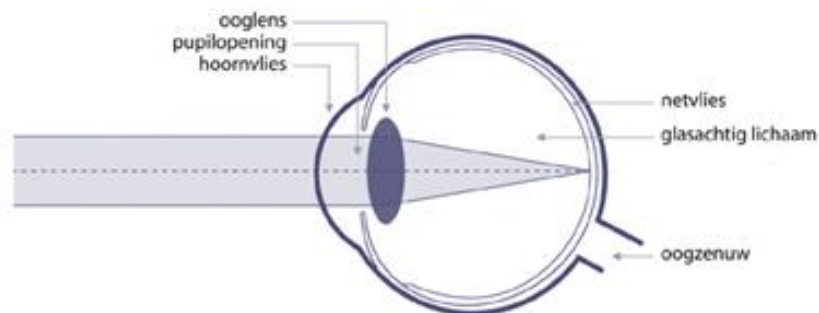
Platbol	2	Dubbelbol	1
Plathol	5	Bolhol	3
Holbol	4	Dubbelhol	6

1 2 3 4 5 6



c) Welke soort lens is de ooglens? Bestudeer de onderstaande afbeelding.

De lens in ons oog is een dubbelbolle lens.



In deze bundel beperken we ons tot de symmetrisch dubbelholle en dubbelbolle lens.

2.1.3 Wat gebeurt er met het licht dat door een lens gaat?

We hebben gezien dat de beeldvorming bij de ooglenzen verschillend is van de beeldvorming bij de camera obscura. Het beeld van een camera obscura wordt gevormd door de rechtlijnige voortplanting van het licht. Bij de ooglenzen gebeurt er blijkbaar iets anders, maar wat?

a) Voer de proef uit.

Onderzoeksvraag

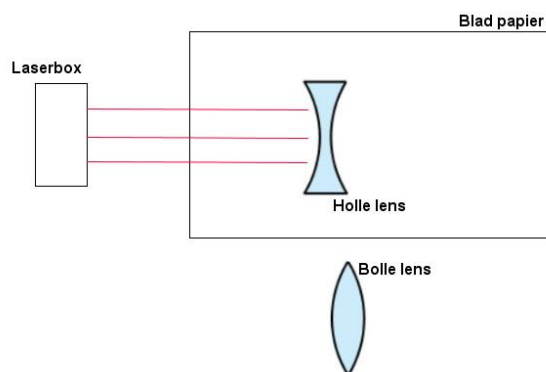
Wat gebeurt er met een bundel evenwijdige lichtstralen als ze evenwijdig met de hoofdas door een lens passeren?

Materiaal

- Laserbox die evenwijdige lichtstralen kan uitzenden.
- 1 symmetrisch dubbelbolle lens
- 1 symmetrisch dubbelholle lens
- Wit blad papier



Proefopstelling



Werkwijze

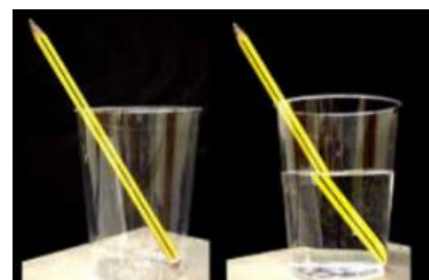
Leg de laserbox op tafel en zend een bundel evenwijdige lichtstralen uit. Laat deze bundel lichtstralen evenwijdig lopen met de hoofdas van de lens. Leg een blad papier op tafel waar de lichtstralen passeren en plaats daarop een bolle lens. Doe hetzelfde met een holle lens.

a) Wat gebeurt er met de lichtstralen als ze door de lens gaan?

De lichtstralen veranderen van richting bij het passeren door de lens.

b) Hoe noem je dit verschijnsel?

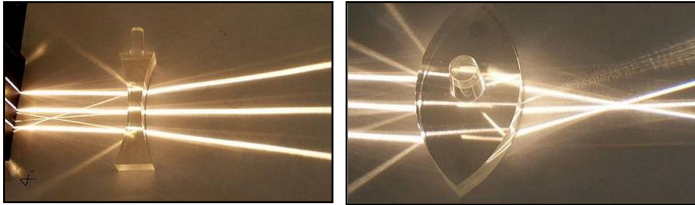
Lichtbreking



Lichtbreking

Lichtbreking is het verschijnsel waarbij een schuin invallende lichtbundel bij overgang van de ene doorzichtige stof naar de andere van richting verandert.

Opmerking: Een lichtstraal die loodrecht invalt, wordt niet gebroken en loopt rechtdoor.



c) De lichtstralen werden bij de proef twee keer gebroken, op welke plaatsen treedt deze breking op?

Bij de overgang van lucht naar de lens breekt het licht. Het licht breekt daarna nog eens bij de overgang van de lens naar lucht. Het licht breekt telkens bij de overgang van de ene doorzichtige stof naar de andere doorzichtige stof.

d) Bij het uitvoeren van de proef zag je een verschil tussen de gebroken lichtstralen van de bolle lens en die van de holle lens. Omcirkel het juiste antwoord.

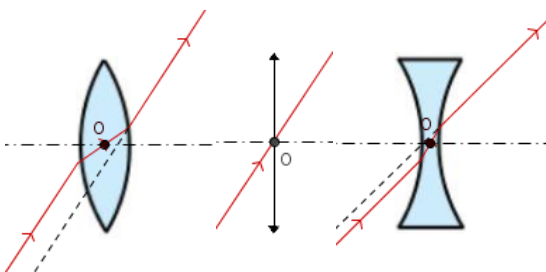
Bij bolle lenzen convergeren / divergeren de gebroken lichtstralen.

Bij holle lenzen convergeren / divergeren de gebroken lichtstralen.

Het optisch middelpunt O

Het optisch middelpunt O is een punt op de hoofdas van de lens, waarbij een straal die erdoor loopt bij breking geen verandering van richting ondervindt.

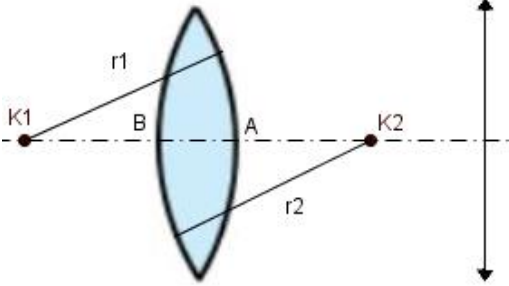
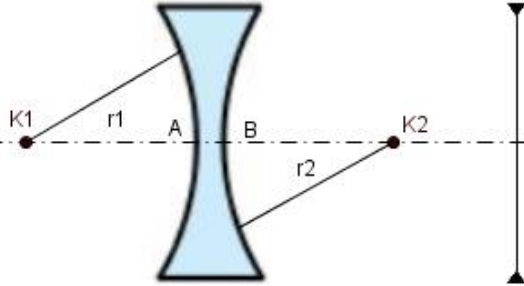
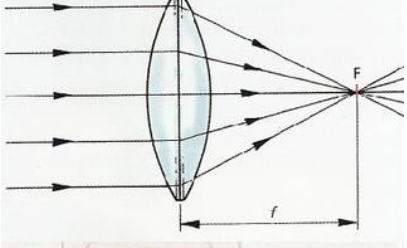
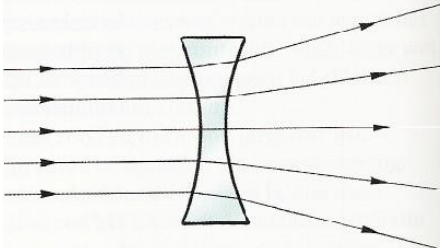
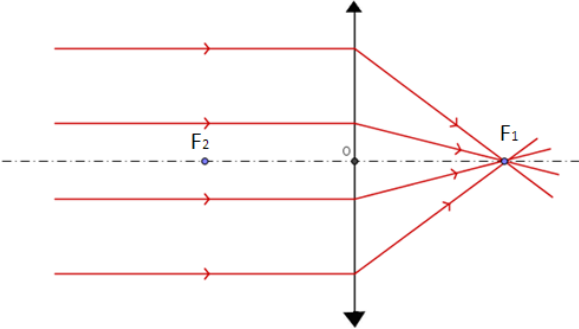
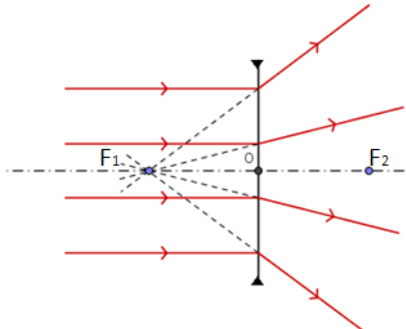
We zien een evenwijdige verschuiving. Deze evenwijdige verschuiving wordt steeds kleiner naarmate de lens dunner wordt.



Bij dunne lenzen valt die evenwijdige verschuiving te verwaarlozen, wij beperken ons tot dunne lenzen.

2.1.4 Bolle en holle lenzen.

Lenzen werden reeds in de lessen fysica besproken, we herhalen hieronder de verschillen tussen bolle en holle lenzen.

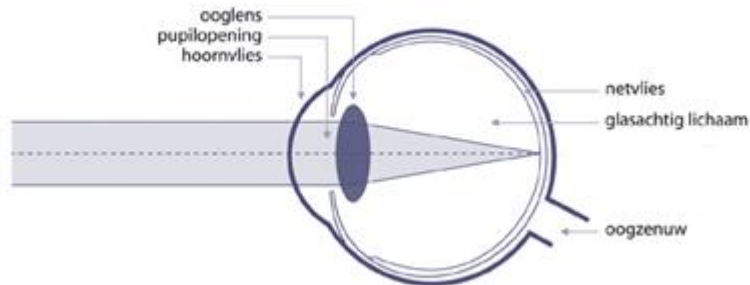
Bolle of positieve lens	Holle of negatieve lens
 <p style="text-align: center;">Dubbelbolle lens</p>	 <p style="text-align: center;">Dubbelholle lens</p>
<p>Een bolle of positieve lens is in het midden dikker dan aan de randen wat zorgt voor een convergerende werking. Deze lens is convex.</p>	<p>Een holle of negatieve lens is in het midden smaller dan aan de randen wat zorgt voor een divergerende werking. Deze lens is concaaf.</p>
	
<p>Brandpunten Bij bolle lenzen convergeren de lichtstralen, die evenwijdig met de hoofdas invallen, naar één brandpunt F_1. Een bolle lens heeft twee reële brandpunten die symmetrisch liggen ten opzichte van de lens. Het tweede brandpunt vind je ook door de bundel evenwijdige lichtstralen langs de andere kant van de lens te laten invallen.</p>	<p>Brandpunten Bij holle lenzen divergeren de lichtstralen, die evenwijdig met de hoofdas invallen, zodat de verlengden elkaar snijden in het virtuele brandpunt F_1. Symmetrisch ten opzichte van de lens vinden we het tweede virtuele brandpunt F_2. Als de lichtstralen van links invallen, vinden we het eerste brandpunt links.</p>
	



2.1.5 De lens in ons oog

a) Omcirkel het juiste antwoord.

De lens in ons oog is een dubbelbolle / dubbelholle lens.



b) Bekijk het filmpje.

<http://www.schooltv.nl/video/lenzen-holle-en-bolle-lenzen-veranderen-de-richting-van-lichtstralen/>

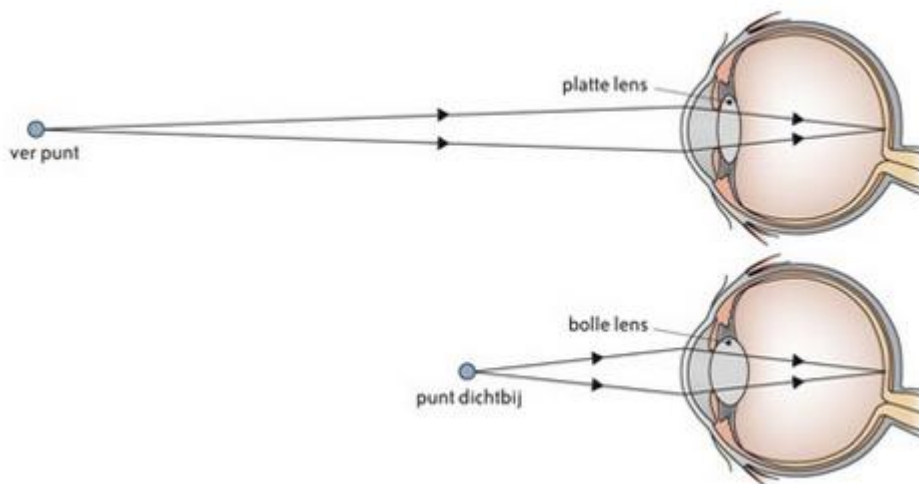
Breng je vinger dicht voor je ogen met het schoolbord op de achtergrond. Neem het schoolbord scherp waar en neem vervolgens je vinger scherp waar. Je bent aan het accommoderen.

c) Wat gebeurt er bij het accommoderen van de oog lens?

De lens hangt met lensbandjes vast aan de spier in het straallichaam. Als die spier

(= accommodatiespier) samentrekt of ontspant wordt de oog lens boller of minder bol. Zo nemen

we steeds een scherp beeld waar, ongeacht de afstand van het voorwerp.



De lens kan sterker en minder sterk bol worden om het beeld op het netvlies te projecteren.



2.2 Beeldvorming door bolle lenzen

Nu we weten dat onze ooglenzen bol zijn gaan we de beeldvorming bij bolle lenzen (zoals de ooglenzen) onderzoeken.



2.2.1 Karakteristieke stralen

a) Voer de proef uit.

Onderzoeksvraag

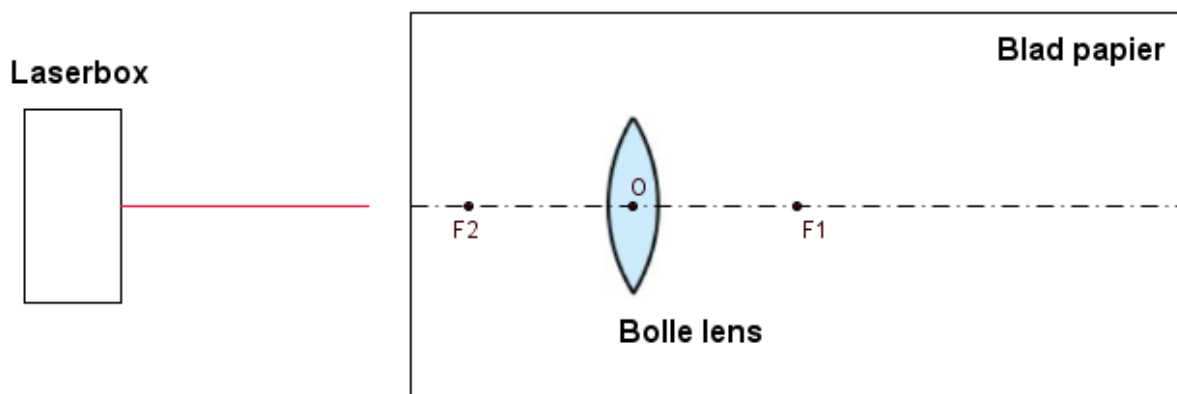
Welke weg volgen de gegeven lichtstralen (a, b en c) nadat ze door een bolle ooglenzen gaan?

Materialiaal

- Laserbox
- 1 symmetrisch dubbelbolle lens (stelt de ooglenzen voor)
- Wit blad papier A3



Proefopstelling



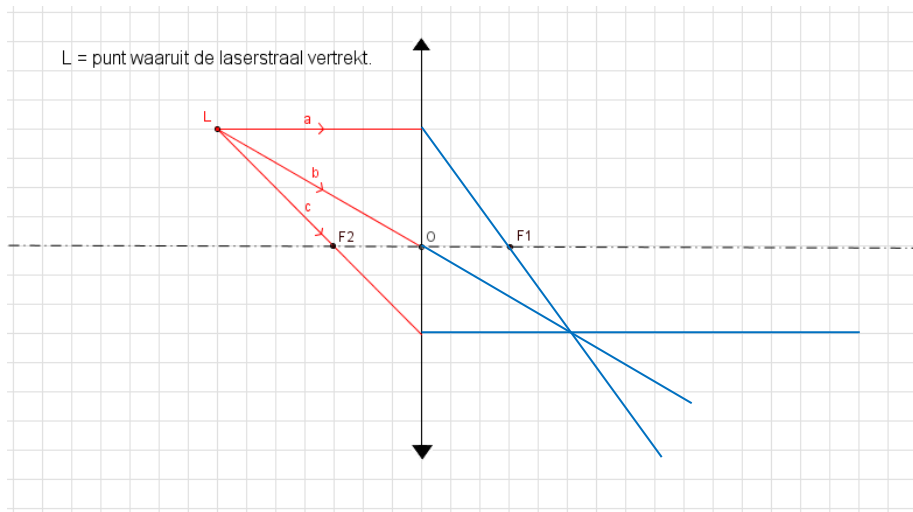
Werkwijze

Teken de hoofdas die door het optisch middelpunt O gaat op het blad papier. Leg de bolle lens (die de ooglenzen voorstelt) op die hoofdas zodat de hoofdas en het optisch middelpunt van de lens overeenkomen met je tekening op het blad papier (zie proefopstelling). Laat een bundel evenwijdige lichtstralen door de bolle lens gaan en duid het brandpunt F_1 aan. Duid ook het tweede brandpunt F_2 aan (het tweede brandpunt ligt symmetrisch ten opzichte van het eerste brandpunt met de lens als symmetrieas).

Zorg ervoor dat de laserbox nu een lichtstraal uitzendt. Laat die laserstraal de weg volgen van de hieronder gegeven lichtstralen (a, b en c).

Waarnemingen

a) Teken hieronder de weg die de gegeven lichtstralen (a, b en c) volgen nadat ze door de bolle ooglens gaan.



b) Wat gebeurt er met de invallende lichtstraal a die evenwijdig met de hoofdas loopt? Verklaar.

Deze lichtstraal wordt gebroken zodat de gebroken lichtstraal door het eerste brandpunt loopt.

Dit is de eigenschap van bolle lenzen: lichtstralen die evenwijdig met de hoofdas invallen, worden door de bolle lens zodanig gebroken dat de gebroken lichtstralen samenkomen in het brandpunt.

c) Wat gebeurt er met de invallende lichtstraal b die door het optisch middelpunt O loopt. Verklaar.

Deze lichtstraal verandert niet van richting loopt rechtdoor verder. Lichtstralen die door het optisch middelpunt van de lens lopen ondergaan geen verandering van richting bij breking.

d) Wat gebeurt er met de invallende lichtstraal c die door het tweede brandpunt F₂ loopt?

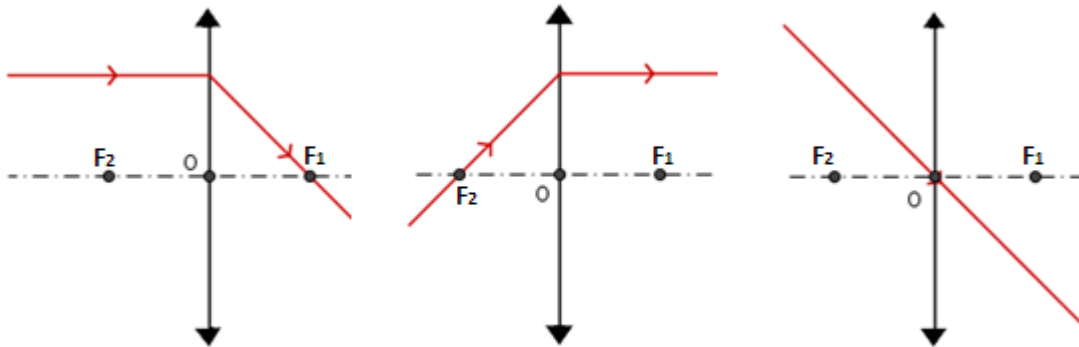
Deze lichtstraal wordt gebroken zodat de gebroken lichtstraal evenwijdig met de hoofdas loopt.

e) Verklaar de weg van lichtstraal c aan de hand van de derde brekingswet.

De derde brekingswet zegt dat de stralengang bij lichtbreking omkeerbaar is.

Wanneer we lichtstraal a zouden omkeren krijgen we een invallende lichtstraal die door het brandpunt gaat. De gebroken straal loopt evenwijdig met de hoofdas verder want de stralengang is omkeerbaar bij lichtbreking. Een lichtstraal die dus door het brandpunt loopt wordt zodanig gebroken dat de gebroken lichtstraal evenwijdig met de hoofdas verder loopt. Als je dit uittest, klopt het ook.

2.2.2 Overzicht van de karakteristieke of kenmerkende stralen

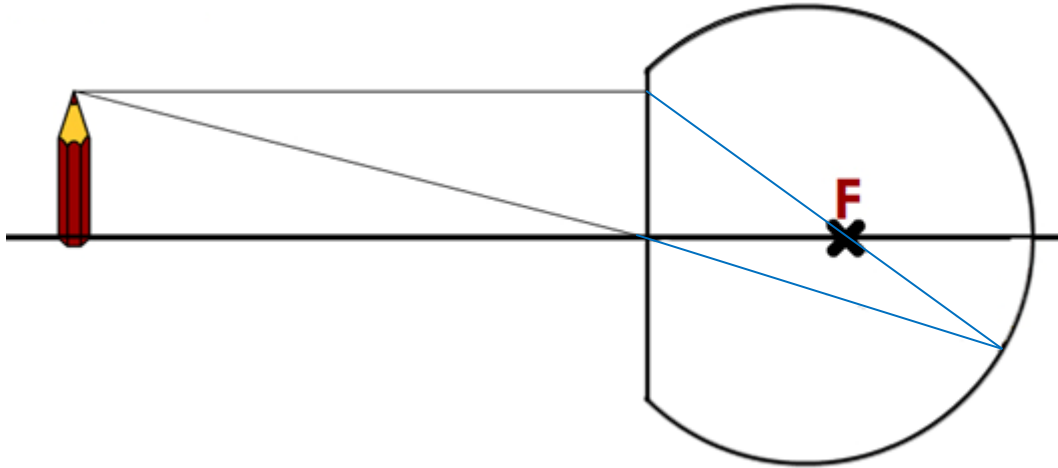


Karakteristieke stralen

- Een invallende straal evenwijdig met de hoofdas wordt door het brandpunt gebroken.
- Een invallende straal door het brandpunt wordt evenwijdig met de hoofdas gebroken.
- Een invallende straal door het optisch middelpunt ondergaat geen richtingverandering.

Hieronder zien we een oog waarvan de lens is geacommodeerd/scherp gesteld op het potlood zodat het beeld van het potlood op ons netvlies afgebeeld wordt. Het brandpunt F is gegeven.

f) Teken de weg van de onderstaande lichtstralen nadat ze de door de bolle ooglens gaan.



De lichtstralen vertrekken vanuit het punt van het potlood. Het beeld van het potloodpunt vinden we op de plaats waar de gebroken lichtstralen snijden op het netvlies.

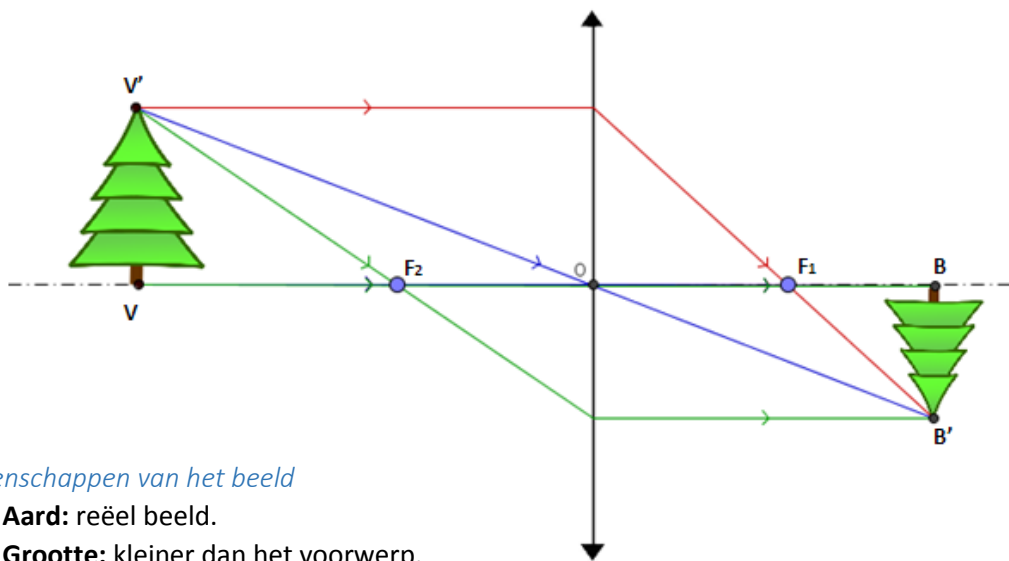
2.2.3 Beeldvorming

Om het beeld van een voorwerp door een bolle lens te tekenen maken we gebruik van de karakteristieke stralen.

Het beeld van een punt van het voorwerp wordt gevormd op de plaats waar de gebroken lichtstralen van de karakteristieke stralen elkaar snijden.

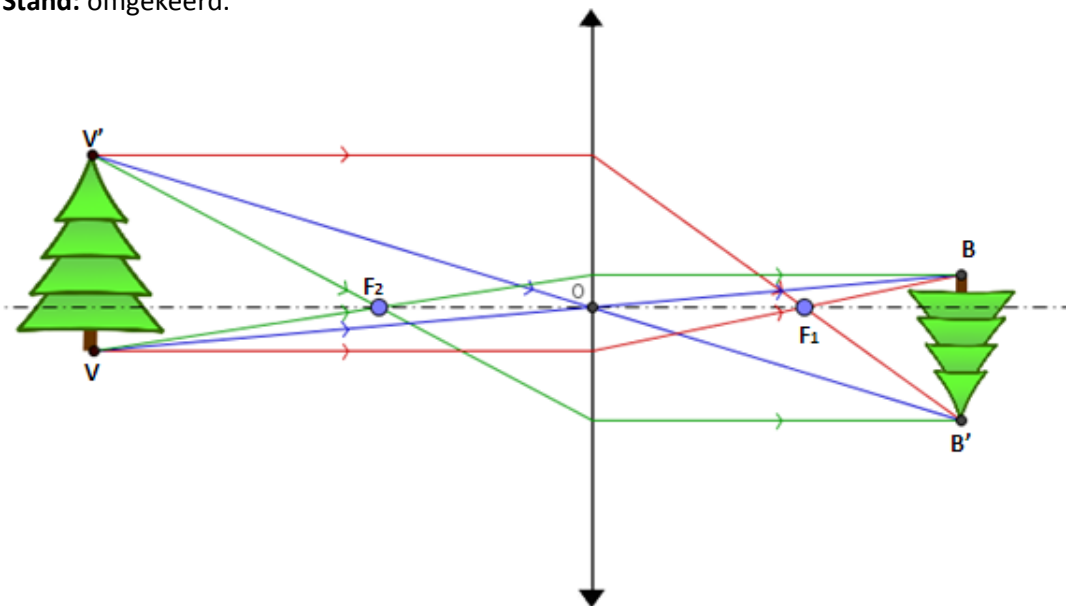
We gebruiken twee grenspunten (V en V') van het voorwerp waarvan we het beeld willen bepalen. Van daaruit construeren we twee of drie karakteristieke stralen. Op de snijpunten van die karakteristieke stralen vinden we de beeldpunten B en B' .

In de realiteit vertrekken er zeer veel lichtstralen vanuit elk punt van het voorwerp waarvan een deel langs de lens passeert. De lichtstralen die langs de lens passeren worden op een bepaalde manier gebroken.

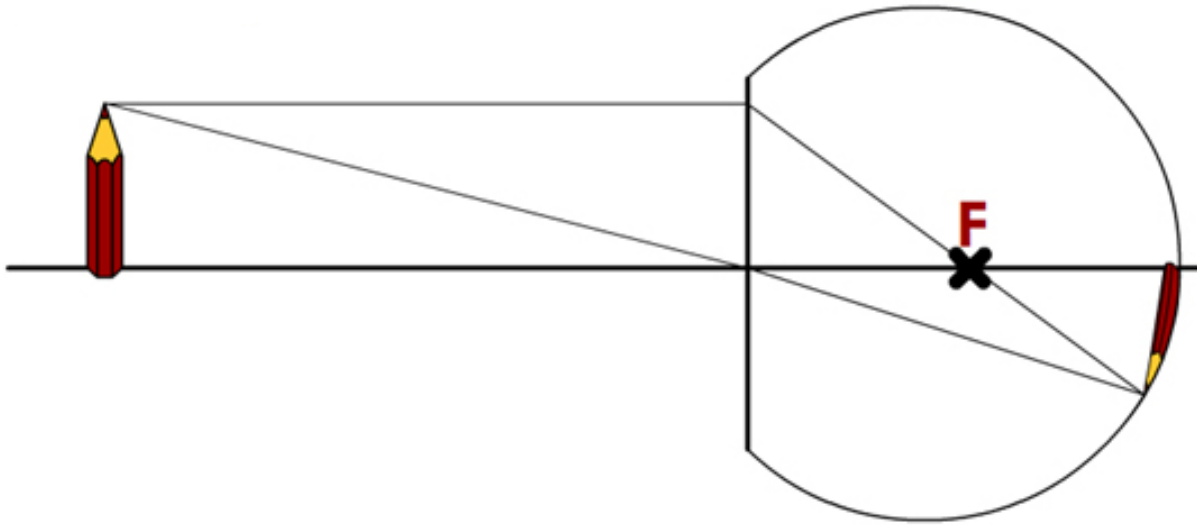


Eigenschappen van het beeld

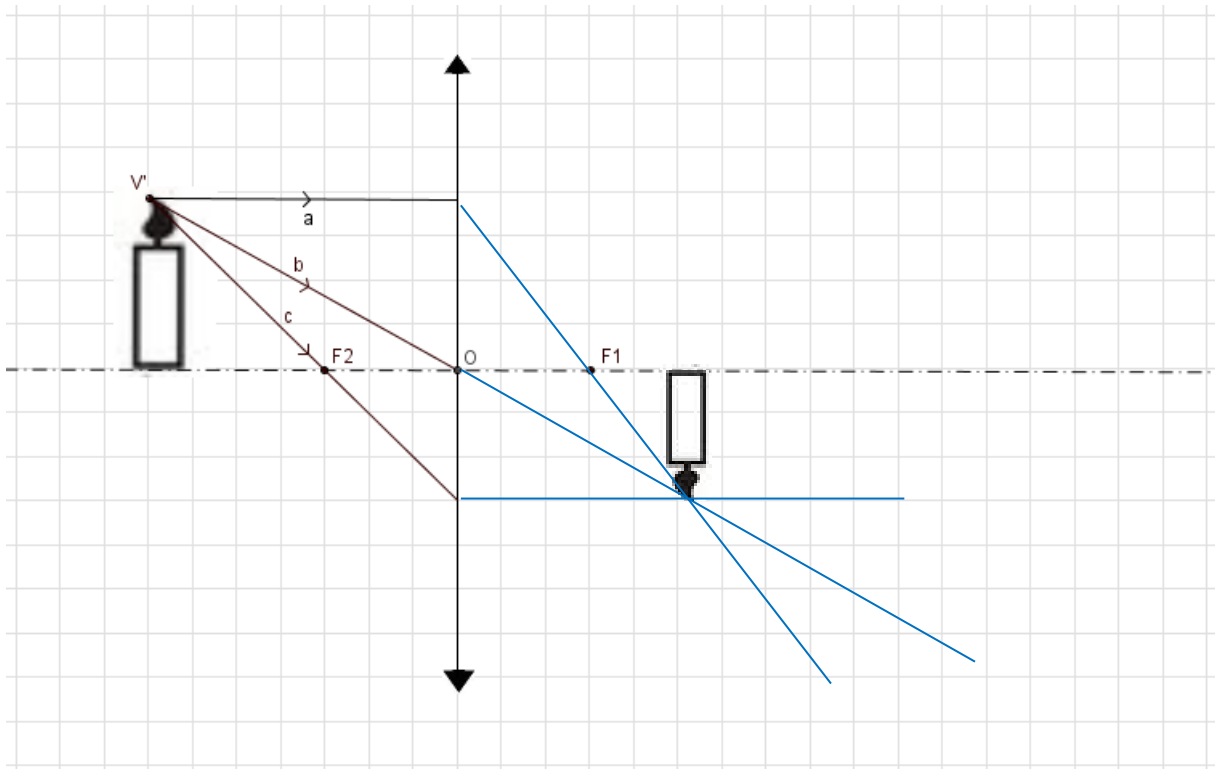
- **Aard:** reëel beeld.
- **Grootte:** kleiner dan het voorwerp.
- **Ligging:** tussen F_1 en oneindig.
- **Stand:** omgekeerd.



Beeldvorming in ons oog



Oefening

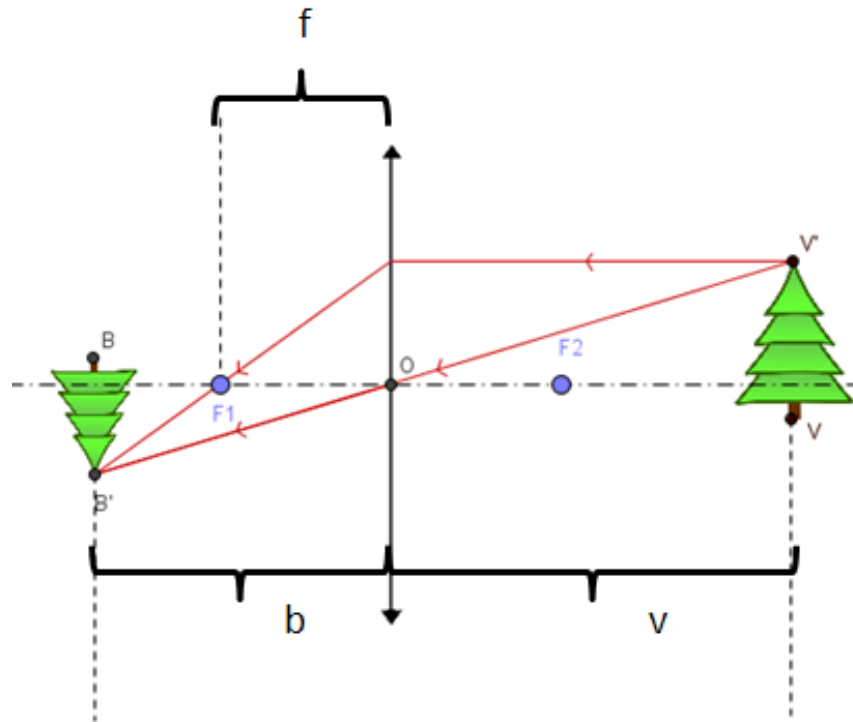


- a) Teken het beeld van de kaars.
b) Geef de eigenschappen van het beeld.

- Aard: *Reëel beeld.*
- Grootte: *Kleiner als het voorwerp.*
- Ligging: *Tussen F1 en oneindig.*
- Stand: *Omgekeerd.*

c) Welke van de bovenstaande eigenschappen hebben we waargenomen toen we het beeld van een brandende kaars op een blad papier opvingen bij de dissectie van het varkensoog?

Het beeld was omgekeerd en verkleind.



Bij het snijpunt van minstens twee stralen bekom je al het beeldpunt. We definiëren enkele afstanden:

- v : voorwerpsafstand = de afstand van het voorwerp tot de lens.
- b : beeldafstand = de afstand van het beeld tot de lens.
- f : brandpuntafstand = de afstand van het brandpunt tot de lens.



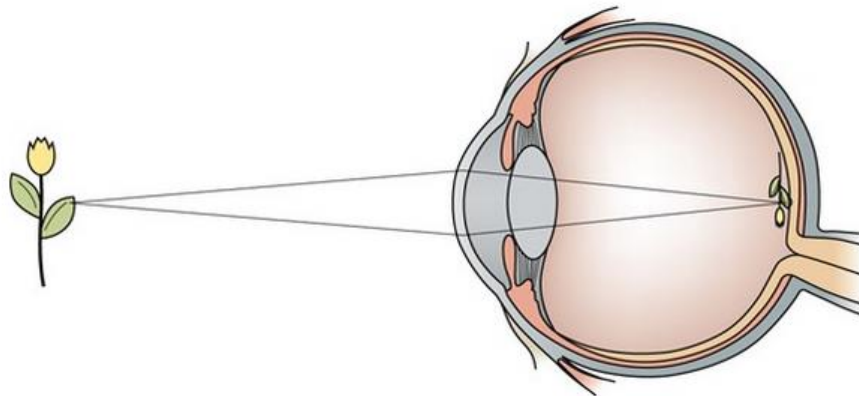
d) Onderzoek met de applet hoe enkele eigenschappen van het beeld veranderen door de plaats van het voorwerp ten opzichte van de lens te veranderen.

http://phet.colorado.edu/sims/geometric-optics/geometric-optics_nl.html

Voorwerpsafstand	Beeld		
	Aard	Stand	Grootte
$v > 2 \cdot f$	reëel	Omgekeerd	Kleiner
$v = 2 \cdot f$	reëel	Omgekeerd	Even groot
$f < v < 2f$	reëel	Omgekeerd	groter
$v = f$	reëel	?	∞ groot
$v < f$	virtueel	Rechtop	groter

Het beeld dat op het netvlies van ons oog wordt gevormd, is een verkleind en omgekeerd beeld. Dit wil zeggen dat de voorwerpsafstand groter moet zijn dan de dubbele brandpuntsafstand van de ooglenzen.

Een normaal oog heeft een lengte van ongeveer 24 mm.



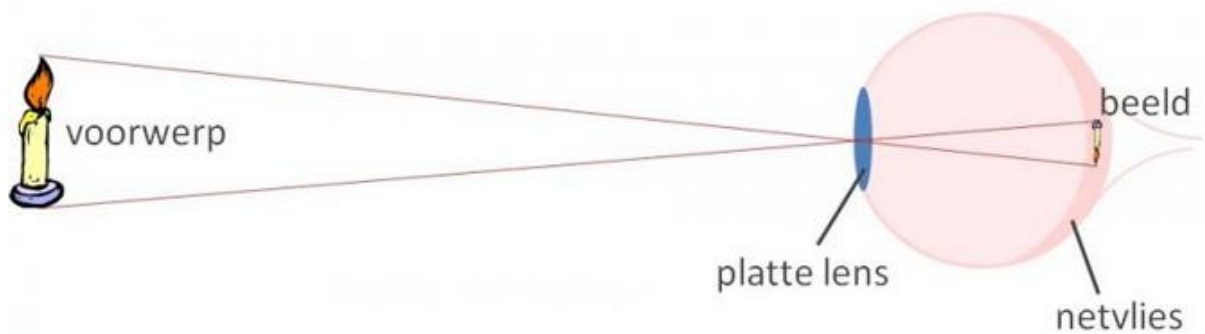
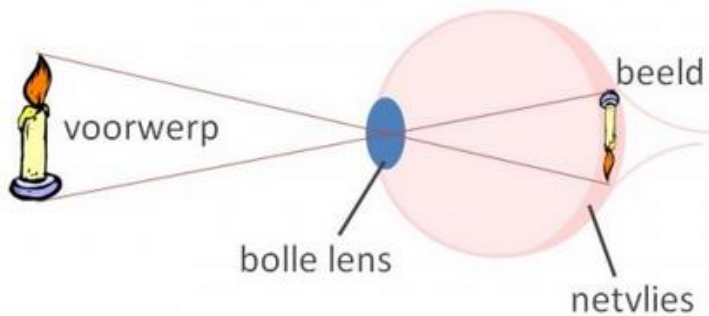
Om een voorwerp scherp te kunnen waarnemen dient de beeldvorming precies op het netvlies te gebeuren.

Onze ooglenzen kunnen accommoderen (boller en minder bol worden) waardoor de brandpuntsafstand verandert en dus ook de beeldafstand.

e) Probeer aan de hand van de applet de juiste antwoorden te omcirkelen. Bestudeer ook de onderstaande afbeeldingen.

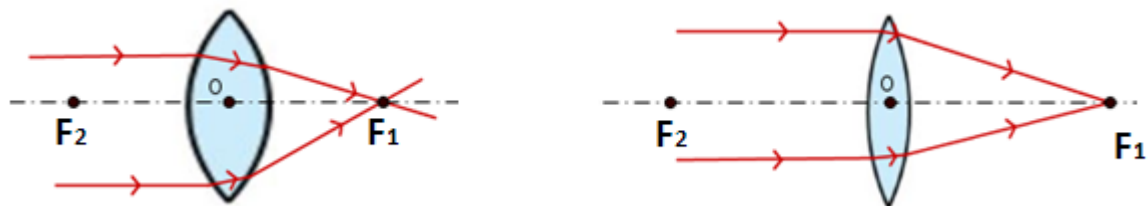
Bij een dichtbij gelegen voorwerp maken we onze lens boller / *minder bol*. Dan komt de brandpuntsafstand dichter bij / *verder van* de oog lens te liggen.

Bij een veraf gelegen voorwerp maken we onze lens *boller* / minder bol. Dan komt de brandpuntsafstand *dichter bij* / verder van de oog lens te liggen.



2.2.4 Sterkte van de lens

Hoe boller de lens, hoe sterker de lichtstraal wordt afgebroken en hoe dichter het brandpunt bij de lens komt te liggen.



De lens is sterker naarmate de brandpuntsafstand kleiner is.

Sterkte van de lens

De sterkte van de lens p is het omgekeerde van de brandpuntsafstand f .

$$p = \frac{1}{f}$$

Eenheid: $p = \frac{1}{f} = \frac{1}{m} = m^{-1} = \text{dioptrie}$.

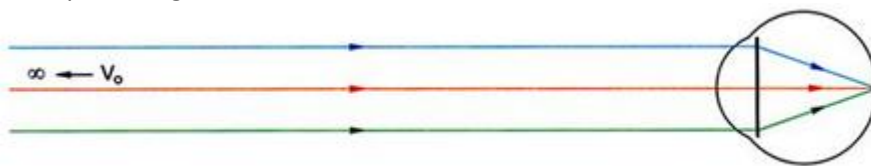
Nieuwe grootheid

Sterkte van de lens (p).

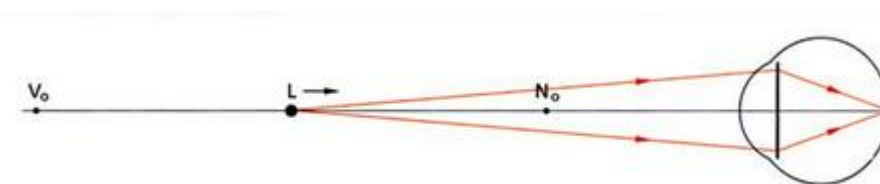
Eenheid: $p = \frac{1}{f} = \frac{1}{m} = m^{-1} = \text{dioptrie}$.

Onze ooglenzen kan niet onbeperkt boller (\sim sterker) worden. Als we een voorwerp steeds dichterbij onze ogen brengen, bereiken we een punt waarop het beeld niet meer scherp blijft. Dat is het punt waarop de ooglenzen haar maximale natuurlijke kromming bereikt heeft. Dat punt noemen we het nabijheidspunt. De ligging van het nabijheidspunt is sterk afhankelijk van de kracht van de accommodatiespier en van de elasticiteit van de lens. Bij jonge personen ligt het nabijheidspunt op ongeveer 10 cm van de ogen, bij oudere personen ligt dit verder (wegens ouderdomsverziendheid).

Zo heb je ook het vertepunt, dat is het verst gelegen punt waarop je zonder moeite nog scherp kan zien. Dit punt ligt voor een oog op oneindig. Wanneer de ooglenzen het platst is (het minst bol) staat de lens op 'ver' ingesteld.



Het oog ziet alleen scherp tussen zijn vertepunt V_0 (zonder accommodatie) en zijn nabijheidspunt N_0 (met maximale accommodatie).

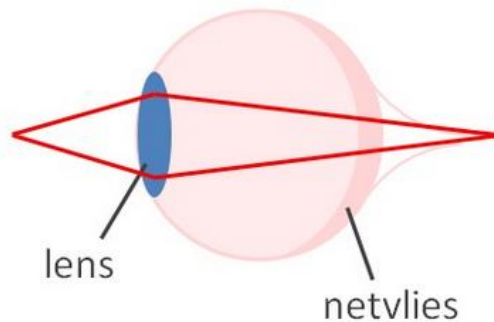




Hoofdstuk 3: Toepassingen van lenzen

3.1 Verziend en bijziend

3.1.1 Verziendheid



Sommige mensen zien alleen verafgelegen voorwerpen scherp, ze zijn verziend.

a) Omcirkel het juiste antwoord.

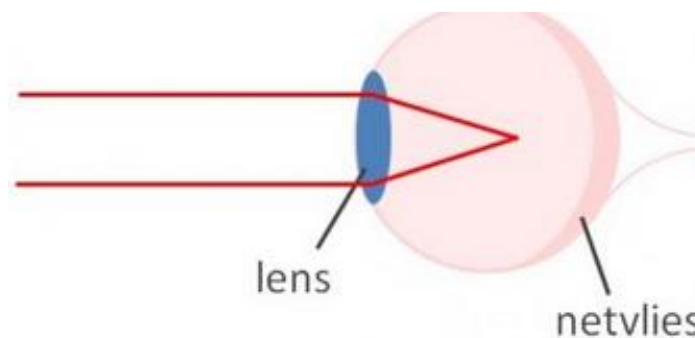
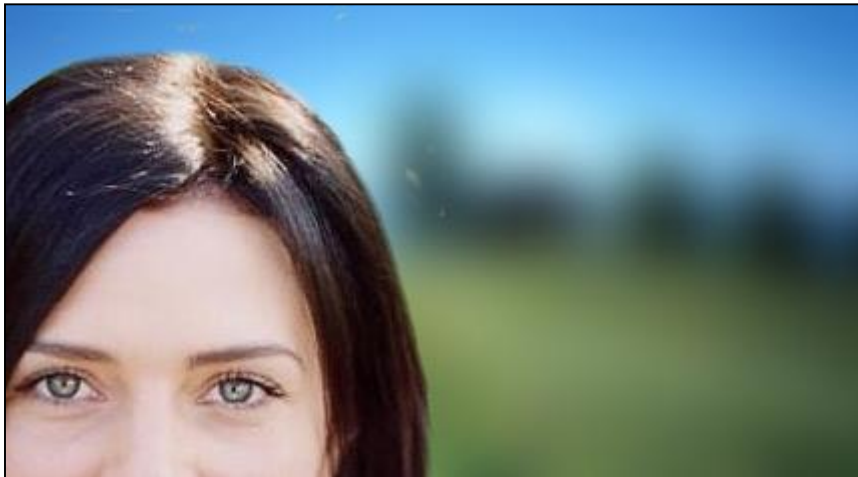
Dit komt omdat de oogbol korter/langer is dan normaal of omdat de lens te bol/plat is.

Het beeld wordt scherp voor/achter de oogbol gevormd en op het netvlies is er dan een onscherp beeld. Deze afwijking noemen we verziendheid.

b) Met welke soort lens wordt het wazige beeld op het netvlies van verziende mensen gecorrigeerd? Verklaar je antwoord.

Door een bolle lens voor het oog te plaatsen gaan de lichtstralen meer convergeren en komt het brandpunt dichterbij de ooglenzen en op het netvlies te liggen.

3.1.2 Bijziendheid



Sommige personen zien alleen dichtbijgelegen voorwerpen scherp, ze zijn bijziend.

a) Omcirkel het juiste antwoord.

Dit komt omdat de oogbol *korter/langer* is dan normaal of omdat de lens te *bol/plat* is.

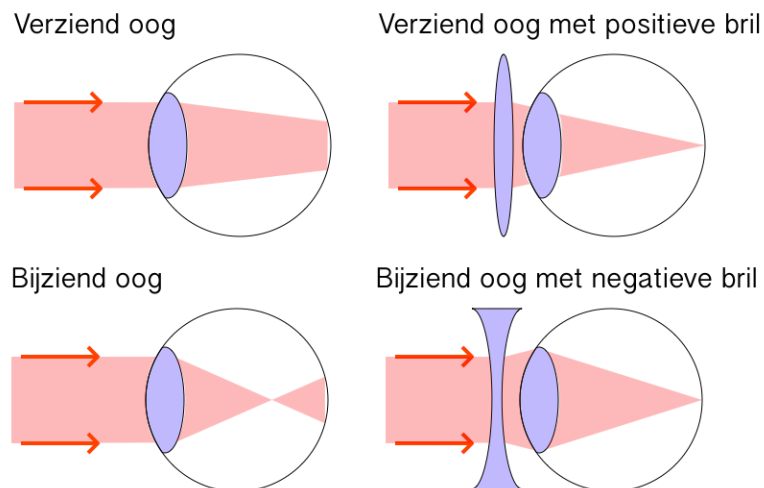
Het beeld wordt scherp *voor/achter* het netvlies gevormd en op het netvlies wordt er een onscherp beeld gevormd. Deze afwijking noemen we bijziendheid.

b) Met welke soort lens wordt het wazige beeld op het netvlies van bijziende mensen gecorrigeerd? Verklaar je antwoord.

Een holle lens zal ervoor zorgen dat de invallende lichtstralen uit elkaar wijken (divergeren).

In het oog zullen de lichtstralen dan een langere weg afleggen waardoor het brandpunt verder van de ooglens komt te liggen, op het netvlies.

3.1.3 Overzicht



3.1.4 Ouderdomsverziendheid

Er werd reeds vermeld dat het nabijheidspunt bij oudere mensen verder ligt dan bij jongere mensen. Dit komt omdat de elasticiteit van de lens afneemt en de accommodatiespier verslapt door veroudering. Daardoor kan de lens niet genoeg bol gemaakt worden en dat heeft een invloed op het nabijheidspunt.

Bij kinderen ligt het nabijheidspunt op 10 centimeter van de ogen. Bij volwassenen ligt het nabijheidspunt op de leesafstand (ongeveer 30 cm).

a) Omcirkel het juiste antwoord.

Bij een persoon met ouderdomsverziendheid ligt het nabijheidspunt verder, tot buiten de leesafstand. Dit wordt dan gecorrigeerd door een leesbril met bolle / holle lenzen om de lichtbreking te versterken / verzwakken.

3.2 Dagdagelijkse toepassingen van lenzen

Lenzen vind je niet alleen terug in ons oog. De mens maakt ook zelf lenzen voor verschillende doeleinden.

3.2.1 Groepswerk

Zoek informatie op over een van de onderstaande optische toestellen.

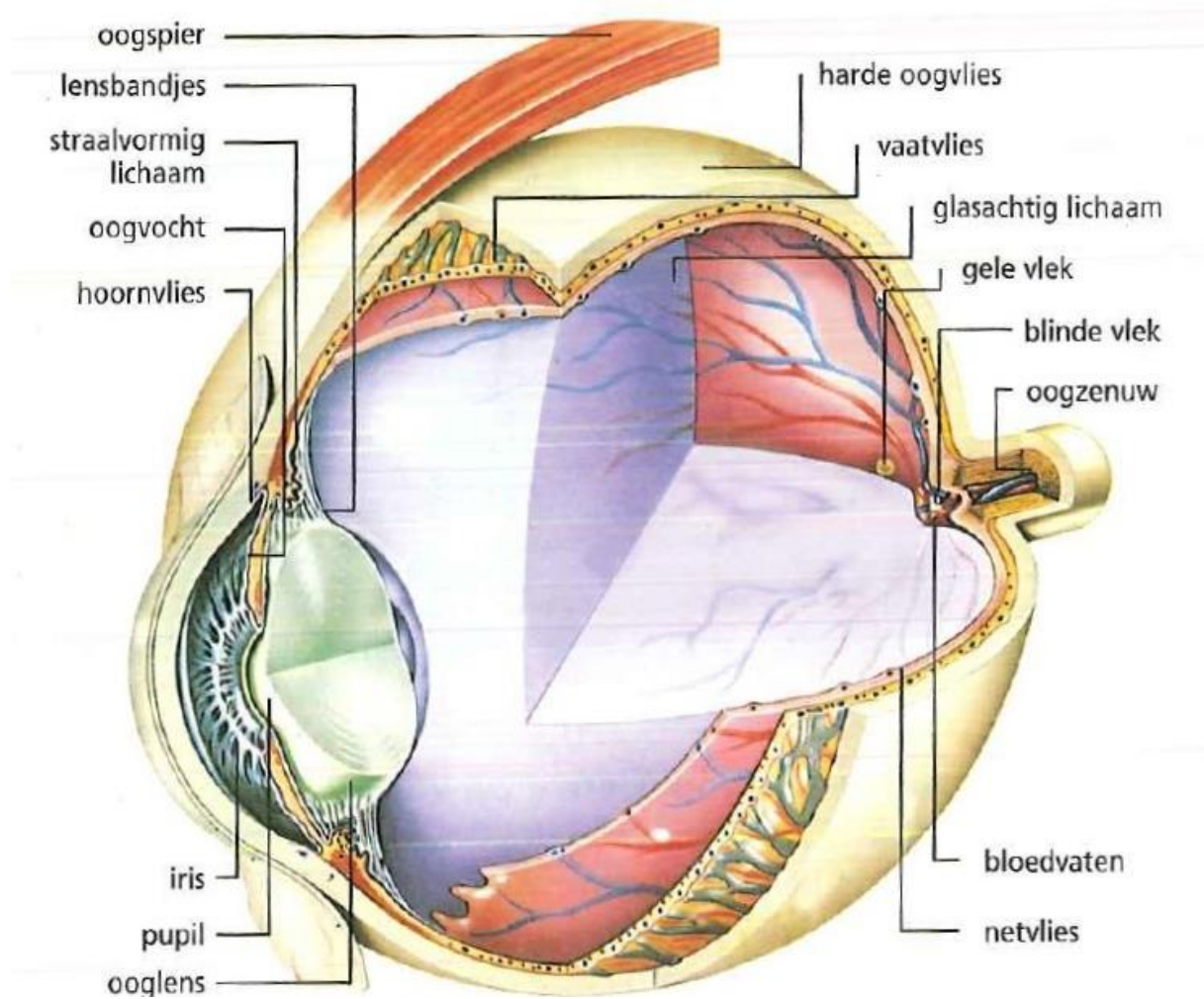
Leg in maximum 10 minuten de werking en het gebruik ervan uit aan je medeleerlingen (met PowerPoint of Prezi). Vermeld eventueel de korte geschiedenis van het toestel.

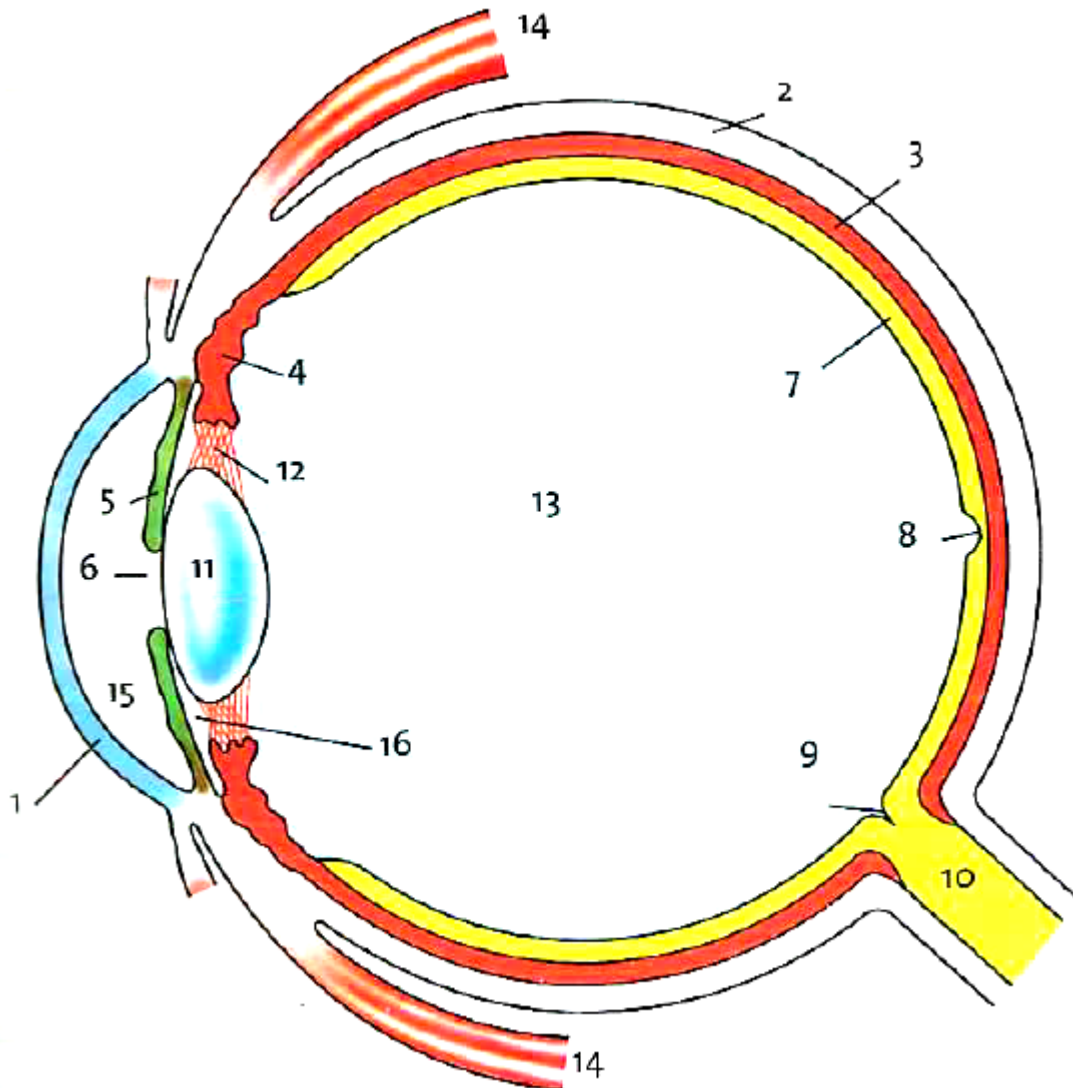
- Vergrootglas
- Fototoestel
- Verrekijker
- Telescoop
- Microscoop
- Afstandsmeter
- Ooglenzen/bril
- Fresnellens



Hoofdstuk 4: Bijlagen

4.1 Bouw van het oog





- | | | | |
|---|----------------|----|--------------------|
| 1 | Hoornvlies | 9 | Blinde vlek |
| 2 | Harde oogvlies | 10 | Oogzenuw |
| 3 | Vaatvlies | 11 | Lens |
| 4 | Straallichaam | 12 | Lensbandjes |
| 5 | Iris | 13 | Glasachtig lichaam |
| 6 | Pupil | 14 | Oogspier |
| 7 | Netvlies | 15 | Voorste oogkamer |
| 8 | Gele vlek | 16 | Achterste oogkamer |

Hoofdstuk 5: Bronvermelding

- Arts, M., De Coster, A., & al., e. (2013). *WP +3.2 Meetkunde. Leerwerkboek*. Mechelen: Plantyn.
- Beddegenoodts, M., De Cock, M., & al., e. (2012, oktober 17). *Aan de slag met de nieuwe leerplannen fysica 2de graad ASO GO!* Opgehaald van Docplayer: <http://docplayer.nl/9399911-Aan-de-slag-met-de-nieuwe-leerplannen-fysica-2-de-graad-aso-go.html>
- Beertje. (2010, januari 6). *Lenzen - Theorie*. Opgehaald van Telenet: <http://users.telenet.be/beertjesfotosite/Beertjessite/Lenzen-theorie.html>
- Bierens, W., & Frencken, G. (2011). *Natuurkunde van het menselijk lichaam*. Opgehaald van gfrencken: <http://www.gfrencken.nl/lenzen.html>
- Brabant, M. (sd). *Invulblad het oog*. Opgehaald van Telenet: http://users.telenet.be/michielbrabant/olvh/biologie/Het%20oog_invulblaadjes.pdf
- Daems, J. P., & Jennekens, E. (2010). *Argument 3. Meetkunde*. Antwerpen: De Boeck.
- De Bruijn, E. (2011). *Lenzenproject GGH klas 2*. Opgehaald van lenzenproject.ewout: http://www.lenzenproject.ewout.nl/?page_id=71
- De Meyer, P. (sd). *Beeldvorming bij bolle lenzen - lenzenformule - lineaire vergroting - lenssterkte*. Opgehaald van fysica.belsites: http://fysica.belsites.com/lenzen/beeldvorming_lenzenformule_vergroting_sterkte_vraagstukken.pdf
- De Meyer, P. (sd). *Beeldvorming bij een holle spiegel*. Opgehaald van fysica.belsites: <http://fysica.belsites.com/beeldvorminghollespiegel/beeldhollespiegel.html>
- De Meyer, P. (sd). *Lichtbreking*. Opgehaald van fysica.belsites: <http://fysica.belsites.com/lichtbreking/lichtbreking2.html>
- De Schutter, P., Neels, L., & al., e. (1999). *Bioskoop 3*. Kapellen: Pelckmans.
- De Spiegeleer, A. (2004, juni 20). *Deel 2. Uitwendige bouw*. Opgehaald van users.belgacom: <http://users.belgacom.net/oog/dissectie/uitwendigebouwstap3.htm>
- Destruction of cats. (2014, mei 12). *How to convert your room into a giant camera obscura*. Opgehaald van Petapixel: <http://petapixel.com/2014/05/12/diy-tutorial-convert-room-camera-obscura/>
- D'Haeninck, L., & Dekeersmaeker, L. (2008). *Biogenie 3.2 Leerboek*. Antwerpen: De Boeck.
- Dinkgreve, S. P. (2016). *Wetenschapsschool. Natuurkunde voor de middelbare school. Licht*. Opgehaald van wetenschapsschool: <http://wetenschapsschool.nl/chapter/5-licht-havo.html>
- Discart, C., & Decambray, R. (2008). *Bio Natuurlijk 3*. Mechelen: Plantyn.
- Dolfing, R. (2012). *Begrippenlijst. Bi-concave lens*. Opgehaald van dolfing: <http://www.dolfing.net/cms/index.php/handleidingen/begrippenlijst>
- Ellsworth, D., & Foster. (2004 - 2016). *Camera obscura*. Opgehaald van Clip Art ETC: http://etc.usf.edu/clipart/49700/49736/49736_cam_obscura.htm
- Evens, L., & Deltour, A. (2007). *Bio voor jou 3. Leerboek. Wetenschappelijke richtingen*. Wommelgem: Van In.
- Feekes, J., & Jurcka, G. (2016, januari 7). *Camera obscura*. Opgehaald van Kunstbus: <http://www.kunstbus.nl/fotografie/camera-obscura.html>
- Gibbs, K. (2013). *Schoolphysics. Lenses*. Opgehaald van Schoolphysics: http://www.schoolphysics.co.uk/age11-14/Light/text/Lenses_/index.html
- Gusib Nederland. (sd). *Refractieafwijkingen*. Opgehaald van gusib: http://www.gusib.nl/diensten_lasik_4.htm

- Hellemans, J., Janssens, G., & al., e. (2012). *Quark 3.2 Fysica voor het derde jaar. Handleiding*. Berchem: De Boeck.
- Het ooglasercentrum. (sd). *Het oog*. Opgehaald van het ooglasercentrum: <http://www.hetooglasercentrum.nl/over-het-oog/>
- Infinite Dictionary. (2015, april 8). *The magic of a dark chamber: the camera obscura*. Opgehaald van infinite dictionary: <http://infinitedictionary.com/blog/2015/04/08/the-magic-of-a-dark-chamber-the-camera-obscura/>
- Kidzlab. (sd). *Camera Obscura*. Opgehaald van Kidzlab: <http://www.kidzlab.nl/content/view/91/57/1/2/>
- NTR schooltv. (2010, november 10). *Lenzen*. Opgehaald van Schooltv: <http://www.schooltv.nl/video/lenzen-holle-en-bolle-lenzen-veranderen-de-richting-van-lichtstralen/>
- Online Focus. (2011, november 28). *Blind gegenüber der Früherkennung*. Opgehaald van focus: http://www.focus.de/gesundheit/ratgeber/sehen/news/makuladegeneration-blind-gegenueber-der-frueherkennung_aid_688460.html
- Oogkliniek Heuvelrug. (2015 - 2016). *Werking van het oog*. Opgehaald van Oogkliniekheuvelrug: <http://www.oogkliniekheuvelrug.nl/oogzorg/werking-van-het-oog/>
- Oogmode Cocon. (sd). *Multifocale lenzen*. Opgehaald van oogmodecocon: <http://www.oogmodecocon.nl/lenzen/multifocale-lenzen.aspx>
- Pass My Exams. (2016). *Use of lenses for correcting vision*. Opgehaald van Pass My Exams: <http://www.passmyexams.co.uk/GCSE/physics/use-of-lenses-for-correcting-vision-eyesight.html>
- Pastoor, J. H. (2016). *Lichtbreking en lenzen*. Opgehaald van naskpastoor: www.naskpastoor.nl/index.php/2013-02-10-08-40-40/2013-02-10-08-40-42/224-n-3-licht-en-beeld/512-3-3-lichtbreking-en-lenzen
- Photocritic. (2014). *Making a Pringles Can Obscura*. Opgehaald van Photocritic: <http://www.photocritic.org/articles/making-a-pringles-can-obscura>
- Pixers. (2009 - 2016). *Search results: Wall Murals Stilisiert*. Opgehaald van Pixers: <http://pixersize.com/wallmurals/search/stilisiert>
- Prickaerts, M., & Joncker, C. (2014). *Natuurkunde V6*. Opgehaald van slideplayer: <http://slideplayer.nl/slide/2000217/>
- Spaas Kaarsen. (2016). *Symbolen*. Opgehaald van spaas: <http://www.spaas.eu/nl/over-spaas/symbolen>
- Spreadshirt. (2016). *Steigendes Pferd - Vektor jogginghose*. Opgehaald van Spreadshirt: <https://www.spreadshirt.de/steigendes-pferd-hose-A19782415>
- Spruijt, R. P. (2014 - 2018). *Accommoderen*. Opgehaald van 4nix: <http://www.4nix.nl/accommoderenbsp.html>
- Spruijt, R. P. (2014 - 2018). *Bijziend en verziend*. Opgehaald van 4nix: <http://www.4nix.nl/bijziend.html>
- Sterrenkunde jwg. (sd). *Nuttige JWG-bestanden*. Opgehaald van sterrenkunde: <http://www.sterrenkunde.nl/jwg-old/bestanden/>
- Tuinen-totaal. (2016). *Verrekijker voor wild observatie/natuur*. Opgehaald van Tuinen-totaal: <http://www.tuinen-totaal.nl/voortuin/verrekijker-voor-wild-observatienatuur/>
- University of Waterloo. (sd). *Laser Ray Optics*. Opgehaald van Uwaterloo: <https://uwaterloo.ca/physics-astronomy/teaching-equipment/optics/laser-ray-optics>
- Van Daalen optiek. (2016). *Lenzen*. Opgehaald van Vandaalenoptiek: <http://www.vandaalenoptiek.nl/lenzen>

- Vandenbussche, K., Vergaert, A., & al., e. (2012). *Fysica Xpert 3.1 Leerwerkboek*. Kalmthout: Pelckmans.
- Vandenbussche, M., Van Moerkerke, E., & al, e. (2015). *Fysica Concreet 3 Handleiding*. Kalmthout: Pelckmans.
- Victor, S. (sd). *Klassite biologie derdejaar ASO wetenschappen. Thema 'het menselijk oog'*. Opgehaald van klassitebiologiestefanievictor:
<http://klassitebiologiestefanievictor.blogspot.be/p/accommodatie-bij-beeldvorming.html>
- Vincent Leermiddelen Scientific. (2016). *Optics equipment set for laser ray box*. Opgehaald van leermiddelen: <http://www.leermiddelen.be/en/optics-equipment-set-for-laser-ray-box>
- Wikibooks. (2016, maart 24). *Fysica/optica*. Opgehaald van wikibooks:
<https://nl.wikibooks.org/wiki/Fysica/Optica>
- Wikipedia. (2016, maart 24). *Camera obscura (optica)*. Opgehaald van Wikipedia:
https://nl.wikipedia.org/wiki/Camera_obscura_%28optica%29
- Woodford, C. (2015, mei 17). *Lenses*. Opgehaald van Explainthatstuff:
<http://www.explainthatstuff.com/lenses.html>