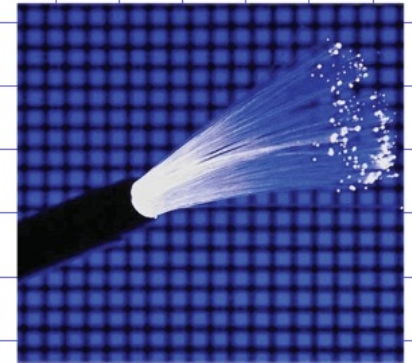


Hoofdstuk 6 Licht



Je zult succesvol zijn op het proefwerk als...



§6.1 A. Je kunt **vier mogelijke dingen** noemen die kunnen gebeuren als een lichtbundel op een oppervlak valt.

B. Je kunt m.b.v. het spiegelbeeld **construeren hoe lichtstralen weerkaatsen** vanaf spiegelende oppervlakken.

C. Je kunt rekenen aan de **vergrotingsfactor** met $N = h_B/h_V$.

§6.2 D. Je kunt bij breking van licht de **normaal** tekenen en de **hoeken van inval en breking** opmeten (oefenblad 1).

E. Je weet wanneer een lichtstraal **naar de normaal toe** gebroken wordt en wanneer **van de normaal af** (oefenblad 1).

§6.3 G. Je kunt **bolle lenzen en holle lenzen** herkennen en weet welke eigenschappen elk soort lens heeft (opg. 21, 23).

H. Je het beeld van een bolle lens kunt construeren met de **constructiestralen** (oefenblad 3, video 6 en 14).

I. Je kunt rekenen met de **vergrotingsformules** (opg. 31 en 34, video 7).

§6.4 J. Je kunt uitleggen hoe het **menselijk oog** een beeld vormt, welke oogafwijkingen er zijn en hoe ze gecorrigeerd kunnen worden.

K. Je weet wat bedoeld wordt met de sterkte van een lens en je kunt rekenen aan **dioptrie**.

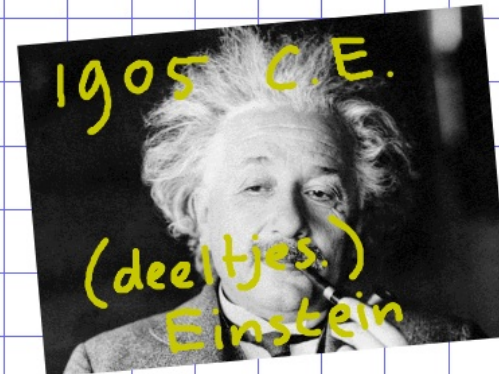
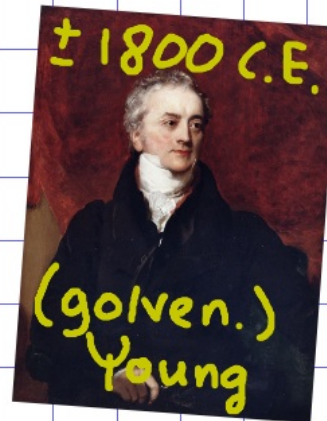
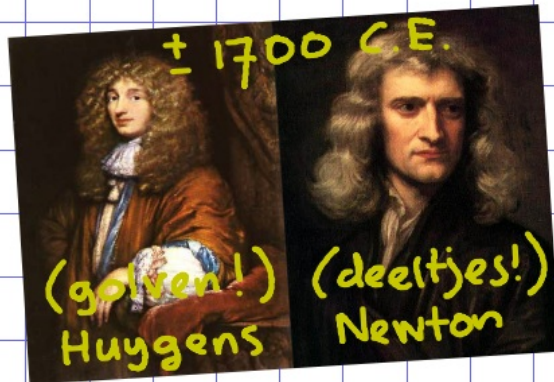
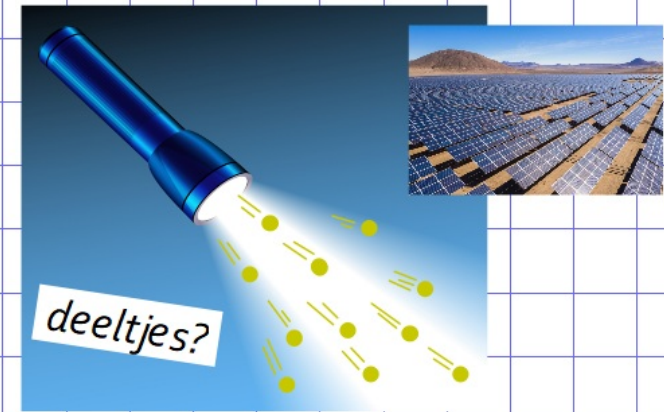
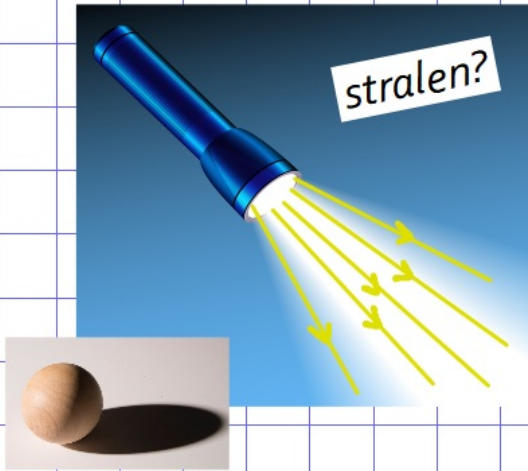
vaardigheid (formule) vaardigheid (tekenen/meten) kennis

Hoofdstuk 6: Licht

- *CONTEXT* -

De volgende pagina's geven interessante achtergrondinformatie bij de stof van dit hoofdstuk zoals voorbeelden uit de natuur van de verschijnselen of technische toepassingen van de natuurkundige inzichten bij deze verschijnselen. Zulke achtergrond informatie heet ook wel context. Het is niet noodzakelijk om deze pagina's te bestuderen voor het proefwerk maar het is wel interessante kennis!

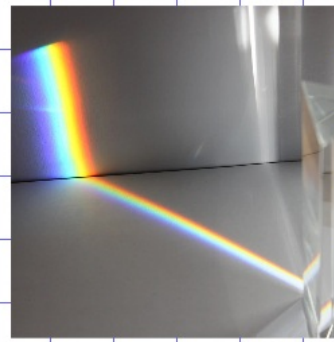
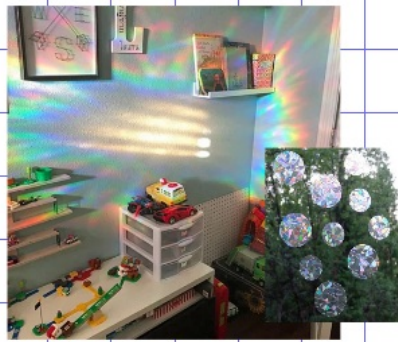
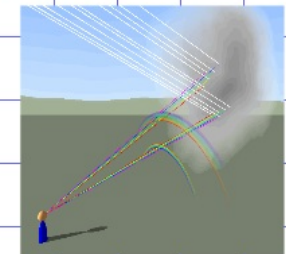
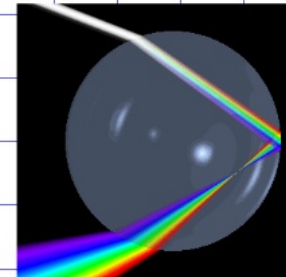
"Wat is licht?"



"Waar kom je breking van licht tegen?"

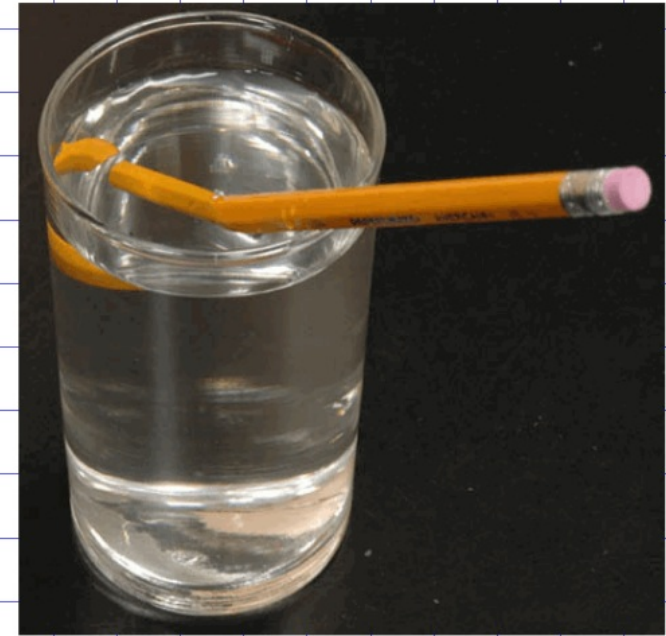
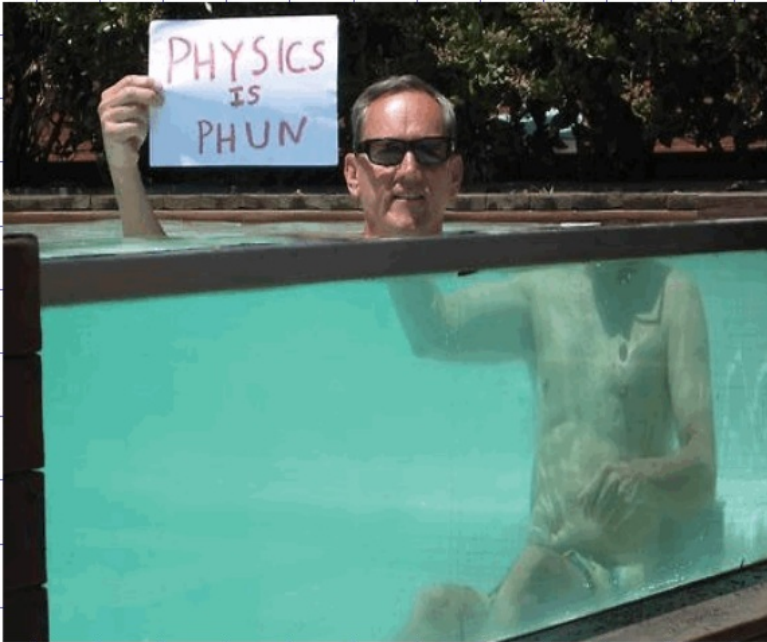


"Hoe ontstaan regenbogen?"



Wavelength (nm)	Refractive index	Color
400	1.34451	Violet
425	1.34235	
450	1.34055	
475	1.33903	
500	1.34235	Blue
525	1.33659	
550	1.3356	Green
575	1.33472	
600	1.33393	Yellow
625	1.33322	
650	1.33257	Orange
675	1.33197	
700	1.33141	

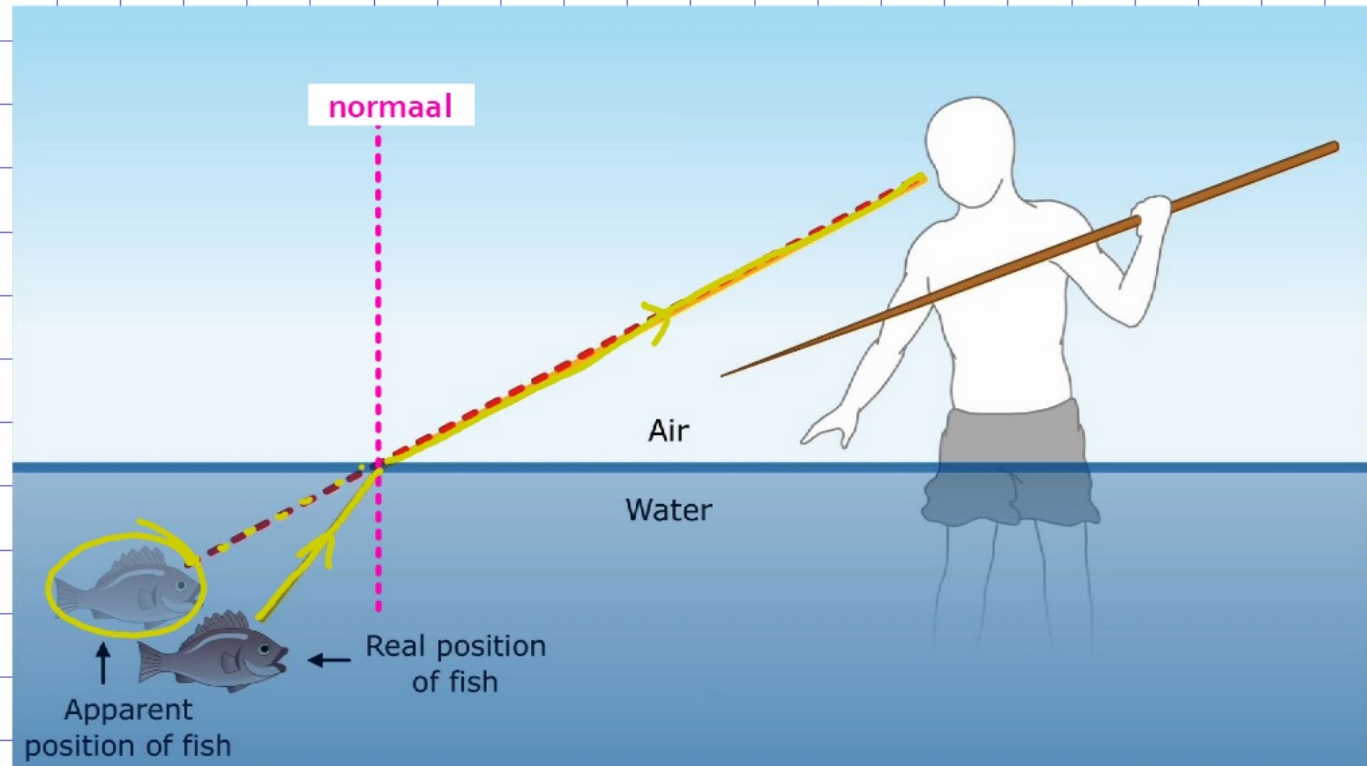
"Hoe veroorzaakt water deze brekingseffecten?"



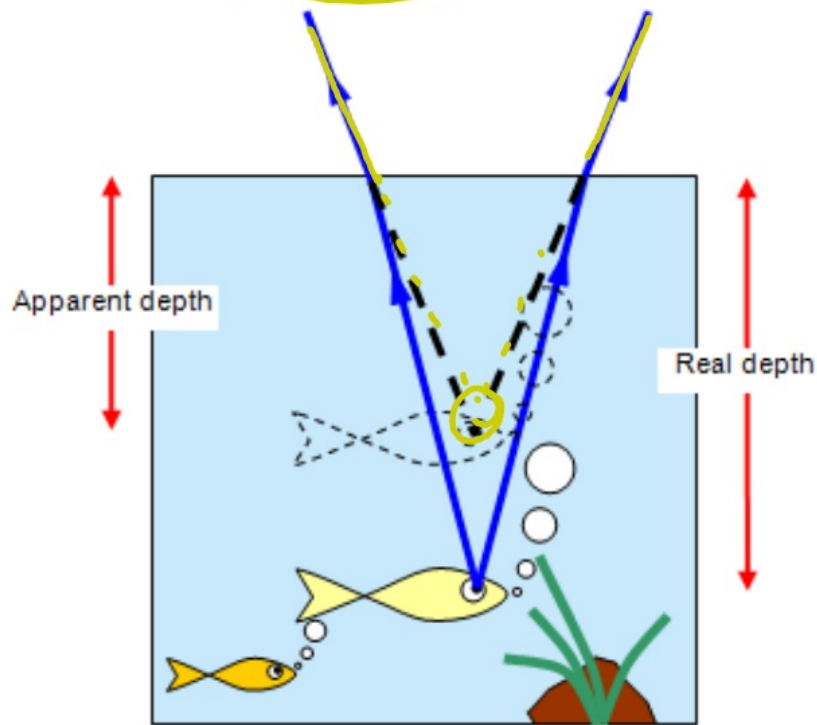
"Hoe kun je met een speer een vis vangen?"



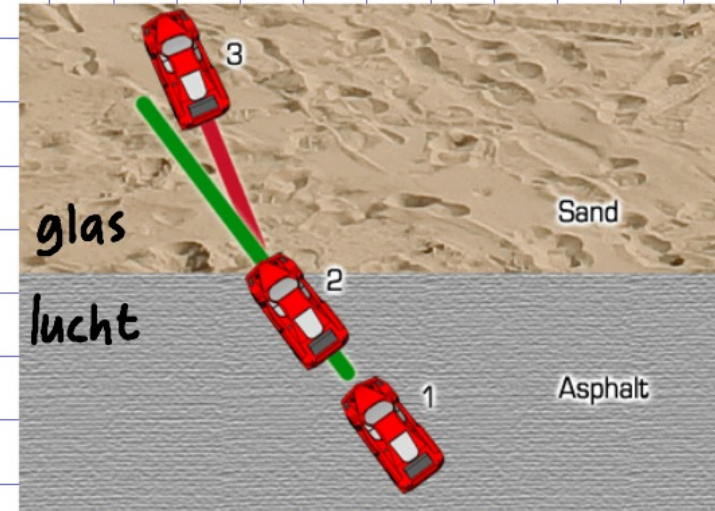
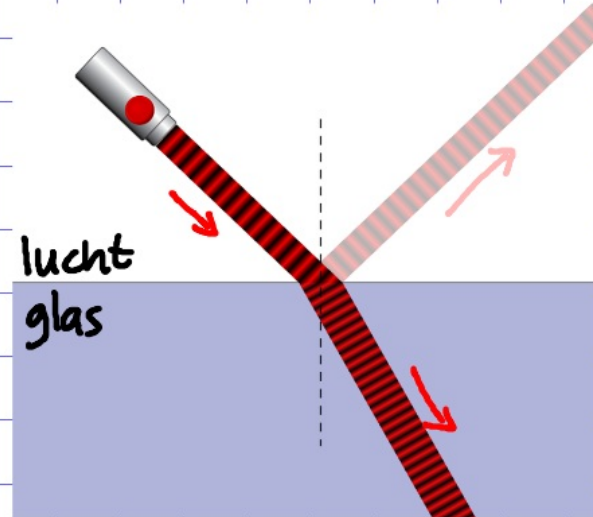
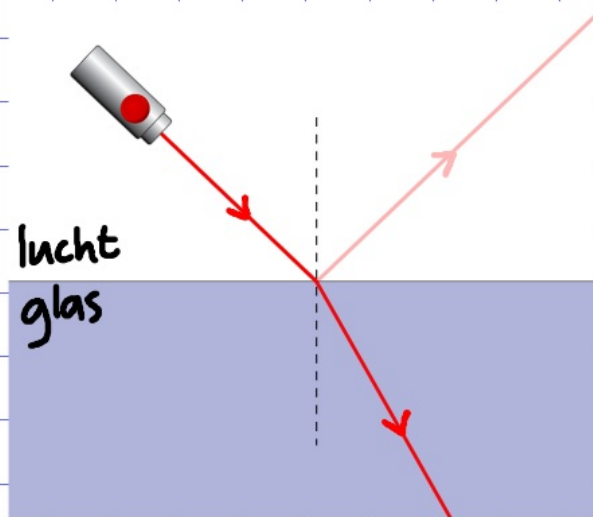
"Hoe kun je met een speer een vis vangen?"



"Hoe laat water een zwembad minder diep lijken?"



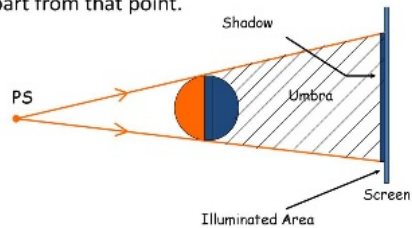
"Waarom breekt licht als het van de ene stof naar de andere gaat?"



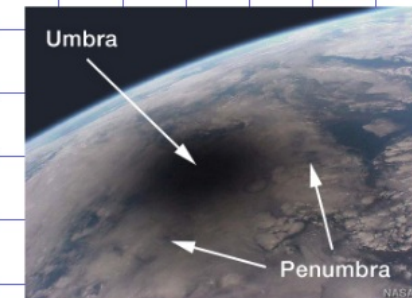
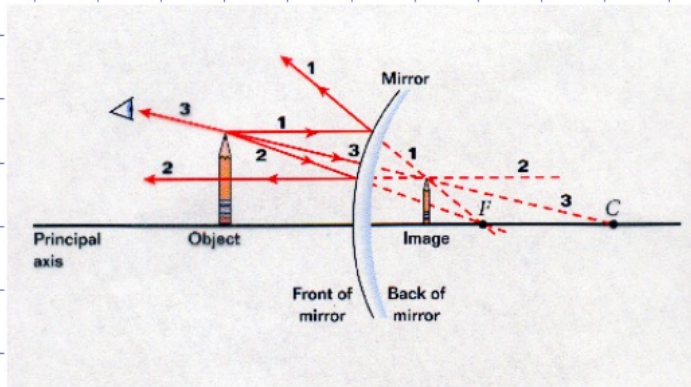
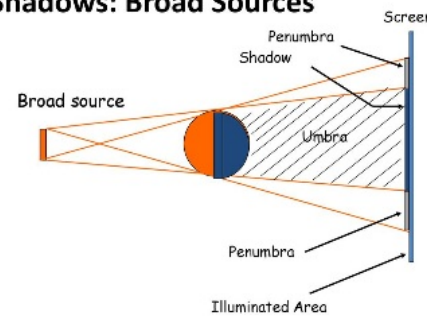
"Voor welke verschijnselen volstaat de straalbenadering van licht?"

1. Shadows: Point Sources

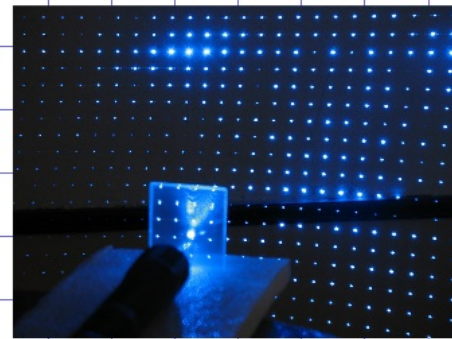
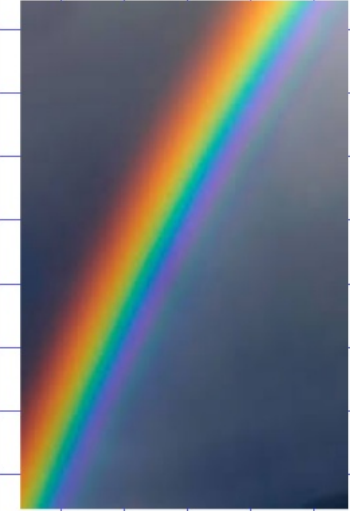
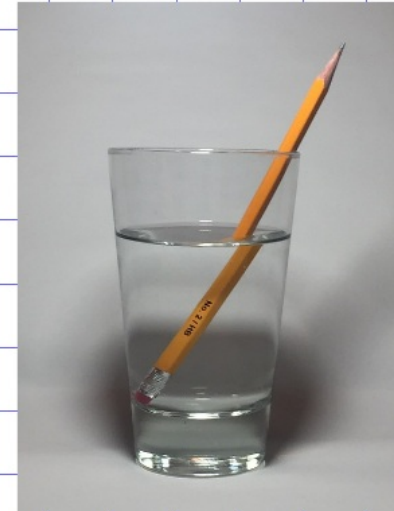
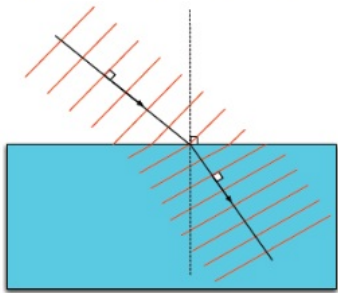
- A **point source** is such a small light source that it can be considered a point. All light rays depart from that point.



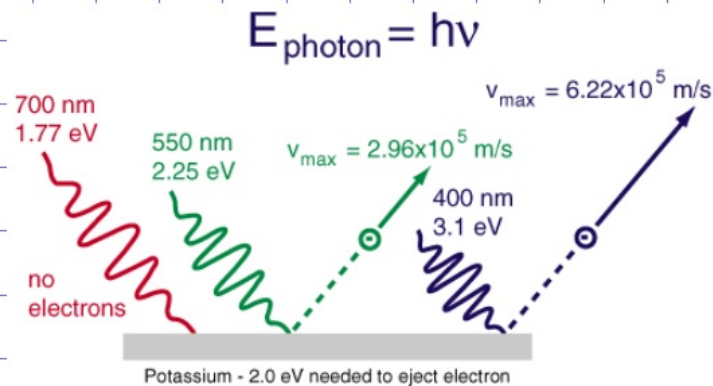
2. Shadows: Broad Sources



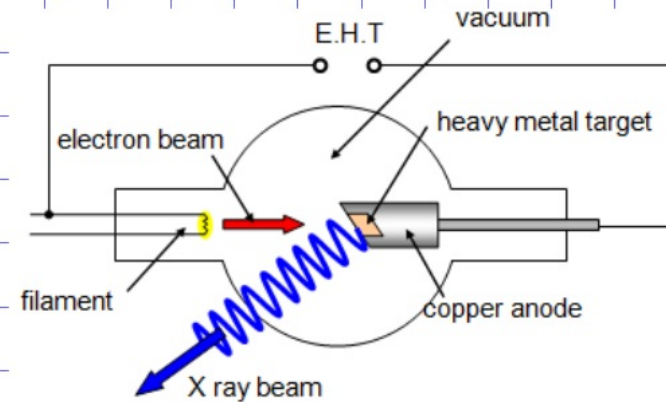
"Voor welke verschijnselen is de golfbenadering van licht nodig?"



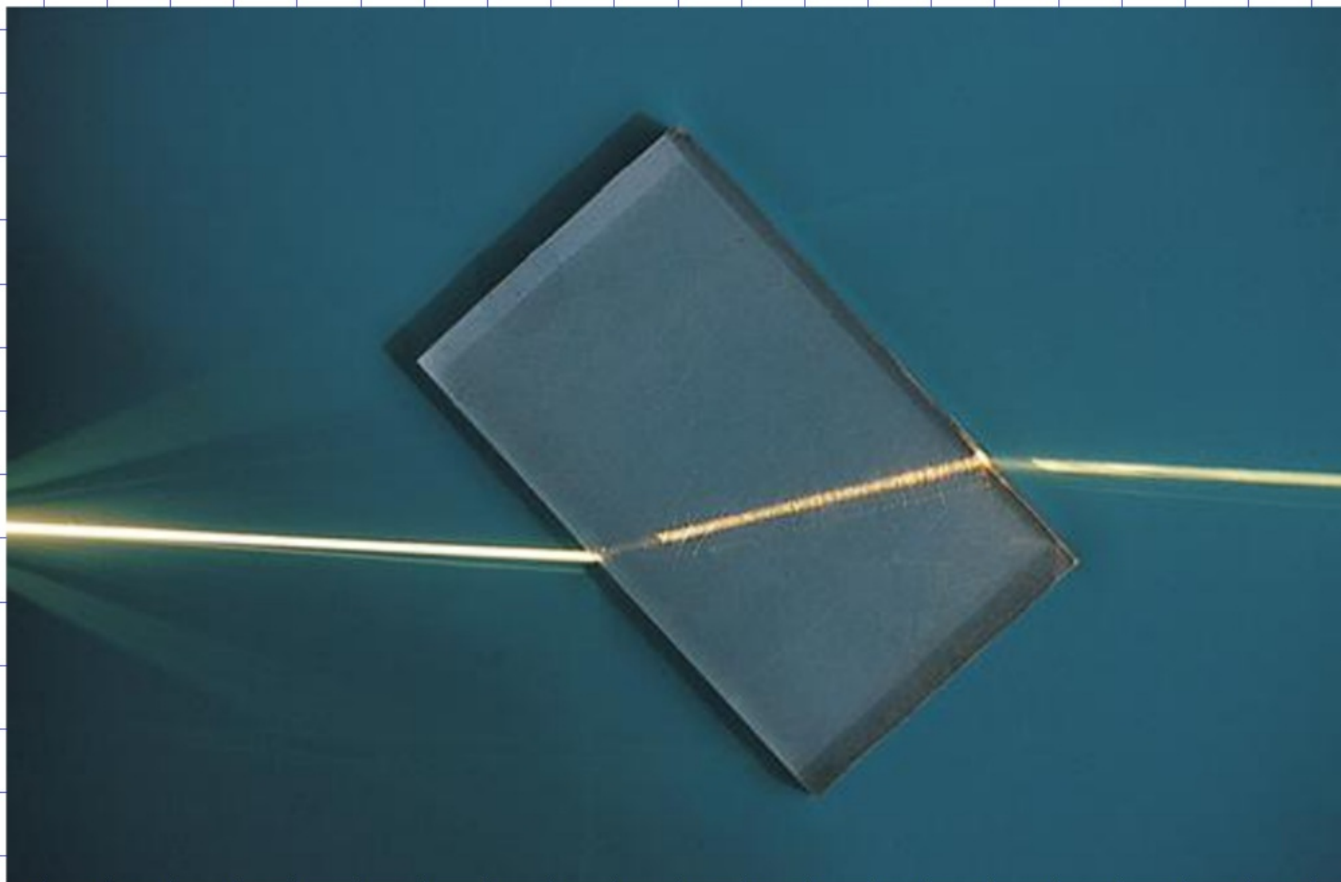
"Voor welke verschijnselen is de deeltjesbenadering van licht nodig?"



Photoelectric effect



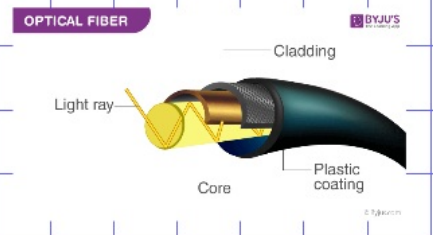
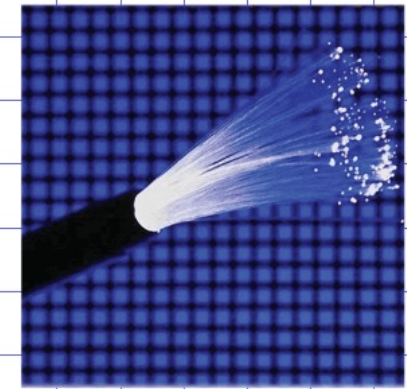
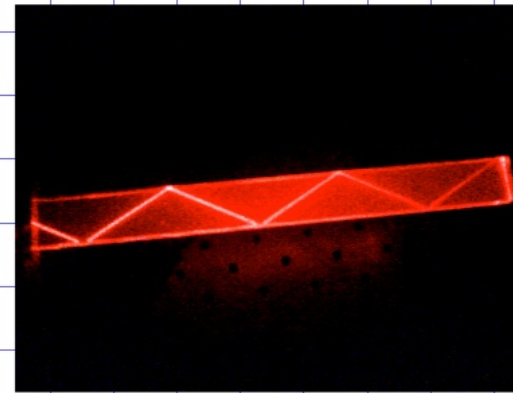
"Waardoor verandert het licht van richting?"



"Hoe ontstaan spiegelbeelden?"



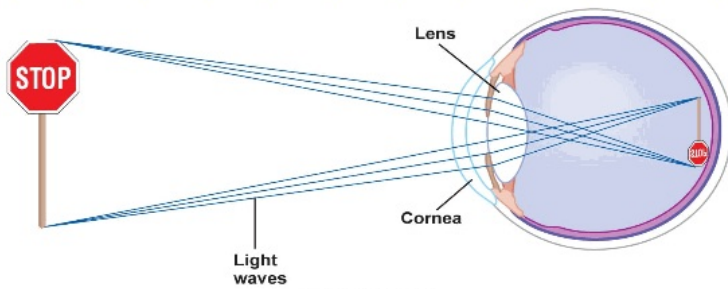
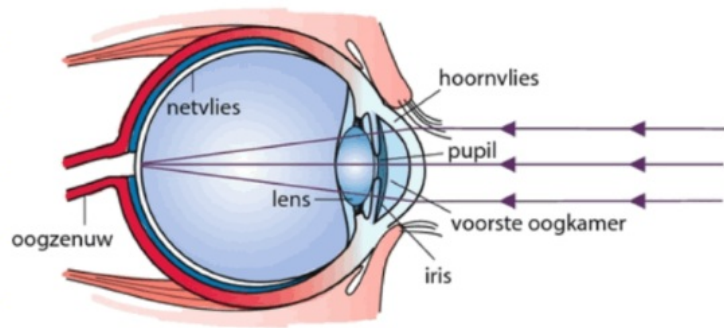
"Wat is interne weerkaatsing?"



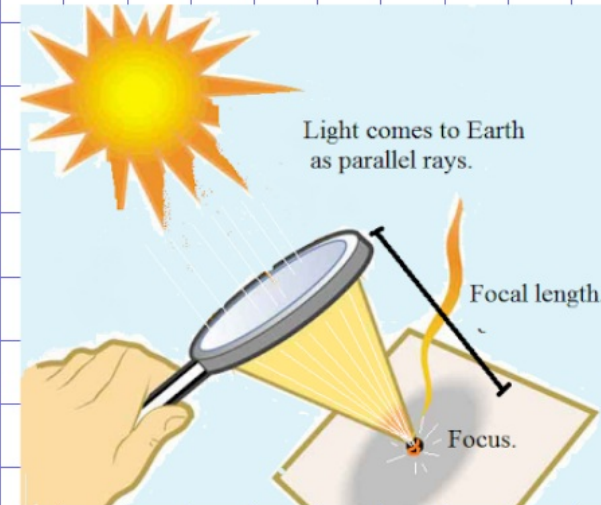
"Hoe werken lenzen?"



"Hoe werkt het oog en hoe werken brillen?"



"Hoe kunnen lenzen licht concentreren?"



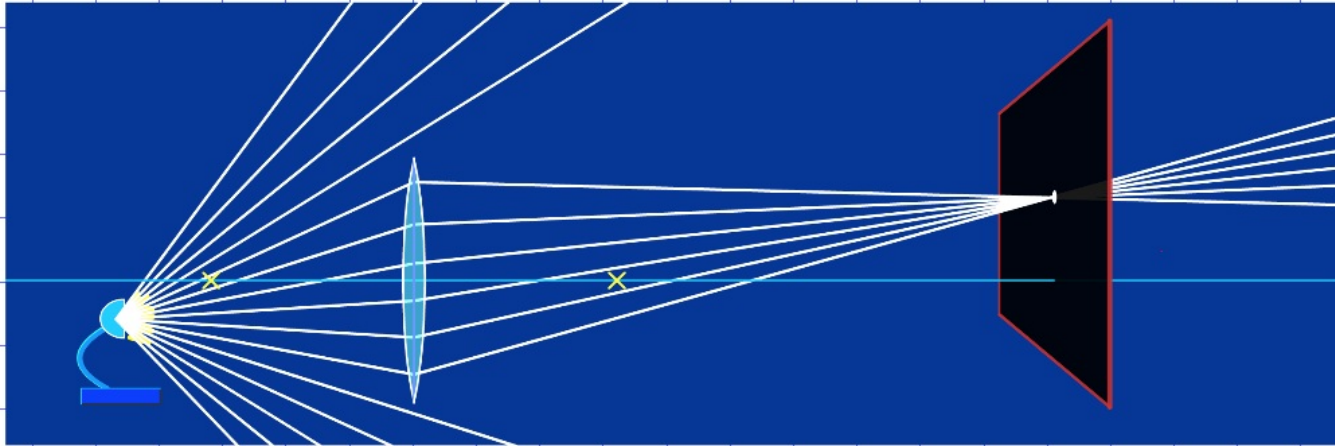
"Hoe werken camera's?"



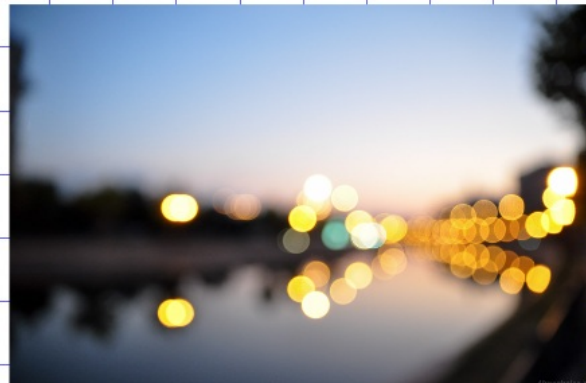
get sufficient, the more times of
distance for that aperture.
p scales on a lens barrel
per focal distance opposite
are using. If you the
e depth of field will
e to infinity. For
amera has a hyperf
focus at 18 feet,



"Waardoor ontstaan deze cirkels op onscherpe foto's?"



...the depth of field will
ce to infinity. For
amera has a hyperf
e focus at 18 feet,



Christmas Tree
in Focus



Christmas Tree
Slightly Out of Focus

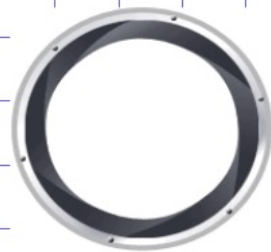
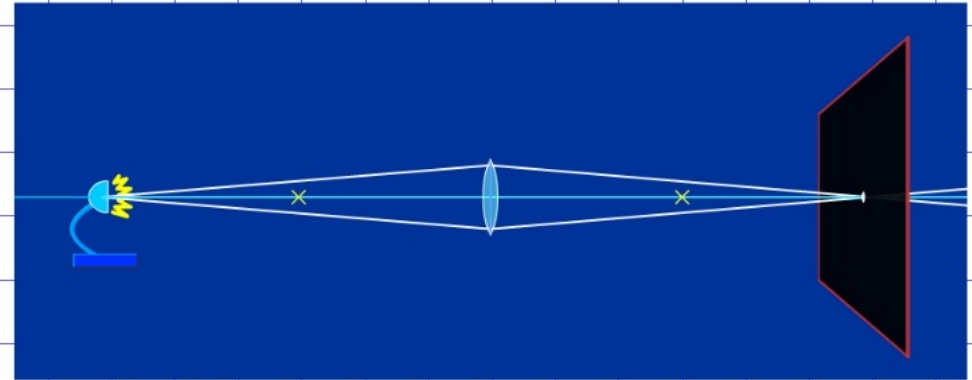
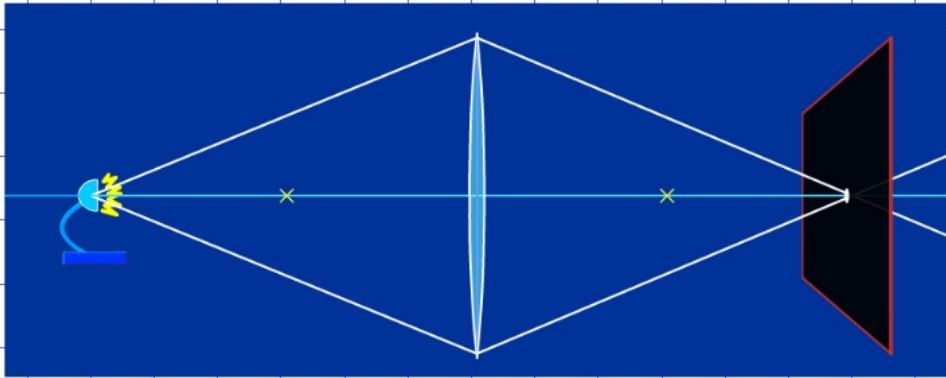


Christmas Tree
More Out of Focus



Christmas Tree
Completely Out of Focus

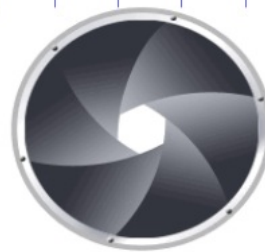
"Hoe ontstaat een bokeh-effect?"



Large Aperture
f/2



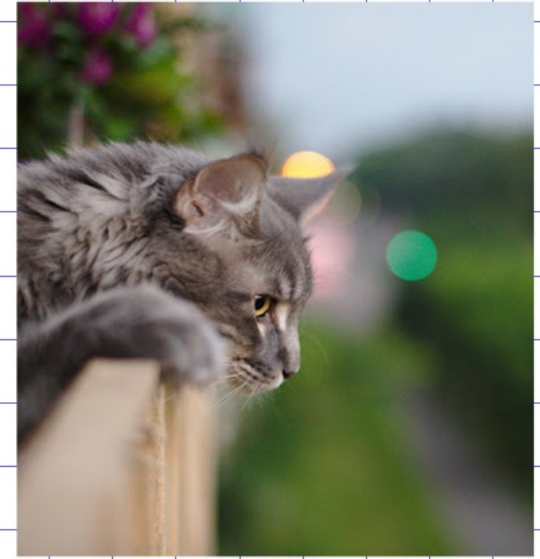
Medium Aperture
f/8



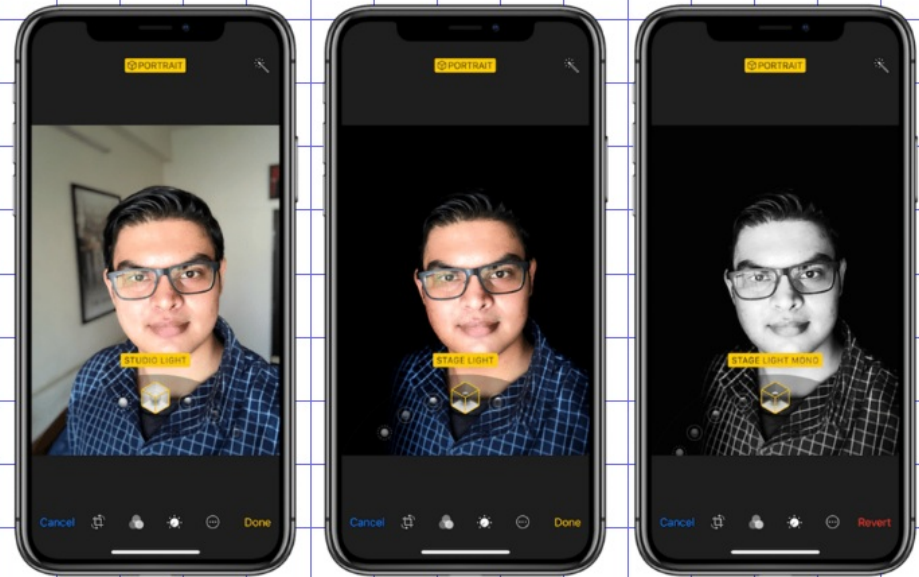
Small Aperture
f/22



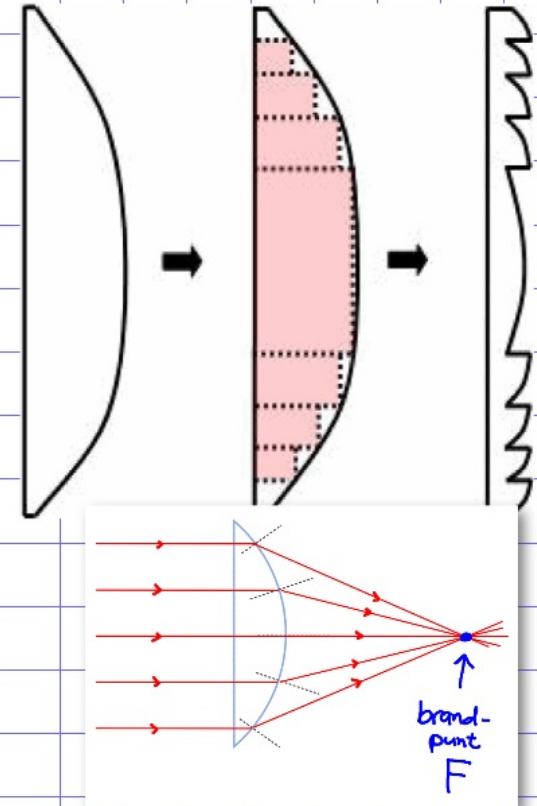
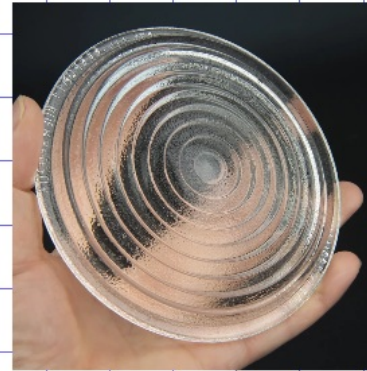
"Hoe ontstaat een bokeh-effect?"



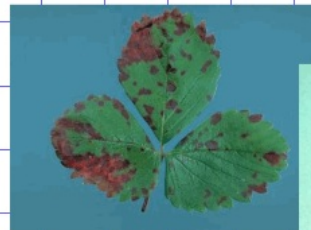
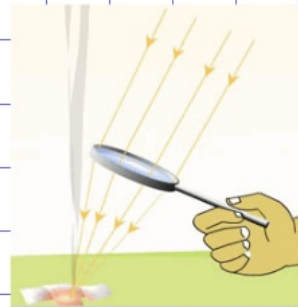
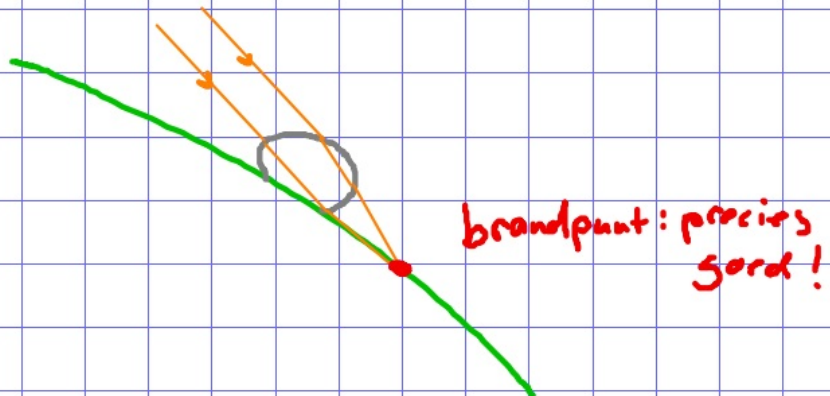
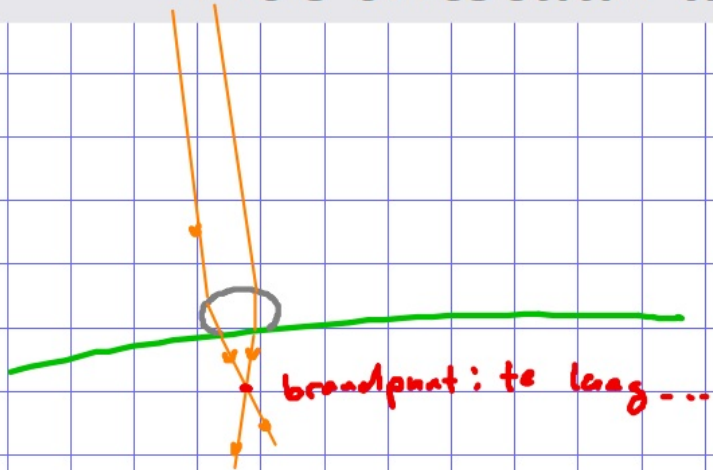
"Hoe creëren smartphonecamera's nep-bokeh?"



"Wat zijn Fresnel-lenzen?"



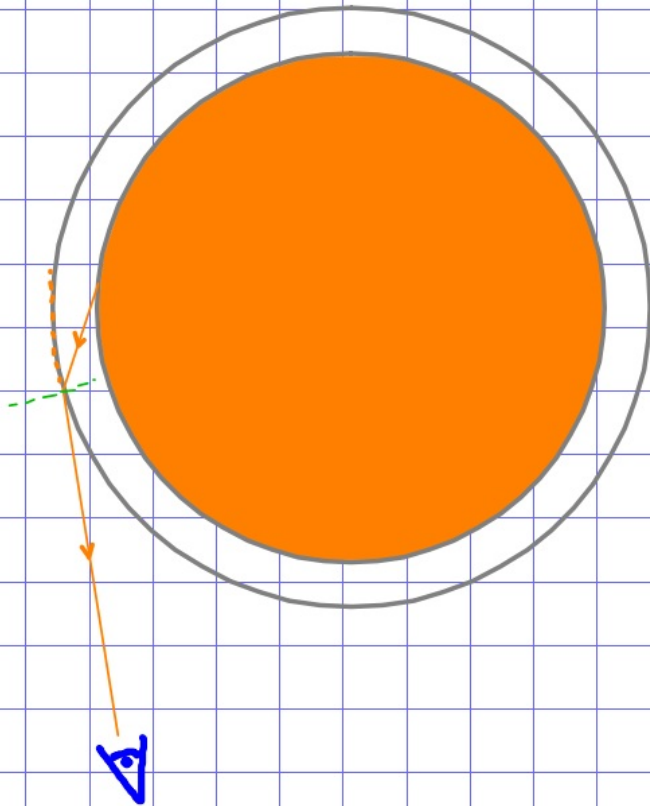
"Hoe ontstaan deze brandvlekjes op bladeren?"



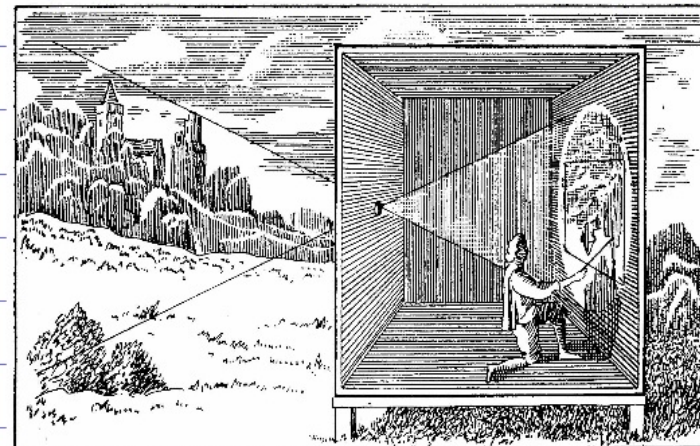
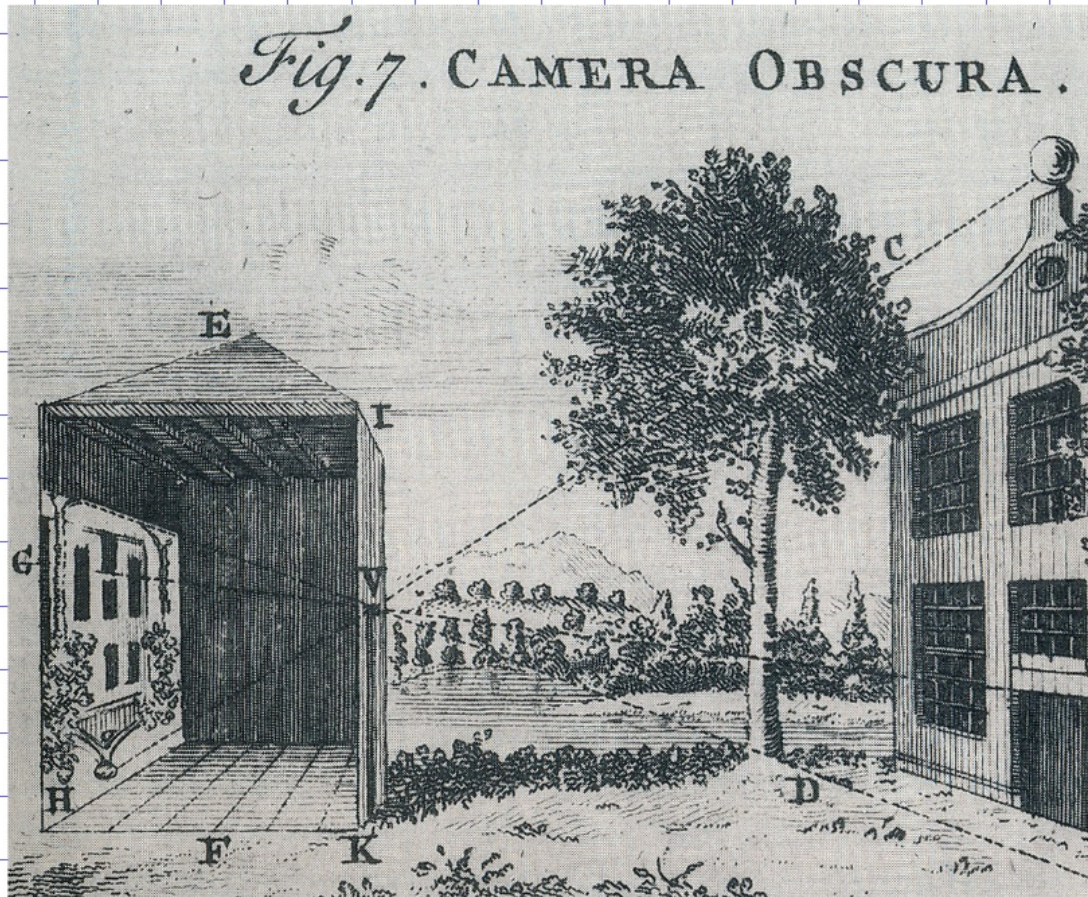
"Hoe ver kun je maximaal vergroten en verkleinen?"



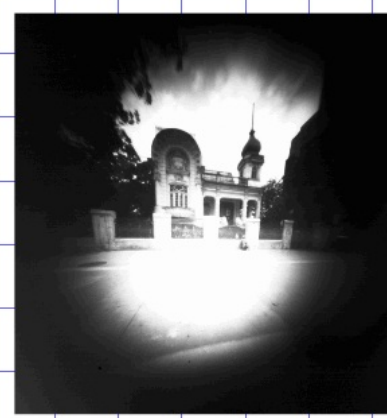
"Waardoor lijkt een dik glas voller dan het is?"



"Hoe werken gaatjescamera's?"



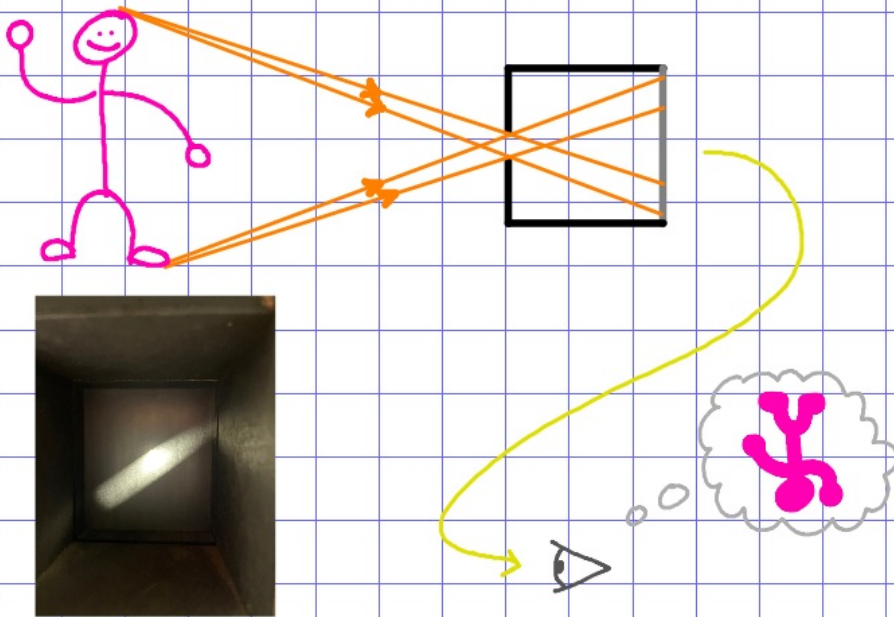
"Hoe werken gaatjescamera's?"



"Hoe werken gaatjescamera's?"

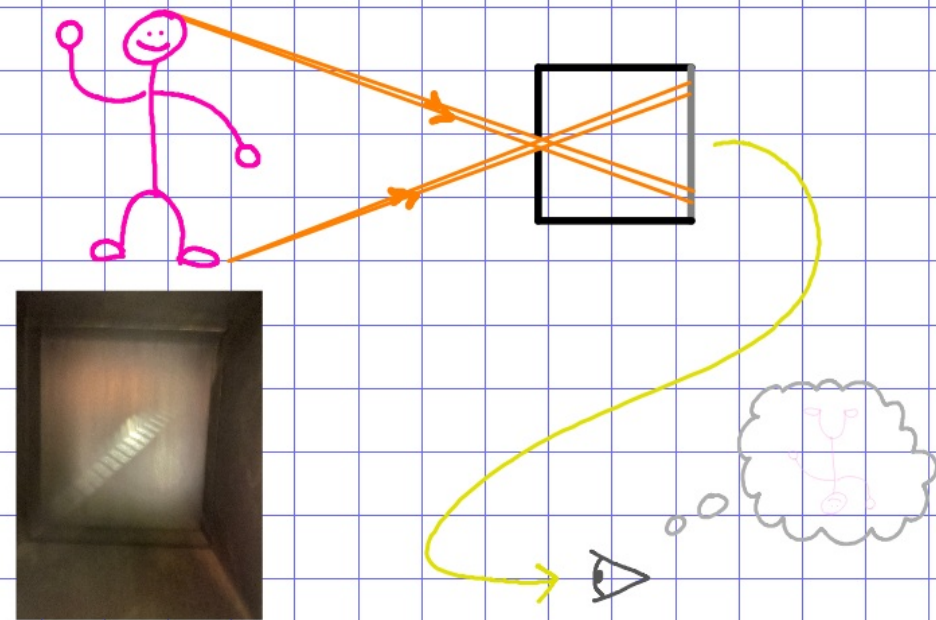
grote opening

- (+) komt **veel licht** binnen, dus fel beeld
- (-) **vaag** beeld

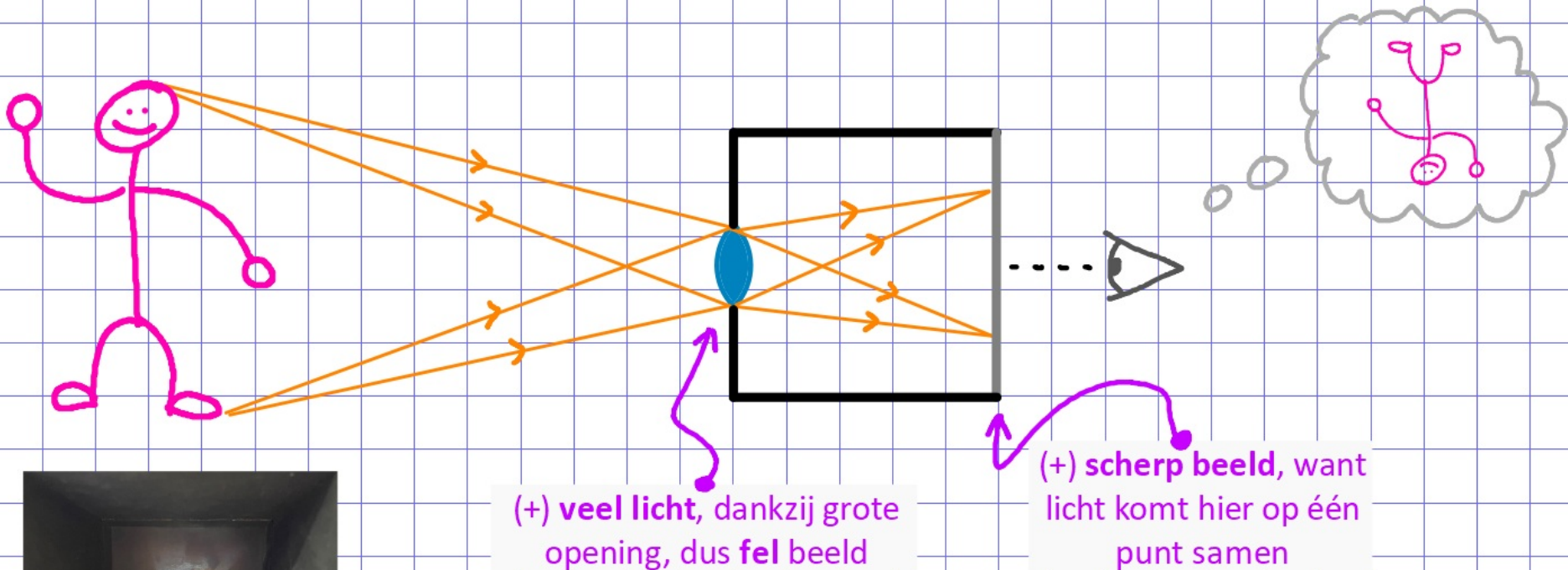


kleine opening

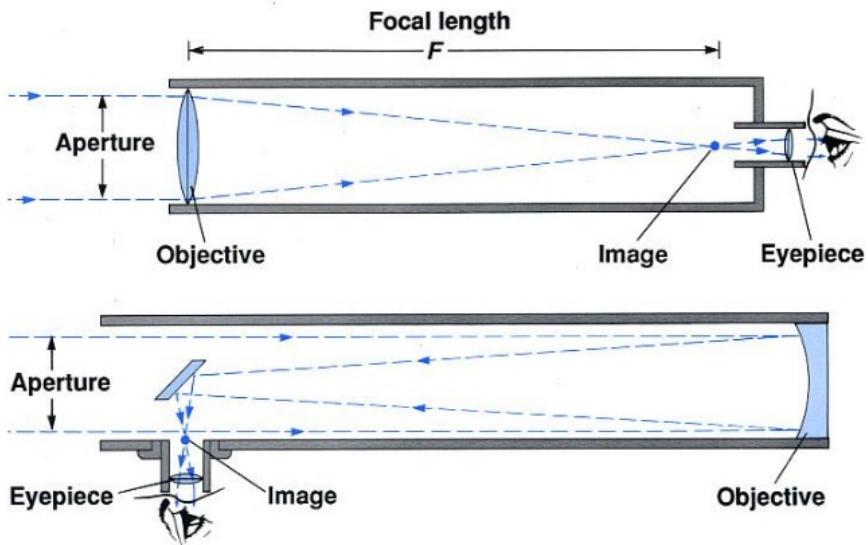
- (-) komt **weinig licht** binnen, dus donker beeld
- (+) **scherp** beeld



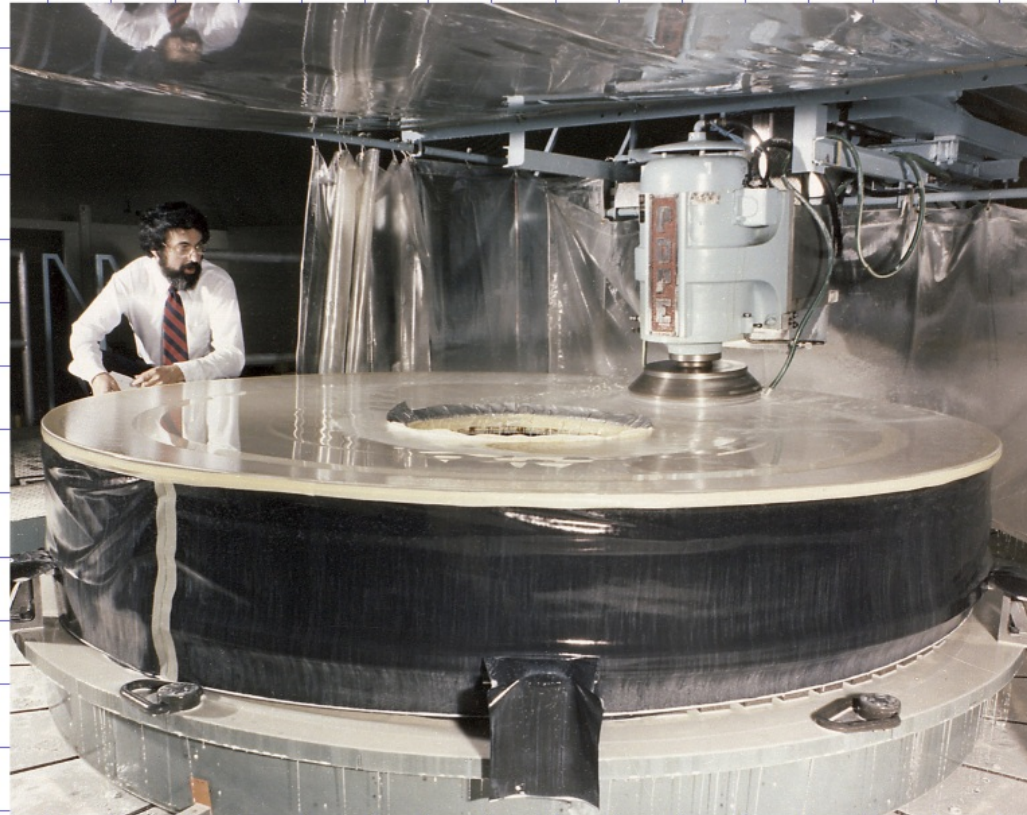
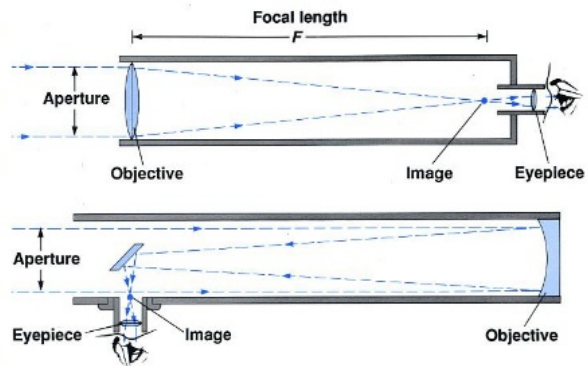
"Hoe maakt een lens de gaatjescamera beter?"



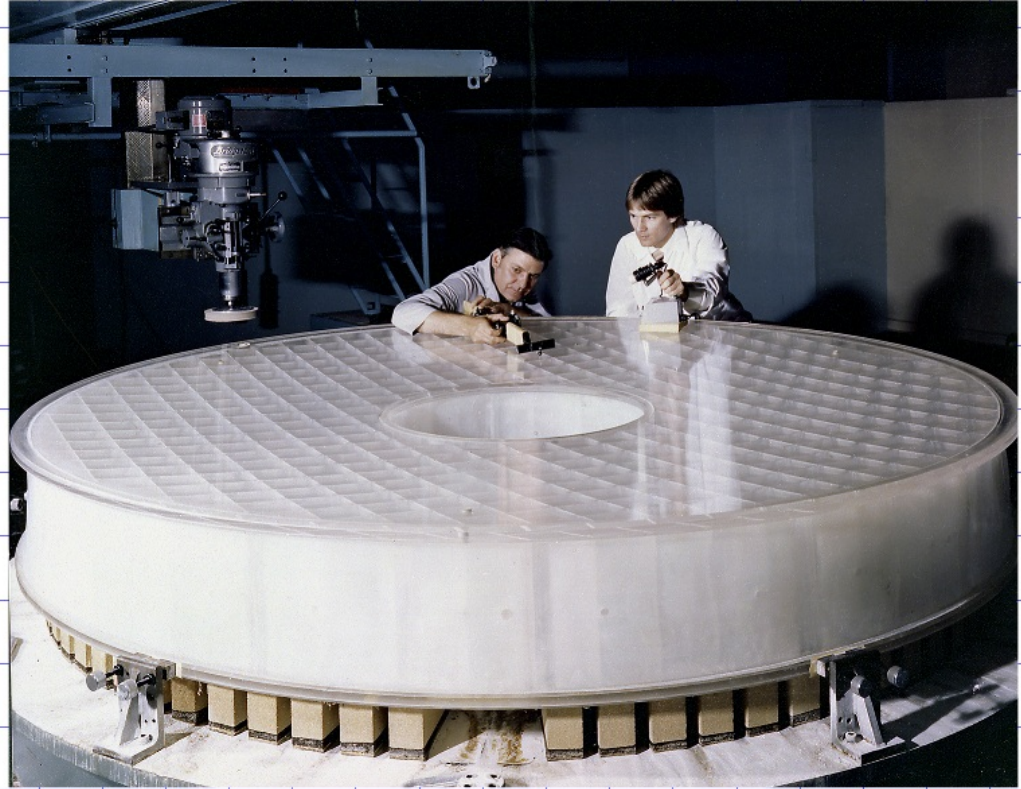
"Hoe werken telescopen?"



"Hoe werken telescopen?"



"Hoe werken telescopen?"



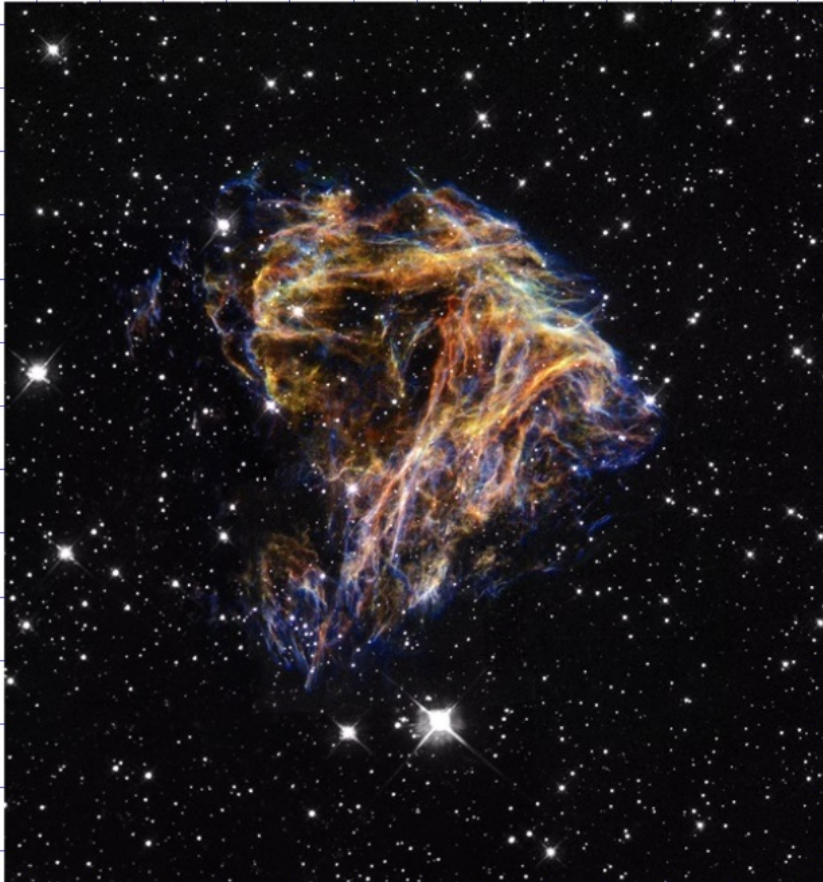
"Hoe werken telescopen?"



"Hoe werken telescopen?"



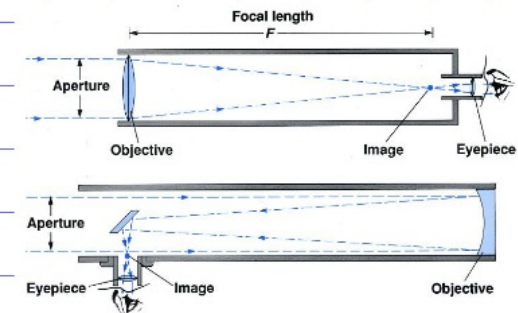
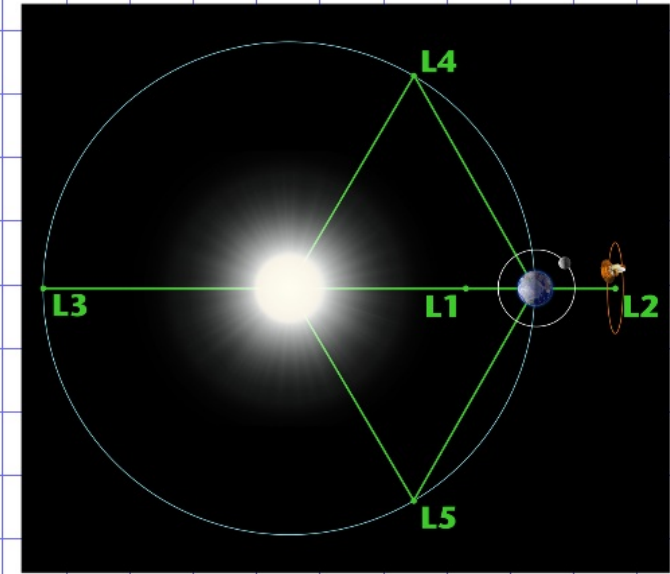
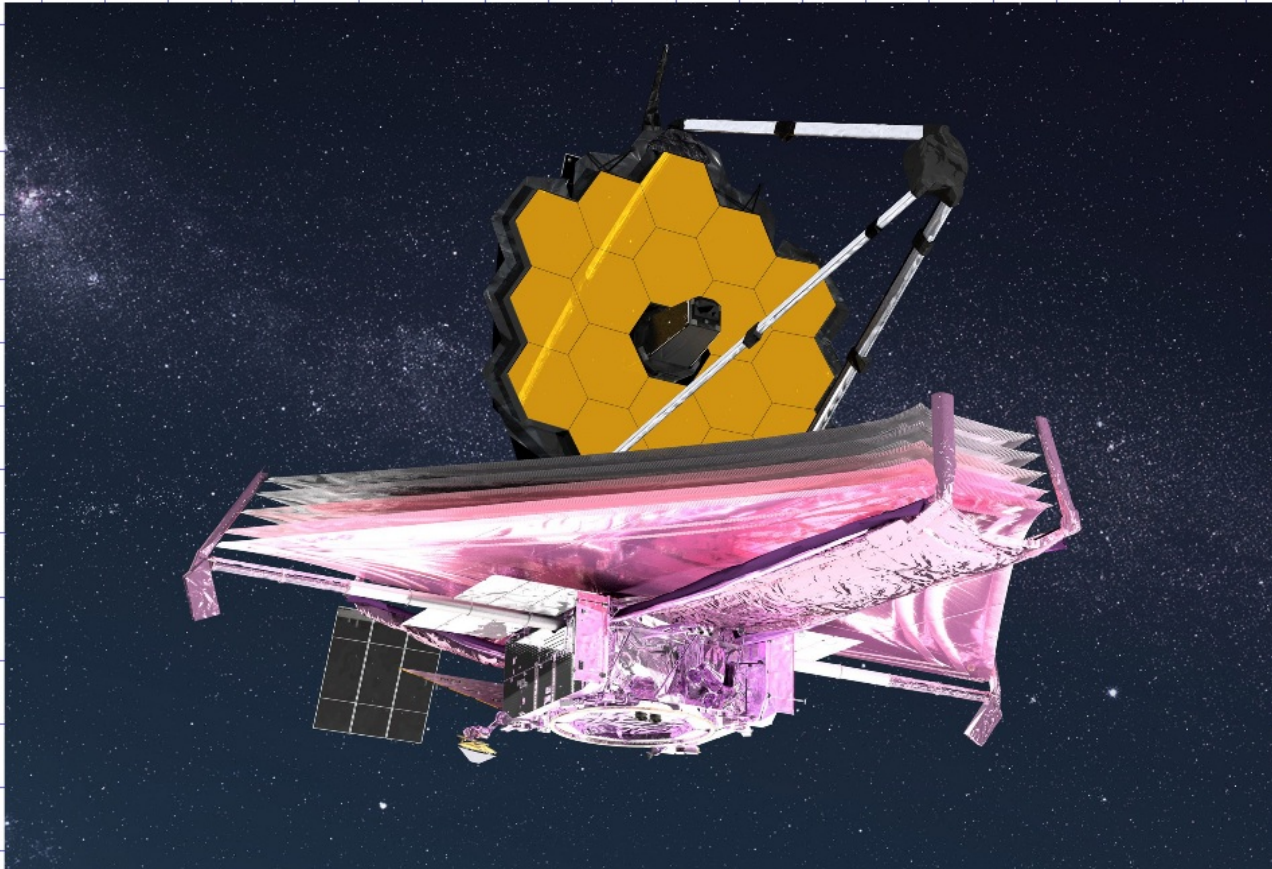
"Hoe werken telescopen?"



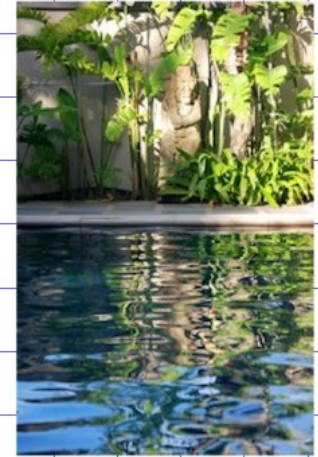
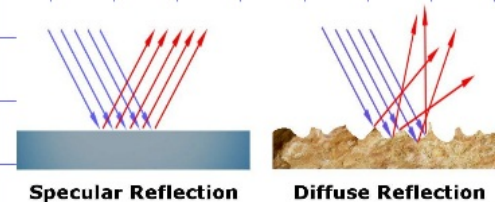
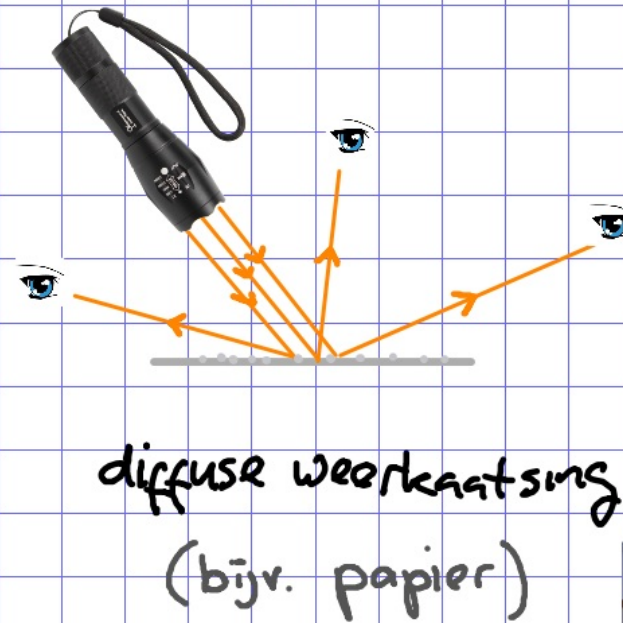
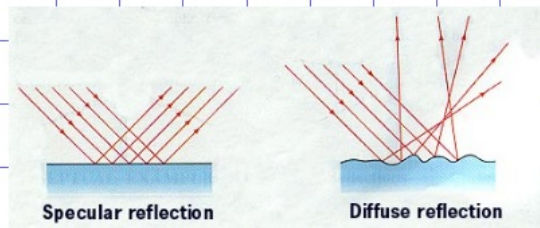
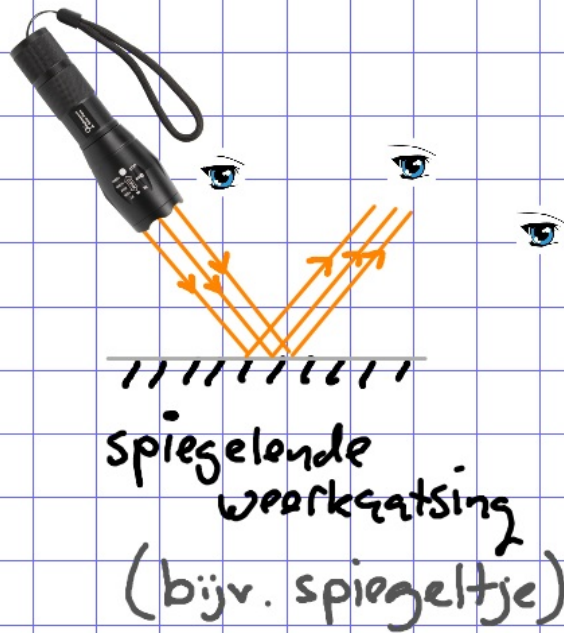
"Hoe werken telescopen?"



"Hoe werken telescopen?"



"Wat is het verschil tussen spiegelende en diffuse weerkaatsing?"



"Hoe ontstaan spiegelbeelden?"



Licht komt **vanaf**
de neus van deze
muis.

Het licht verandert hier
van richting maar onze
ogen en hersenen
"weten" dat niet...

... die **denken** dat het licht
hiervandaan komt!

Daarom **denken** we
hier de neus van een
muis te zien.



<http://www.youtube.com/watch?v=fWol5pCs5K8&feature=related>

<http://www.youtube.com/watch?v=zx5ro7kjesQ>

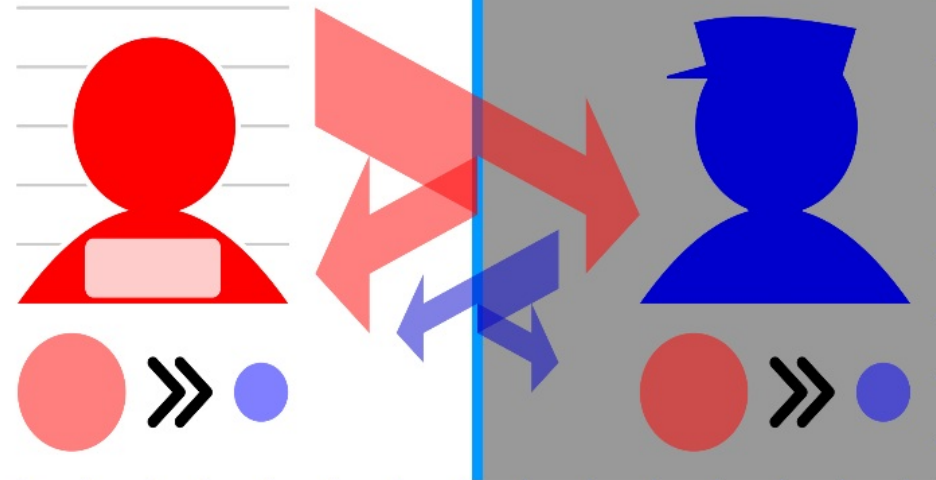
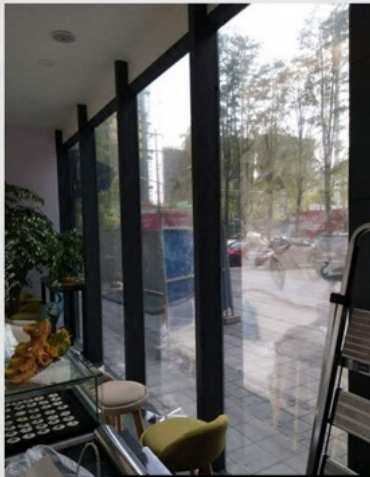
"Hoe ontstaat deze spiegeleffecten?"



"Hoe werken halfdoorlatende spiegels (one-way mirrors)?"

Outside

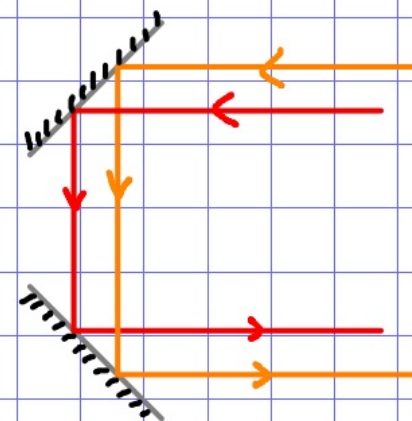
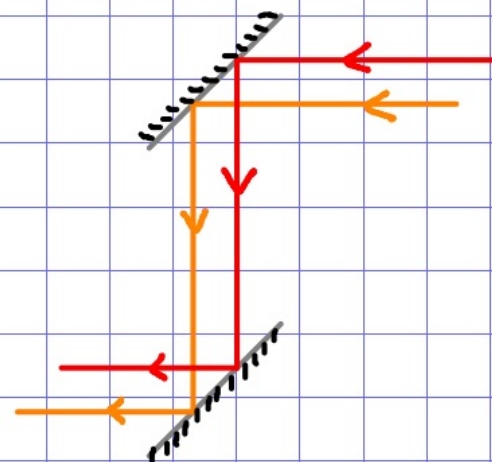
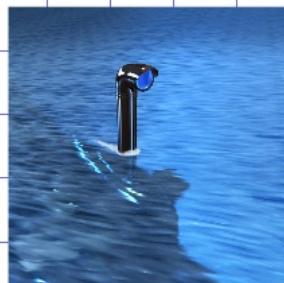
Inside



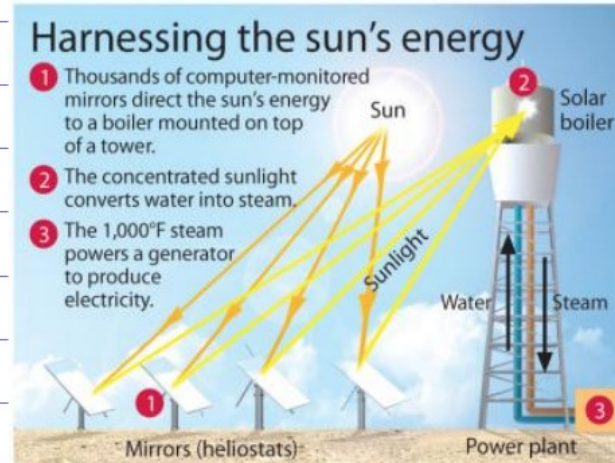
"Hoe vergroot een bolle spiegel je blikveld?"



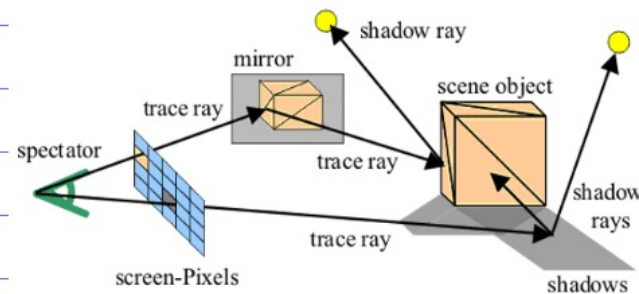
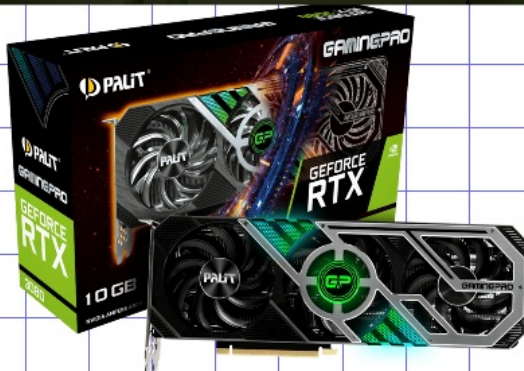
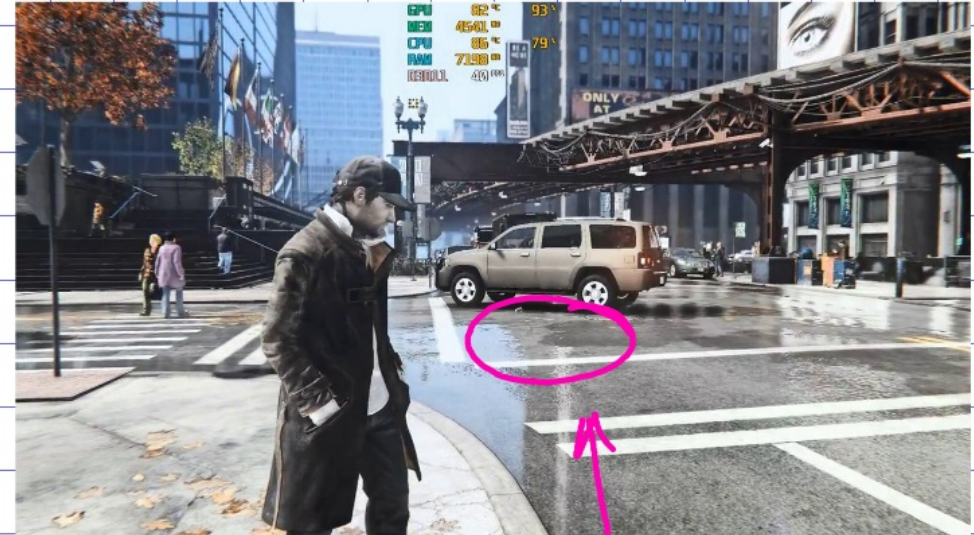
"Hoe werken periscopen?"



"Welke praktische toepassingen van de spiegelwet zijn er?"

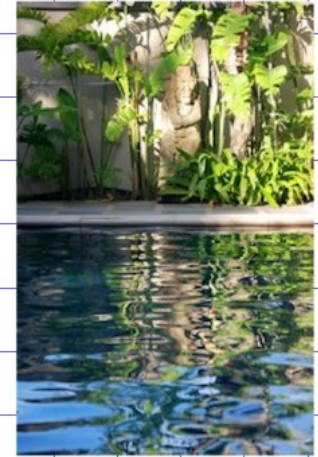
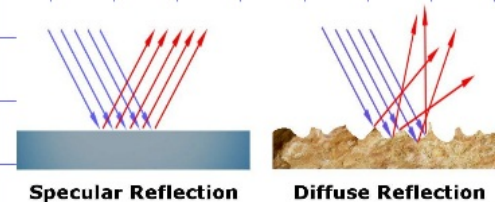
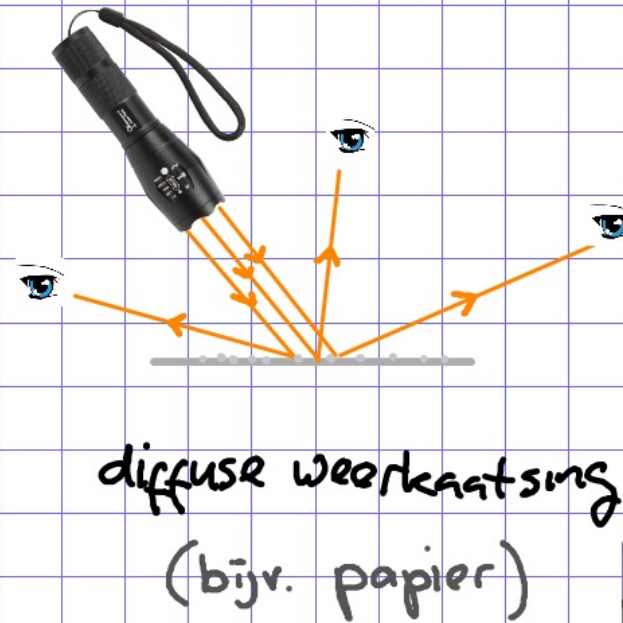
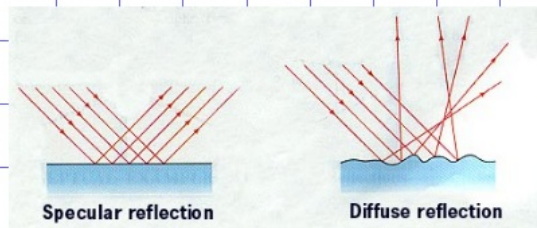
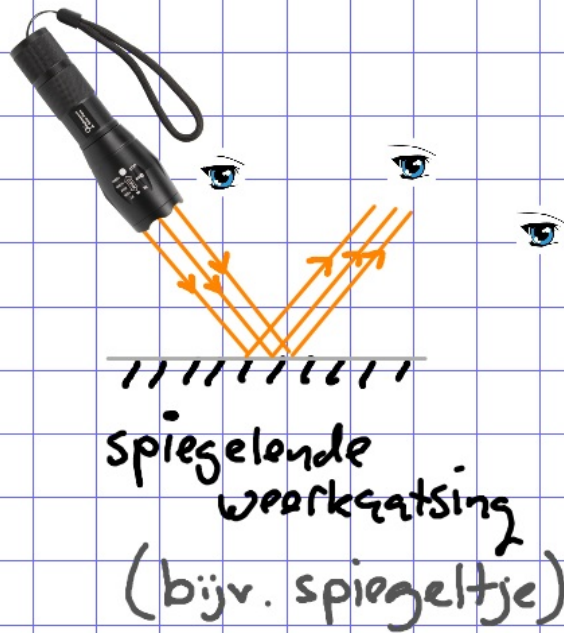


"Hoe gebruiken spelontwikkelaars kennis van spiegeling?"

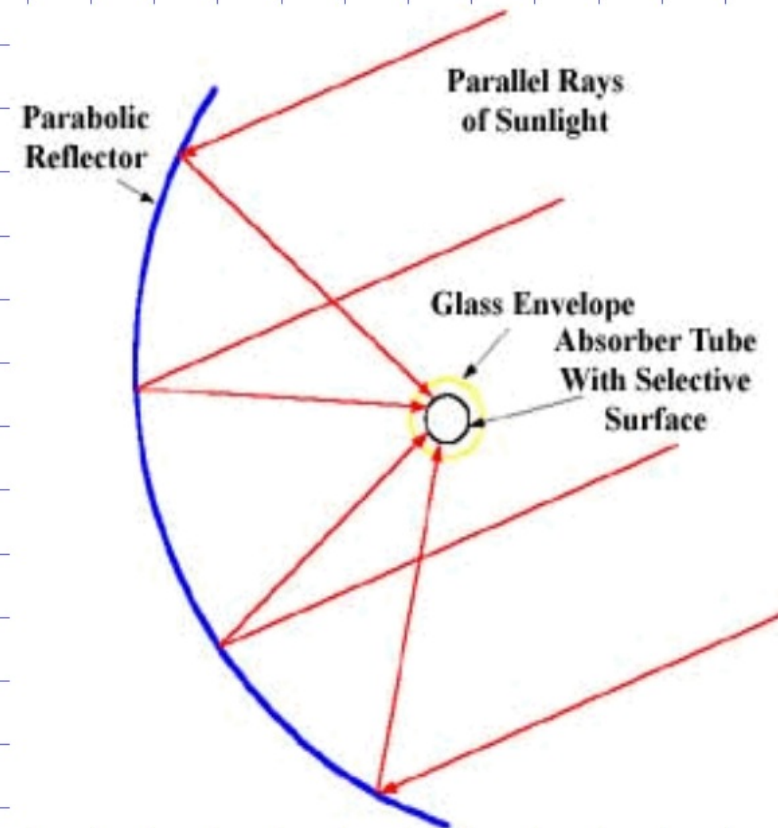


reflectie v.d.
auto?

"Wat is het verschil tussen *spiegelende* en *diffuse* weerkaatsing?"



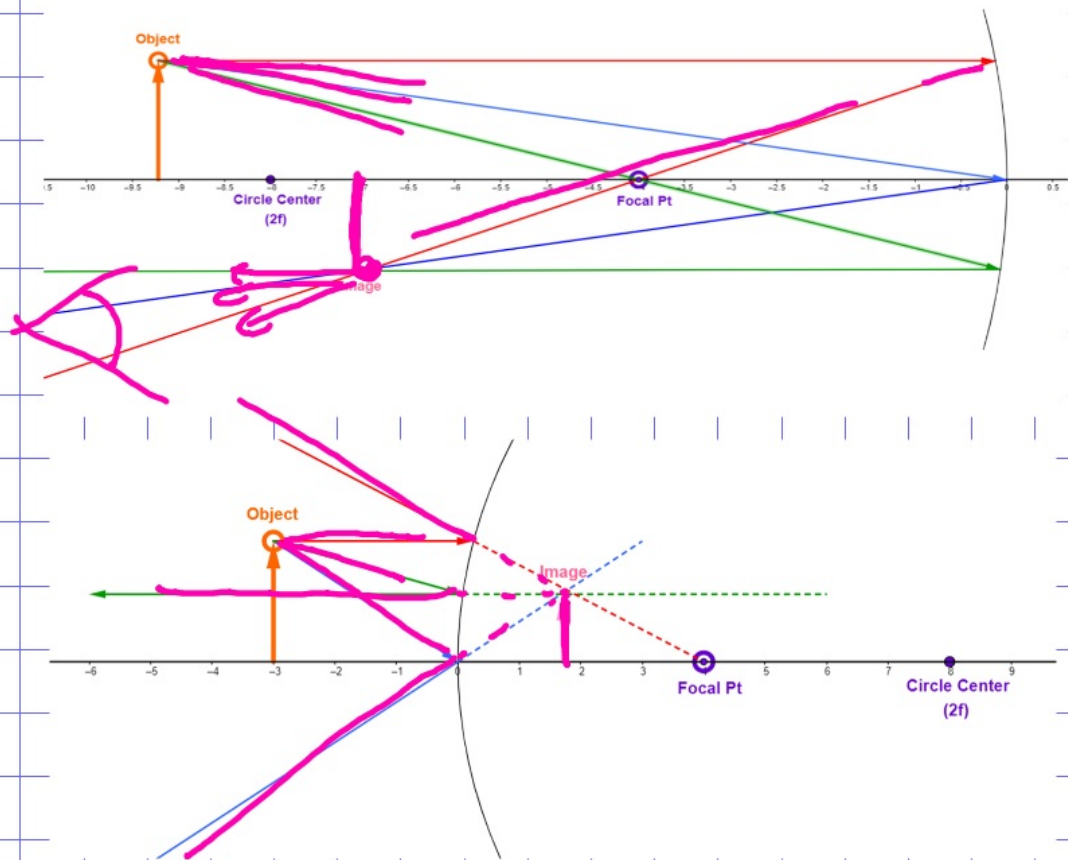
"Hoe kun je koken op zonlicht m.b.v. een holle spiegel?"



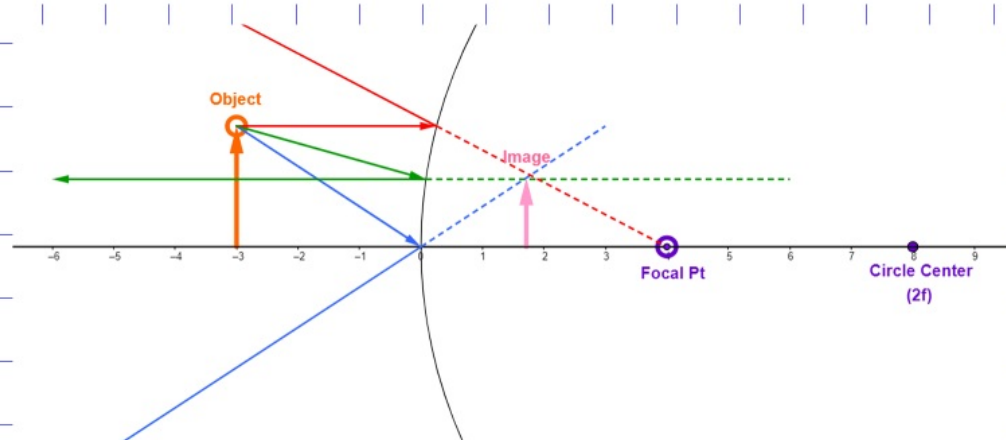
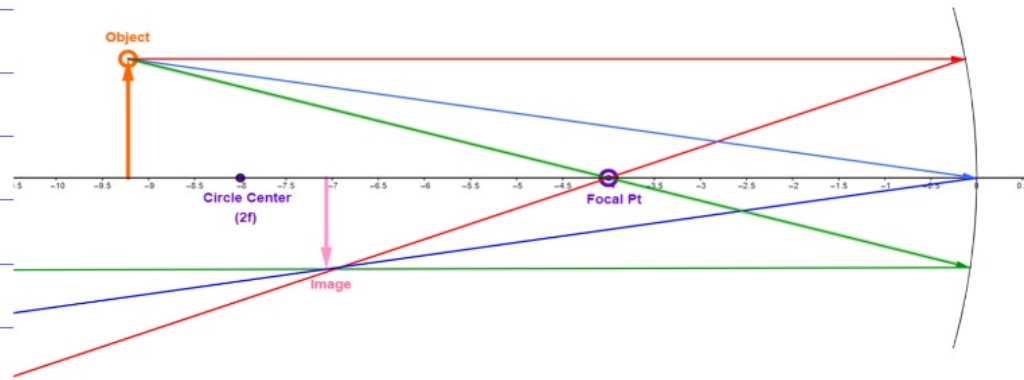
"Hoe vergroot een bolle spiegel je blikveld?"



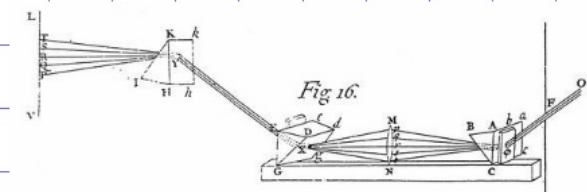
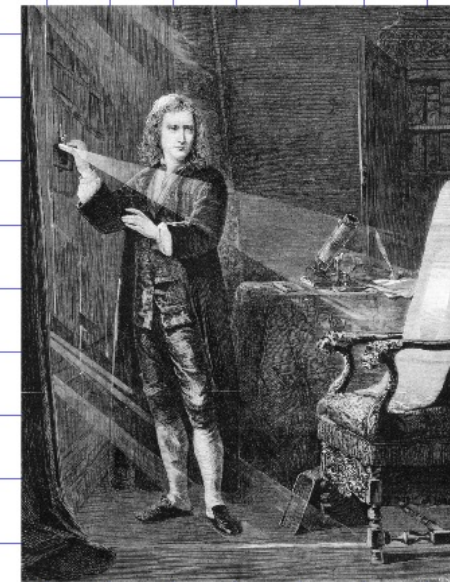
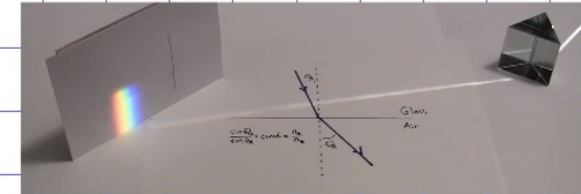
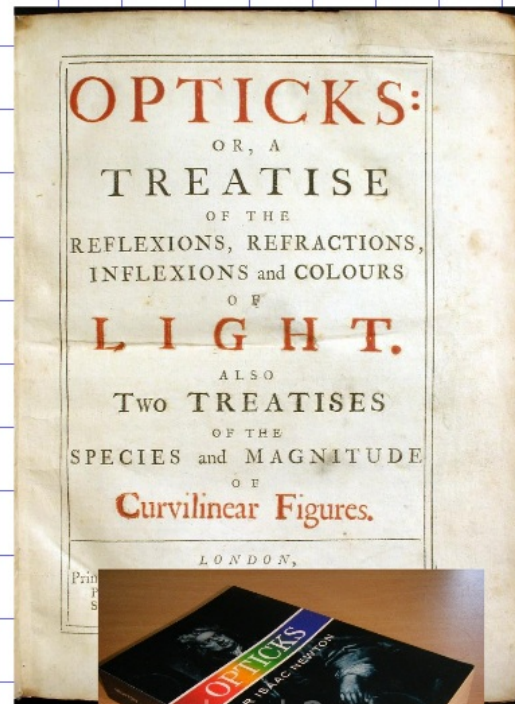
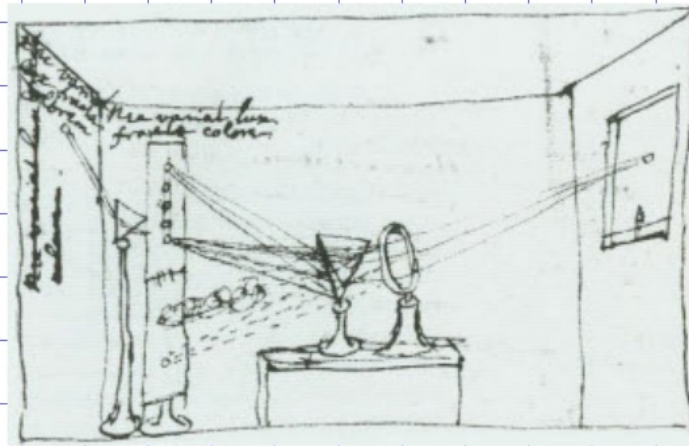
"Waardoor ontstaat een omgekeerd spiegelbeeld in een lepel?"



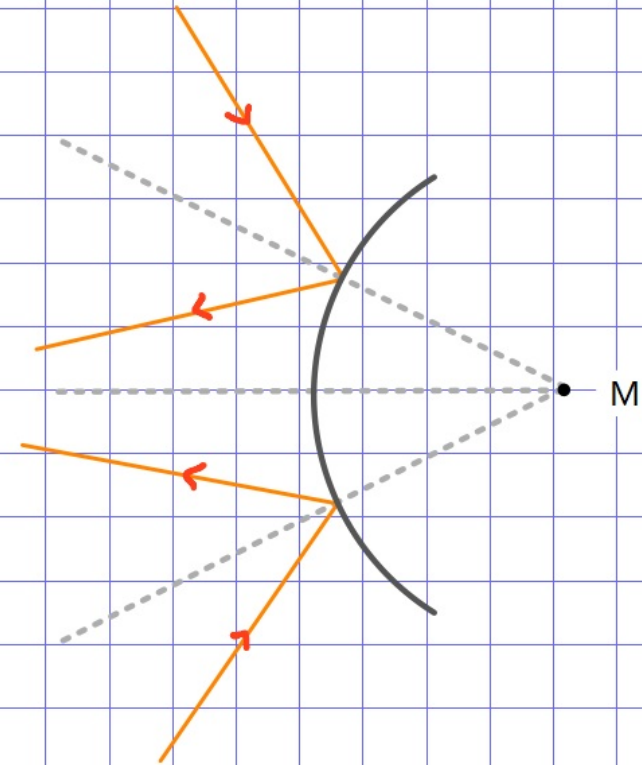
"Waardoor zijn spiegelbeelden in kromme spiegels vergroot of verkleind?"



"Hoe werd licht vroeger bestudeerd?"



"Hoe vergroot een bolle spiegel je blikveld?"



Hoofdstuk 6: Licht

- *BONUSVRAGEN* -

Hier staan de bonusvragen bij dit hoofdstuk. Deze vragen zijn bedoeld om je te laten nadenken over wat je geleerd hebt. Soms moet je kennis reproduceren of een geoefende techniek laten zien. Ook zitten hier inzichtvragen tussen waarvoor je geleerde kennis op een nieuwe en creatieve manier moet toepassen. Deze vragen zijn zeer nuttig om voor een proefwerk nog een keer langs te lopen!

"Wat gebeurt er met het primaire licht in deze situatie?"

- BONUSVRAAG! -

1

a. Hier op het glas?

b. Op de donkere delen
van het montuur?

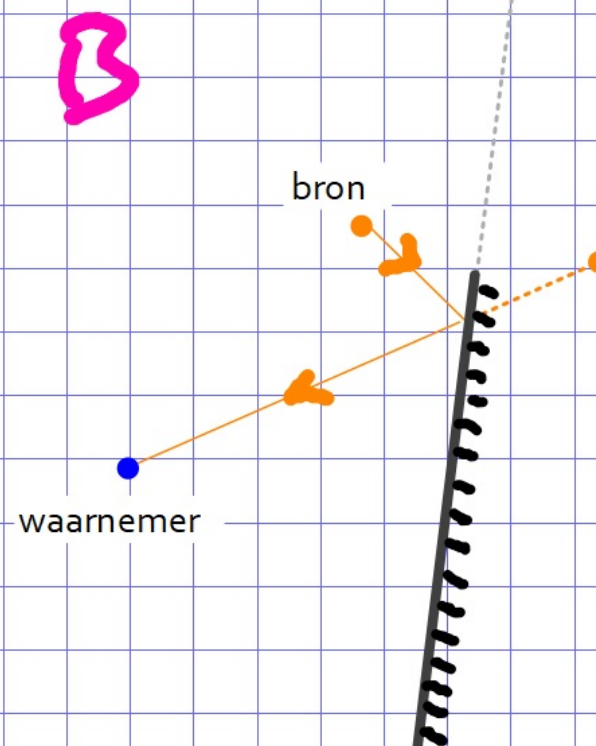
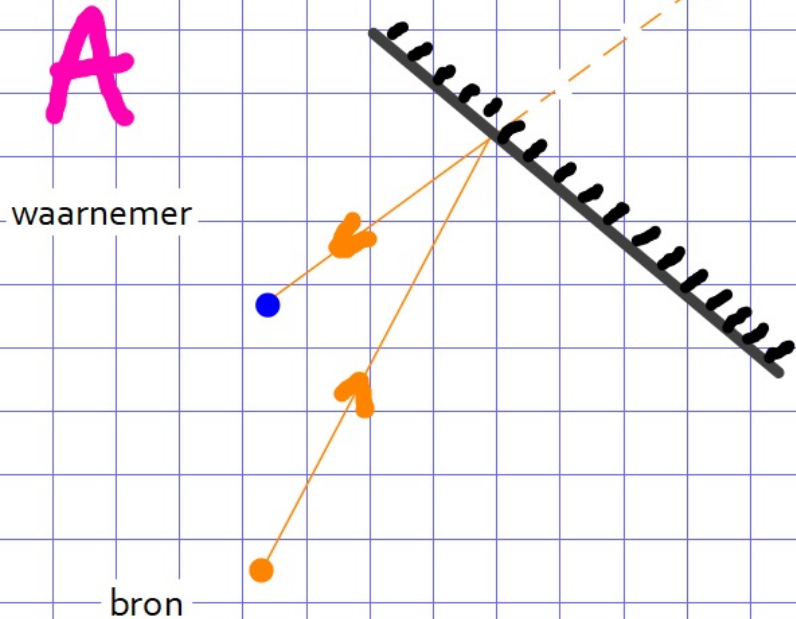
c. Op de lichte delen van
de spijkerbroek?



"Welke van deze spiegelingen is goed getekend?"

- BONUSVRAAG! -

2

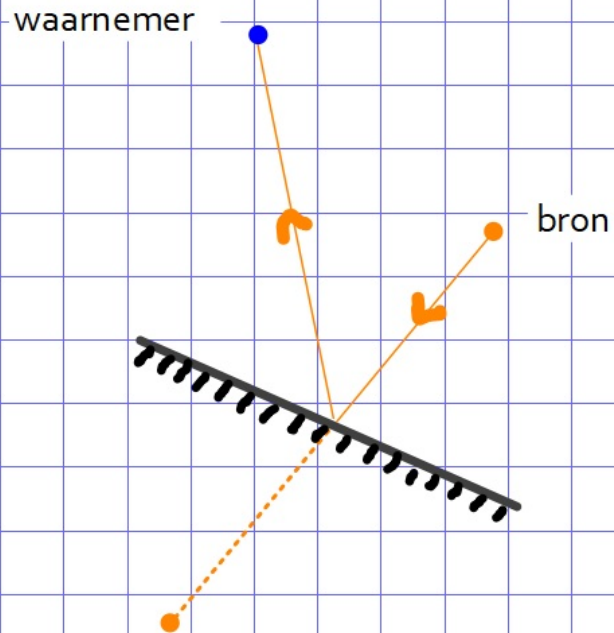


"Welke van deze spiegelingen is goed getekend?"

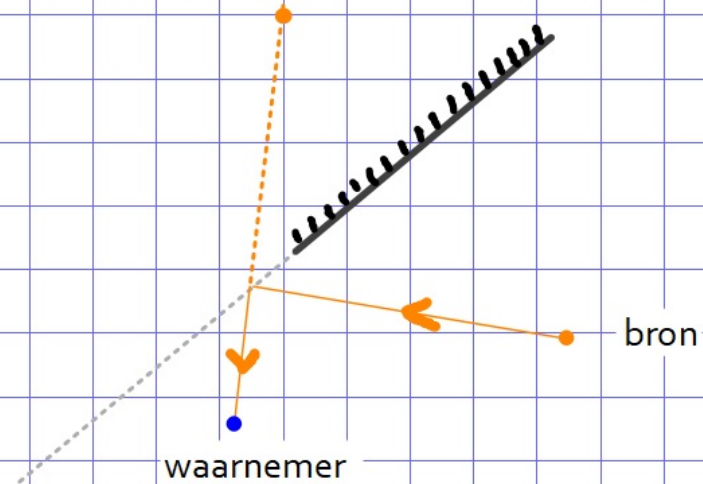
- BONUSVRAAG! -

3

C



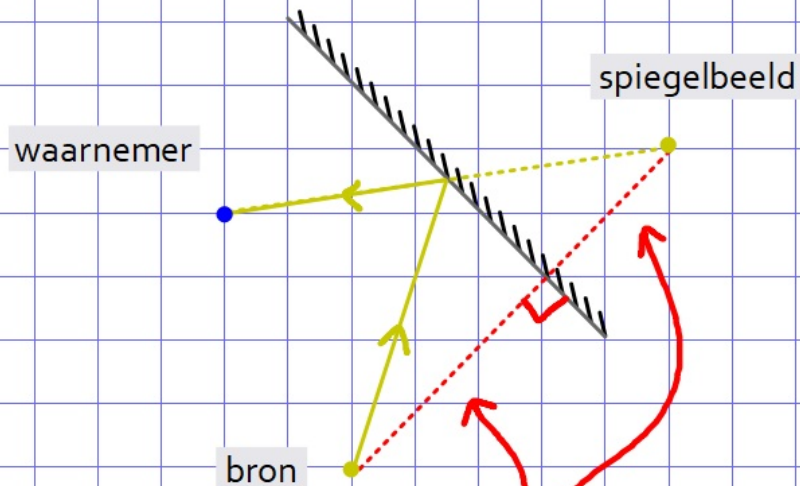
D



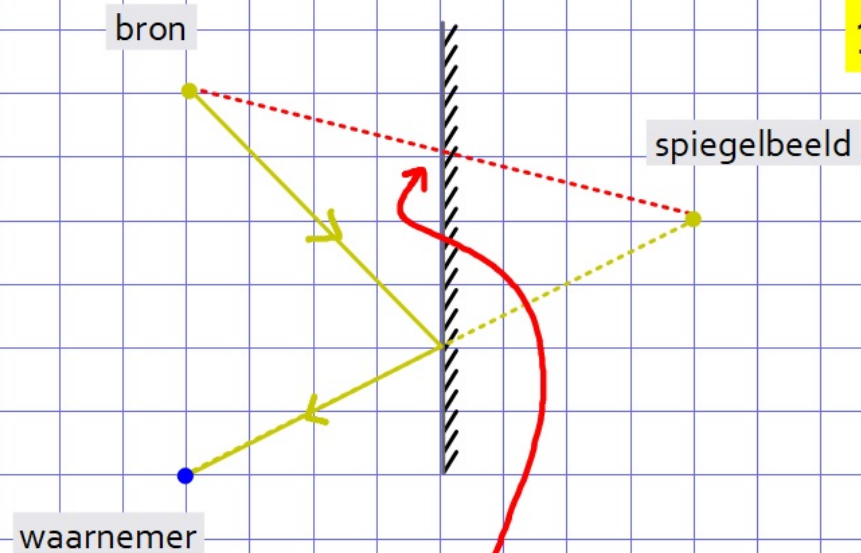
"Wat is er fout aan deze spiegelingen-constructies?"

- BONUSVRAAG! -

10



De afstand van de bron tot de spiegel en van het spiegelbeeld tot de spiegel is niet hetzelfde.



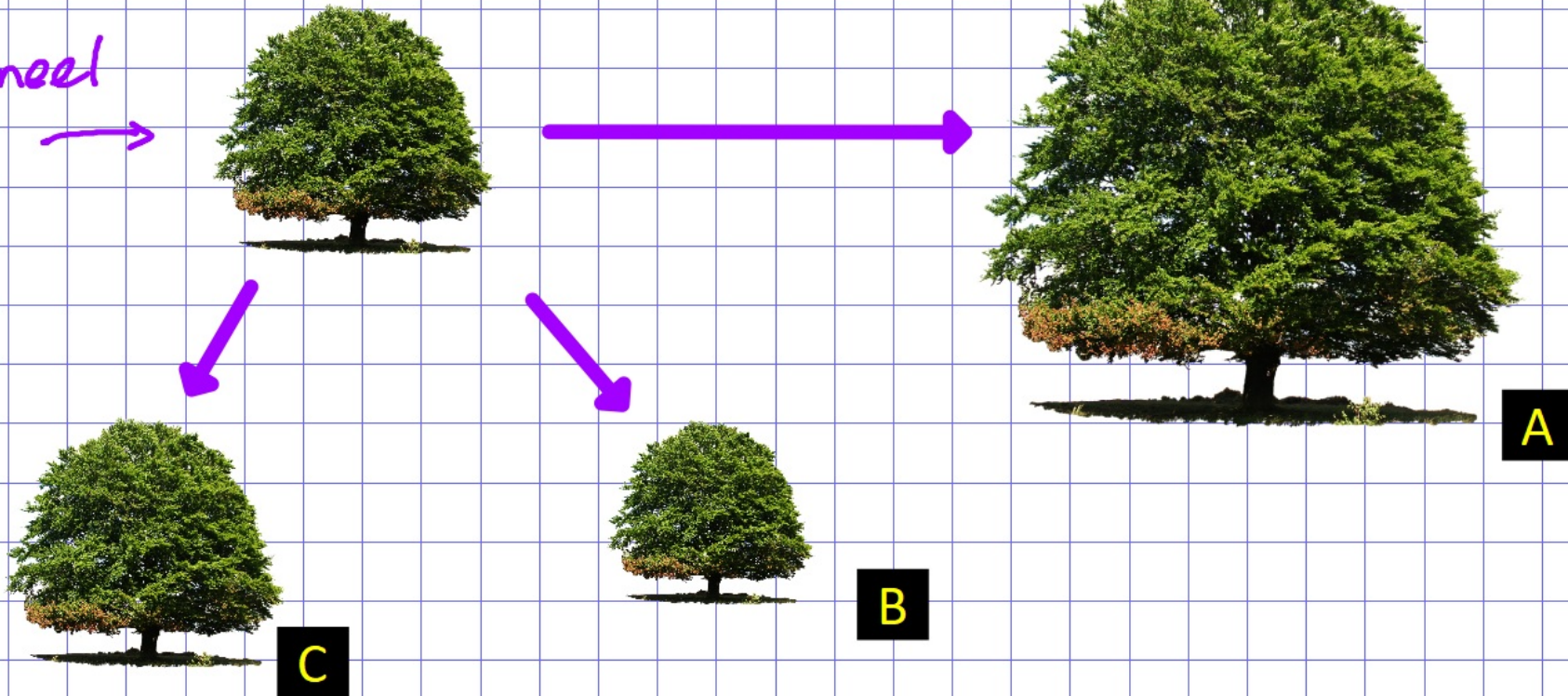
Het spiegelbeeld is niet loodrecht achter de spiegel getekend.

"Wat is de vergrotingsfactor in elk van deze situaties?"

- BONUSVRAAG! -

4

origineel



"Wat is de vergrotingsfactor in elk van deze situaties?"

- BONUSVRAAG! -

5

origineel

A $N = \frac{3}{5} = 0,6$

B $N = \frac{4}{5} = 0,8$

C $N = \frac{8}{5} = 1,6$

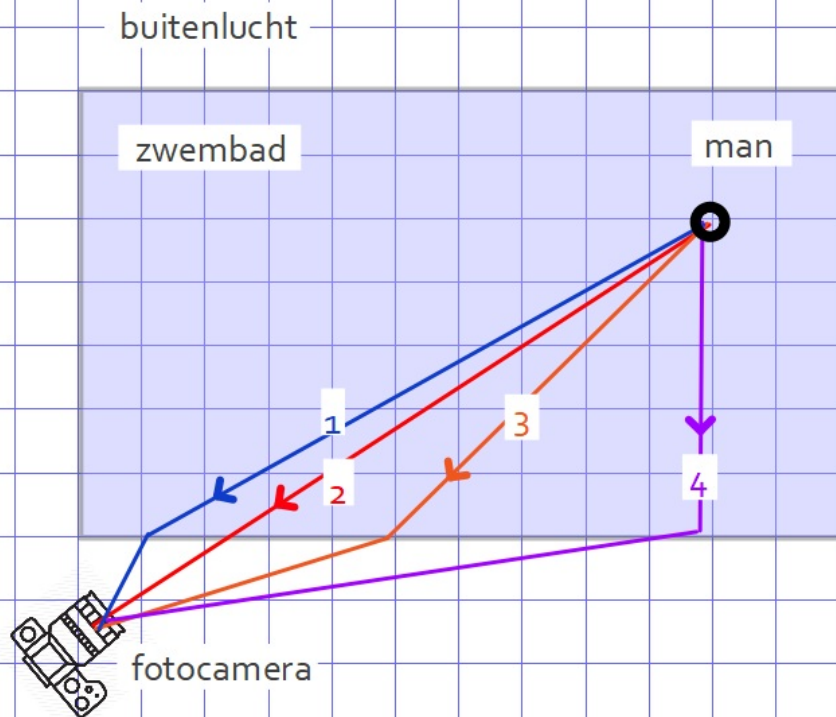
D $N = \frac{6}{5} = 1,2$

$N = \frac{h_b}{h_v}$

Welke lichtstraal van de romp van de man naar de fotocamera is goed getekend?

- BONUSVRAAG! -

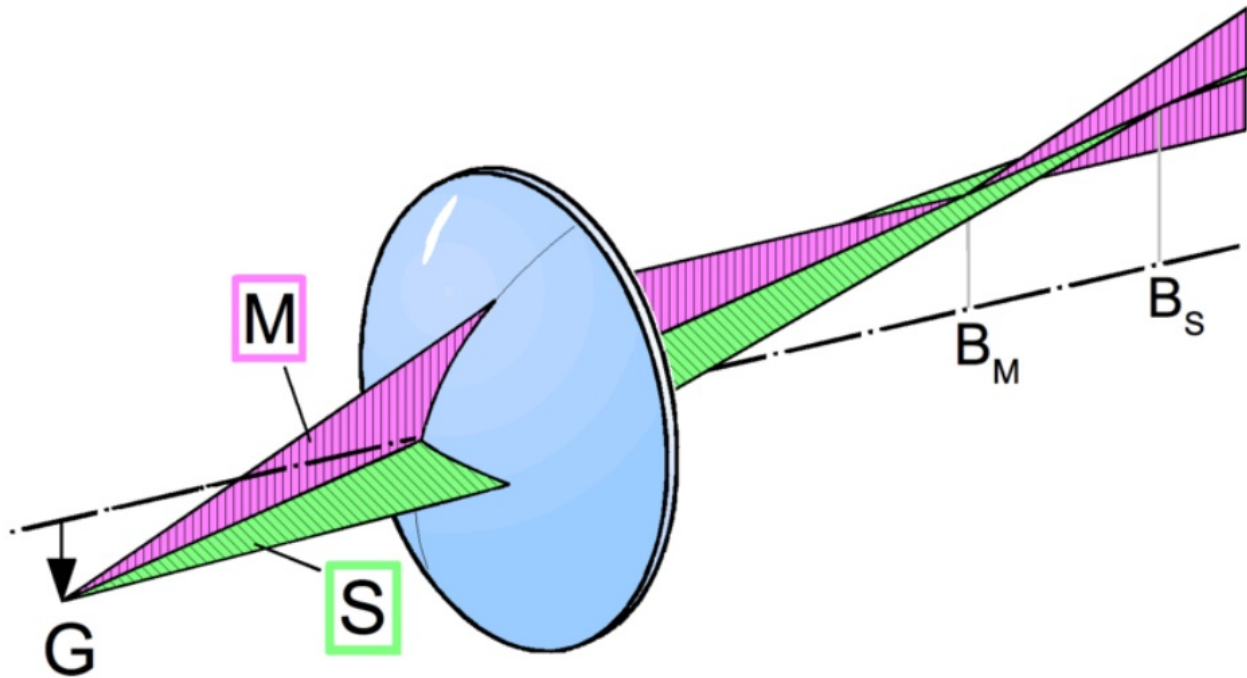
6



"In welke richting (horizontaal of verticaal) is deze lens het sterkst?"

- BONUSVRAAG! -

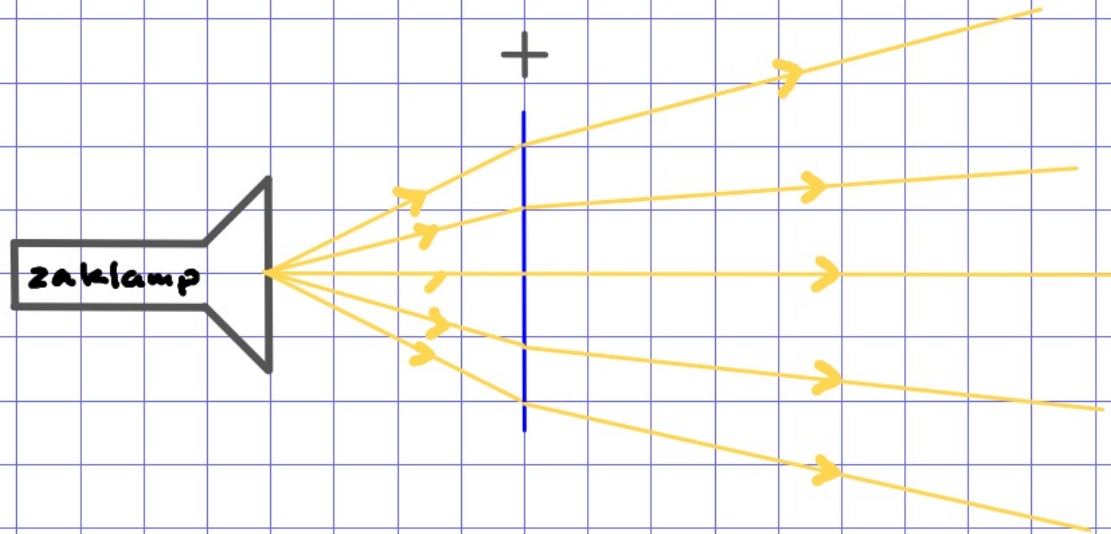
8



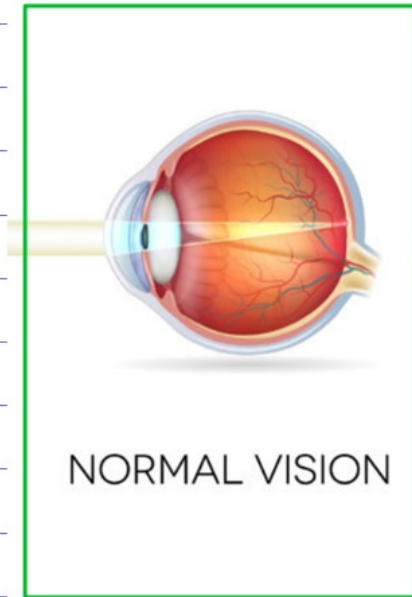
"Je wilt een parallelle bundel maken. Moet je de zaklamp naar rechts of naar links verschuiven?"

- BONUSVRAAG! -

10

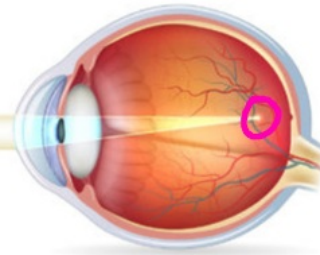


"Welke soort hulplens hebben onderstaande personen nodig, bol of hol?"



scherp zien: licht uit een punt in het echt valt samen in één punt op het netvlies

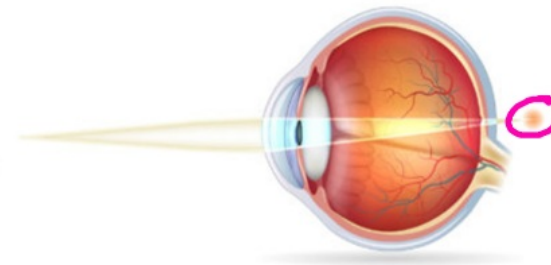
persoon probeert ver weg iets te lezen: ooglenzen maximaal ontspannen



MYOPIA

holle

persoon probeert dicht bij iets te lezen: ooglenzen maximaal aangespannen



HYPEROPIA

bolle

- BONUSVRAAG! -

8

"Welke soort hulplens hebben onderstaande personen nodig, bol of hol?"

BONUSVRAAG! -

8

Hoofdstuk 6: Licht



normaal oog: persoon kan dichtbij en ver scherp zien (alleen niet tegelijkertijd)



persoon probeert ver weg iets te zien: ooglens maximaal ontspannen



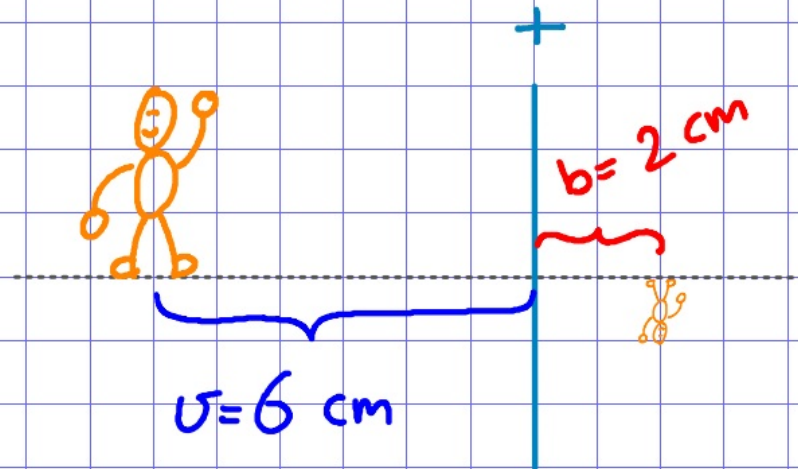
persoon probeert dicht bij iets te zien: ooglens maximaal aangespannen

"Wat is de brandpuntsafstand van deze lens?"

- BONUSVRAAG! -

8

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



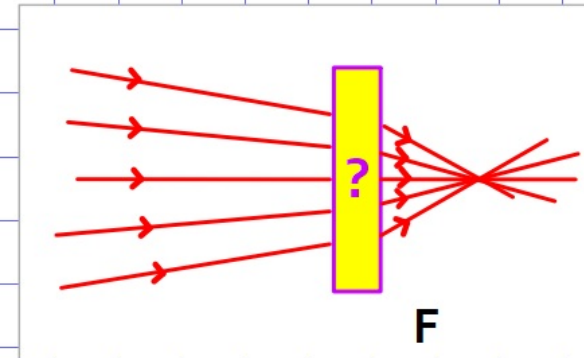
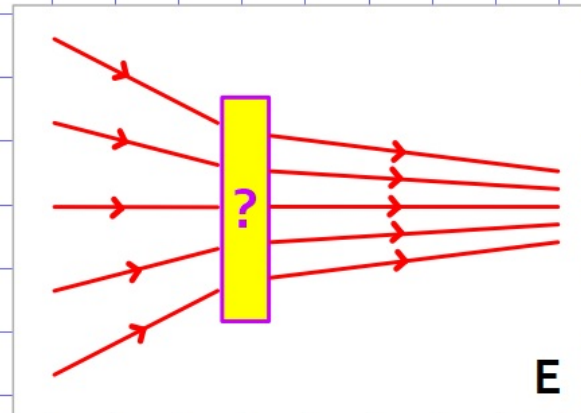
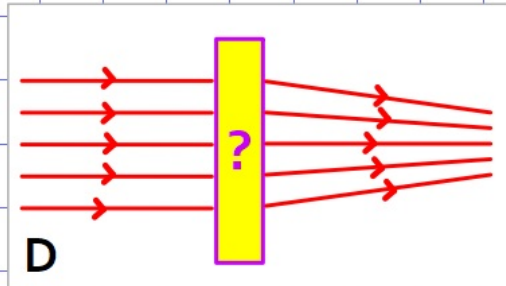
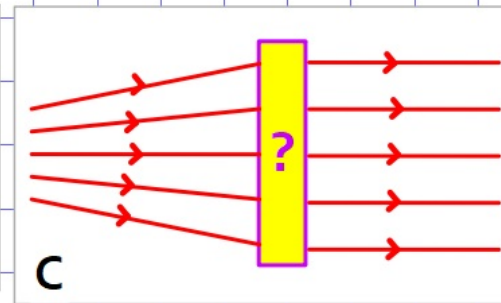
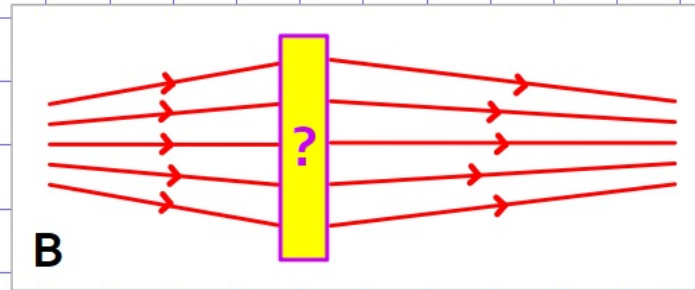
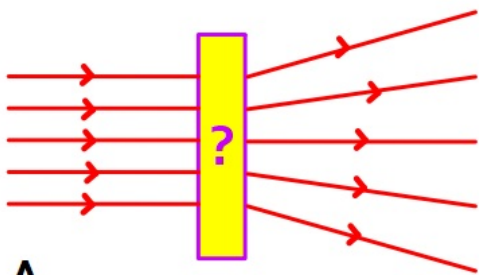
$$\frac{1}{f} = \frac{1}{u} + \frac{1}{b} = \frac{1}{6} + \frac{1}{2} = 0,67$$

x^{-1} $\rightarrow f = 1,5 \text{ cm}$

"Welke lenzen zijn hol en welke zijn bol?"

- BONUSVRAAG! -

9

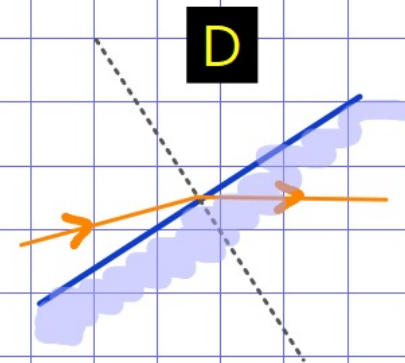
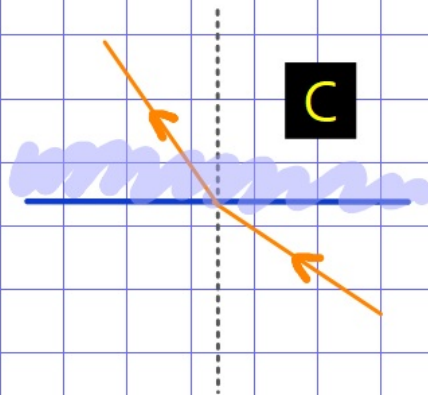
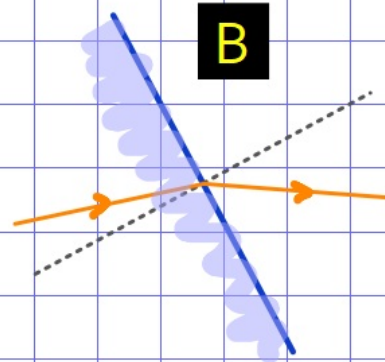
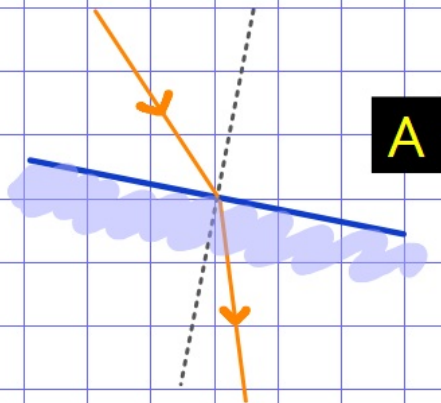


"In welke situatie gaat het licht van glas naar lucht?"

- BONUSVRAAG! -

13

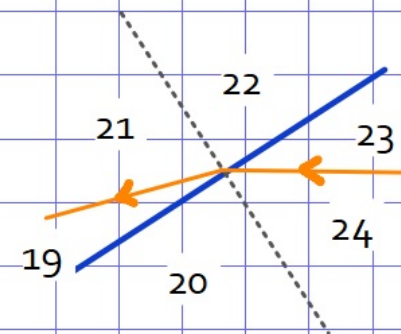
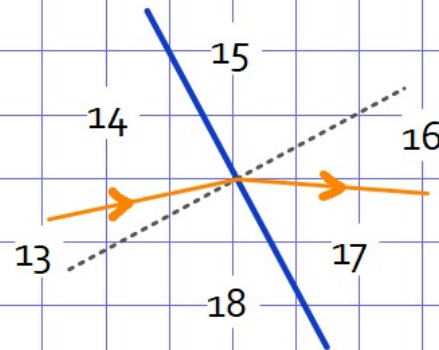
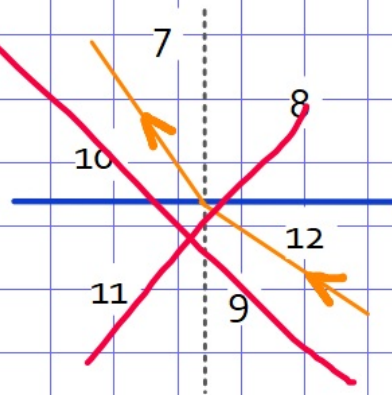
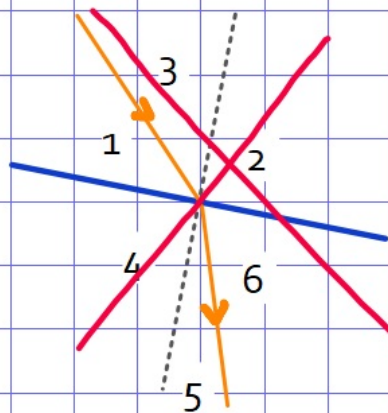
stop uit



"Welke aangegeven hoeken zijn hoeken van inval en welke zijn hoeken van breking?"

- BONUSVRAAG! -

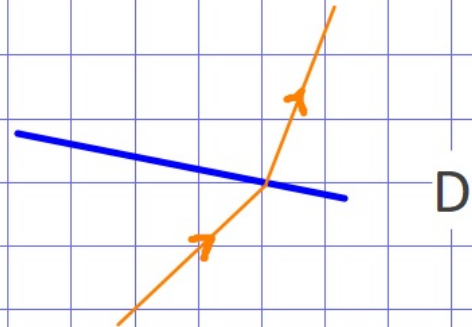
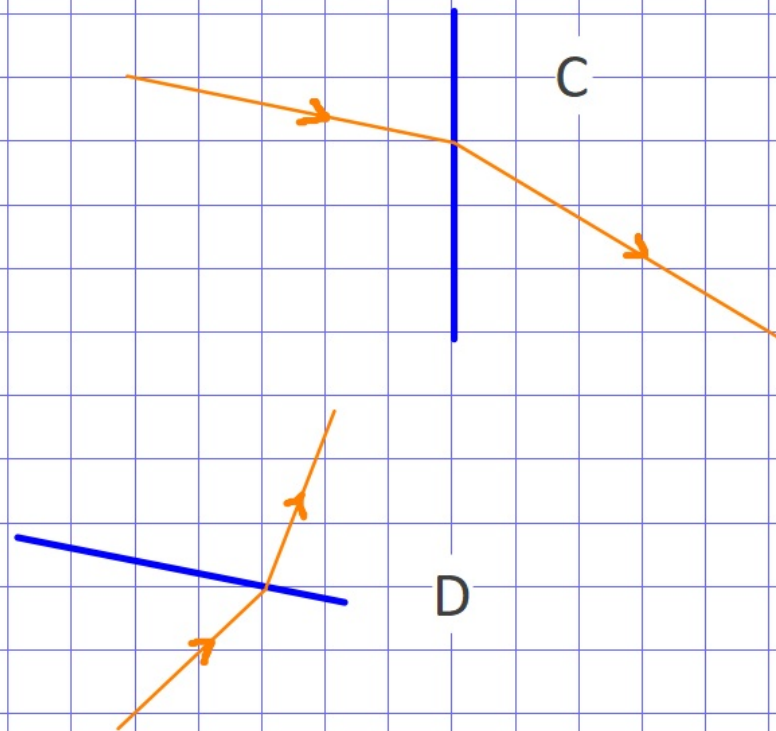
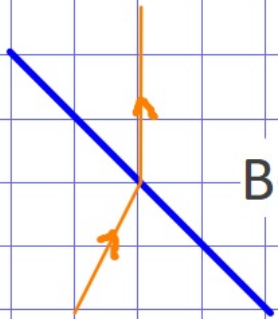
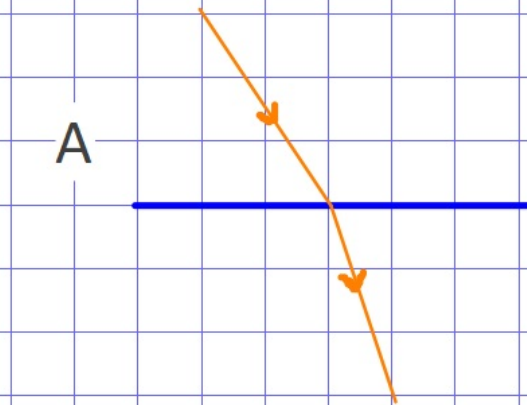
12



"In welke situatie gaat het licht van glas naar lucht?"

- BONUSVRAAG! -

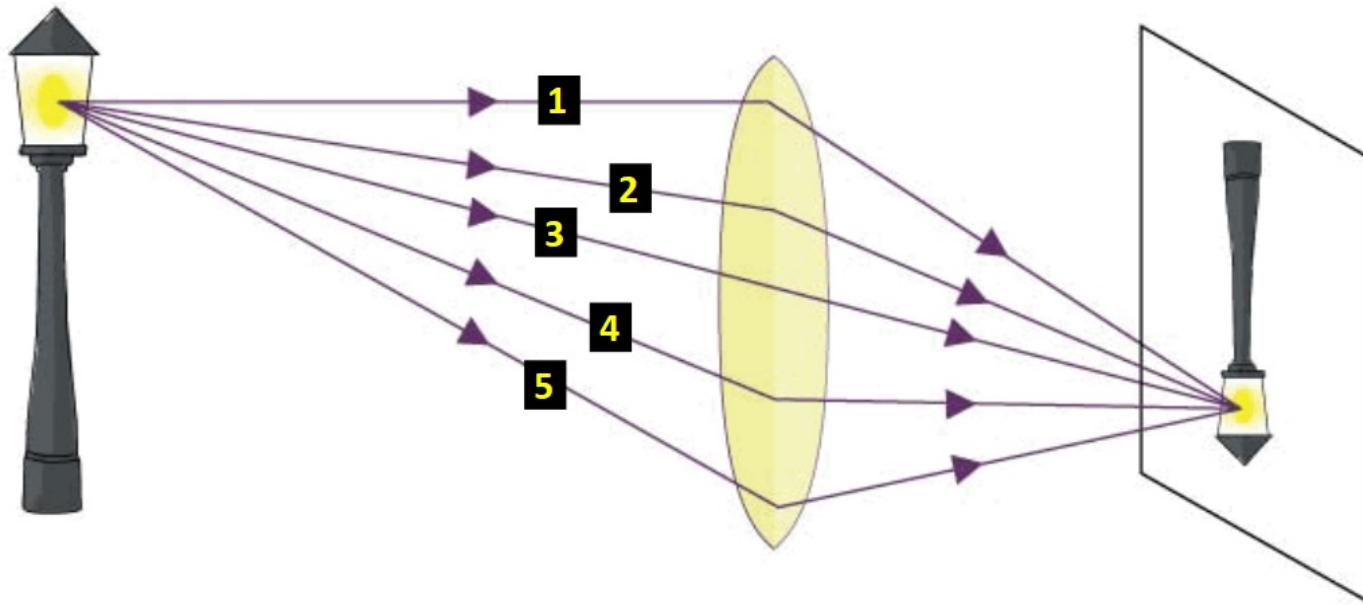
14



"Welke van deze stralen zijn geen constructiestralen?"

- BONUSVRAAG! -

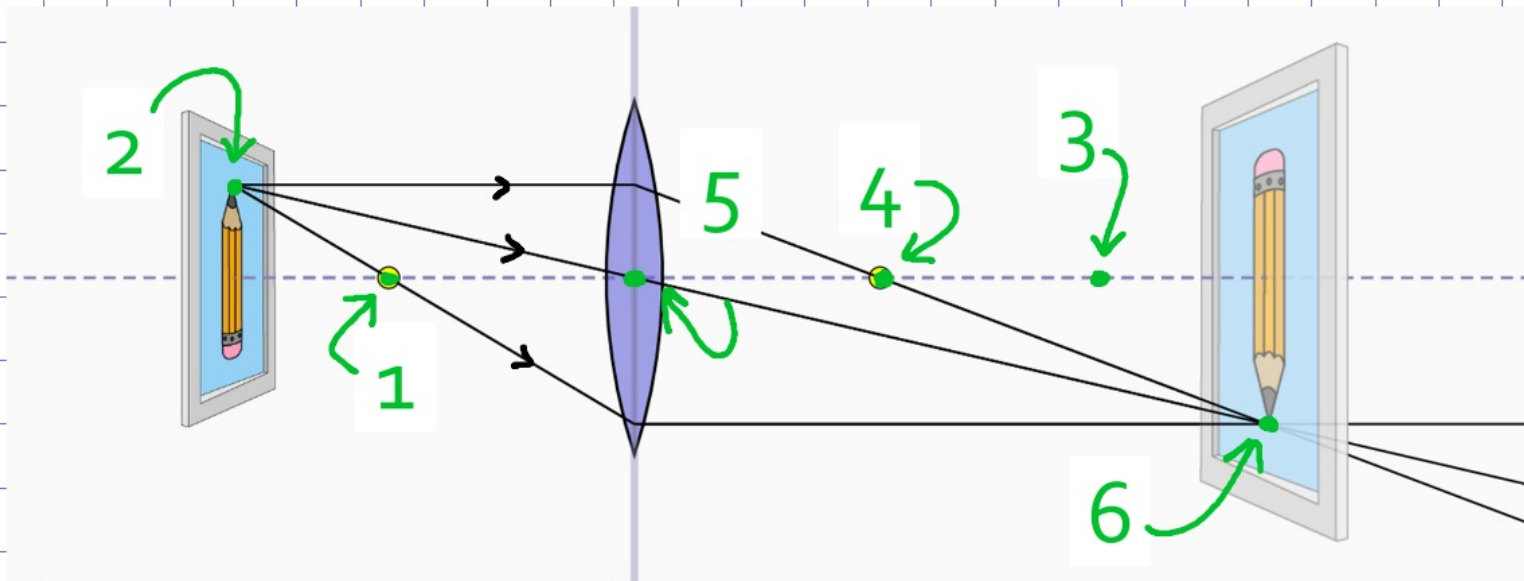
15



"Welke termen horen en bij de genummerde punten?"

- BONUSVRAAG! -

16

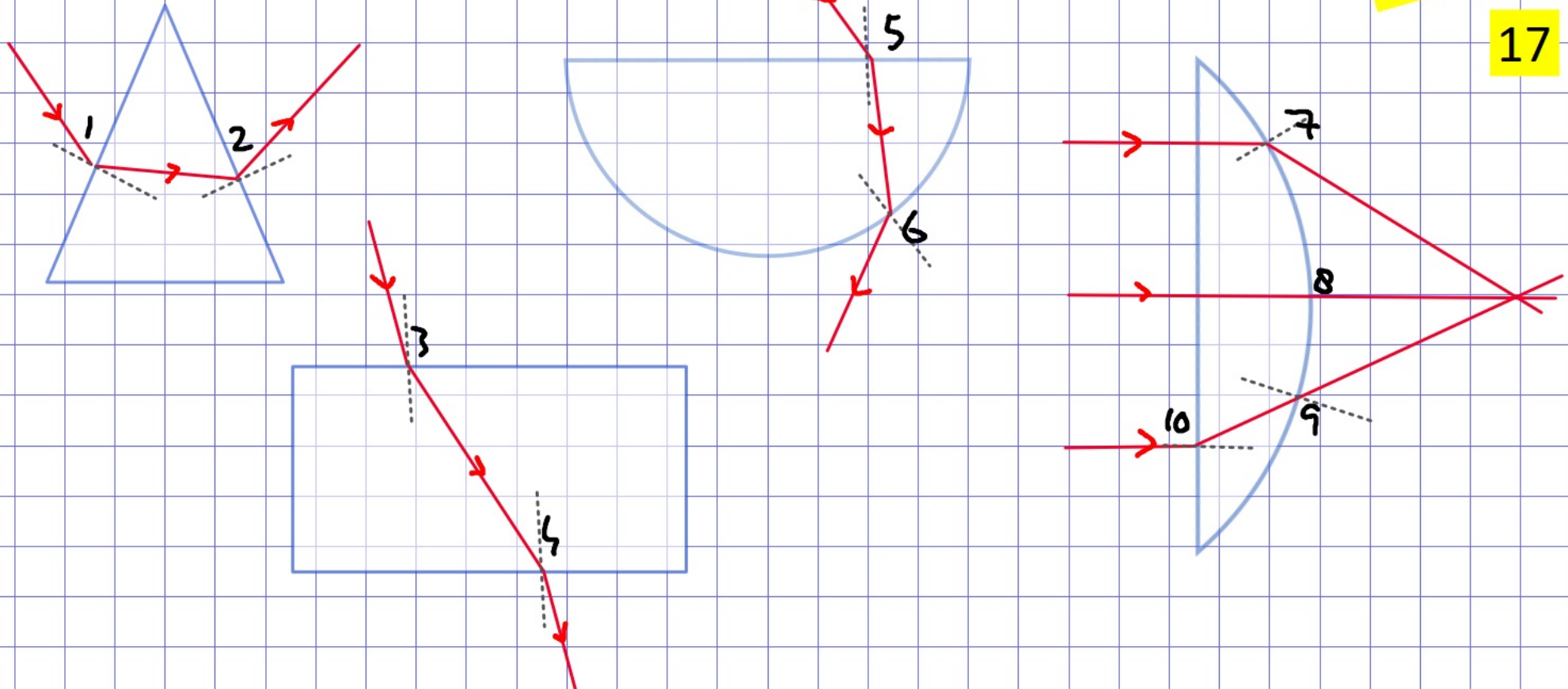


kies uit:
voorwerpspunt
beeldpunt
brandpunt
hoofd-as
optisch midden

"Welke brekingen in deze tekeningen kloppen niet?"

- BONUSVRAAG! -

17



Hoofdstuk 6: Licht

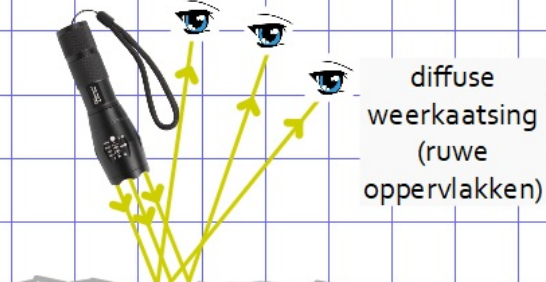
- UITLEG & AANTEKENINGEN -

De volgende dia's zijn de aantekeningen die je in de les overgenomen hebt. Alles wat hier tussen de rode lijnen staat zou ook in je schrift moeten staan. Dit is de essentiële stof voor het proefwerk en deze moet je proberen volledig te begrijpen. Je vindt hier ook de tekst bij de bordoefeningen waarvan je als het goed is alleen de uitwerkingen hebt opgeschreven.

Hoofdstuk 6: Licht

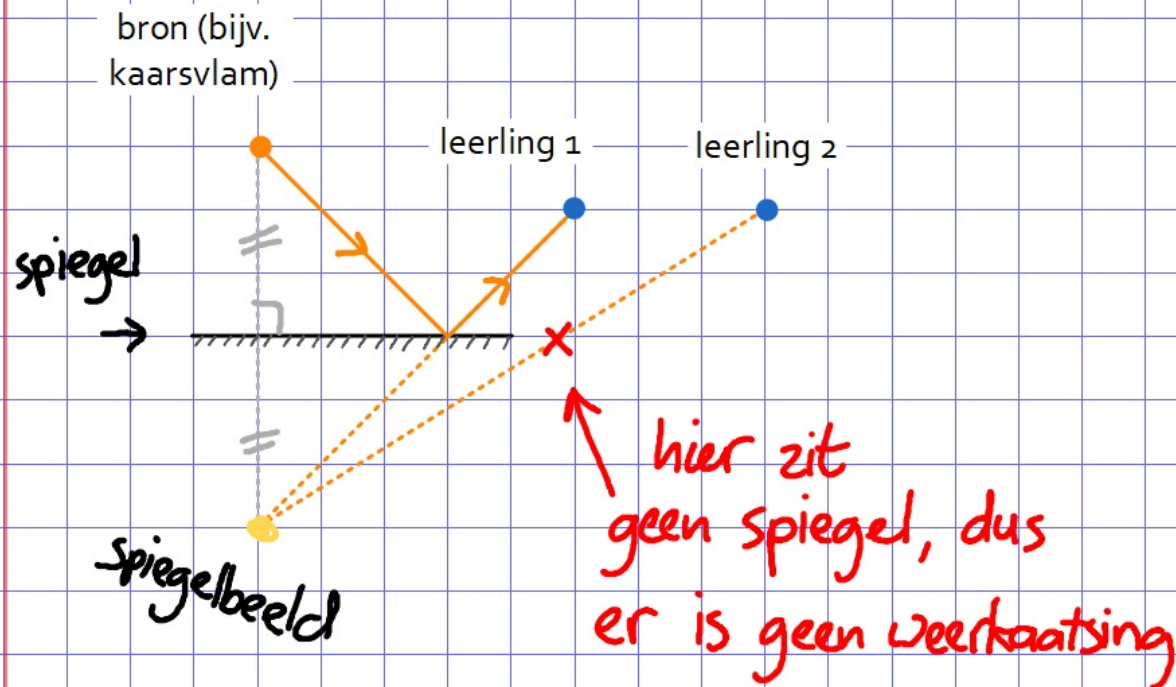
§ 6.1 Licht en beeld

Als een lichtbundel op een oppervlak valt kunnen er vier dingen gebeuren:



Door **spiegelende weerkaatsing** ontstaan scherpe beelden achter een spiegel:

HERHALING VAN
VORIG JAAR!



Hoofdstuk 6: Licht

§ 6.1 Licht en beeld

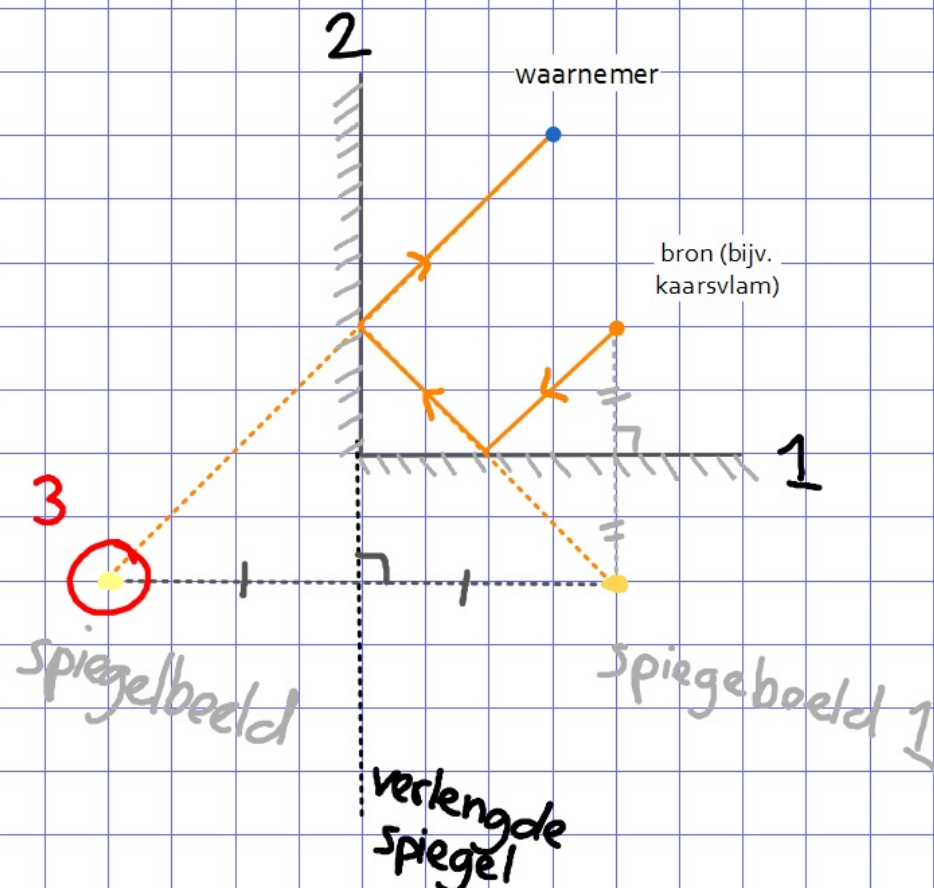
STAP 1: Bepaal de plaats van het spiegelbeeld (even ver achter de spiegel als de bron er voor zit, loodrecht gemeten)

STAP 2: Trek een lijn van het spiegelbeeld naar de waarnemer. Het gedeelte van deze lijn achter de spiegel is een stippellijn. Het gedeelte er voor is een doorgetrokken lijn. Dit is de teruggekaatste lichtstraal.

STAP 3: Teken het invallende deel vd lichtstraal. Deze loopt van de bron naar de spiegel.



Nieuw in 3e klas: Construeren van een dubbel
weerkaatste lichtstraal m.b.v. het spiegelbeeld:



Hoofdstuk 2 Licht

§ 2.2 Vlakke spiegels



Oefenblad 2 NATUURKUNDE Hfd 2 Licht

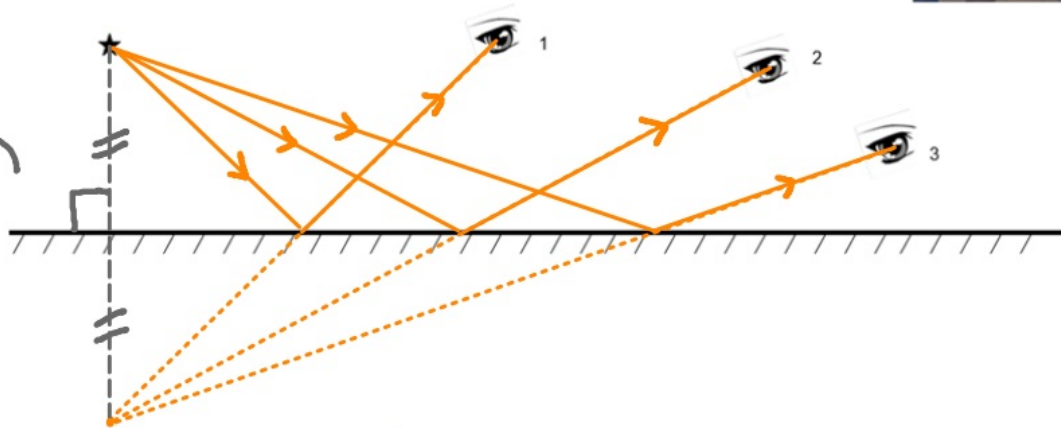
7. Onderstaand is een lange, liggende spiegel te zien met een lichtbron (de ster) en drie waarnemers. Spiegel de lichtbron en construeer de stralen die van de bron via de spiegel bij de waarnemers terechtkomen.

HERHALING VAN
VORIG JAAR!



Hoofdstuk 2 Licht

§ 2.2 Vlakke spiegels



Spiegelbeeld

Let op: LOODRECHT meten om het
spiegelbeeld te vinden!

Oefenblad 2 NATUURKUNDE Hfd 2 Licht

Hoofdstuk 2 Licht

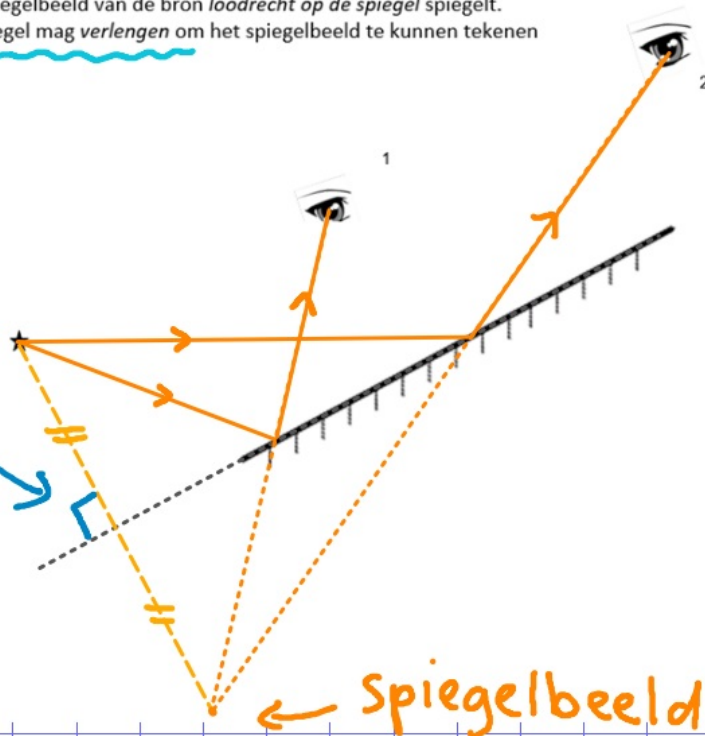
§ 2.2 Vlakke spiegels

HERHALING VAN
VORIG JAAR!

8. Onderstaande situatie lijkt op die van vraag 1 maar de spiegel staat onder een andere hoek. Construeer weer de lichtstralen die van de bron bij de waarnemers terechtkomen.

Let er op dat je:

- het spiegelbeeld van de bron *loodrecht op de spiegel* spiegelt.
- de spiegel mag *verlengen* om het spiegelbeeld te kunnen tekenen



Spiegel verlengen om het
spiegelbeeld te vinden: OK

Oefenblad 2 NATUURKUNDE Hfd 2 Licht

HERHALING VAN
VORIG JAAR!

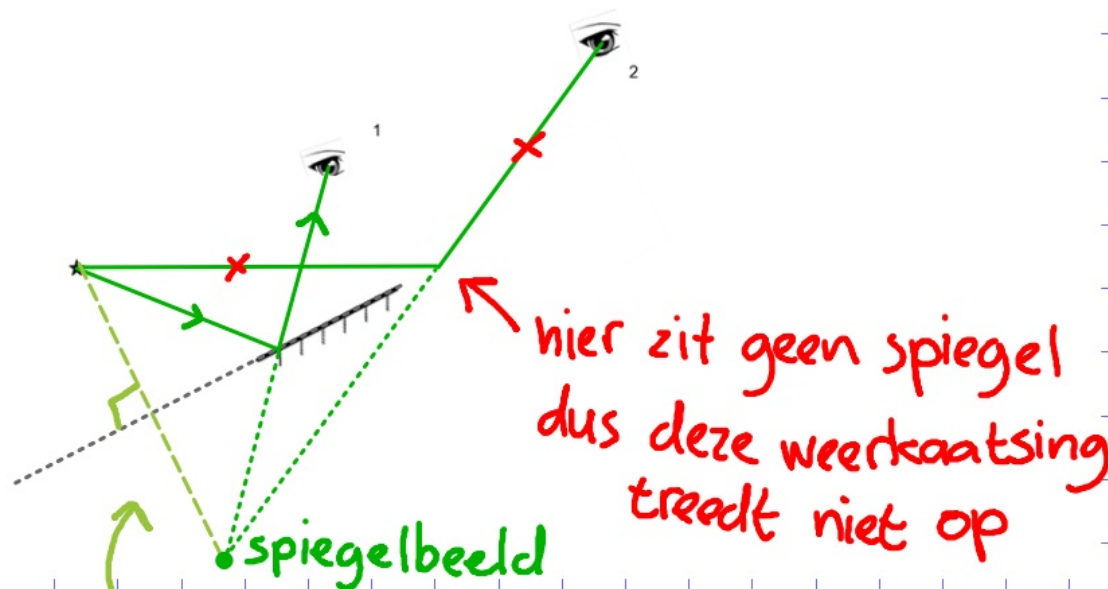
Hoofdstuk 2 Licht

§ 2.2 Vlakke spiegels

9. De spiegel is nu korter. Construeer de lichtstralen die vanaf de bron via de spiegel bij de waarnemers terecht komen.

Let erop dat:

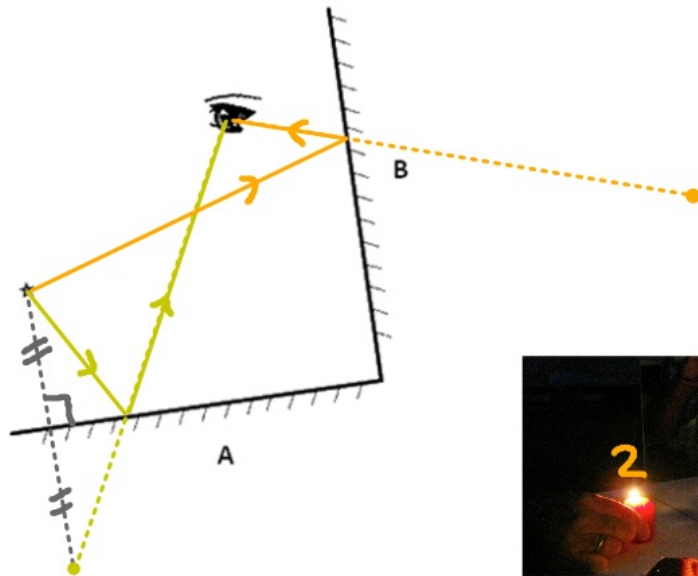
- je de spiegel mag verlengen om het spiegelbeeld te tekenen
- het verlengde deel van de spiegel niet echt bestaat en de straal daar dus NIET op kan weerkaatsen. Je kunt de spiegel ALLEEN verlengen om het spiegelbeeld te tekenen, NIET om de lichtstraal te tekenen.



Oefenblad 2 NATUURKUNDE Hfd 2 Licht

HERHALING VAN
VORIG JAAR!

10. In onderstaande situatie zijn twee spiegels te zien die loodrecht op elkaar staan. Construeer de lichtstralen die via beide spiegels weerkaatst en bij de waarnemer aankomt.



spiegelbeeld
v.d. bron
in spiegel 2

Spiegelbeeld v.d. bron
in spiegel 1



Hoofdstuk 2 Licht

§ 2.2 Vlakke spiegels

Oefenblad 2 NATUURKUNDE Hfd 2 Licht

HERHALING VAN
VORIG JAAR!

Hoofdstuk 2 Licht

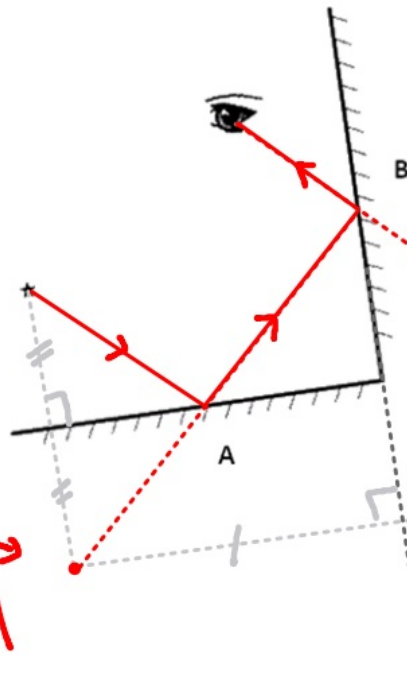
§ 2.2 Vlakke spiegels

12

In onderstaande situatie zijn twee spiegels te zien die loodrecht op elkaar staan. Construeer de lichtstraal die via beide spiegels weerkaatst en bij de waarnemer aankomt.



Spiegelbeeld
v.d. bron →
in spiegel A

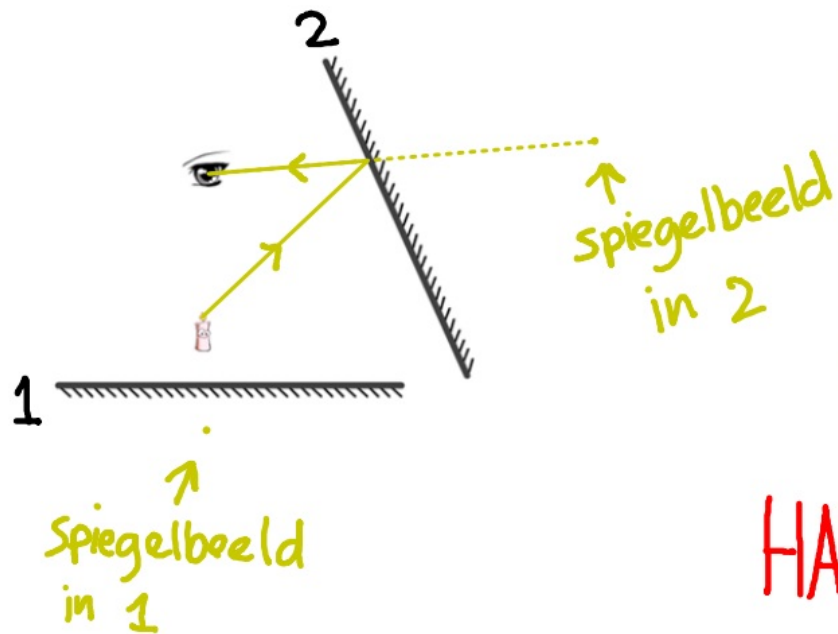


Spiegelbeeld
van het
spiegel-
beeld

Oefenblad 2 NATUURKUNDE Hfd 2 Licht

HERHALING VAN
VORIG JAAR!

11. Bekijk onderstaande situatie. Construeer de lichtstraal die eerst op de onderste en vervolgens op de bovenste, schuine spiegel weerkatst en tenslotte bij de waarnemer aankomt.



HAVO

Hoofdstuk 2 Licht

§ 2.2 Vlakke spiegels

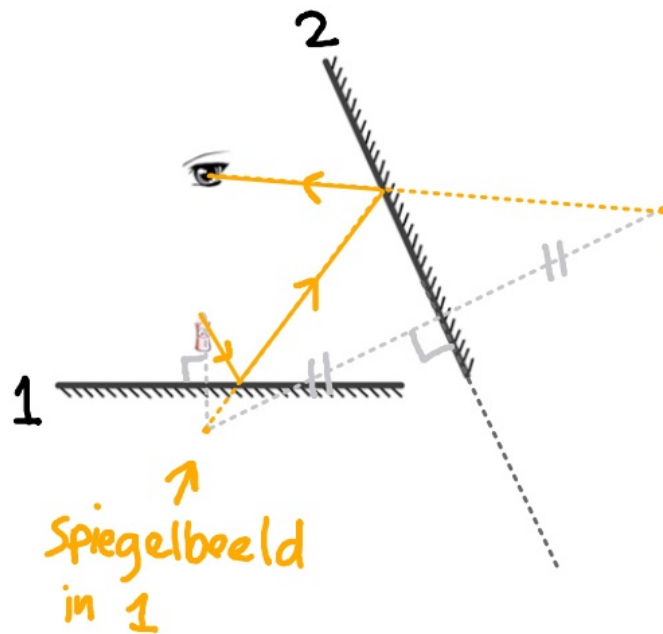
Oefenblad 2 NATUURKUNDE Hfd 2 Licht

HERHALING VAN
VORIG JAAR!

Hoofdstuk 2 Licht

§ 2.2 Vlakke spiegels

11. Bekijk onderstaande situatie. Construeer de lichtstraal die eerst op de onderste en vervolgens op de bovenste, schuine spiegel weerkatst en tenslotte bij de waarnemer aankomt.



↑
Spiegelbeeld
van het
Spiegelbeeld



VWO

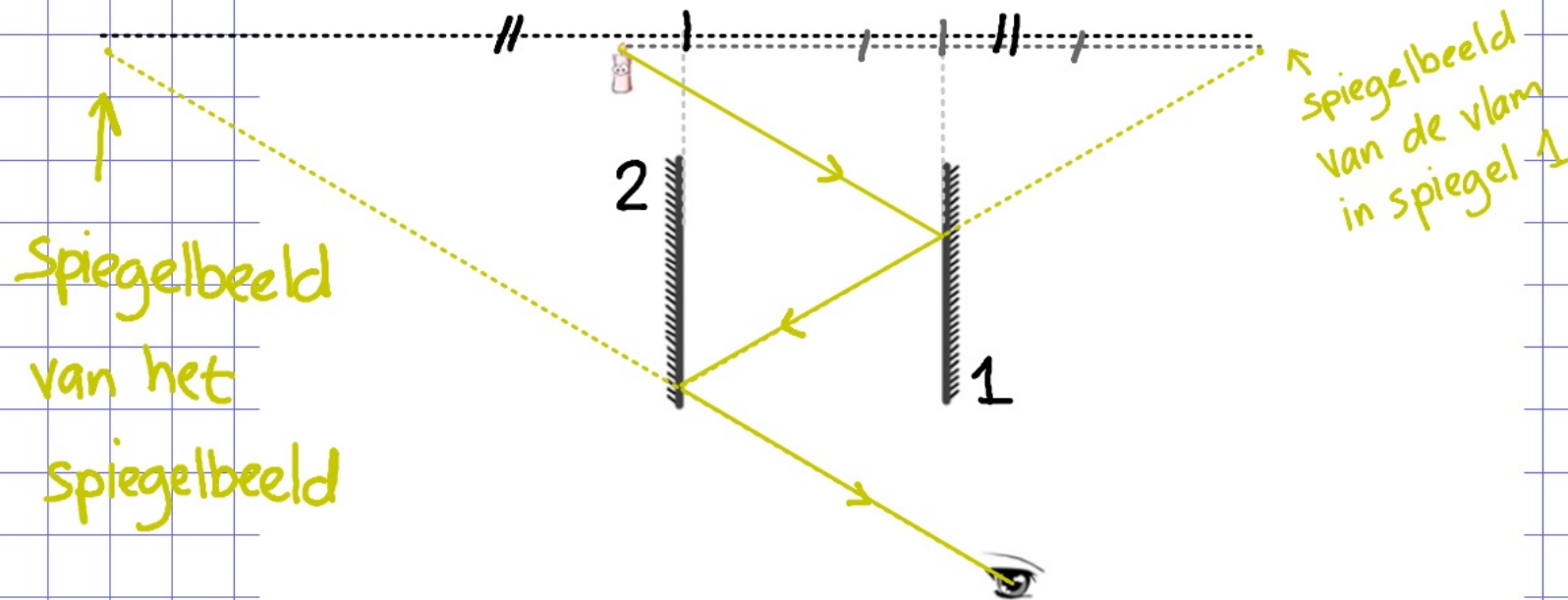
Oefenblad 2 NATUURKUNDE Hfd 2 Licht

HERHALING VAN
VORIG JAAR!

Hoofdstuk 2 Licht

§ 2.2 Vlakke spiegels

13. Twee spiegels staan tegenover elkaar. Er is ook een lichtbron en een waarnemer. Construeer de lichtstraal die van de kaarsvlam komt en eerst de rechterspiegel en vervolgens de linkerspiegel treft alvorens bij het oog aan te komen.

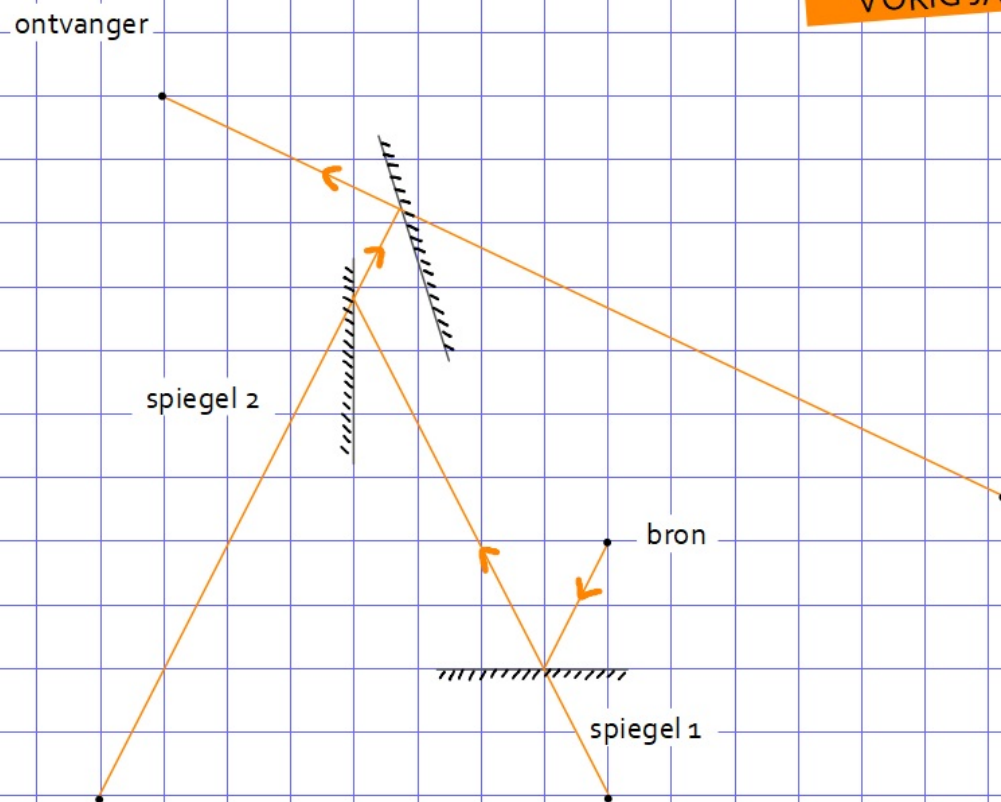


Oefenblad 2 NATUURKUNDE Hfd 2 Licht

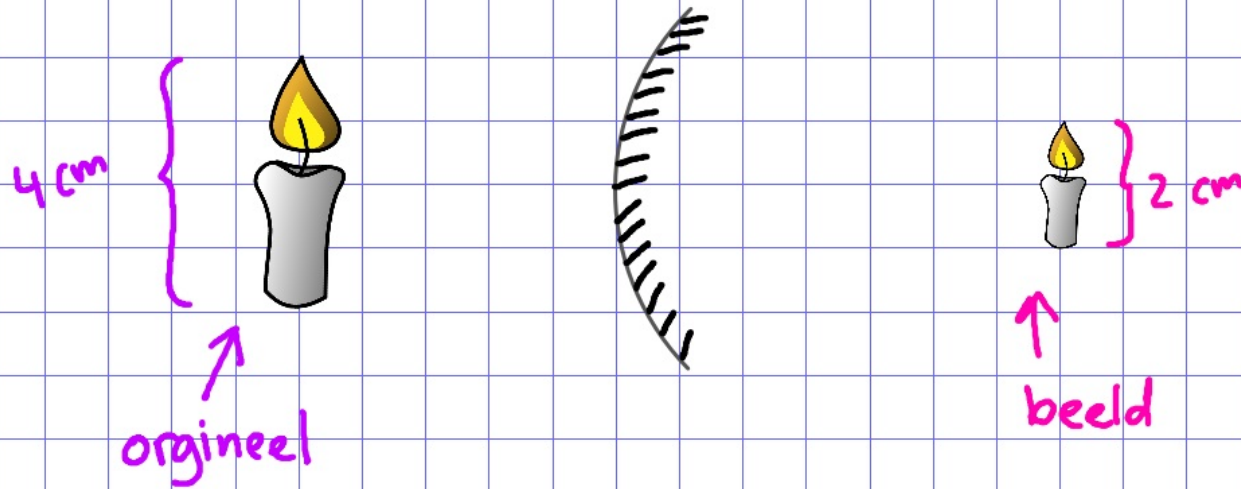
HERHALING VAN
VORIG JAAR!

Hoofdstuk 2 Licht

§ 2.2 Vlakke spiegels



Een **bolle spiegel** geeft een verkleind beeld en een **holle spiegel** een vergroot beeld. De mate van vergroting of verkleining heet de **vergrotingsfactor**.



Je kunt de **vergrotingsfactor** berekenen met:

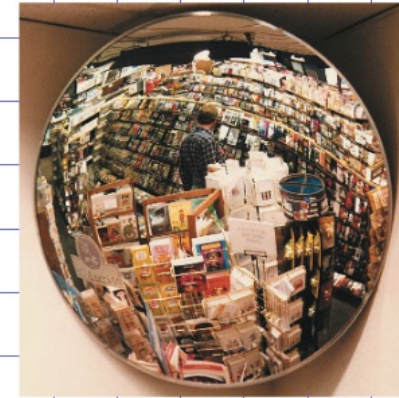
$$N = \frac{\text{afmeting beeld}}{\text{afmeting origineel}}$$

Voorbeeld 1: Wat is in de situatie hierboven de vergrotingsfactor?

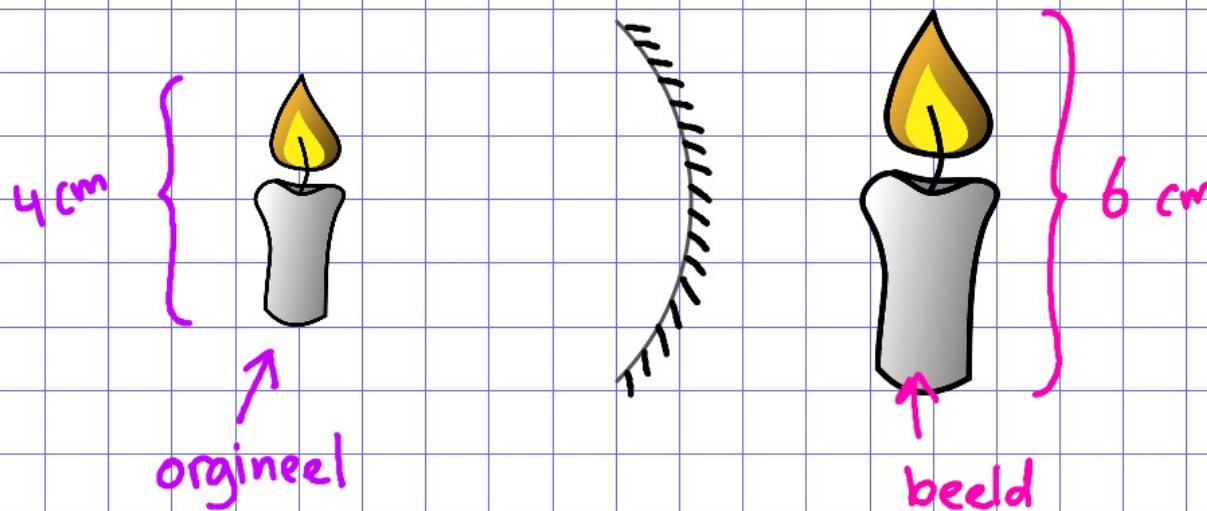
$$N = \frac{h_b}{h_o} = \frac{2 \text{ cm}}{4 \text{ cm}} = 0,5$$

Hoofdstuk 6: Licht

§ 6.1 Licht en beeld



Een **bolle spiegel** geeft een verkleind beeld en een **holle spiegel** een vergroot beeld. De mate van vergroting of verkleining heet de **vergrotingsfactor**.



Je kunt de **vergrotingsfactor** berekenen met:

$$N = \frac{\text{afmeting beeld}}{\text{afmeting origineel}}$$

Voorbeeld 2: Wat is in de situatie hierboven de vergrotingsfactor?

$$N = \frac{h_b}{h_o} = \frac{6 \text{ cm}}{4 \text{ cm}} = 1,5$$

Hoofdstuk 6: Licht

§ 6.1 Licht en beeld



Een **bolle spiegel** geeft een verkleind beeld en een **holle spiegel** een vergroot beeld. De mate van vergroting of verkleining heet de **vergrotingsfactor**.

Je kunt de **vergrotingsfactor** berekenen met:

$$N = \frac{\text{afmeting beeld}}{\text{afmeting origineel}}$$

Bordoeefening 1:

$$a. N = \frac{h_b}{h_v} = \frac{3 \text{ cm}}{4 \text{ cm}} = 0,75$$

$$b. N = \frac{h_b}{h_v} = \frac{5 \text{ cm}}{4 \text{ cm}} = 1,25$$

$$c. N = \frac{h_b}{h_v} = \frac{4 \text{ cm}}{4 \text{ cm}} = 1,0$$

$$d. N = \frac{h_b}{h_v} = \frac{8 \text{ cm}}{4 \text{ cm}} = 2,0$$

Hoofdstuk 6: Licht

§ 6.1 Licht en beeld

Bordoeefening 1: Bekijk onderstaande vergrotingen. Bereken in elk geval de vergrotingsfactor.



6.1 Opdrachten

A 1 M

- a Leg uit wat het verschil is tussen primair licht en secundair licht.
- b Hoe luidt de spiegelwet?
- c Waerkaats een oppervlak waarop je spitslichtjes ziet diffuus, of weerkaats het spiegelen?

B 2 M

Licht valt op het glas van een zonnebril. Leg uit waaraan je merkt dat:

- a een deel van het licht wordt geabsorbeerd;
- b een deel van het licht wordt doorgelaten;
- c een deel van het licht diffuus weerkaats;
- d een deel van het licht spiegelen weerkaats.

B 3 M

Leg uit of de spiegel hieraanst bol is of hol.

B 4 M

Bekijk de spitslichtjes in figuur 6.3.

- a Teken een gezicht in je schijnbeeld van de twee ogen er a in te tekenen.
- b Teken in het gezicht één oog zonder spitslichtje.
- c Teken in het gezicht een tweede oog met een spitslichtje.
- d Leg uit dat je ogen en hersenen gebruikmaken van spitslichtjes bij het waarnemen van vormen.
- e Zoek op internet of je portretschijderijen kunt vinden zonder spitslichtjes in de ogen.

B 5

Bekijk nogmaals de openingsfoto van deze paragraaf.

- a Waar stond de lichtbron die deze scène heeft verlicht?
- b Benoem zo veel mogelijk bewijzen die in de foto zijn te vinden voor je antwoord op vraag a.
- c Welke lichtbron denk je dat de stoel verlicht? Zou het gaan om een kaars? Om een lamp? Of om iets anders?
- d Benoem zo veel mogelijk bewijzen die in de foto zijn te vinden voor je antwoord op vraag c.

Op het zitvlak van de stoel zie je een aantal lichte lijnen.

- e Wat veroorzaakt deze lichte lijnen?
- f Is de oorzaak primair licht of secundair licht?

B 6 M

- a Is het verkleinde spiegelbeeld in figuur 6.5 dichterbij, even ver weg of verder weg van de spiegel dan de persoon?
- b Is het vergrote spiegelbeeld in figuur 6.6 dichterbij, even ver weg of verder weg van de spiegel dan het voorwerp?

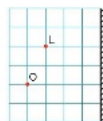
Bekijk jezelf in een vlakke spiegel.

- c Is je spiegelbeeld dichterbij, even ver weg of verder weg van de spiegel dan jijzelf?

B 7

Voor een spiegel staan een puntvormig ampje L en een puntvormig oog O.

- a Neem de tekening correct over of gebruik het tekenblad in het hulboek. Bepaal de plaats van het spiegelbeeld van de lamp.
- b Teken de lichtbundel die vanaf het lampje de hele spiegel beschijnt en wordt teruggekaatsd.
- c Teken de lichtstraal die vanaf het ampje L vertrekt, terugkaats van de spiegel en door punt O gaat.



C 8 N

Als je overdag door een ruit naar buiten kijkt, kun je prima door de ruit heen kijken. Als je dit doet als het buiten donker is, lijkt dit een stuk minder goed. Je ziet dan vooral je eigen weerspiegeling. Pas als het licht in je kamer uit is, kun je weer beter door de ruit heen kijken. Leg uit hoe dit komt.

C 9 N

Je staat 70 cm van een vlakke spiegel. Precies in het midden tussen jou en de spiegel bevindt zich op ooghoogte een insect. Je kijkt naar het beeld van het insect en van jezelf in de spiegel. Je loopt 70 cm naar achteren.

- a Hoeveel cm verandert dan de afstand tussen jou en het beeld van het insect, en tussen jou en je spiegelbeeld?

Stel dat het insect bij opdracht a zich niet op 35 cm afstand van de spiegel bevond, maar bijvoorbeeld op 50 cm afstand.

- b Leg uit of dat je antwoord op opdracht a beïnvloedt.

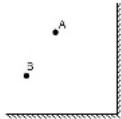
Hoofdstuk 6: Licht

§ 6.1 Licht en beeld

Opgaven uit boek: 7, 8, 10, 11, 14, 15, 16, 17, 19, 22, 23, 25, 26, 32, 36, 43, 44, 47, 48, 49, 52, 54, 60, 61, 63, 69, 70 (uitwerkingen vind je op Teams)

C 10 N

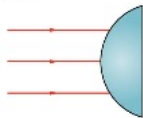
Neem de figuur hiernaast over in je schrift of gebruik het tekenblad in het hulpboek. Construeer de lichtstraal die via beide spiegels van A naar B gaat.



C 11

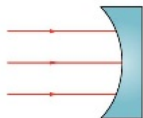
Op een bolle spiegel vallen lichtstralen.

a. Neem de tekening over in je schrift of gebruik het tekenblad in het hulpboek. Construeer met de spiegelwet hoe de spiegel de stralen weerkaatst.



Op een holle spiegel vallen lichtstralen.

b. Neem de tekening over in je schrift of gebruik het tekenblad in het hulpboek. Construeer met de spiegelwet hoe de spiegel de stralen weerkaatst.



c. Wat gebeurt er in beide bovenstaande gevallen met de lichtstraal die horizontaal invalt op het midden van de spiegel?
d. Kies het juist: antwoord. Een bolle spiegel heeft een convergerende / divergerende werking. Een holle spiegel heeft een convergerende / divergerende werking.

+ 12

Bestudeer het schilderij boven in de kolom rechts.

a. Benoem zo veel mogelijk spitslichtjes in het schilderij.

Kijk om je heen waar je nu bent.

b. Benoem zo veel mogelijk spitslichtjes om je heen.

Je ziet spitslichtjes op oppervlakken die spiegelen. De locaties waar je spitslichtjes ziet, hebben vaak ook nog iets anders met elkaar gemeenschappelijk. Kijk goed om je heen en bekijk ook nog eens goed bovenstaand schilderij.



c. Hoeveel spitslichtjes zie je op rechte oppervlakken?
d. Op wat voor oppervlakken zie je vaak spitslichtjes?
e. Waarom zie je in ogen vaak spitslichtjes?

Kijk naar de spitslichtjes om je heen en beweeg je hoofd.
f. Zitten spitslichtjes vast op de oppervlakken als je beweegt?

Als je om je heen kijkt, zie je ook vast schaduwen. Kijk naar enkele schaduwen om je heen die je niet zelf veroorzaakt en beweeg je hoofd of loop rond.

g. Zitten schaduwen vast op de oppervlakken als je beweegt?

h. Zoek een verklaring voor het verschil tussen de vorige twee antwoorden.

+ 13 N

Bij ondergaande zon zie je op het water weleens een lichtzuil; een soort pad van licht op het water. Verklaar de lichtzuil op de foto hieronder.



Je kunt nu

- uitleggen wat primair en secundair licht is;
- drie eigenschappen van licht noemen;
- uitleggen welke drie dingen een oppervlak kan doen met licht dat erop valt;
- het verschil tussen difuus en spiegelend weerkaatsen aangeven;
- uitleggen en herkennen wat spitslichtjes zijn;
- spiegelbeelden construeren bij vlakke spiegels en daarmee lichtstralen construeren;
- werken met de spiegelwet bij spiegelende oppervlakken;
- uitleggen wat de vergrotingsfactor is.

-VWO-

Hoofdstuk 6: Licht

§ 6.1 Licht en beeld

Opgaven uit boek: 7, 8, 10, 11, 14, 15, 16, 17, 19, 22, 23, 25, 26, 32, 36, 43, 44, 47, 48, 49, 52, 54, 60, 61, 63, 69, 70 (uitwerkingen vind je op Teams)

6.1 Opdrachten

A 1 M

- a Leg uit wat het verschil is tussen primair licht en secundair licht.
- b Hoe lukt de spiegelwet?
- c Waerkaatst een oppervlak waarop je spitslichtjes ziet diffuus, of weerkaatst het spiegelend?

B 2 M

Licht valt op het glas van een zonnebril. Leg uit waaraan je merkt dat:

- a een deel van het licht wordt geabsorbeerd;
- b een deel van het licht wordt doorgelaten;
- c een deel van het licht diffuus weerkaatst;
- d een deel van het licht spiegelend weerkaatst.

B 3

- a Geef aan of in onderstaande figuren de vergrotingsfactor kleiner is dan 1, gelijk is aan 1, of groter is dan 1.



- b Leg uit wat er mis is met de lechspiegel van Suske en Wiske.
- c Welke van bovenstaande spiegels zijn bol en welke hol?

B 4 M

Bekijk de spitslichtjes in figuur 6.3.

- a Teken een gezicht in je schijf zonder de twee ogen er al in te tekenen.
- b Teken in het gezicht één oog zonder spitslichtje.
- c Teken in het gezicht een brede oog met een spitslichtje.

- d Bekijk de ogen en leg uit dat je ogen en hersenen gebruiken van spitslichtjes bij het waarnemen van vormen.
- e Zoek op internet of je portretschilderijen kunt vinden zonder spitslichtjes in de ogen.

B 5

Bekijk nogmaals de openingsfoto van deze paragraaf.

- a Waar denk je dat de lichtbron stond die deze scène heeft verlicht?
- b Benoem zo veel mogelijk bewijzen die in de foto zijn te vinden voor je antwoord op vraag a.
- c Welke lichtbron verlicht de stoel, denk je? Zou het gaan om een kaars? Of om een lamp? Of om iets anders?
- d Benoem zo veel mogelijk bewijzen die in de foto zijn te vinden voor je antwoord op vraag c.

Op het zitvlak van de stoel is een aantal lichte lijnen zichtbaar.

- e Wat veroorzaakt deze lichte lijnen?
- f Is de oorzaak primair licht of secundair licht?

B 6 M

- a Is het verkleinde beeld in figuur 6.5 dichtbij, even ver weg van of verder weg van de spiegel vergeleken met de persoon?
- b Is het vergrote beeld in figuur 6.6 dichtbij, even ver weg van of verder weg van de spiegel vergeleken met de persoon?

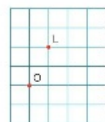
Bekijk jezelf in een spiegel.

- c Is je spiegelbeeld dichtbij, even ver weg of verder weg van de spiegel dan jijzelf?

B 7

Voor een spiegel staan een puntvormig lampje L en een puntvormig oog O.

- a Bepaal de plaats van het spiegelbeeld van de lamp.
- b Teken de lichtbundel die vanaf het lampje de hele spiegel beschijsnt en wordt teruggekaatst.
- c Teken de lichtstraal die vanaf het lampje L vertrekt, terugkaatst van de spiegel en door punt O gaat.



Hoofdstuk 6: Licht

§ 6.1 Licht en beeld

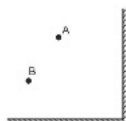
Opgaven uit boek, par 6.1: 3, 6, 7, 9 en 10.

C 8

Je staat 70 cm van een vlakke spiegel. Precies in het midden tussen jou en de spiegel bevindt zich op ooghoogte een insect. Je kijkt naar het beeld van het insect in de spiegel. Hoeveel cm van jou vandaan bevindt zich dat beeld?

C 9

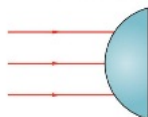
Gebruik het werkblad. Construeer de lichtstraal die via beide spiegels van A naar B gaat.



C 10 N

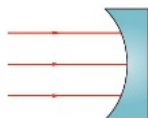
Op een bolle spiegel vallen lichtstralen.

a Gebruik het werkblad en construeer met de spiegelwet hoe de spiegel de stralen weerkaatst.



Op een holle spiegel vallen lichtstralen.

b Gebruik het werkblad en construeer met de spiegelwet hoe de spiegel de stralen weerkaatst.



c Wat gebeurt er in beide bovenstaande gevallen met de lichtstraal die horizontaal invalt op het midden van de spiegel?

d Omkrel de juiste antwoorden. Een bolle spiegel heeft een convergerende / divergerende werking. Een holle spiegel heeft een convergerende / divergerende werking.

C 11 N

Als je buiten in de schaduw zit, is het in de schaduw nooit volledig donker. Leg uit wat voor licht er in de schaduw komt: primair licht of secundair licht?

-HAVO-



+ 12 N

Bestudeer het schilderij hierboven.

a Benoem zo veel mogelijk spitslichtjes in het schilderij.

Kijk waar je nu bent om je heen.

b Benoem zo veel mogelijk spitslichtjes om je heen.

Je ziet spitslichtjes op oppervlakken die spiegelen. De locaties waar je spitslichtjes ziet, hebben vaak ook nog iets anders met elkaar gemeenschappelijk. Kijk goed om je heen en bedijk ook nog eens goed bovenstaand schilderij.

c Hoeveel spitslichtjes zie je op rechte oppervlakken?

d Op wat voor oppervlakken zie je vaak spitslichtjes?

e Waarom zie je in ogen vaak spitslichtjes?

Kijk naar de spitslichtjes om je heen en beweeg met je hoofd of loop rond.

f Zitten de spitslichtjes vast op de oppervlakken als je beweegt?

Als je om je heen kijkt, zie je ook vast schaduwen. Kijk naar enkele schaduwen om je heen die je niet zelf veroorzaakt, en beweeg je hoofd of loop rond.

g Zitten de schaduwen vast op de oppervlakken als je beweegt?

h Zoek een verklaring voor het verschil tussen de twee vorige antwoorden.

Je kunt nu

- uitleggen wat primair en secundair licht is;
- drie eigenschappen van licht noemen;
- uitleggen welke drie dingen een oppervlak kan doen met licht dat erop valt;
- het verschil tussen diffuus en spiegelend weerkaatsen aangeven;
- uitleggen en herkennen wat spitslichtjes zijn;
- spiegelbeelden construeren bij vlakke spiegels en daarmee lichtstralen construeren;
- werken met de spiegelwet bij spiegelende oppervlakken;
- uitleggen wat de vergrotingsfactor is.

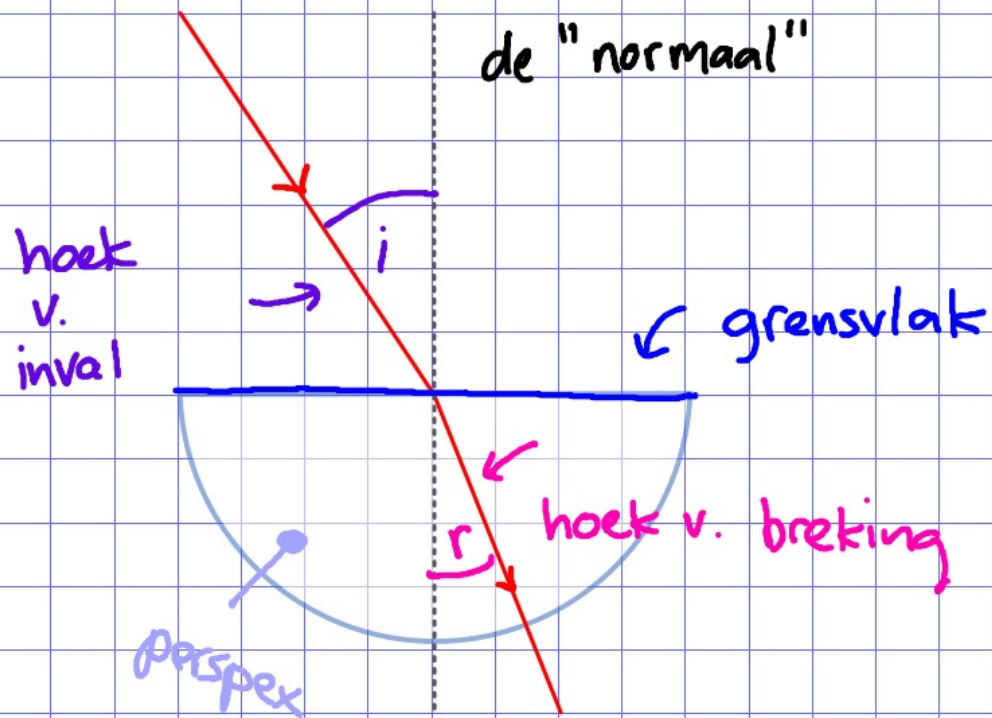
Hoofdstuk 6: Licht

§ 6.1 Licht en beeld

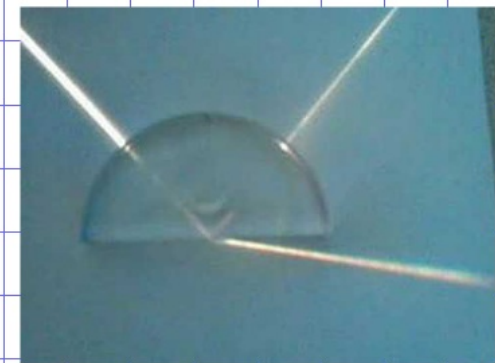
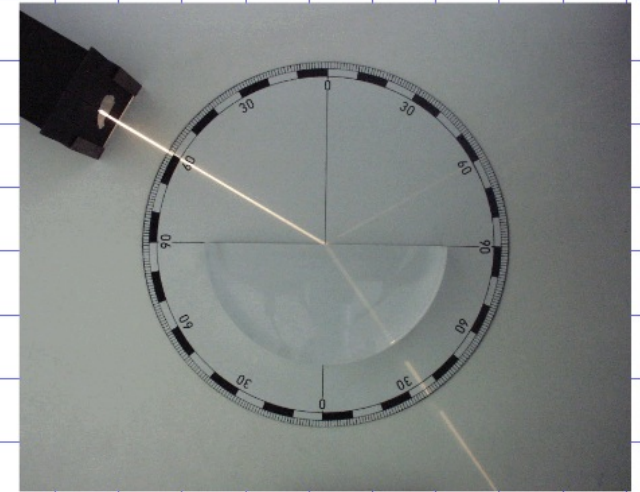
Opgaven uit boek, par 6.1: 3, 6, 7, 9 en 10.

§ 6.2 Breking

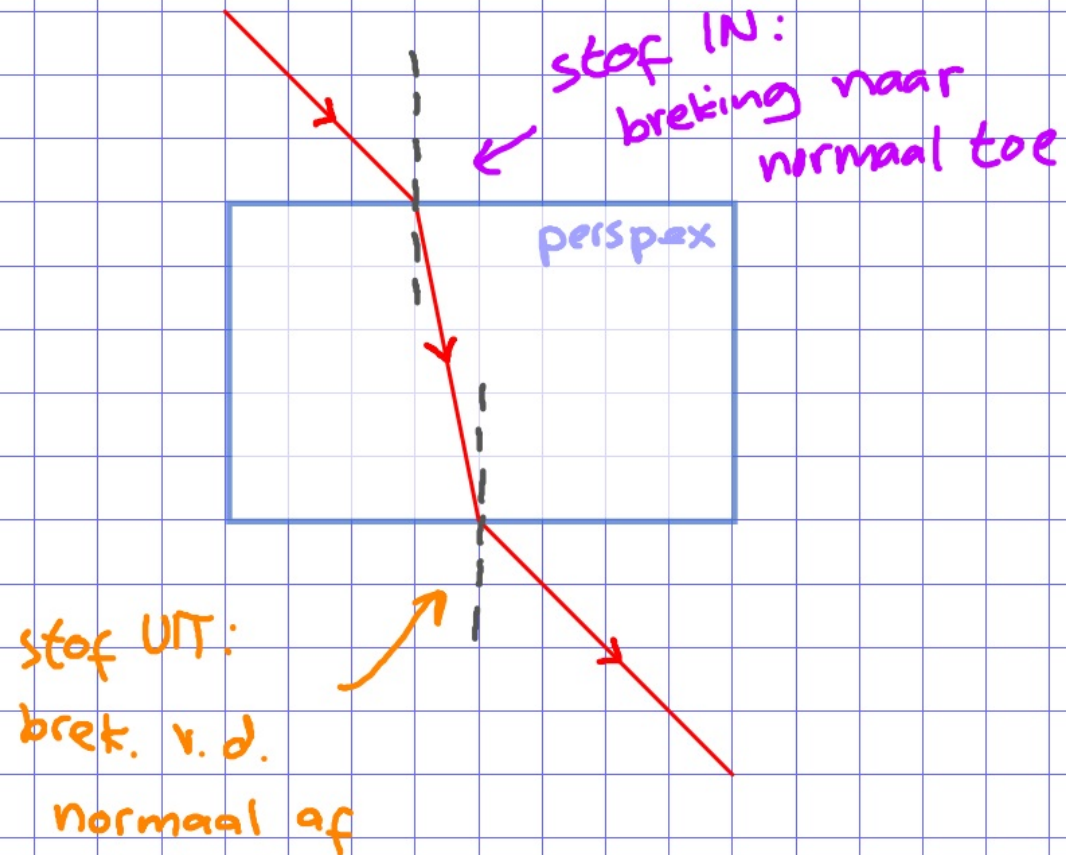
Lichtstralen die schuin invallen op een grensvlak tussen twee verschillende transparante stoffen worden gebroken.



Hoofdstuk 6: Licht

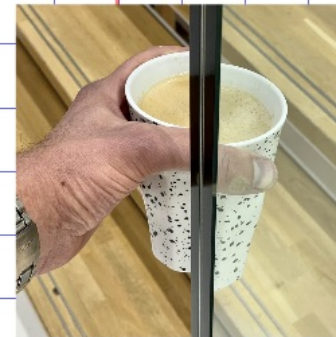
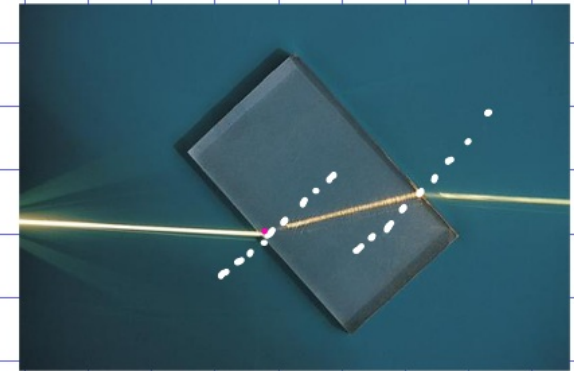


Een lichtstraal die een stof ingaat breekt naar de normaal toe. Een straal die een stof uitkomt breekt van de normaal af.

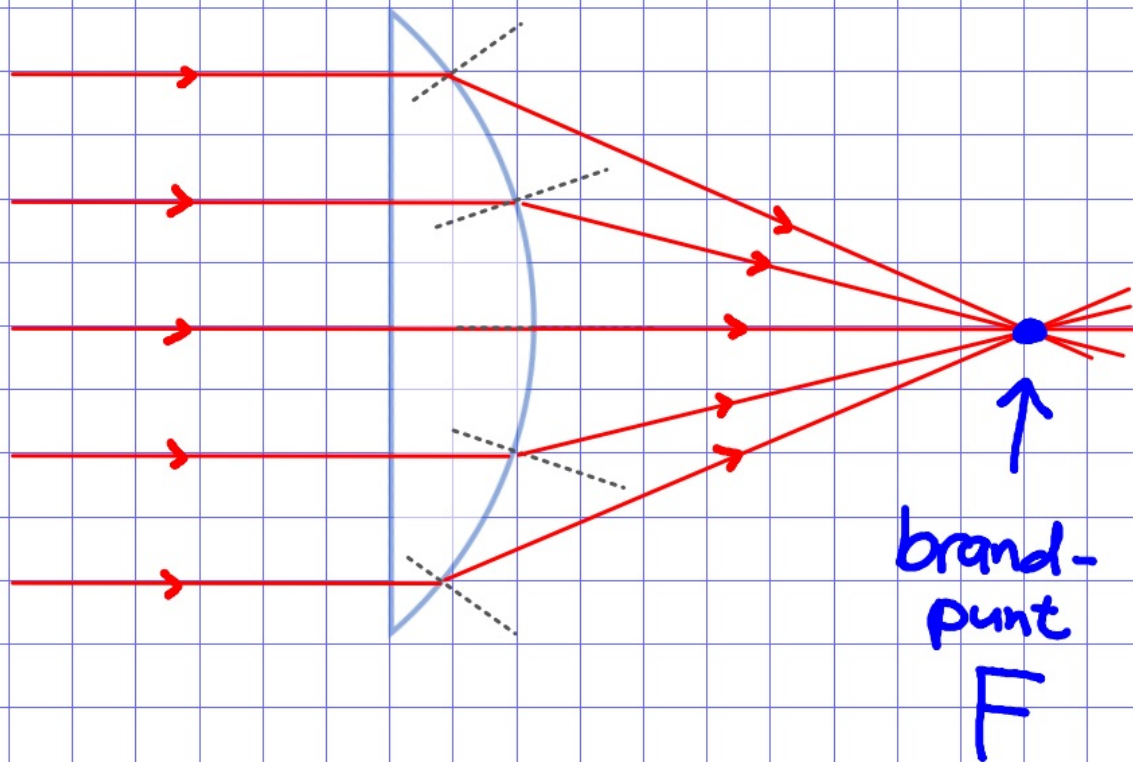


Hoofdstuk 6: Licht

§ 6.2 Breking

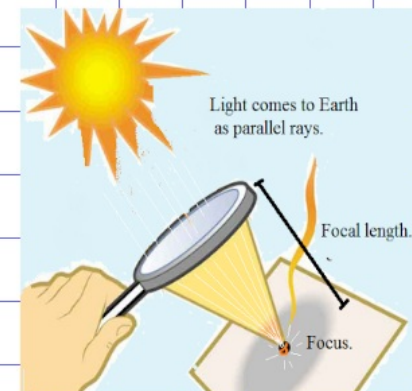


Een lens buigt een lichtbundel naar binnen of buiten doordat de ene kant anders gekromd is dan de andere kant.

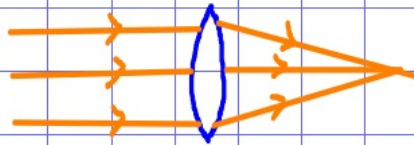


Hoofdstuk 6: Licht

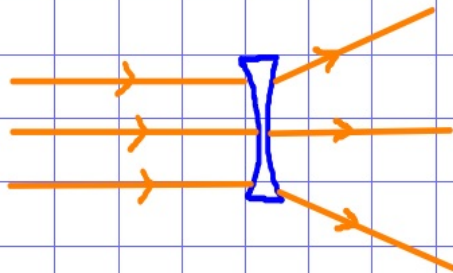
§ 6.2 Breking



Er zijn twee soorten lenzen, hol en bol:



bol / positief /
convergerend



hol / negatief
divergerend

Hoofdstuk 6: Licht

§ 6.2 Breking



6.2 Opdrachten

A 14 M

Leg uit wel er bij een bolle lens gebeurt met lichtstralen die evenwijdig aan de optische as invallen.

A 15

Noem drie factoren waarvan afhangt hoe sterk de breking is van een lichtstraal die een stof ingaat.

A 16 M

Leg uit waarom een prisma wit licht in alle kleuren van de regenboog kan scheiden.

E 17 M

Met een bolle lens kun je vuur maken door een papertje in het brandpunt te houden.

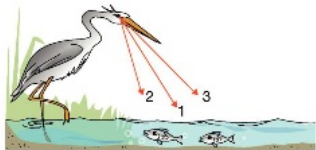
- a Leg uit of je met een bolle spiegel vuur kunt maken.
- b Leg uit of je met een holle lens vuur kunt maken.
- c Leg uit of je met een holle spiegel vuur kunt maken.

B 18 M

In paragraaf 6.1 leerde je drie eigenschappen van licht. Met welke van die eigenschappen hangt samen dat in figuur 6.13 het tegenovergestelde effect te zien is van figuur 6.14?

E 19

Watervogels, zoals reigers, moeten hun waarnemingen corrigeren als ze aan het wisselen zijn. De prooi zwemt op een andere plaats dan een reiger waarneemt. Een reiger kijkt in richting 1 en ziet een vis.



Leg uit in welke van de twee andere richtingen de reiger een goede kans heeft de vis te grijpen. Gebruik daarbij eventueel een tekening.

E 20

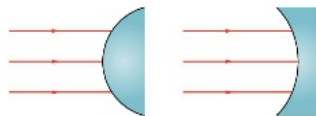
Een lichtstraal valt schuin in op een glazen ruit, zie de figuur. Neem de figuur over in je schrift of gebruik het tekenblad in het hulpmiddel.

- a Teken de normaal waar de lichtstraal de ruit ingaat.
- b Teken nauwkeurig de teruggekaatste lichtstraal.
- c Schets hoe de lichtstraal breekt als hij het glas ingaat.
- d Teken nauwkeurig hoe de lichtstraal vervolgens breekt als hij het glas weer uitgaat. Maak daarvoor gebruik van de eigenschap dat lichtstralen omkeerbaar zijn.
- e Kies het juiste antwoord. De lichtstraal die de ruit ingaat loopt wel / niet evenwijdig aan de lichtstraal die het glas uitgaat.
- f Leg uit waarom je iets (bijna) niet verplaatst ziet als het achter een dunne glazen ruit staat, ondanks dat er wel breking is.

B 21

In de linker figuur hieronder vallen drie lichtstralen op een bolle lens.

- a Neem de tekening over in je schrift of gebruik het tekenblad in het hulpmiddel. Schets de normalen en schets hoe deze stralen breken.



In de rechter figuur vallen drie lichtstralen op een holle lens.

- b Neem de tekening over in je schrift of gebruik het tekenblad in het hulpmiddel. Schets de normalen en schets hoe deze stralen breken.
- c Wat gebeurt er in beide bovenstaande gevallen met de lichtstralen die horizontaal invallen op het midden van de lens?
- d Kies het juiste antwoord. Een bolle lens heeft een convergerende / divergerende werking. Een holle lens heeft een convergerende / divergerende werking.

Hoofdstuk 6: Licht

§ 6.2 Breking

Opgaven uit boek: 7, 8, 10, 11, 14, 15, 16, 17, 19, 22, 23, 25, 26, 32, 36, 43, 44, 47, 48, 49, 52, 54, 60, 61, 63, 69, 70 (uitwerkingen vind je op Teams)

6.2 Opdrachten

A 13 M

Leg uit wat er bij een holle lens gebeurt met lichtstralen die evenwijdig aan de optische as invallen.

A 14 M

Noem drie factoren waarvan afhangt hoe sterk de breking is van een lichtstraal die een stof ingaat.

A 15 M

- a Maak een tekening van twee situaties; één waarbij sprake is van breking naar de normaal toe en één waarbij sprake is van breking van de normaal af.
b Leg uit wanneer je breking heet naar de normaal toe en wanneer breking van de normaal af.

R 16 M

Met een holle lens kun je vuur maken door een peplertje in het brandpunt te houden.

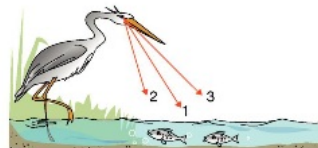
- a Leg uit of je met een bolle spiegel vuur kunt maken.
b Leg uit of je met een holle lens vuur kunt maken.
c Leg uit of je met een holle spiegel vuur kunt maken.

R 17

In paragraaf 6.1 leerde je drie eigenschappen van licht. Met welke van die eigenschappen hangt samen dat in figuur 6.13 het tegenovergestelde effect te zien is van figuur 6.14?

R 18

Watervogels, zoals reigers, moeten hun waarnemingen corrigeren als ze aan het vissen zijn. De prooi zwemt op een andere plaats dan een reiger waarnaemt. Een reiger kijkt in onderstaande figuur in richting 1 en ziet een vis.



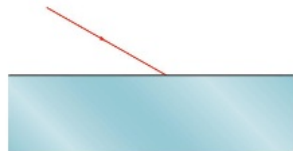
Leg uit, en gebruik daarbij eventueel een tekening, in welke van de twee andere richtingen de reiger een goede kans heeft de vis te grijpen.

© Noordhoff Uitgevers bv

Licht | 185

R 19 M

In onderstaande figuur zie je een lichtstraal die op een glazen plaat valt. De lichtstraal kaatst gedeeltelijk terug en een gedeelte gaat gebroken verder in het glas.



- a Teken de normaal en bepaal de invalshoek.
b Teken nauwkeurig de teruggekaatste lichtstraal.
c Schets de gebroken lichtstraal.

B 20

Een lichtstraal valt schuin in op een glazen ruit, zie de figuur hiernaast.

- a Teken de normaal waar de lichtstraal de ruit ingaat.
b Schets hoe de lichtstraal breekt als hij het glas ingaat.
c Teken nauwkeurig hoe de lichtstraal vervolgens breekt als hij het glas weer uitgaat. Maak daarvoor gebruik van de eigenschap dat lichtstralen omkeerbaar zijn.
d Omcirkel het juiste antwoord. De lichtstraal die de ruit ingaat loopt wel / niet evenwijdig aan de lichtstraal die het glas uitgaat.
e Leg uit waarom je iets (bijna) niet verplekst, ziet als het achter een dunne glazen ruit staat, ondanks dat er wel breking is.

B 21

In de figuren op de volgende bladzijde vallen drie lichtstralen op een bolle lens en een holle lens.

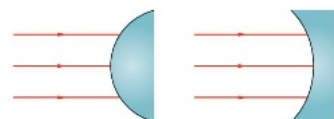
- a Schets in de linker tekening de normelen en schets hoe de stralen breken.

Hoofdstuk 6: Licht

§ 6.2 Breking

<https://phet.colorado.edu/en/simulations/bending-light>

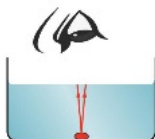
Opgaven uit boek, par 6.2: 14, 16, 18, 19, 20, 22 en 23.



- b. Schets ook in de rechter tekening de normalen en schets hoe deze stralen breken.
- c. Wat gebeurt er in bovenstaande gevallen met de lichtstraal die horizontaal invalt op het midden van de lens?
- d. Omkrel de juiste antwoorden. Een bolle lens heeft een convergerende / divergerende werking. Een holle lens heeft een convergerende / divergerende werking.

C 22

Een juweel ligt op de bodem van een aquarium. Je ziet hieraan twee lichtstralen die het water uitgaan. Laat met een schets zien dat iemand die boven water naar het juweel kijkt, het juweel dichterbij ziet dan het in werkelijkheid is.



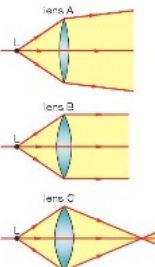
C 23 N

In de figuur hiernaast zie je driemaal dezelfde lichtbundel waarin drie verschillende lenzen worden geplaatst. De lichtbundel uit lens C komt samen in een punt.

- a. Log uit of dit wel of niet het brandpunt is.

Hoe sterker een lens, hoe groter de convergerende (of divergerende) werking.

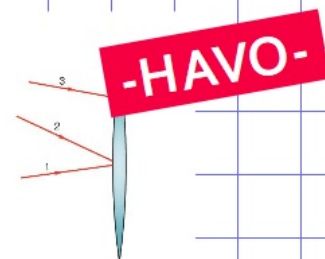
- b. Rangschik de lenzen in volgorde van opklimmen de sterkte.



+ 24 N

Lichtstraal 1 en 2 vallen schuin in op het midden van een lens, zie de figuur. Lichtstraal 3 valt schuin in op de bovenkant van de lens.

- a. Bij welke lichtstralen lijkt de situatie bij de lens op de situatie bij de dunne glazen ruit?
- b. Teken de normaal op de plekken waar de lichtstralen de lens raken.
- c. Schets hoe de lichtstralen breken als ze de lens ingaan.
- d. Teken nauwkeurig hoe de lichtstralen 1 en 2 vervolgens breken als ze de lens weer uitgaan. Schets hoe lichtstraal 3 breekt als hij de lens uitgaat.
- e. Omkrel de juiste antwoorden. Lichtstralen die invallen op het midden van een lens gaan rechtdoor / breken. Lichtstralen die ergens anders invallen op een lens gaan rechtdoor / breken.



+ 25 N

Met de volgende formule kun je de brekingshoek berekenen:

$$\frac{\sin \angle i}{\sin \angle r} = n$$

met $\angle i$ hoek van inval in graden ($^\circ$)
 $\angle r$ de hoek van breking in graden ($^\circ$)
 n de brekingsindex van een stof (geen eenheid)

De brekingsindex van water is 1,5. Een lichtstraal gaat onder een hoek $\angle i$ van 30° water in.

- a. Bereken de hoek van breking en teken de situatie.

Een lichtstraal komt onder een hoek $\angle r$ van 50° water uit.

- b. Bereken de hoek van inval.

Een lichtstraal gaat onder een hoek $\angle i = 60^\circ$ een onbekende stof in en breekt onder een hoek $\angle r = 48^\circ$.

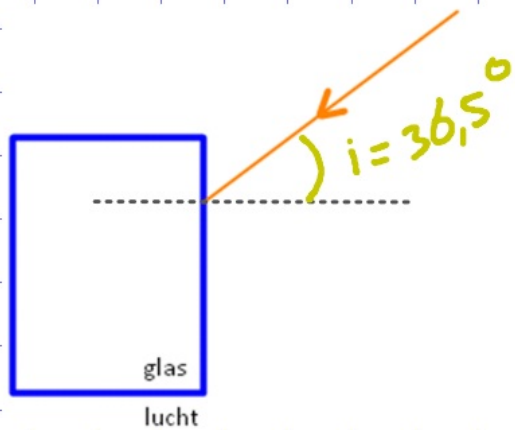
- c. Bereken de brekingsindex van de onbekende stof.

Hoofdstuk 6: Licht

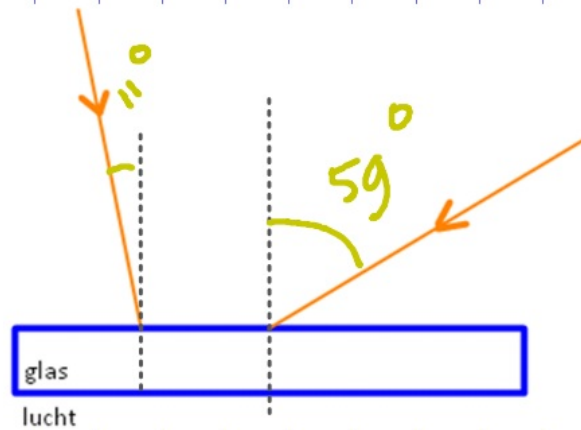
§ 6.2 Breking

Je kunt nu

- schetsen hoe lichtstralen naar de normaal toe breken als ze een stof ingaan;
- schetsen hoe lichtstralen van de normaal af breken als ze een stof uitgaan;
- drie factoren noemen waar de sterkte van breking van afhangt;
- de optische as en het brandpunt F aangeven van een lens;
- schetsen hoe een lens lichtstralen breekt die evenwijdig aan de optische as lopen;
- met breking verklaren dat een bolle lens een convergerende werking heeft en een holle lens een divergerende werking.



Opgave 1

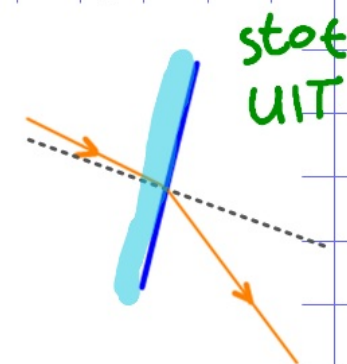
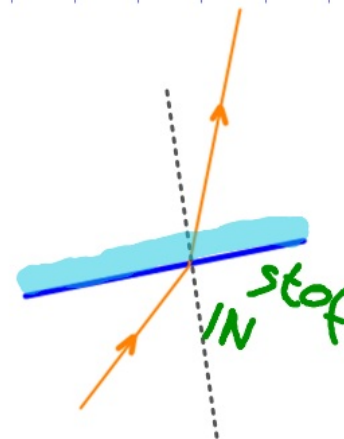
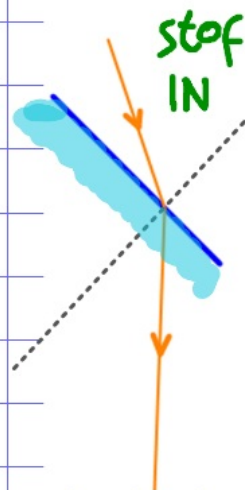


Hoofdstuk 6: Licht

§ 6.2 Breking

Oefenblad 1 (leerdoel E en D)

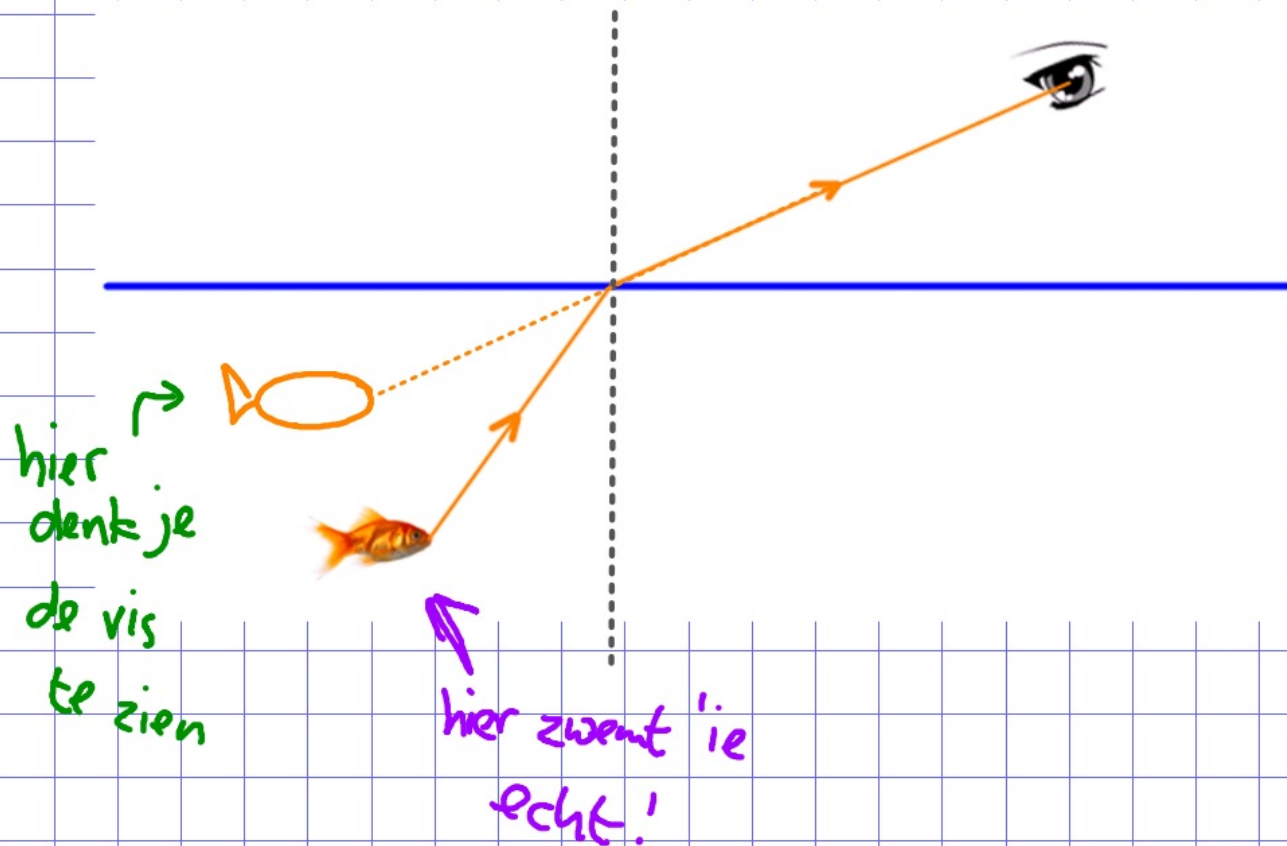
Opgave 2

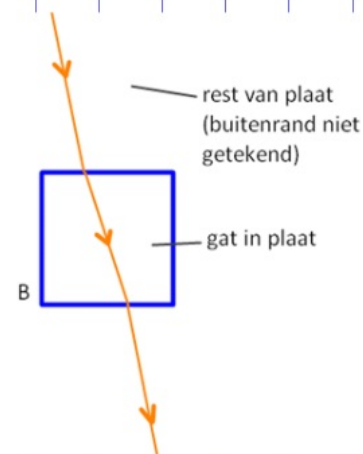
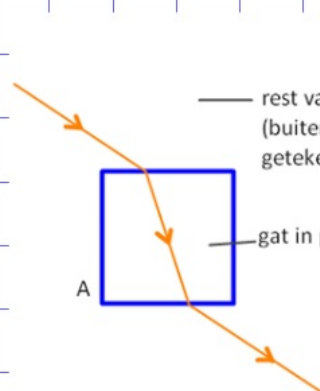
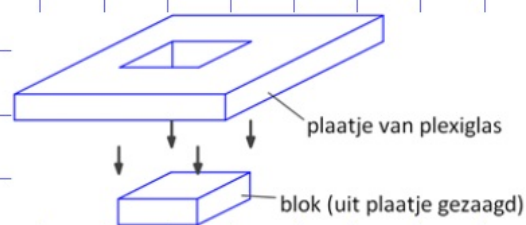
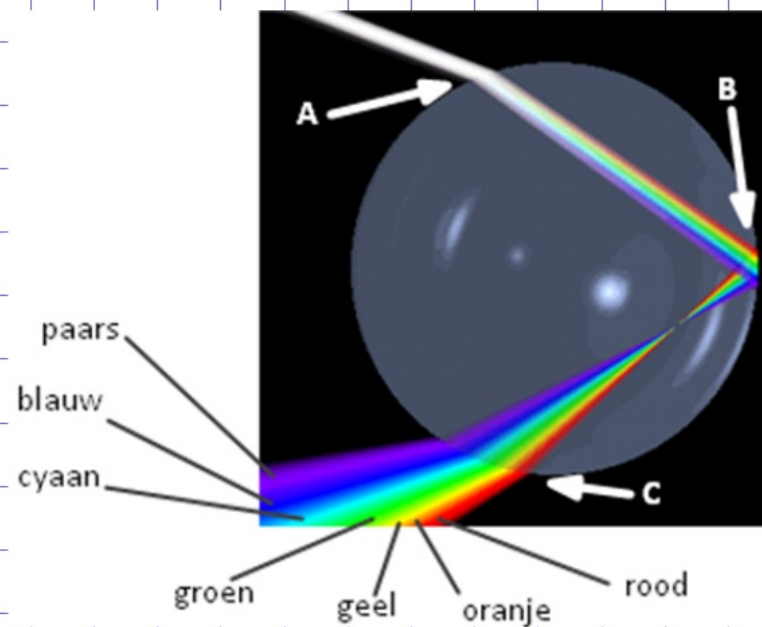


Hoofdstuk 6: Licht

§ 6.2 Breking

Oefenblad 1 (leerdoel E en D)





Hoofdstuk 6: Licht

§ 6.2 Breking

Oefenblad 1 (leerdoel E en D)

Je kunt de hoek van breking uitrekenen met de wet van Snellius:

hoek van inval $\sin i$
 hoek van breking $\sin r$

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

 brekingsindex

water: 1,33
 glas: 1,50
 perspex: 1,52
 diamant: 2,43

Voorbeeld: Een lichtstraal valt in op een onbekend transparant materiaal. De hoek van inval is 32° en de hoek van breking is $29,5^\circ$. Bereken de brekingsindex n van het materiaal.

voorbeeld
$$n = \frac{\sin i}{\sin r} = \frac{\sin 32^\circ}{\sin 29,5^\circ} = 1,08$$

Bordoefening 1a:

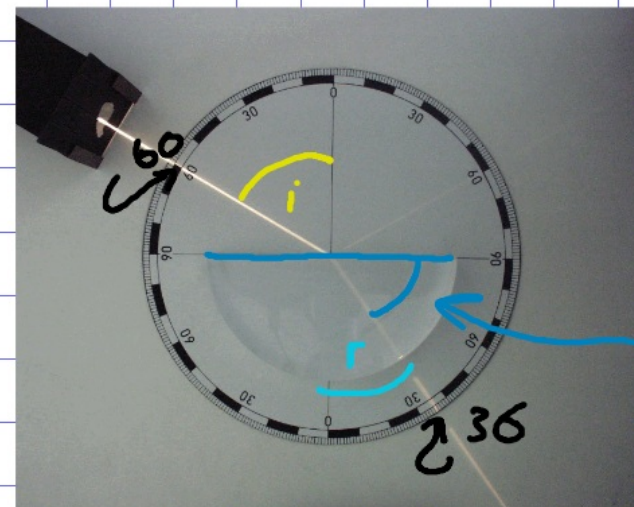
$$n = \frac{\sin i}{\sin r} = \frac{\sin 28^\circ}{\sin 22^\circ} = 1,25$$

Bordoefening 1b:

$$n = \frac{\sin i}{\sin r} = \frac{\sin 60^\circ}{\sin 36^\circ} = 1,47$$

Hoofdstuk 6: Licht

§ 6.2 Breking



Bordoefening 1a: Een invallende lichtstraal maakt een hoek van 28° met de normaal. De gebroken lichtstraal maakt een hoek van 68° met het brekingsoppervlak. Bereken n .

Bordoefening 1b: Bereken de brekingsindex van het materiaal in de afbeelding hierboven.

Je kunt de hoek van breking uitrekenen met de wet van Snellius:

hoek van inval $\swarrow$

$$\frac{\sin i}{\sin r} = n \quad \nwarrow$$

hoek van breking $\nearrow$

brekingsindex

water: 1,33
glas: 1,50
perspex: 1,52
diamant: 2,43

Bordoeffening 1c:

$$\frac{\sin i}{\sin r} = n \rightarrow \sin r = \frac{\sin i}{n}$$

$$\frac{6}{3} = 2 \rightarrow 3 = \frac{6}{2}$$

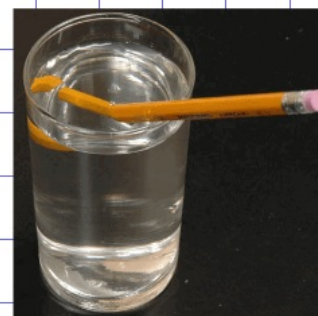
$$\sin r = \frac{\sin 42^\circ}{1,33} = 0,503$$

$$r = 30^\circ \quad \swarrow [\sin^{-1}]$$

Hoofdstuk 6: Licht

§ 6.2 Breking

Bordoeffening 1c: Reken uit wat de hoek van breking zal zijn als een lichtstraal invalt onder een hoek van 42° op een overgang tussen lucht en water ($n = 1,33$).



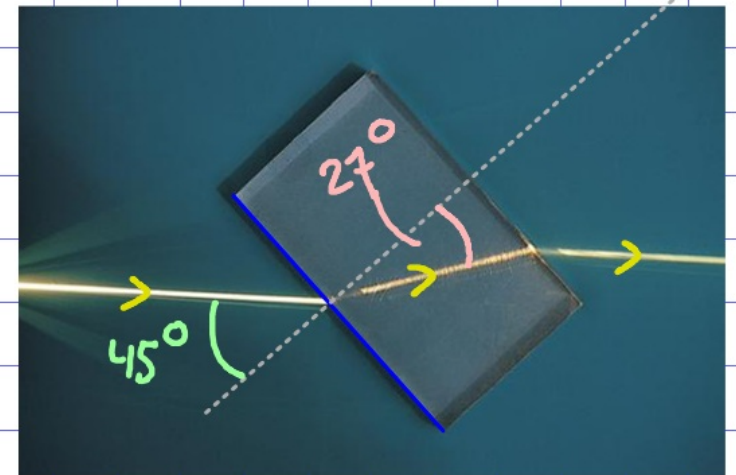
Bordoefening 1d:

$$n = \frac{\sin i}{\sin r} = \frac{\sin(45^\circ)}{\sin(27^\circ)} = 1,56$$

Hoofdstuk 6: Licht

§ 6.2 Breking

Bordoefening 1d: Bereken de brekingsindex van het materiaal in deze afbeelding.



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

Bordoeffening 1e:

$$\frac{\sin i_6}{\sin r_2} = n_3 \rightarrow \sin r_2 = \frac{\sin i_6}{n_3}$$

$$\sin r = \frac{\sin 39^\circ}{2,43} = 0,259$$

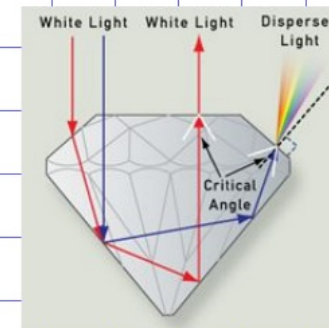
$$r = 15^\circ$$

$$\leftarrow \sin^{-1}$$

Hoofdstuk 6: Licht

§ 6.2 Breking

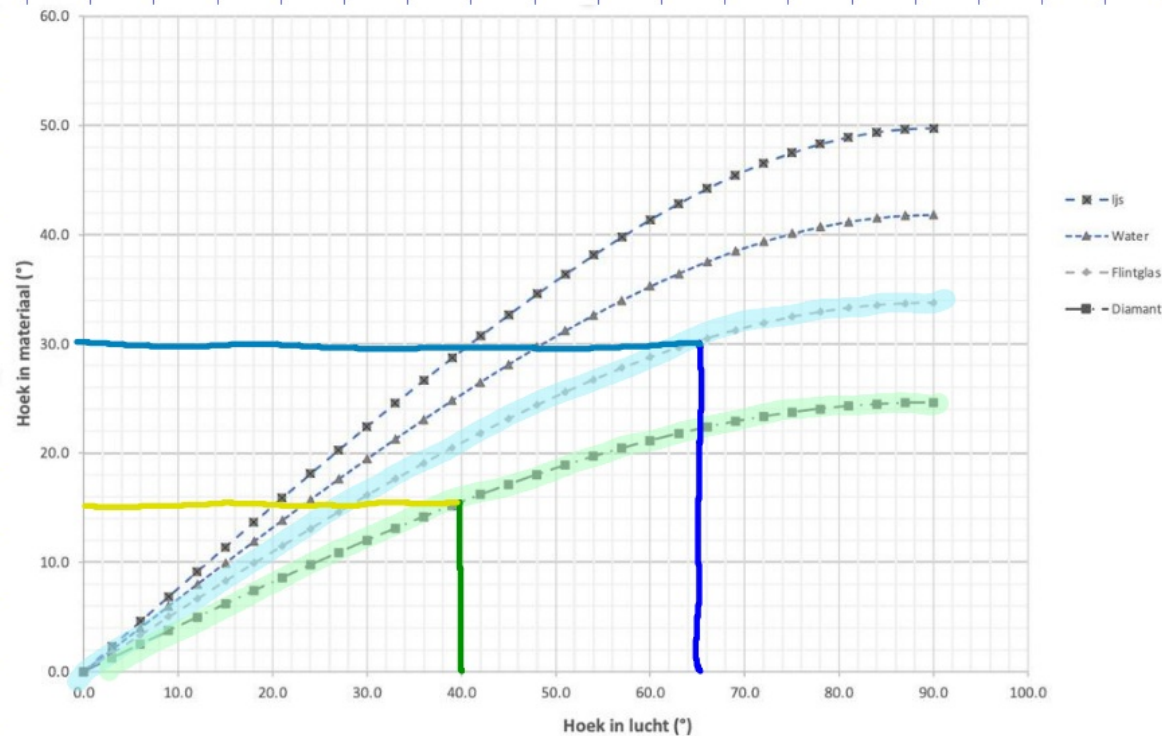
Bordoeffening 1e: Reken uit wat de hoek van breking zal zijn als een lichtstraal invalt op diamant onder een hoek van 39° .



brekingsindex

water: 1,33
glas: 1,50
perspex: 1,52
diamant: 2,43

Behalve met de wet van Snellius kun je hoeken van inval en breking ook vinden m.b.v. deze **brekingsgrafiek**:



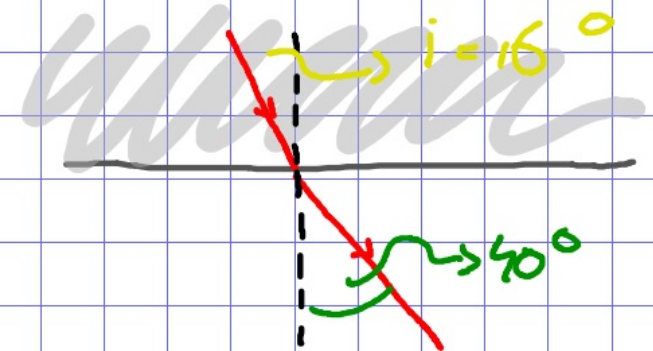
Hoofdstuk 6: Licht

§ 6.2 Breking

Bordoeffening 1f: Bepaal de hoek van breking als een lichtstraal onder een hoek van inval $i = 65^\circ$ een stuk flintglas ingaat.

$r = 30^\circ$

Bordoeffening 1g: Bepaal de hoek van inval als een lichtstraal onder een hoek van 40° een stuk diamant uitkomt.



6. Ter oefening met de sinusknop op je rekenmachine, reken onderstaande sinussen uit:

- a. $\sin 30^\circ$ b. $\sin 89^\circ$ c. $\sin 12^\circ$

7. Reken telkens uit wat de hoek van terugkaatsing (r) moet zijn als:

- a. $\sin r = 0,866$ b. $\sin r = 0,156$ c. $\sin r = 0,707$

← shift, sin

6 a) 0,5 b) 1,0 c) 0,2

7 a) 60° c) $8,97^\circ$ c) 45°

Hoofdstuk 6: Licht

§ 6.2 Breking

Oefenblad 2 (leerdoel F)

8. Onderstaand is driemaal een lichtstraal te zien die breekt op een oppervlak van lucht en een onbekende stof (3x verschillend). Voor elke situatie voer deze stappen uit:

- I. Teken de normaal en bepaal de hoek van inval en hoek van breking
- II. Bepaal of er sprake is van breking naar de normaal toe of breking van de normaal af
- III. Bedenk of de lichtstraal de stof dus ingaat of juist verlaat.
- IV. Arceer lichtjes de kant van het grensvlak waar dus het materiaal zit (dus niet de luchtkant)
- V. In welke situatie is de breking het sterkst?
- VI. Met de brekingsformule, reken uit wat de brekingsindex (n) van het materiaal is.

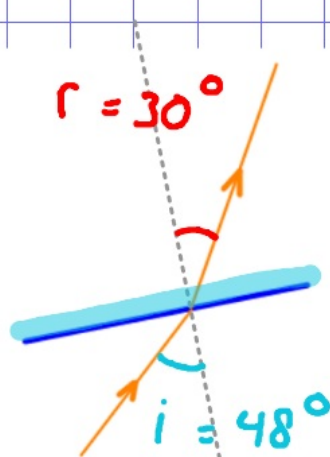
→ overal toe

→ stof IN

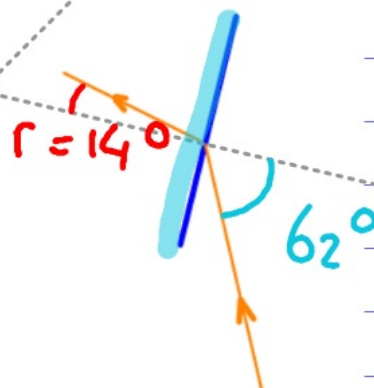
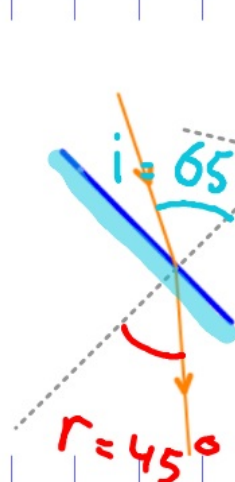
Hoofdstuk 6: Licht

§ 6.2 Breking

Oefenblad 2 (leerdoel F)



$$n = \frac{\sin 48^\circ}{\sin 30^\circ} = 1,48$$



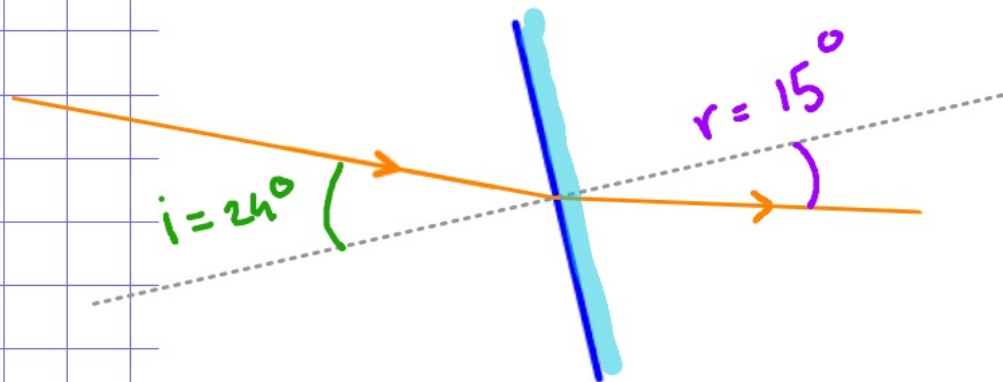
$$n = \frac{\sin 62^\circ}{\sin 14^\circ} = 3,6$$

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

9. Onderstaand is tweemaal een lichtstraal getekend die een grensvlak van lucht naar glas gaat raken. Natuurlijk zal de lichtstraal hierdoor gebroken worden.

- Trek de lichtstraal door tot deze de spiegel raakt en teken de normaal.
- Meet de hoek van inval
- Zoek de brekingsindex op van de stof die de straal gaat breken.
- Reken uit wat de hoek van breking zal zijn.
- Meet deze hoek af en teken de gebroken lichtstraal.
- Arceer het gedeelte dat van glas is aan de juiste kant van het oppervlak.

$$\leadsto n = 1,50$$



$$r = 15^\circ$$



$$n = \frac{\sin i}{\sin r} \rightarrow \sin r = \frac{\sin i}{n} \rightarrow \sin r = \frac{\sin 24}{1,50} = 0,271$$

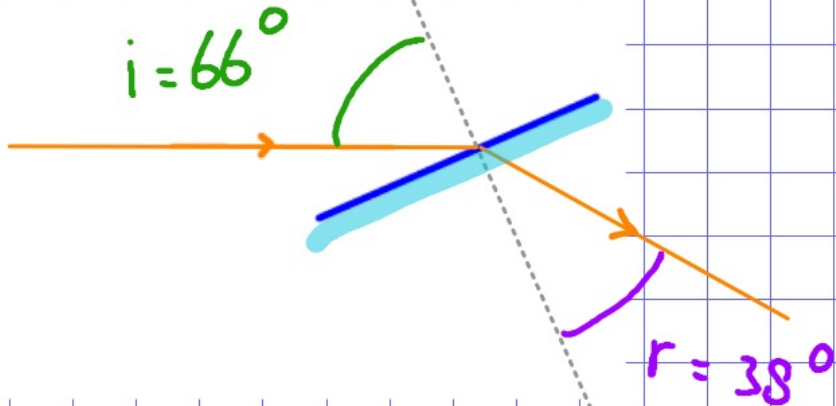
Hoofdstuk 6: Licht

§ 6.2 Breking

Oefenblad 2 (leerdoel F)

9. Onderstaand is tweemaal een lichtstraal getekend die een grensvlak van lucht naar glas gaat raken. Natuurlijk zal de lichtstraal hierdoor gebroken worden.

- Trek de lichtstraal door tot deze de spiegel raakt en teken de normaal.
- Meet de hoek van inval
- Zoek de brekingsindex op van de stof die de straal gaat breken.
- Reken uit wat de hoek van breking zal zijn.
- Meet deze hoek af en teken de gebroken lichtstraal.
- Arceer het gedeelte dat van glas is aan de juiste kant van het oppervlak.



$$n = \frac{\sin i}{\sin r} \rightarrow \sin r = \frac{\sin i}{n} \rightarrow \sin r = \frac{\sin 66^\circ}{1,50} = 0,609$$

A purple arrow points from the value 0,609 to the angle $r = 38^\circ$ in the diagram above.

Hoofdstuk 6: Licht

§ 6.2 Breking

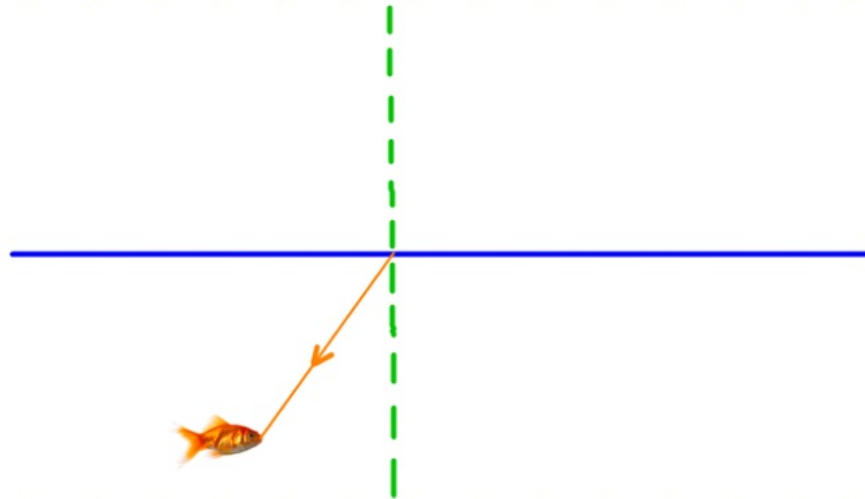
Oefenblad 2 (leerdoel F)

Hoofdstuk 6: Licht

§ 6.2 Breking

Oefenblad 2 (leerdoel F)

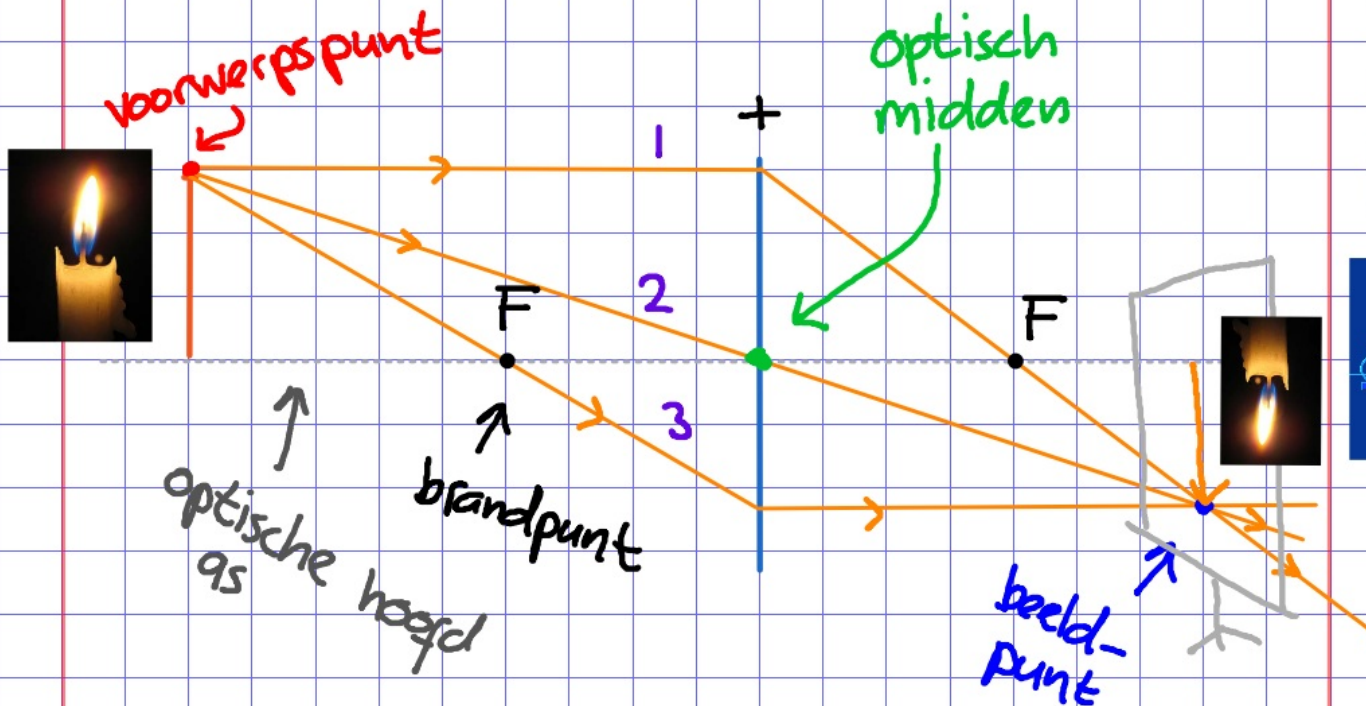
10. We kijken nogmaals naar de aap en de vis. Niet alleen de aap ziet de vis op de verkeerde plaats zwemmen, de vis ziet de aap ook ergens anders dan waar deze werkelijk is. Een deel van een lichtstraal die van de neus van de aap in het oog van de vis terechtkomt is al getekend. Gebruik de brekingsformule om het eerste, nog ongetekende deel te vinden (MOEILIJK, Even goed voor gaan zitten!).



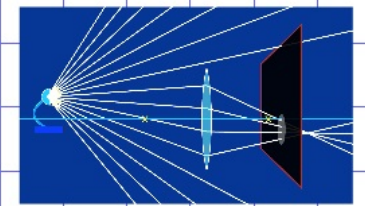
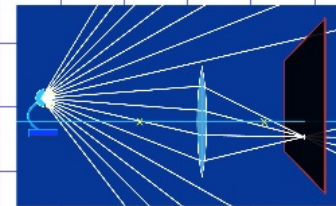
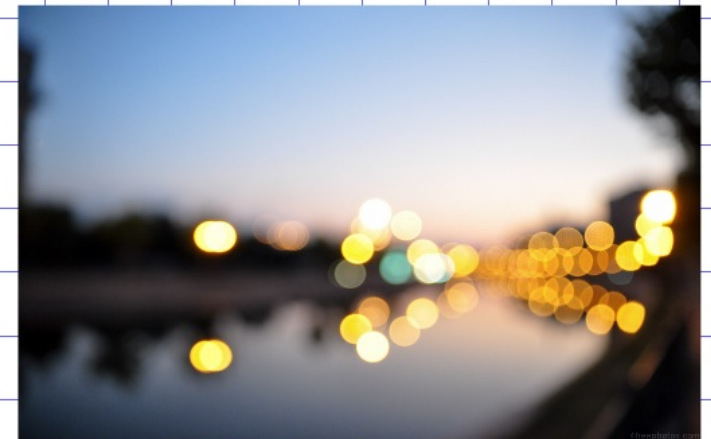
§ 6.3 Construeren bij lenzen

Voor een **scherp beeld** moet het licht dat van **één punt** in het echt afkwam ook weer in **één punt** samenkomen op het scherm. Hoe ver het voorwerp, de lens en het scherm van elkaar moeten staan kun je te weten komen door een **constructie**.

Beeldconstructie m.b.v. de **constructiestralen**:



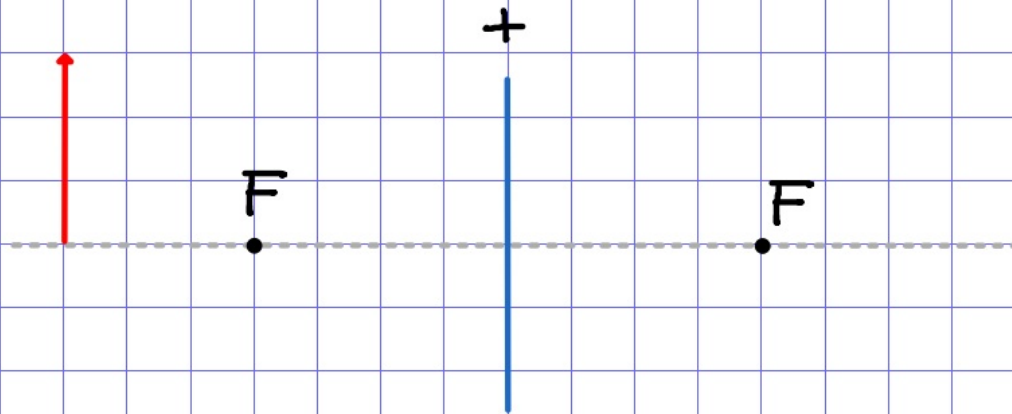
Hoofdstuk 6: Licht



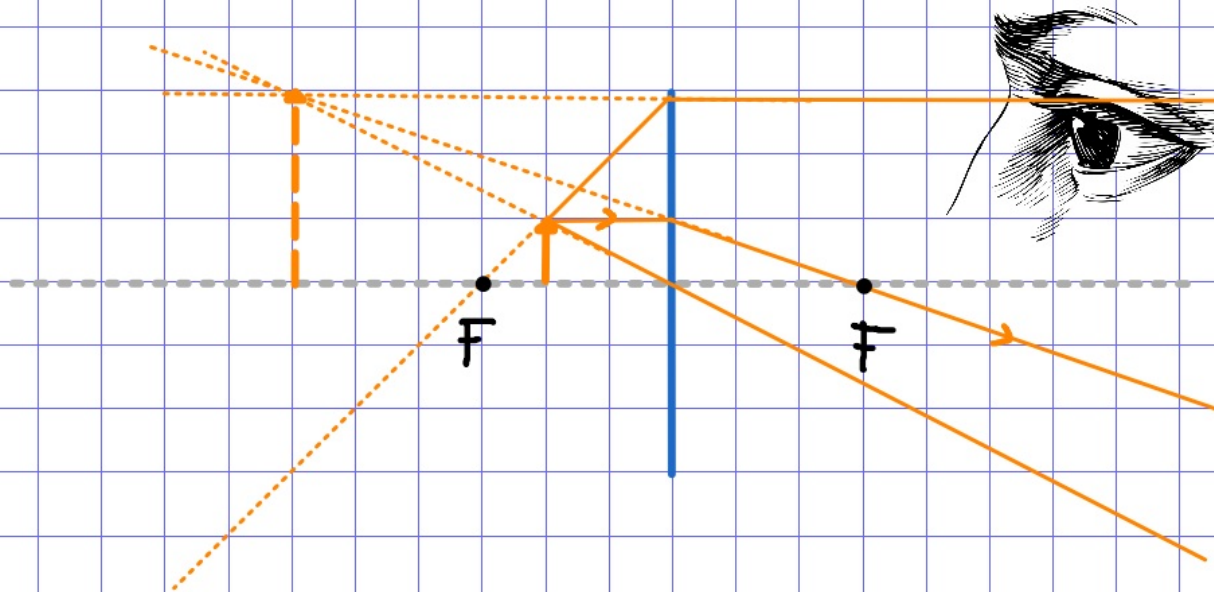
Hoofdstuk 6: Licht

§ 6.3 Construeren bij lenzen

Bordoeffening 2: Neem de figuur over en construeer het beeld van de kaarsvlam.



Als het voorwerp binnen de brandpuntsafstand staat, ontstaat een **virtueel beeld** (voorbeeld: vergrootglas):

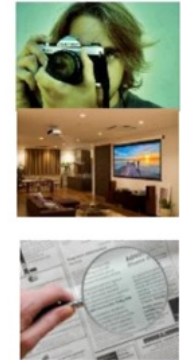
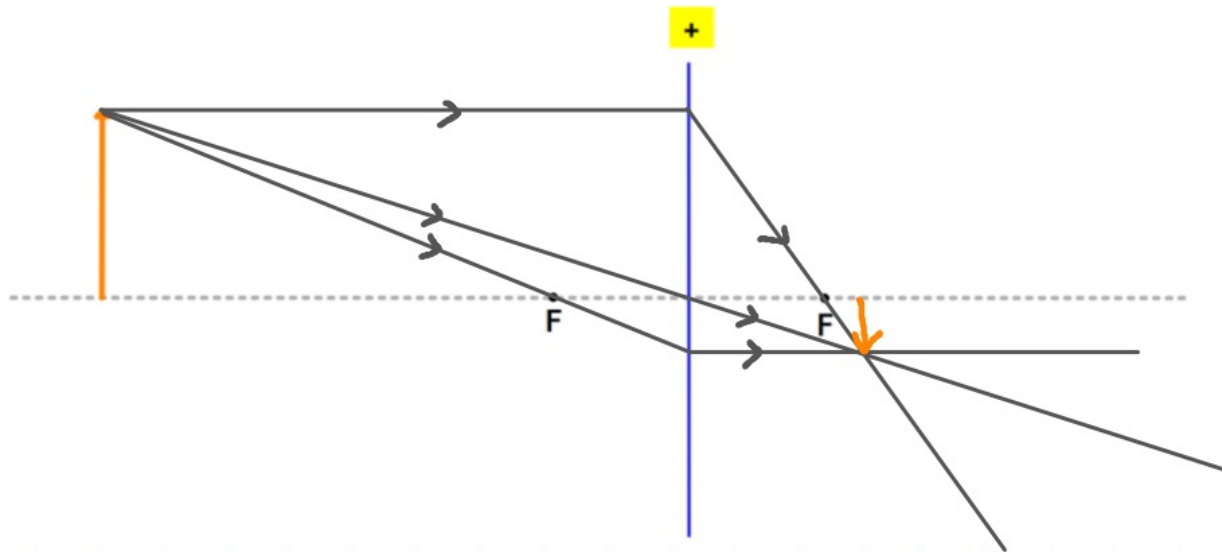


Hoofdstuk 6: Licht

§ 6.3 Construeren bij lenzen



1. Bekijk onderstaande situatie van een lens en lichtgevende pijl.
 - a. Construeer het beeld van de punt en van de staart van de pijl met de drie constructiestralen.
 - b. Teken het scherm op de juiste plaats.
 - c. Is het beeld van de pijl *vergroot* of *verkleind*?



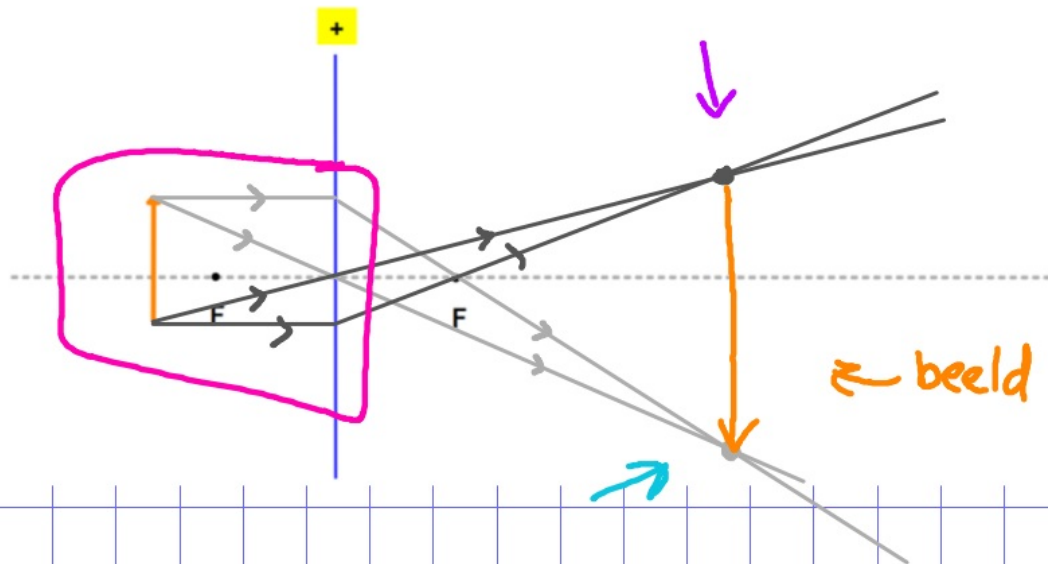
Hoofdstuk 6: Licht

§ 6.3 Construeren bij lenzen

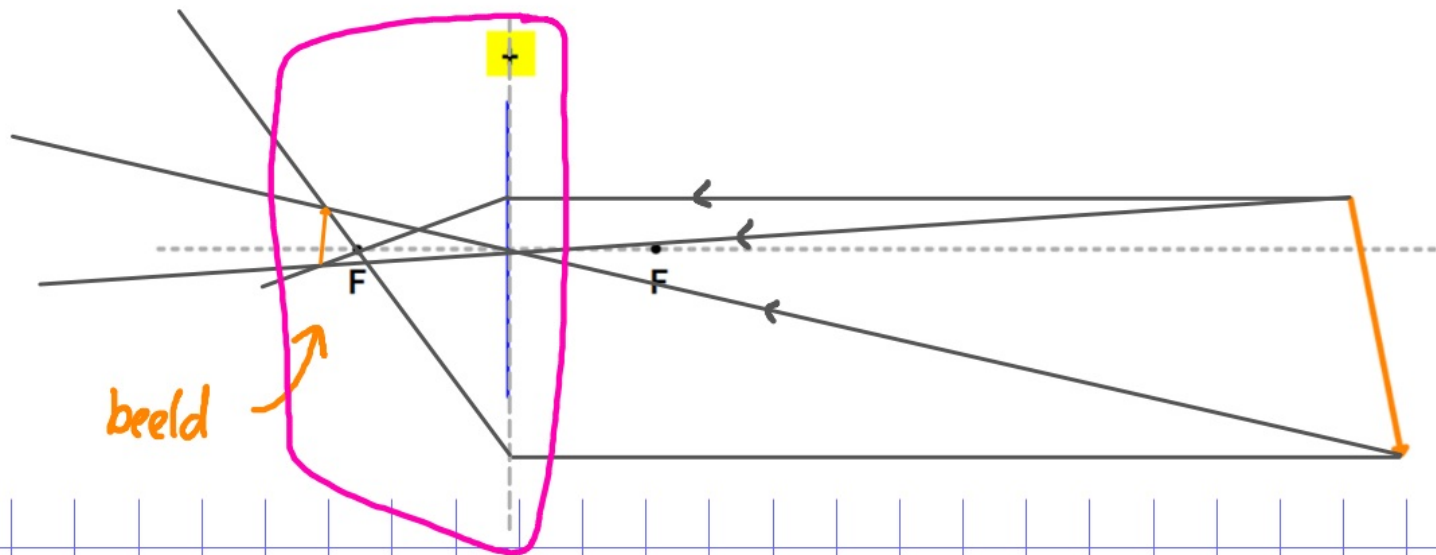
Oefenblad 3 (leerdoel H)

2. Wederom een lens en een lichtgevende pijl. Ditmaal staat de pijl veel dichterbij de lens dan eerst. Bovendien steekt deze ook een stukje uit onder de optische as.

- Construeer het beeld van de punt en van de staart van de pijl beide met de drie constructiestralen.
- Teken het scherm op de juiste plaats.
- Is het beeld van de pijl *vergroot* of *verkleind*?
- Aan welke situatie in het echt doet deze opstelling je denken? Kies uit: *camera*, *projector* of *vergrootglas*.



3. Onderstaand is een opstelling te zien met een lens en een lichtgevende pijl. Nu komt het licht eens van de andere kant.
- Construeer het beeld van de punt en van de staart van de pijl met de drie construstiestralen.
 - Teken het scherm op de juiste plaats.
 - Is het beeld van de pijl *vergroot* of *verkleind*?
 - Aan welke situatie in het echt doet deze opstelling je denken? Kies uit: camera, *projector* of *vergrootglas*.

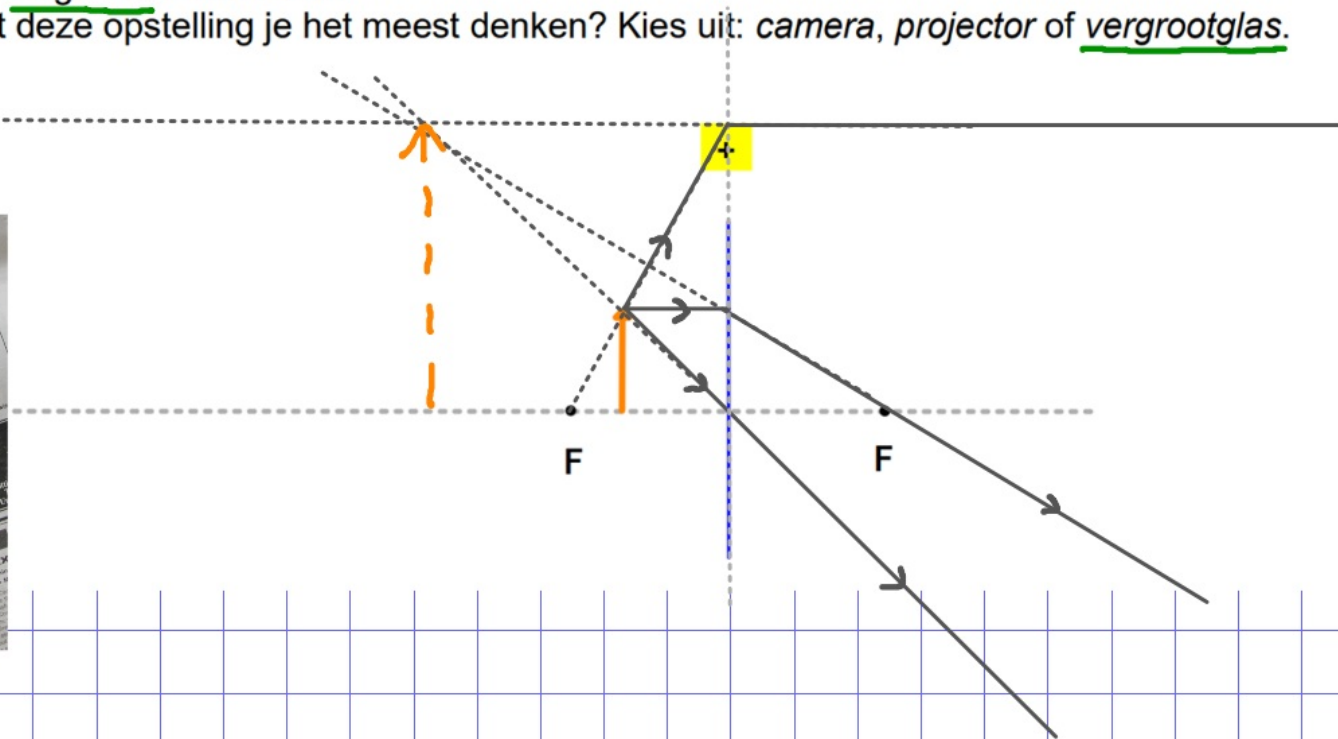


Hoofdstuk 6: Licht

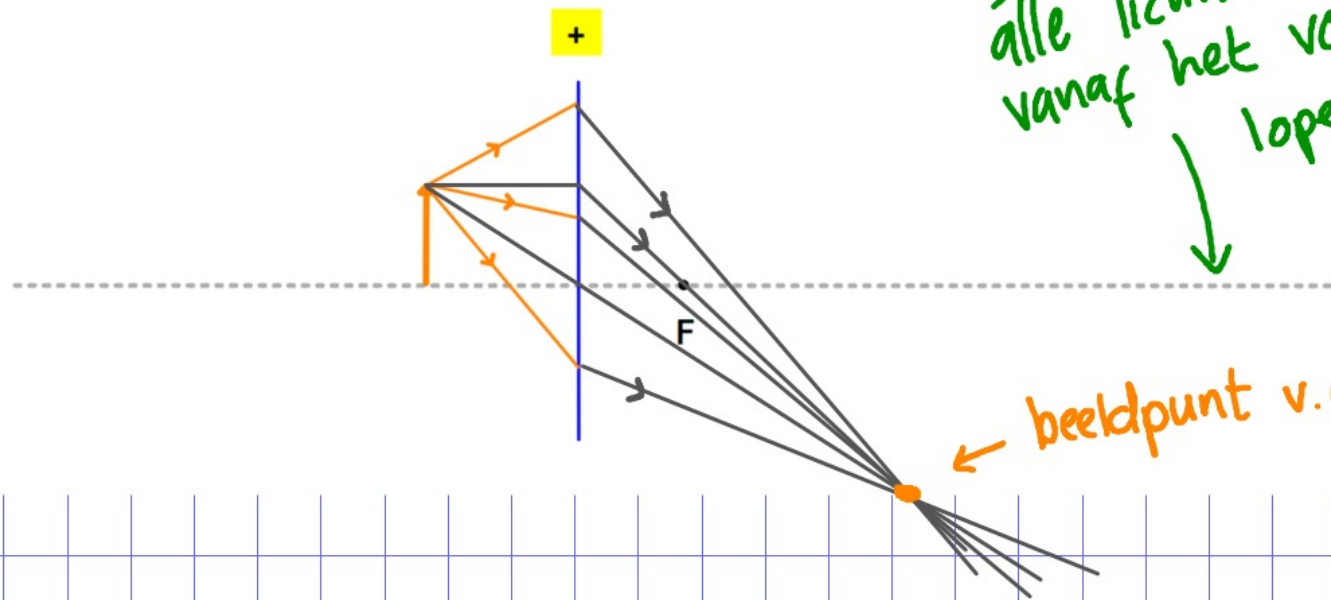
§ 6.3 Construeren bij lenzen

Oefenblad 3 (leerdoel H)

4. Tenslotte nog een fijne opgave waarin een lens en een lichtgevende pijl centraal staan. Het is een uitdagende opgave waarin ook wat denkwerk van de leerling verwacht wordt. Ik hoop dat jullie hem leuk vinden.
- Construeer het beeld van de punt en van de staart van de pijl met de drie constructiestralen.
 - Is het beeld van de pijl vergroot of verkleind?
 - Aan welke situatie doet deze opstelling je het meest denken? Kies uit: *camera*, *projector* of *vergrootglas*.



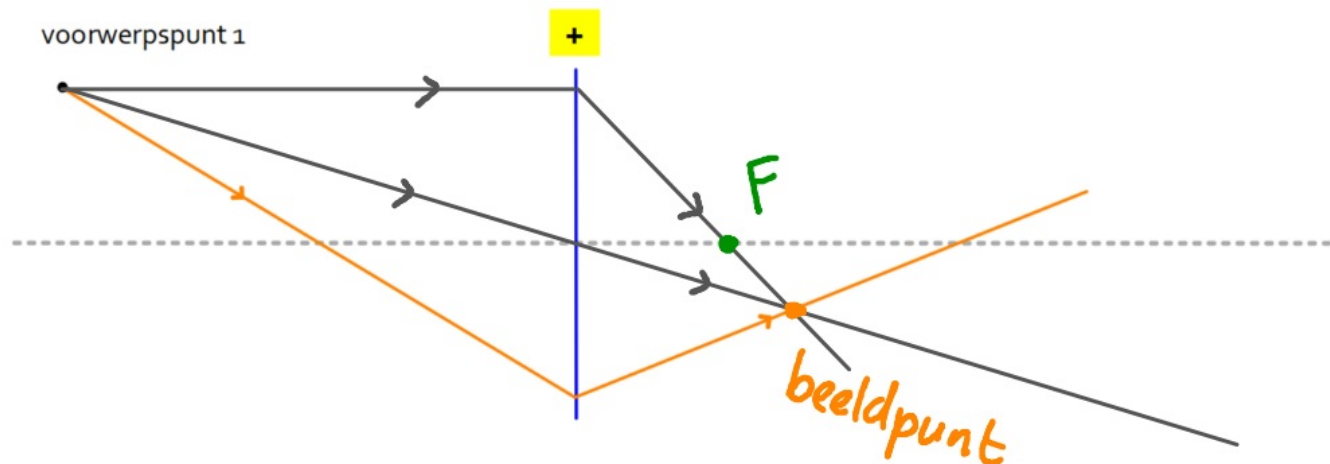
5. NADENKVRAAG: Onderstaand zijn een positieve lens en een lichtgevende pijl te zien. Er zijn drie lichtstralen getekend die vanaf de pijl komen en op de lens vallen maar dit zijn duidelijk niet de constructiestralen. Teken het verloop van deze drie stralen. Je moet zelf eerst even nadenken hoe je dit kunt doen. Vraag het niet meteen als je het niet direct ziet. Denk eerst even. Probeer eens wat. Gum uit als het niks is. Probeer op nieuw. Zo wordt je groter en sterker!



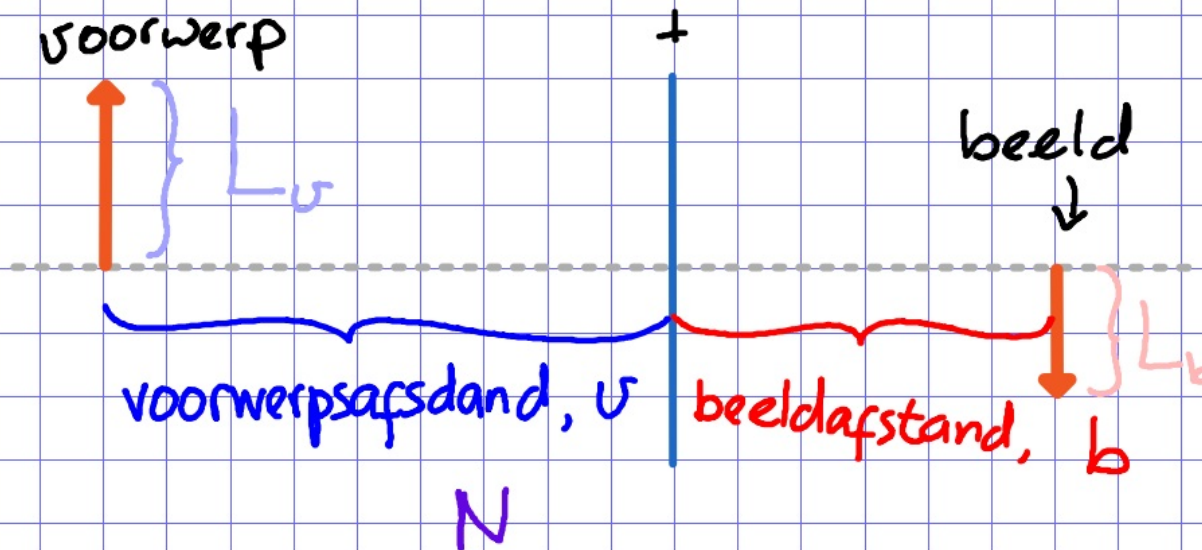
alle lichtstralen
vanaf het voorwerpspunt
lopen na de lens
hierheen

beeldpunt v.d. punt v.d.
pijl

6. MOEILIJK, EVEN NADENKEN: Vanuit de punt van een lichtgevende pijl die op de hoofdas staat (voorwerpspunt 1 is de punt) valt een willekeurige lichtstraal door een bolle lens. Construeer het beeld van de lichtgevende pijl.



Je kunt rekenen aan de vergrotingsfactor met de vergrotingsformules:



Voorbeeld: bepaal de vergrotingsfactor in deze tekening hierboven.

$$N = \frac{b}{v} = \frac{6 \text{ cm}}{9 \text{ cm}} = 0,67$$

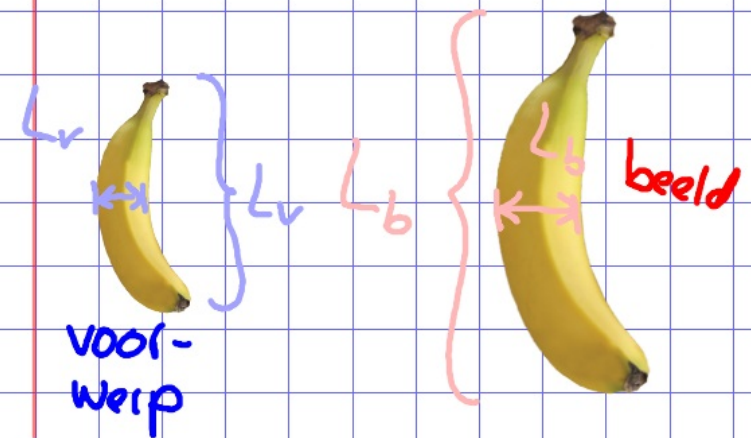
$$N = \frac{L_b}{L_v} = \frac{2 \text{ cm}}{3 \text{ cm}} = 0,67$$

Hoofdstuk 6: Licht

§ 6.3 Construeren bij lenzen

Bordoefening 3: Een dia wordt 12,8 keer vergroot afgebeeld op een scherm. Het scherm staat op $b = 3,0 \text{ m}$ van de lens vd projector. Hoe groot is de afstand tussen de lens en de dia in de projector?

Bordoefening 4: Je maakt een foto van een kaarsvlam van $4,0 \text{ cm}$ hoog. De vlam staat $1,2 \text{ meter}$ van de cameralens en de beeldsensor zit $6,0 \text{ cm}$ achter de lens? Hoe groot wordt de vlam afgebeeld op de sensor?



Bordoefening 3:

$$v = ?$$

$$N = 12,8$$

$$b = 3,0 \text{ m}$$

$$N_3 = \frac{b_6}{v_2} \rightarrow v_2 = \frac{b_6}{N_3}$$

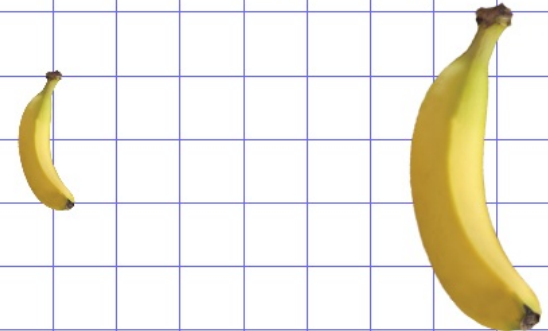
$$v = \frac{b}{N} = \frac{3,0 \text{ m}}{12,8} = 0,23 \text{ m}$$

Hoofdstuk 6: Licht

§ 6.3 Construeren bij lenzen

Bordoefening 3: Een dia wordt 12,8 keer vergroot afgebeeld op een scherm. Het scherm staat op 3,0 m van de lens vd projector. Hoe groot is de afstand tussen de lens en de dia in de projector?

Bordoefening 4: Je maakt een foto van een kaarsvlam van $L_v = 4,0 \text{ cm}$ hoog. De vlam staat $v = 1,2 \text{ meter}$ van de cameralens en de beeldsensor zit $b = 6,0 \text{ cm}$ achter de lens? Hoe groot wordt de vlam afgebeeld op de sensor?



Bordoefening 4:

$$L_b = ?$$

$$L_v = 4,0 \text{ cm}$$

$$v = 1,2 \text{ m} = 120 \text{ cm}$$

$$b = 6,0 \text{ cm}$$

$$N = \frac{L_b}{L_v} \rightarrow L_b = N \cdot L_v$$

$$N = \frac{b}{v}$$

$$L_b = 0,05 \cdot 4,0 \text{ cm} \\ = 0,2 \text{ cm}$$

$$N = \frac{b}{v} = \frac{6,0 \text{ cm}}{120 \text{ cm}} = 0,05$$

Hoofdstuk 6: Licht

§ 6.3 Construeren bij lenzen

Bordoefening 3: Een dia wordt 12,8 keer vergroot afgebeeld op een scherm. Het scherm staat op 3,0 m van de lens vd projector. Hoe groot is de afstand tussen de lens en de dia in de projector?

Bordoefening 4: Je maakt een foto van een kaarsvlam van 4,0 cm hoog. De vlam staat 1,2 meter van de cameralens en de beeldsensor zit 6,0 cm achter de lens? Hoe groot wordt de vlam afgebeeld op de sensor?



6.3 Opdrachten

A 27 M

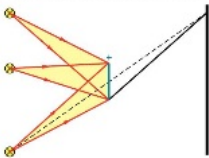
- a Met welke twee formules bereken je de vergrotingsfactor?
b Leg uit wat de symbolen in de formules betekenen.

A 28 M

Met welke drie tekenregels kun je bij lenzen de lichtstralen construeren? Teken bij elke regel een voorbeeld.

B 29

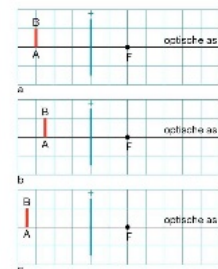
Voor een lens bevinden zich drie lichtpunten. De lens zorgt er voor dat er op het scherm drie beeldpunten ontstaan. Neem onderstaande figuur over of gebruik het tekenblad in het hulpboek. Teken de drie lichtbundels tussen lens en scherm.



B 30 M

Een voorwerp staat voor een lens, zie onderstaande figuur.
a Neem de afbeeldingen over of gebruik het tekenblad in het hulpboek. Construeer het beeld.

- b In welk van de situaties is de vergroting het grootst?
c Leg uit dat in een projector de afstand tussen het voorwerp en de lens maar een klein beetje groter moet zijn dan de brandpuntsafstand.



© Noordhoff Uitgevers bv

Licht | 195

B 31 M

Neem de figuur over of gebruik het tekenblad in het hulpboek.

Een voorwerp AB staat voor een lens, zie figuur a.

- a Construeer het beeld.
b Construeer het beeldpunt C' in figuur b.

c Construeer het beeld van voorwerp DE in figuur c.
d Bepaal door opmeten de vergroting van de afbeelding uit figuur a.

- e Controleer of de vergroting voldoet aan de formule $N = \frac{b}{v}$.

B 32

Een voorwerp AB is 1,0 cm hoog. Het voorwerp staat voor een lens met $f = 1,5$ cm.

- a Maak n je schrift een tekening op ware grootte.
b Construeer vemaal het beeld als de voorwerpsafstand v gelijk is aan 4,5 cm, 3,0 cm, 2,0 cm en 0,5 cm.
c Leg uit welke van de vier situaties uit opdracht b lijkt op:
1 beeldvorming bij een projector
2 beeldvorming bij een loep
3 beeldvorming bij een camera
4 beeldvorming bij een kopieerapparaat

C 33

In de tekst staat dat een lichtstraal die evenwijdig loopt aan de optische as achter de lens door het brandpunt gaat. Een lichtstraal valt schuin in op een lens en gaat voor de lens door het brandpunt.

- a Leg uit hoe deze lichtstraal achter de lens verdergaat.

In paragraaf 1 staan drie eigenschappen van licht genoemd.

- b Leg uit welke van die drie eigenschappen van licht je hebt gebruikt om vraag a te beantwoorden.
c Leg uit waarom je vaak twee brandpunten bij een lens tekent.

Hoofdstuk 6: Licht

§ 6.3 Construeren bij lenzen

Opgaven uit boek: 7, 8, 10, 11, 14, 15, 16, 17, 19, 22, 23, 25, 26, 32, 36, 43, 44, 47, 48, 49, 52, 54, 60, 61, 63, 69, 70 (uitwerkingen vind je op Teams)

-VWO-

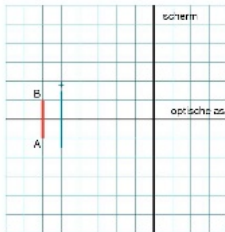
Hoofdstuk 6: Licht

§ 6.3 Construeren bij lenzen

C 34

Een voorwerp AB van 2,0 cm hoog staat 1,0 cm voor een lens. Op een scherm dat 5,0 cm achter de lens slaat ontstaat een scherp beeld. In onderstaande figuur is dat op schaal getekend.

- Neem de tekening over op ware grootte of gebruik het tekenblad in het hulpboek.
- Construeer het beeld op het scherm.
- Construeer waar het brandpunt ligt.
- Bepaal door meten op twee manieren de vergroting.



C 35 N

Met een lens maak je een scherp beeld van een t-lamp op een papier op de tafel. De lamp hangt aan het plafond.

- Leg uit of de afstand tussen het voorwerp en de lens groter of kleiner is dan de afstand tussen het beeld en de lens.
- Leg uit of het voorwerp groter of kleiner is dan het beeld.

Je dekt de lens precies voor de helft af met een stuk karton.

- Is de afstand tussen het voorwerp en de lens gehalveerd?
- Is de afstand tussen het beeld en de lens gehalveerd?
- Is het beeld gehalveerd?
- Is de lichtbundel die het beeld vormt gehalveerd?
- Is de lichtsterkte van het beeld gehalveerd?

Je haalt de bedekking weer weg, maar maakt nu een onscherp beeld van de t-lamp door de lens iets omhoog of omlaag te verplaatsen.

- Vergelk de lichtsterkte van het beeld in deze situatie met de lichtsterkte van het beeld in de situatie van opdracht g.

C 36

Een voorwerp AB is 1,0 cm hoog. Het voorwerp staat voor een lens met $f = 4,0$ cm. De voorwerpsafstand is 3,0 cm.

- Maak een tekening op ware grootte van bovenstaande gegevens en construeer het beeld.
- Construeer het beeld als de voorwerpsafstand 2,0 cm is.
- Hoe veranderen de vergroting en de beeldafstand naarmate een voorwerp dichterbij de lens staat?
- Construeer het verdere verloop van de lichtstralen als het voorwerp 4,0 cm voor de lens staat.

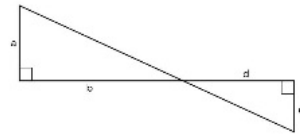
+ 37 N

Dicht bij je staat een paard. In de verte staat een huis. Je neemt eerst een scherpe foto van het paard. Vervolgens neem je een scherpe foto van het huis.

- Leg uit of de cameralens dan dichterbij de beeldscherm toe beweegt, of juist verder ervandaan om het huis scherp te fotograferen.
- Leg uit waarom het niet lukt om zowel het paard als het huis scherp op de foto te krijgen.
- Leg uit of ofwel het paard, ofwel het huis de grootste vergrotingsfactor heeft.

+ 38 N

Bekijk onderstaande driehoeken.



- Bewijs dat als zijde a n keer zo lang is als zijde c, dat dan zijde b n keer zo lang is als zijde d.

- Leg aan de hand van je antwoord op opdracht a uit

waarom geldt: $\frac{L_b}{L_v} = \frac{b}{v}$

Je kunt nu

- drie constructieregels noemen bij een lens;
- lichtstralen en beelden bij een bolle lens construeren;
- uitleggen wat een reëel beeld is;
- op twee verschillende manieren de vergrotingsfactor in een constructietekening bepalen;
- rekenen met de twee formules van de vergrotingsfactor.

6.3 Opdrachten

A 26 M

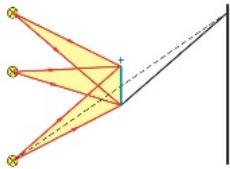
Met welke formule bereken je de vergrotingsfactor?

A 27 M

Met welke drie tekenregels kun je de lichtstralen construeren bij lenzen? Teken bij elke regel een voorbeeld.

E 28

Voor een lens bevinden zich drie lichtpunten. De lens zorgt ervoor dat er op het scherm drie beeldpunten ontstaan. Zie de onderstaande figuur. Teken de drie lichtbundels tussen lens en scherm.

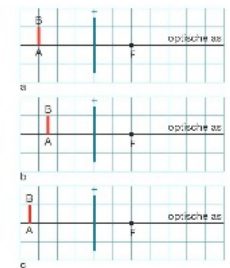


E 29 M

Een voorwerp staat voor een lens, zie onderstaande figuur. a) Gebruik het werkblad. Construeer het beeld.

b) In welk van de situaties is de vergroting het grootst?

c) Leg uit dat in een projector de afstand tussen het voorwerp en de lens maar een klein beetje groter moet zijn dan de brandpuntsafstand.



© Noordhoff Uitgevers bv

E 30

Gebruik het werkblad.

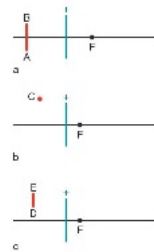
Een voorwerp AB staat voor een lens, zie figuur a.

a) Construeer het beeld.

b) Construeer het beeldpunt C* in figuur b.

c) Construeer het beeld van voorwerp DE in figuur c.

d) Bepaal door ometen de vergroting van de afbeeldingen uit de figuren a en c.



E 31 M

Een voorwerp AB is 1,0 cm hoog. Het voorwerp staat voor een lens met $f = 1,5$ cm.

a) Maak een tekening op ware grootte.

b) Construeer driemaal het beeld als het voorwerp op de volgende afstanden van de lens staat: op 3,0 cm afstand, op 2,0 cm afstand en op 4,5 cm afstand.

c) Leg uit welke van de drie situaties uit opdracht b lijkt op beeldvorming bij een projector.

d) Leg uit welke van de drie situaties uit opdracht b lijkt op beeldvorming bij een camera.

e) Leg uit welke van de drie situaties uit opdracht b lijkt op beeldvorming bij een kopieerapparaat.

C 32 N

In de tekst staat dat een lichtstraal die evenwijdig loopt aan de optische as achter de lens door het brandpunt gaat. Een lichtstraal valt schuin in op een lens en gaat voor de lens door het brandpunt.

a) Leg uit hoe deze lichtstraal achter de lens verder gaat.

In paragraaf 1 staan drie eigenschappen van licht genoemd.

b) Leg uit welke van de drie eigenschappen van licht je hebt gebruikt om opdracht a te beantwoorden.

c) Leg uit waarom je vaak twee brandpunten bij een lens tekent.

Licht | 191

Hoofdstuk 6: Licht

§ 6.3 Construeren bij lenzen

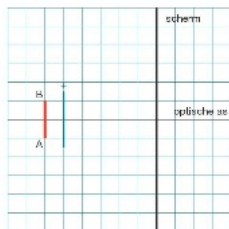
Opgaven uit boek, par 6.3: 28, 29 en 33.

-HAVO-

C 33

Een voorwerp AB van 2,0 cm hoog staat 1,0 cm voor een lens. Op het scherm dat 5,0 cm achter de lens staat ontstaat een scherp beeld. In onderstaande figuur is dat op schaal getekend.

- Construeer het beeld op het scherm.
- Construeer waar het brandpunt ligt.
- Bepaal door opmeten de vergroting.



C 34 N

Met een lens maak je een scherp beeld van een tl-lamp op een papier op de tafel. De lamp hangt aan het plafond.

- Leg uit of de afstand tussen voorwerp en lens groter of kleiner is dan de afstand tussen beeld en lens.
- Leg uit of het voorwerp groter of kleiner is dan het beeld.

Je dekt de lens precies voor de heft af met een stuk karton.

- Is de afstand tussen het voorwerp en de lens gehalveerd?
- Is de afstand tussen het beeld en de lens gehalveerd?
- Is het beeld gehalveerd?
- Is de lichtbundel die het beeld vormt gehalveerd?
- Is de lichtsterkte van het beeld gehalveerd?

Je haalt de bedekking weer weg, maar maakt nu een onscherp beeld van de tl-lamp door de lens iets omhoog of omlaag te verplaatsen.

- Vergelijk de lichtsterkte van het beeld in deze situatie met de lichtsterkte van het beeld in de situatie van opdracht g.

B 5 N

Dicht bij je staat een paard. In de verte staat een huis. Je neemt eerst een scherpe foto van het paard. Vervolgens neem je een scherpe foto van het huis.

- Leg uit of de camera-lens dan dichterbij de beeldchip toe beweegt, of juist verder ervandaan om het huis scherp te fotograferen.
- Leg uit waarom het niet lukt om zowel het paard als het huis scherp op de foto te krijgen.
- Leg uit of ofwel het paard, ofwel het huis de grootste vergrotingsfactor heeft.

B 6 N

Een voorwerp AB is 1,0 cm hoog. Het voorwerp staat 3,0 cm voor een lens met $f = 4,0$ cm.

- Maak van bovenstaande gegevens een tekening op ware grootte.
- Construeer in je tekening het beeld. Hint: als twee lijnen niet evenwijdig lopen, snijden ze elkaar altijd.
- Construeer het beeld als het voorwerp 2,0 cm voor de lens staat.
- Construeer het beeld als het voorwerp 1,0 cm voor de lens staat.
- Hoe verandert de vergroting naarmate een voorwerp dichterbij de lens staat?
- Construeer het vordere voorwerp van de lichtstralen als het voorwerp 4,0 cm voor de lens staat.

Hoofdstuk 6: Licht

§ 6.3 Construeren bij lenzen

Je kunt nu

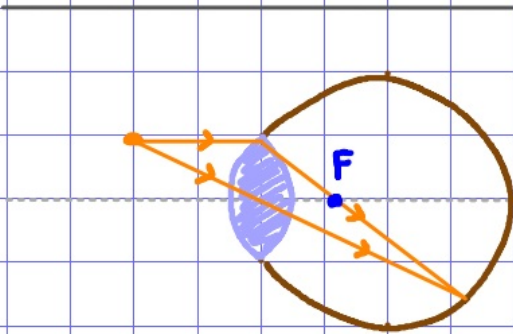
- drie construeringsregels bij een lens noemen;
- lichtstralen en beelden bij een bolle lens construeren;
- uitleggen wat een reëel beeld is;
- de beeldgrootte opmeten in een constructie en aan de hand daarvan de vergrotingsfactor berekenen.

Opgaven uit boek, par 6.3: 28, 29 en 33.

§ 6.4 Oogafwijkingen

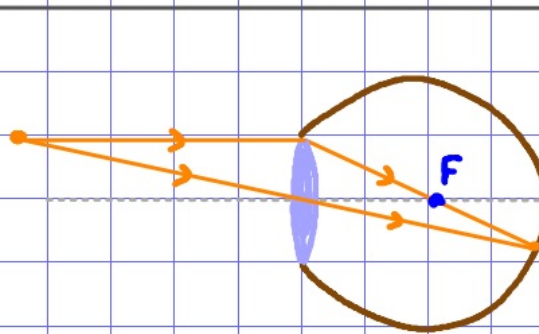
Om dingen van dichtbij en ver weg scherp te kunnen zien kan de sterkte van de ooglenzen aangepast worden door deze boller of platter te maken. Dit aanpassen heet **accomoderen**.

voorwerp dichtbij



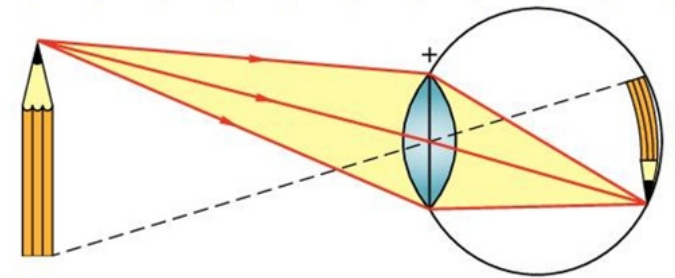
- sterke breking door lens nodig
- f moet klein zijn, oftewel S groot
- kringspier duwt ooglenzen bol

voorwerp ver weg

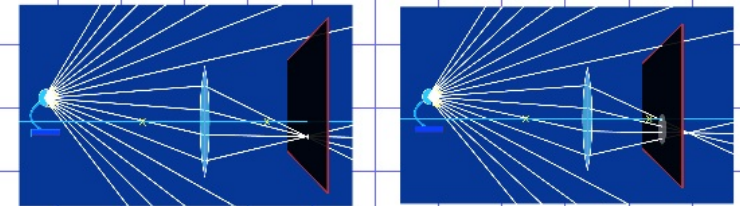


- zwakke breking door lens nodig
- f moet groot zijn, oftewel S klein
- kringspier ontspant, ooglenzen plat

Hoofdstuk 6: Licht

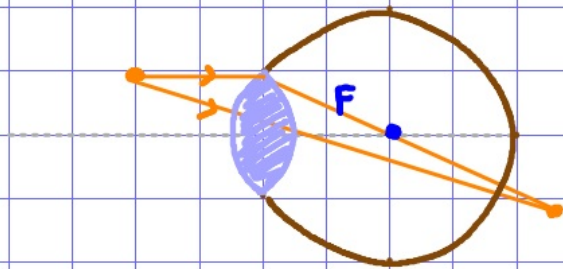


6.25 Een scherp beeld op het netvlies



Als een oog lens niet bol genoeg of plat genoeg kan worden om een scherp beeld te vormen op het netvlies is sprake van een **oogafwijking**.

voorwerp dichtbij

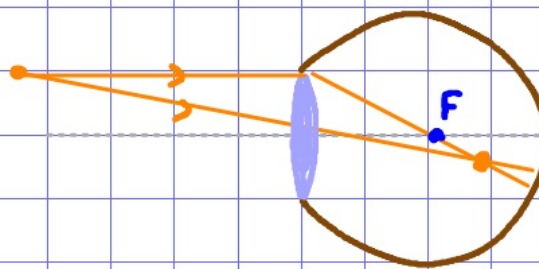


- sterke breking door lens nodig
- f moet klein zijn, oftewel S groot
- kringspier duwt oog lens bol

- **mogelijke afwijking:** je oog lens kan niet bol genoeg worden -> *verziend*

- **correctie:** een bril met bolle glazen die je oog lens sterker maakt

voorwerp ver weg



- zwakke breking door lens nodig
- f moet groot zijn, oftewel S klein
- kringspier ontspant, oog lens plat

- **mogelijke afwijking:** je oog lens kan niet plat genoeg worden -> *bijziend*

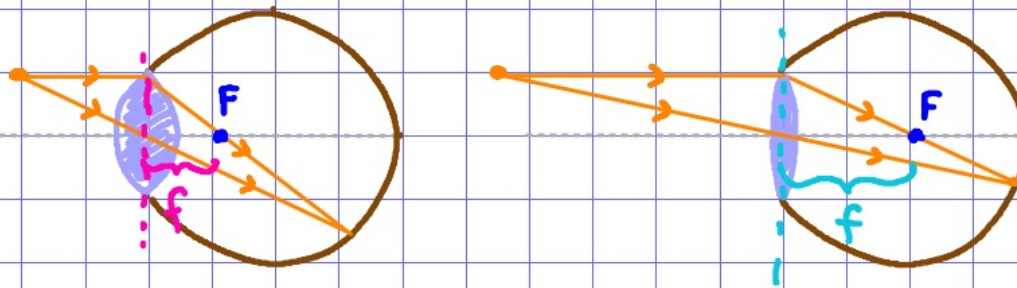
- **correctie:** een bril met holle glazen die je oog lens zwakker maakt

Hoofdstuk 6: Licht

§ 6.4 Oogafwijkingen



Hoe kleiner de **brandpuntsafstand** f , eenheid: **meter**, hoe sterker de lens.



Voorbeeld: de lens uit de linker afbeelding heeft een brandpuntsafstand van 1,2 cm, de lens uit de rechter afbeelding heeft een brandpuntssafstand van 2,2 cm.

Opticiens drukken de sterkte van een brillenlens echter uit in hun eigen grootheid, de **sterkte S** met eenheid **dioptrie (dpt)**. Uitrekenen:

sterkte in dpt $\rightarrow S = \frac{1}{f} \leftarrow$ brandpunt afstands in meter $f = \frac{1}{S}$

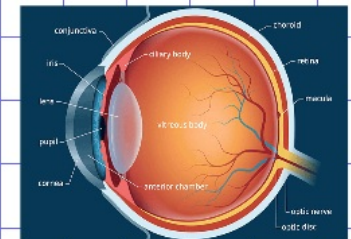
Bordoeffening 5a:

$f = 4,2 \text{ cm} = 0,042 \text{ m}$

$S = \frac{1}{f} = \frac{1}{0,042} = 23,8 \text{ dpt}$

Hoofdstuk 6: Licht

§ 6.4 Oogafwijkingen



Bordoeffening 5a: Je kijkt met je ogen naar een paard dat 5,0 m verderop staat. De brandpuntsafstand van je rechter ooglenz is dan 4,2 cm. Noteer deze brandpuntsafstand als complete meetwaarde en reken ook de sterkte van je ooglenz uit.

Bordoeffening 5b: Even later lees je tekst op het scherm van je telefoon. De brandpuntsafstand van je rechter ooglenz is dan 3,6 cm. Doe voor deze situatie hetzelfde als bij oefening 5a.

Bordoeffening 6: Je koopt voor je oma een leesbril met sterkte +3,0 bij de Hema. Geef de brandpuntsafstand van deze lens in cm.

Bordoefening 5a:

$$f = 4,2 \text{ cm} = 0,042 \text{ m}$$

$$S = \frac{1}{f} = \frac{1}{0,042} = 23,8 \text{ dpt}$$

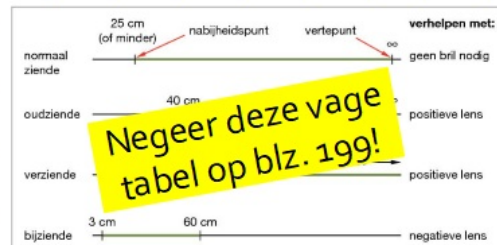
Bordoefening 5b:

$$f = 3,6 \text{ cm} = 0,036 \text{ m}$$

$$S = \frac{1}{f} = \frac{1}{0,036} = 27,8 \text{ dpt}$$

Bordoefening 6:

$$f = \frac{1}{S} = \frac{1}{3,0} = 0,333 \text{ m} = 33,3 \text{ cm}$$



6.30 Nabijheidspunten en vertepunten van verschillende personen. De getallen zijn voorbeelden, ze verschillen in werkelijkheid van persoon tot persoon.

Hoofdstuk 6: Licht

§ 6.4 Oogafwijkingen

sterkte in dpt $\rightarrow S = \frac{1}{f}$ $\leftarrow$ brandpuntsafstand in meter

Bordoefening 5a: Je kijkt met je ogen naar een paard dat 5,0 m verderop staat. De brandpuntsafstand van je rechter oog lens is dan 4,2 cm. Noteer deze brandpuntsafstand als complete meetwaarde en reken ook de sterkte van je oog lens uit.

Bordoefening 5b: Even later lees je tekst op het scherm van je telefoon. De brandpuntsafstand van je rechter oog lens is dan 3,6 cm. Doe voor deze situatie hetzelfde als bij oefening 5a.

Bordoefening 6: Je koopt voor je oma een leesbril met sterkte +3,0 bij de Hema. Geef de brandpuntsafstand van deze lens in cm.

6.4 Opdrachten

A 38 M

- a Hoe heten de twee punten waar tussen een bijziende zonder hulpmid scherp kan zien?
b Moet je accommoderen als je naar een voorwerp ver weg kijkt, of als je naar een voorwerp dichtbij kijkt?

A 40

- a Leg uit wat er met je oog lens aan de hand is als je bijziend bent.
b Hoe verschillen het nabijheidspunt en het vertepunt van een bijziende ten opzichte van een normaalziende?
c Heb je een bril met positieve of met negatieve lenzen nodig als je bijziend bent?
d Kun je veraf nog goed zien als je bijziend bent?
e Kun je dichtbij nog goed zien als je bijziend bent?

A 42 M

- a Wat is er met je oog lens aan de hand als je verziend bent?
b Hoe verschillen het nabijheidspunt en het vertepunt van een verziende ten opzichte van een normaalziende?

B 42 M

- Je ziet in de verte een vogel vliegen.
a Welk onderdeel van je oog zorgt ervoor dat je hem scherp ziet?
b De vogel vliegt in jouw richting. Hoe moet je oog lens dan veranderen om hem scherp te blijven zien?
c Leg uit wat er dan gebeurt met de brandpuntsafstand van de oog lens.

B 43

- Lens 1 heeft een sterkte van 10 dpt, lens 2 heeft een sterkte van 8 dpt.
a Welke lens is het sterkst?
b Welke lens heeft de grootste brandpuntsafstand?
c Bereken de brandpuntsafstand van beide lenzen (in cm).
d Welke lens heeft de grootste convergerende werking?

B 44 M

- Katja heeft negatieve lenzen omdat ze bijziend is. De sterkte van de lens voor haar linker oog is $-2,5$ dpt.
a Bereken de brandpuntsafstand in cm. Let op: de brandpuntsafstand is ook negatief bij een holle lens.
b De brandpuntsafstand van de lens voor haar rechter oog is -32 cm. Bereken de lenssterkte.

B 45 M

- Rangschik de volgende drie personen. Noem de persoon met het meest dichtbij nabijheidspunt als eerste en de persoon met het verste nabijheidspunt als laatste.
1 normaal ziende, 2 verziende, 3 bijziende

B 46 M

- Iemand die verziend is, kijkt naar een vliegtuig in de lucht. De ene keer met de andere keer zonder zijn bril.
a Leg uit of hij dit vliegtuig zonder bril scherp kan zien.
b Teken het oog in deze twee situaties. Teken daarvoor tweemaal een oogbol met lens en netvlies. Geef de bolheid van de lens in elke situatie aan.

B 47 M

- Bekijk de afbeelding hiernaast.
a Welke van de twee lenzen kun je gebruiken in een bril voor verziende personen?
b Welke voor bijziende personen?
c Welke lens kan geschikt zijn voor ouderzende personen?



C 48 N

- Jans vader heeft een bril met positieve glazen nodig bij het lezen van de krant. De sterkte van zijn leesbril is $+2,5$ dpt.
a Leg uit waar bij het lezen in het oog een beeld wordt gevormd als Jans vader zijn bril niet op heeft.

- Jan heeft geen bril nodig bij het lezen.
b Leg uit hoe het kan dat Jan kan lezen met de bril van zijn vader op.
c Leg ook uit wat het verschil is tussen lezen met en zonder de bril van zijn vader.

Hoofdstuk 6: Licht

§ 6.4 Oogafwijkingen

Opgaven uit boek: 7, 8, 10, 11, 14, 15, 16, 17, 19, 22, 23, 25, 26, 32, 36, 43, 44, 47, 48, 49, 52, 54, 60, 61, 63, 69, 70 (uitwerkingen vind je op Teams)

C 49

Waldo heeft zijn negatieve contactlenzen niet ingedaan en meent een vriendin op straat te herkennen. In onderstaande figuur zie je twee foto's.

Leg uit welke figuur het best past bij de situatie van Waldo.



C 50 N

De Utrechtse Mireille leest een boek dat 30 cm hoog is. Leg uit hoe het kan dat de afbeelding van de toren van de Utrechtse Domkerk (112 m hoog) ook op haar netvlies past.

C 51

Oude mensen die nooit een bril hoefden te dragen, houden vaak op latere leeftijd een boek of een krant steeds verder van hun ogen om de letters nog scherp te kunnen zien. Ze grappen dan 'dat hun armen te kort worden'. Leg uit of ze met langere armen nog wel zouden kunnen lezen en dus geen leesbril nodig zouden hebben.

C 53

-VWO-

Freya is verziend en draagt daarom een bril. Toon met een constructietekening aan dat haar ogen daarvoor groter lijken.

+ 54 N

Anja is een contactlens verloren. Ze leent een lens van haar vriendin. Dat kan goed en slecht uitpakken, ook al past de lens goed op haar oog.

- a Als je een lens met een sterkte van $-1,5$ dpt nodig hebt en je krijgt per ongeluk een lens van $-2,5$ dpt, dan blijkt dat je alles goed kunt zien. Leg uit hoe dat kan.
- b Leg uit wat er in de omgekeerde situatie aan de hand is: je hebt een lens van $-2,5$ dpt nodig en je krijgt een lens van $-1,5$ dpt.
- c Leg uit in welke van de twee bovenstaande situaties de ruil van een lens kan leiden tot hoofdpijnklaften vergelijkbaar met een verziende.

Bernd is bijziend en zet een bril van een verziende op.

- d Leg uit hoe zijn nabijheidspunt en vertepunt dan veranderen.

Vera is verziend en zet de bril van een bijziende op.

- e Leg uit hoe haar nabijheidspunt en vertepunt dan veranderen.

+ 55

Mensen die in de verte iets scherper willen zien, knijpen daarvoor hun ogen weleens toe. Rik denkt dat dit heeft te maken met dat ze hun ooglenzen daarmee boller maken.

- a Leg voor ieder van onderstaande personen uit of het boller maken van de ooglenzen zin heeft om in de verte te kunnen kijken:

- een normaalziende

Hoofdstuk 6: Licht

§ 6.4 Oogafwijkingen

Opgaven uit boek: 7, 8, 10, 11, 14, 15, 16, 17, 19, 22, 23, 25, 26, 32, 36, 43, 44, 47, 48, 49, 52, 54, 60, 61, 63, 69, 70 (uitwerkingen vind je op Teams)

6.4 Opdrachten

A 37 M

- a Hoe heten de twee punter waartussen een bijziende zonder hulpmid scherp kan zien?
b Leg uit wat accommoderen is.
c Moet je accommoderen als je naar een voorwerp ver weg kijkt, of als je naar een voorwerp dichtbij kijkt?

A 38

- a Leg uit wat er met je ooglen aan de hand is als je bijziend bent.
b Hoe verschillen het nabijheidspunt en het vertepunt van een bijziende ten opzichte van een normaalziende?
c Heb je een bril met positieve of met negatieve lenzen nodig als je bijziend bent?
d Kun je veraf nog goed zien als je bijziend bent?
e Kun je dichtbij nog goed zien als je bijziend bent?

A 39 M

- a Wat is er met je ooglen aan de hand als je verziend bent?
b Hoe verschillen het nabijheidspunt en het vertepunt van een verziende ten opzichte van een normaalziende?

B 40 M

- Je ziet in de verte een vogel vliegen.
a Welk onderdeel van je oog zorgt ervoor dat je hem scherp ziet?
b De vogel vliegt in jouw richting. Hoe moet je ooglen dan veranderen om hem scherp te blijven zien?
c Leg uit wat er dan gebeurt met de brandpuntsafstand van de ooglen.

B 41

Lenz 1 heeft een sterkte van 10 dpt. Lenz 2 heeft een sterkte van 8 dpt. Beide lenzen hebben een diameter van 4 cm.

- a Welke lens is het sterkst?
b Welke lens heeft de grootste brandpuntsafstand?
c Bereken de brandpuntsafstand van beide lenzen in cm.
d Teken beide lenzen op ware grootte.
e Teken bij beide lenzen links een evenwijdige lichtbundel die loodrecht op de lens valt en teken hoe die bundel na de lens verdergaat.

Bekijk de tekeningen die je net maakte.

- f Welke lens heeft de grootste convergerende werking?

B 42

Katje heeft negatieve lenzen omdat ze bijziend is. De sterkte van de lens voor haar linker oog is $-2,5$ dpt.

- a Bereken de brandpuntsafstand in cm. Let op: de brandpuntsafstand is ook negatief bij een holle lens.
b De brandpuntsafstand van de lens voor haar rechter oog is -32 cm. Bereken de lenssterkte.

B 43

Rangschik de volgende drie personen. Noem de persoon met het meest dichtbij nabijheidspunt als eerste en de persoon met verste nabijheidspunt als laatste.
1 normaalziende, 2 verziende, 3 bijziende

B 44

Zet bij de volgende begrippen het juiste nummer uit onderstaande tabel.

- | | |
|---------------------|-------------------|
| • bijziend | • dichtbij kijken |
| • geen oogafwijking | • veraf kijken |
| • verziend | |

[1]

- | |
|-----------------------------|
| [3] alleen met accommoderen |
| [4] wazig beeld |
| [5] zonder accommoderen |

[2]

- | |
|--------------------|
| tot ongeveer 35 cm |
| tot ongeveer 10 cm |
| tot ongeveer 25 cm |

P 45

Iemand die verziend is kijkt naar een vliegtuig in de lucht, de ene keer met, de andere keer zonder bril.

- a Leg uit of hij dit vliegtuig scherp kan zien zonder bril.
b Teken het oog in deze twee situaties. Teken daarvoor tweemaal een oogbol met lens en netvlies. Geef de bolheid van de lens in elke situatie aan.

B 46 M

Bekijk de afbeelding hiernaast.

- a Welke van de twee lenzen kun je gebruiken in een bril voor verziende personen?
b Welke voor bijziende personen?
c Welke lens kan geschikt zijn voor oudziende personen?



Hoofdstuk 6: Licht

§ 6.4 Oogafwijkingen

Opgaven uit boek, par 6.4: 41, 42, 43, 45, 46, 47, 48 en 50.

R 47

André heeft positieve contactlenzen.

a Leg uit of hij bijziend of verziend is.

b Leg uit of Andres ooglenzen te sterk of te zwak zijn.

c André zit achteraan in de klas. Leg uit of André zijn contactlenzen nodig heeft om te kunnen lezen wat er op het bord staat.

C 48

Walco heeft zijn negatieve contactlenzen niet ingedaan en meent een klasgenoot op straat te herkennen. In onderstaande figuur zie je twee foto's.

Leg uit welke foto het best past bij de situatie van Waldo.



C 49

De Utrechtse Mireille leest een boek dat 30 cm hoog is.

Leg uit hoe het kan dat een afbeelding van de toren van de Utrechtse Domkerk (112 m hoog) ook op haar netvlies past.

C 50 N

Jans vader heeft een bril met positieve glazen nodig bij het lezen van de krant. De sterkte van zijn leesbril is +2,5 dpt.

a Waar wordt bij het lezen in het oog een beeld gevormd als hij zijn bril niet op heeft?

Jan heeft geen bril nodig bij het lezen.

b Leg uit hoe het kan dat Jan kan lezen met de bril van zijn vader op.

c Leg ook uit wat het verschil is tussen lezen met en zonder de bril van zijn vader.

C 51 N

Oude mensen die nooit een bril hoefden te dragen houden vaak op latere leeftijd een boek of een krant steeds verder van hun ogen om de letters nog scherp te kunnen zien. Ze grappen dan dat hun armen te kort worden.

Leg uit of ze met langere armen nog wel zouden kunnen lezen en dus geen leesbril nodig zouden hebben.

+ 52 N

Anja is een contactlens verloren. Ze leent een lens van haar vriendin. Dat kan goed en slecht uitpakken, ook al past de lens goed op je oog.

a Als je een lens met een sterkte van $-1,5$ dpt nodig hebt en je krijgt per ongeluk een lens van $-2,5$ dpt, dan blijkt dat je alles goed kunt zien. Leg uit hoe dat kan.

b Leg uit wat er in de omgekeerde situatie aan de hand is: je hebt een lens van $-2,5$ dpt nodig en je krijgt een lens van $-1,5$ dpt.

+ 53 N

Een normaal oog heeft een diameter van 1,7 cm. Ook de brandpuntsafstand is 1,7 cm.

a Bereken de sterkte van een oglen bij ongeaccommodeerd kijken.

Door te accommoderen neemt de sterkte van de lens toe met 5,0 dpt.

b Bereken hoeveel cm de brandpuntsafstand dan is veranderd.

-HAVO-

Hoofdstuk 6: Licht

§ 6.4 Oogafwijkingen

Je kunt nu

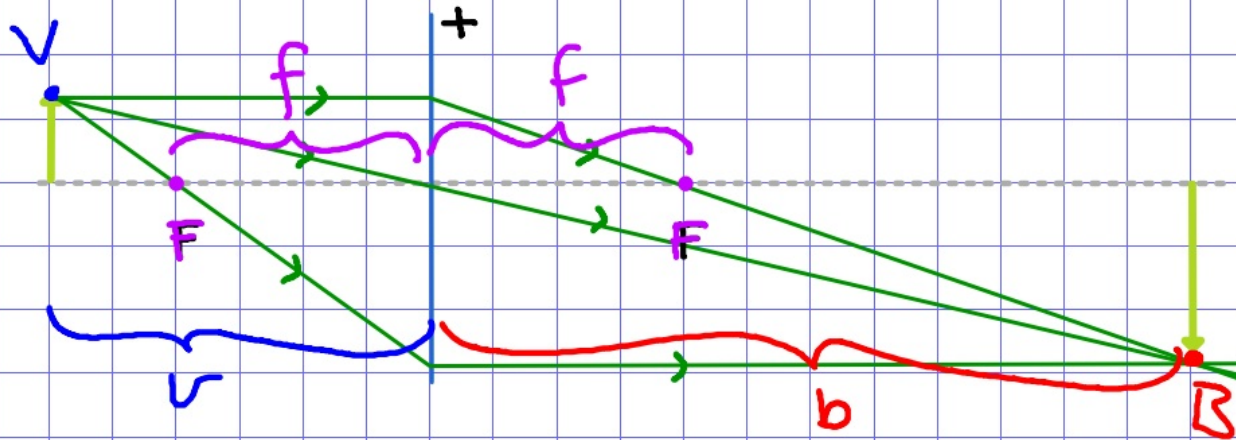
- uitleggen wat het nabijheidspunt en het vertepunt is;
- uitleggen wat accommoderen is;
- de lenssterkte berekenen uit de brandpuntsafstand;
- uitleggen wat de volgende drie oogafwijkingen inhouden: oudziend, verziend en bijziend;
- uitleggen welke hulplenzen bij bepaalde oogafwijkingen nodig zijn.

Opgaven uit boek, par 6.4: 41, 42, 43, 45, 46, 47, 48 en 50.

§ 6.5 Rekenen aan lenzen

Voor een scherp beeld moeten voorwerp, lens en scherm op onderling goede afstanden staan. Deze afstanden zijn te vinden met een constructie (§6.3) of met de **lenzenformule**:

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



Voorbeeld 1a:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{v} + \frac{1}{b} = \frac{1}{6,0} + \frac{1}{12,0} = 0,25 \quad \rightarrow \quad f = 4,0 \text{ m}$$

Hoofdstuk 6: Licht



Voorbeeld 1a: Een lens in een projector geeft een scherp beeld van een digitale dia op een scherm. De dia staat 6,0 cm van de lens. Het scherm staat 12,0 cm van de lens vandaan. Wat moet dan wel de brandpuntsafstand van deze lens zijn?

Voorbeeld 1b: Een lens in een camera maakt een scherpe foto van een voorwerp. De lens vd camera heeft een brandpuntsafstand van 50 mm en de beeldsensor vd camera zit 3,2 cm achter de lens. Wat is hier de voorwerpsafstand?

Voorbeeld 1a:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{v} + \frac{1}{b} = \frac{1}{6,0} + \frac{1}{12,0} = 0,25$$

x^{-1}

$$f = 4,0 \text{ cm}$$

Voorbeeld 1b:

$v = ?$

$f = 50 \text{ mm} = 5,0 \text{ cm}$

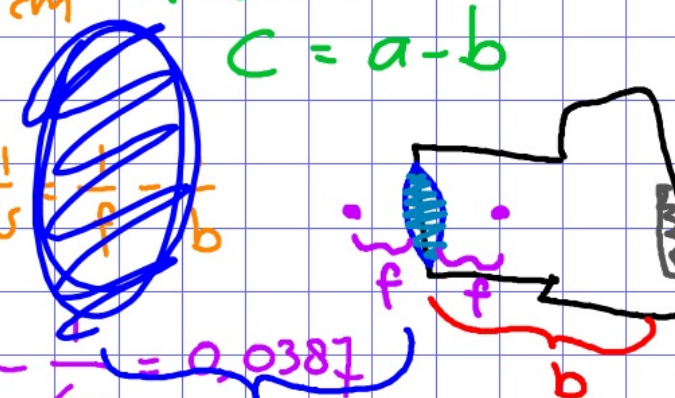
$b = 6,2 \text{ cm}$

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

$\frac{1}{v} = \frac{1}{f} - \frac{1}{b} = \frac{1}{5,0} - \frac{1}{6,2} = 0,0387$

$x^{-1} \rightarrow v = 25,8 \text{ cm}$

$a = b + c$
 $a - b = c$
 $c = a - b$



Hoofdstuk 6: Licht

§ 6.5 Rekenen aan lenzen

Voorbeeld 1a: Een lens in een projector geeft een scherp beeld van een digitale dia op een scherm. De dia staat 6,0 cm van de lens. Het scherm staat 12,0 cm van de lens vandaan. Wat moet dan wel de brandpuntsafstand van deze lens zijn?



Voorbeeld 1b: Een lens in een camera maakt een scherpe foto van een voorwerp. De lens vd camera heeft een brandpuntsafstand van 50 mm en de beeldsensor vd camera zit 6,2 cm achter de lens. Wat is hier de voorwerpsafstand?

Bordoeffening 4a:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{u} + \frac{1}{b} = \frac{1}{28} + \frac{1}{79} = 0,0484$$

$x^{-1} \rightarrow f = 20,7 \text{ cm}$

Bordoeffening 4b:

$$\frac{1}{b} = \frac{1}{f} - \frac{1}{u} = \frac{1}{15} - \frac{1}{16} = 0,00417$$

$b = 240 \text{ cm} \leftarrow x^{-1}$

Hoofdstuk 6: Licht

§ 6.5 Rekenen aan lenzen

Bordoeffening 4a: Een lens geeft een scherp beeld van een kaarsvlam die 28 cm voor een lens staat. Er ontstaat een scherp beeld van de vlam op een scherm dat 79 cm achter de lens staat. Bereken de brandpuntsafstand van deze lens.

Bordoeffening 4b: Een lens geeft een scherp beeld van een dia op een scherm. De dia staat 16,0 cm van de lens. De brandpuntsafstand van de lens is 15,0 cm. Bereken op welke afstand van de lens een scherp beeld ontstaat.



De gaafste rekenvraagstukken combineren de formules die je dit hoofdstuk hebt geleerd omtrent beeldvorming door bolle lenzen:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{v} + \frac{1}{b} \quad N = \frac{b}{v} \quad N = \frac{L_b}{L_v}$$

Voorbeeld 3:

$$a. \quad \frac{1}{f} = \frac{1}{v} + \frac{1}{b} \rightarrow \frac{1}{b} = \frac{1}{f} - \frac{1}{v} = \frac{1}{3,5 \text{ cm}} - \frac{1}{58 \text{ cm}} = 0,2685$$

$$b = 3,7 \text{ cm} \leftarrow x'$$

$$b. \quad N = \frac{b}{v} = \frac{3,7 \text{ cm}}{58 \text{ cm}} = 0,0638$$

$$c. \quad N = \frac{L_b}{L_v} \rightarrow L_b = N \cdot L_v = 0,0638 \cdot 21,2 \text{ cm} = 1,35 \text{ cm}$$

Hoofdstuk 6: Licht

§ 6.5 Rekenen aan lenzen



Voorbeeld 3: Een lens in een fototoestel heeft een brandpuntsafstand van 35 mm. Je maakt een foto van een bloemenvaas die 21,2 cm groot is en die op de 58 cm van de lens vd camera staat. Reken uit

- de beeldafstand
- de vergroting
- de hoogte van het beeld op de sensor.

Bordoefening 5a:

$$a. \frac{1}{b} = \frac{1}{f} - \frac{1}{v} = \frac{1}{8,5} - \frac{1}{120} = 0,109$$

$$b = 9,1 \text{ cm}$$

$$b. N = \frac{b}{v} = \frac{9,1}{120} = 0,0758$$

$$c. L_b = N \cdot L_v = 0,0758 \cdot 178 \text{ cm} = 13,4 \text{ cm}$$

Hoofdstuk 6: Licht

§ 6.5 Rekenen aan lenzen

Bordoefening 5a: Een lens in een fototoestel heeft een brandpuntsafstand van 85 mm. Je maakt een foto van een persoon die 178 cm groot is en die op de 1,20 m van de lens vd camera staat. Reken uit

- a) de beeldafstand
- b) de vergroting
- c) de hoogte van het beeld op de sensor.

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

$$N = \frac{b}{v}$$

$$N = \frac{L_b}{L_v}$$

Hoofdstuk 6: Licht

§ 6.5 Rekenen aan lenzen

Bordoefening 5b: Een lens in een fototoestel geeft een scherp beeld dat 2,00 cm groot is op een beeldsensor die 5,22 cm achter de lens zit. De lens heeft een brandpuntsafstand van 50 mm. Reken uit hoe groot het voorwerp is dat scherp op de sensor wordt afgebeeld. Let op: tussenstappen nodig!

Bordoefening 5b:

+6.5 Opdrachten

56 M

Geef de betekenis van de volgende symbolen.

- a v d F g I_1
b b e O
c f f L_2

57

Welk teken, positief of negatief, heeft de beeldafstand b als:

- a het beeld reëel is,
b het beeld virtueel is?

58 M

Leg uit of je op onderstaande wijze verschillende eenheden in de lenzenformule mag gebruiken.

$$\frac{1}{v} + \frac{1}{b} = \frac{1}{4 \text{ m}} = \frac{1}{4 \text{ cm}} = \dots$$

59

Reken uit, door de breuken gelijknamig te maken.

- a Laat zien dat $\frac{1}{3} + \frac{1}{2} = \frac{5}{6}$.

Reken uit, zonder rekenmachine:

- b $\frac{1}{4} + \frac{1}{18} =$
c $\frac{1}{6} - \frac{1}{8} =$
d $\frac{1}{2} + \frac{1}{3} =$

60 M

Je plaatst een voorwerp op 35 cm afstand van een bepaalde lens. Deze lens geeft dan een scherp beeld op een scherm dat op 20 cm afstand van de lens staat.

- a Bereken de brandpuntsafstand van de lens.
b Bereken de sterkte van de lens.
c Bereken de plaats waar je het scherm moet zetten als de voorwerpsafstand 50 cm is.

- d Leg uit of er nu een reëel of een virtueel beeld ontstaat.
e Bereken de beeldafstand.

61 M

Een lens heeft een sterkte van 3 diop. Maak deze opgave zonder je rekenmachine.

- a Bereken waar je het scherm moet zetten als de voorwerpsafstand 4 m is.

- b Bereken waar je het voorwerp moet zetten, zodat de beeldafstand 5 m is.
c Bereken de brandpuntsafstand van een lens waarbij een voorwerp op 4 cm een beeld geeft op 6 cm.
d Bereken de sterkte van een lens waarbij een voorwerp op 4 cm een virtueel beeld geeft op -5 cm.

62

In de tabel staan steeds enkele gegevens van een opstelling met verschillende lenzen. Neem de tabel over of gebruik het takenblad in het hulpboek. Vul de ontbrekende waarden in.

v (m)	b (m)	f (m)	S (dpt)
0,20	0,20		
0,30	-0,60		
1,00			2,5
	0,45	0,35	

63 M

Een voorwerp van 2,0 cm hoogte staat 5,0 cm voor een bolle lens met een sterkte van 40 diop. De diameter van de lens is 4 cm.

- a Maak een tekening van de situatie en construeer nauwkeurig het beeld.
b Meet de beeldafstand op.
c Controleer of je nauwkeurig hebt getekend door de beeldafstand te berekenen.

64 M

Je fotografeert een insect op 10 cm afstand van de camera-lens. Je wilt dat het insect vier keer zo groot op de beeldsensor komt.

- a Bereken de afstand tussen de lens en de beeldsensor.
b Bereken de sterkte van de lens.

65

Bereken deze opgave zonder rekenmachine. Een lens heeft een brandpuntsafstand van 10 cm.

- a Neem de tabel hier naast over of gebruik het takenblad in het hulpboek. Vul de tabel in.

v (in cm)	b (in cm)
15	
30	
12	
60	
14	

Hoofdstuk 6: Licht

§ 6.5 Rekenen aan lenzen

Opgaven uit boek: 7, 8, 10, 11, 14, 15, 16, 17, 19, 22, 23, 25, 26, 32, 36, 43, 44, 47, 48, 49, 52, 54, 60, 61, 63, 69, 70 (uitwerkingen vind je op Teams)

-VWO-

De voorwerpsafstand is 35 cm. Kijk goed naar je antwoorden in de tabel.

b Bepaal zonder te rekenen de beeldafstand.

In paragraaf 1 staan drie eigenschappen van licht genoemd.

c Met welke van deze drie eigenschappen hangt samen dat je antwoord **b** kunt bepalen zonder te hoeven rekenen?

C 66

Bereken deze opgave zonder rekenmachine.

Een lens heeft een brandpuntsafstand van 7 cm.

a Op welke afstand moet je een voorwerp plaatsen, zodat de voorwerpsafstand v gelijk is aan de beeldafstand b ?

Je plaatst een voorwerp op een afstand groter dan twee keer de brandpuntsafstand.

b Ga na of de beeldafstand dan groter of kleiner is dan de voorwerpsafstand.

Je plaatst een voorwerp op een afstand kleiner dan twee keer de brandpuntsafstand.

c Ga na of de beeldafstand dan groter of kleiner is dan de voorwerpsafstand.

C 67

a Leg uit waarom het maken van een nauwkeurige constructietekening bij een projector bijna onmogelijk is.

b Leg uit of dit ook voor een fotocamera geldt.

C 68

Met je mobiele telefoon fotografeer je een boom in de verte. Schet aan de hand van de dikte van je mobiele telefoon hoe groot de brandpuntsafstand van de camera is.

C 69

Jan draagt een bril met positieve glazen. Je ziet zijn ogen een factor twee vergroot. De afstand tussen de bril en Jan zijn ogen is 4 cm.

a Bereken via de vergrotingsfactor de beeldafstand.

b Bereken via de lenzenformule de sterkte van de bril.

C 70

Je fotografeert een vlinder die 70 cm voor de camera lens zit. De lens heeft een brandpuntsafstand van 5 cm.

a Bereken de beeldafstand.

Een stoel staat 1,3 m voor een camera lens met een sterkte van 30 dpt.

b Bereken de beeldafstand.

Kijk goed naar je antwoorden op opdracht **a** en **b**.

c Wat geldt er voor de beeldafstand als je een voorwerp heel ver van een lens plaatst?

d Geef wiskundig via de lenzenformule een verklaring voor je antwoord op opdracht **c**.

+ 71

Een lens heeft een brandpuntsafstand van 10 cm. De vergroting $M = 2$ is gegeven.

a Stel de wiskundige formule op waarin je b uitdrukt in v .

b Bereken de beeldafstand en de voorwerpsafstand.

c Er geldt: $M = 3$; $f = 8$ cm. Bereken v en b .

Als een beeld virtueel is, is de vergroting negatief. Gegeven is: een beeld is virtueel, $M = -2$, $f = 8$ cm.

d Bereken v en b .

+ 72

Gegeven is: de vergrotingsfactor $M = 1$.

a Stel de formule op waarin je b uitdrukt in v .

b Vul je formule uit opdracht **a** in de lenzenformule in en bewijs daarmee dat de voorwerpsafstand dan gelijk is aan tweemaal de brandpuntsafstand.

+ 73

Een lens heeft een brandpuntsafstand van 2 cm. Er is gegeven dat de afstand tussen het voorwerp en het beeld gelijk is aan 9 cm.

a Stel de formule op waarin je b uitdrukt in v .

b Vul je formule van opdracht **a** in de lenzenformule in en bereken v en b . Opmerking: je vindt twee uitkomsten.

c Leg uit hoe je antwoord op opdracht **b** samenhangt met de omkeerbaas van de lichtstralen.

Hoofdstuk 6: Licht

§ 6.5 Rekenen aan lenzen

Je kunt nu

- de lenzenformule gebruiken voor het berekenen van de beeldafstand, de voorwerpsafstand of de brandpuntsafstand.

+ 6.5 Opdrachten

A 54 M

Geef de betekenis van de volgende symbolen.

- a v d f g L_v
b b e C
c f f L_v

A 55

Wek drie toetsen op je rekenmachine gebruik je om te rekenen met breuken?

B 56 M

Leg uit of je bij het gebruikmaken van de lenzenformule ook andere eenheden gebruikt en zo ja, welke.

B 57

Reken uit door de breuken gelijknamig te maken.

a Laat zien dat $\frac{1}{3} + \frac{1}{2} = \frac{5}{6}$.
Reken uit zonder rekenmachine.

b $\frac{1}{4} + \frac{1}{18} =$

c $\frac{1}{6} + \frac{8}{9} =$

d $\frac{1}{4} + \frac{1}{3} =$

B 58 M

Je plaatst een voorwerp op 35 cm afstand van een bepaalde lens. Deze lens geeft dan een scherp beeld op een scherm dat op 20 cm afstand van de lens staat.

- a Bereken de brandpuntsafstand van de lens.
b Bereken de sterkte van de lens.
c Bereken de plaats waar je het scherm moet zetten als de voorwerpsafstand 50 cm is.
d Bereken waar je het voorwerp moet zetten, zodat de beeldafstand 40 cm is.

B 59

Een lens heeft een sterkte van 3 dpt. Maak deze opgave zonder je rekenmachine.

- a Bereken waar je het scherm moet zetten als de voorwerpsafstand 4 m is.
b Bereken waar je het voorwerp moet zetten, zodat de beeldafstand 6 m is.

c Bereken de brandpuntsafstand van een lens waarbij een voorwerp op 4 cm een beeld geeft op 6 cm.

d Bereken de sterkte van een lens waarbij een voorwerp op 9 cm een beeld geeft op 5 cm.

B 60 M

In de tabel staan steeds enkele gegevens van een opstelling met verschillende lenzen. Vul in de tabel de ontbrekende waarden in.

v (m)	b (m)	f (m)	S (dpt)
0,20	0,20		
0,30	0,60		
1,00			2,5
	0,45	0,35	

B 61 M

Een voorwerp van 2,0 cm hoogte staat 5,0 cm voor een bolle lens met een sterkte van 40 dpt. De diameter van de lens is 4 cm.

- a Maak een tekening van de situatie en construeer nauwkeurig het beeld.
b Meet de beeldafstand op.
c Controleer of je nauwkeurig hebt getekend door de beeldafstand te berekenen.

B 62

Bereken deze opgave zonder rekenmachine. Een lens heeft een brandpuntsafstand van 10 cm.

a Vul de tabel hiermee in.

v (in cm)	b (in cm)
15	
30	
12	
60	
14	

De voorwerpsafstand is 35 cm. Kijk goed naar je antwoorden in de tabel.

b Bepaal zonder te rekenen de beeldafstand.

In paragraaf 1 staan drie eigenschappen van licht genoemd.

c Met welke van deze drie eigenschappen hangt samen dat je antwoord b kon bepalen zonder te hoeven rekenen?

Hoofdstuk 6: Licht

§ 6.5 Rekenen aan lenzen

Opgaven uit boek, par 6.5: 58, 61, 65, 66 en 68.

-HAVO-

B 63

Bereken deze opgave zonder rekenmachine.

a Vul in de onderstaande tabel de ontbrekende waarden in.

v (in cm)	b (in cm)	f (in cm)
14		7
16		8
70		35

Een lens heeft een brandpuntsafstand van 12 cm. De voorwerpsafstand is 24 cm. Kijk goed naar je tabel.

b Bepaal zonder te rekenen de beeldafstand.

Een lens heeft een brandpuntsafstand van 65,5 cm.

c Op welke afstand moet je een voorwerp plaatsen, zodat de voorwerpsafstand gelijk is aan de beeldafstand?

Je plaatst een voorwerp op een afstand groter dan twee keer de brandpuntsafstand.

d Ga na of de beeldafstand dan groter of kleiner is dan de voorwerpsafstand.

Je plaatst een voorwerp op een afstand kleiner dan twee keer de brandpuntsafstand.

e Ga na of de beeldafstand dan groter of kleiner is dan de voorwerpsafstand.

C 64 N

a Leg uit waarom het maken van een nauwkeurige constructietekening bij een projector bijna onmogelijk is.

b Leg uit hoe dat zit bij een fotocamera.

C 65

Een voorwerp van 3,0 cm hoogte staat 4,5 cm voor een bolle lens met een sterkte $S = 50$ opt. De diameter van de lens is 4,0 cm.

a Construeer nauwkeurig het beeld.

b Bepaal de beeldafstand.

c Controleer je antwoord met een berekening.

C 66

Een dia van 1,5 cm hoogte staat 6 cm voor de lens van een diaprojector met een sterkte $S = 25$ dio. De diameter van de lens is 4,0 cm.

a Construeer nauwkeurig het beeld.

b Meet nauwkeurig de beeldafstand en de beeldgrootte op.

c Bepaal de vergroting.

d Bepaal hoeveel keer zo groot de beeldafstand is als de voorwerpsafstand.

e Vergelijk antwoord **c** en **d** met elkaar en trek een conclusie.

f Er geldt: $v = 7$ cm; $f = 6$ cm. Bereken b .

g Bereken de vergroting.

C 67 N

Met je mobiele telefoon fotografeer je een boom in de verte.

Schar aan de hand van de diode van je mobiele telefoon hoe groot de brandpuntsafstand van de camera is.

C 68 N

Je fotografeert een vlinder die 70 cm voor de camera lens zit. De lens heeft een brandpuntsafstand van 5 cm.

a Bereken de beeldafstand.

Een spiegel staat 1,3 m voor een camera lens met een sterkte van 30 dio.

b Bereken de beeldafstand.

Kijk goed naar je antwoorden op opdracht **a** en **b**.

c Wat geldt er voor de beeldafstand als je een voorwerp heel ver van een lens plaatst?

d Geef wiskundig een verklaring voor je antwoord op opdracht **c**.

+ 69 N

Een lens heeft een brandpuntsafstand van 10 cm. Er is gegeven dat de beeldafstand twee keer zo groot is als de voorwerpsafstand.

a Stel een wiskundige uitdrukking op waarin je b in v uitdrukt.

b Bereken de beeldafstand en de voorwerpsafstand.

Kijk nog eens naar opdracht 66.

c Er geldt: $N = 3$ en $f = 8$ cm. Bereken v en b .

+ 70 N

a Er geldt: $v = 5$ cm en $f = 15$ cm. Bereken b .

Kijk nog eens naar opgave 66.

b Leg uit wat het betekent als de uitkomst van **b** negatief is.

Je kunt nu

- de lenzenformule gebruiken voor het berekenen van beeldafstand, voorwerpsafstand of brandpuntsafstand.

Hoofdstuk 6: Licht

§ 6.5 Rekenen aan lenzen

Opgaven uit boek, par 6.5: 58, 61, 65, 66 en 68.

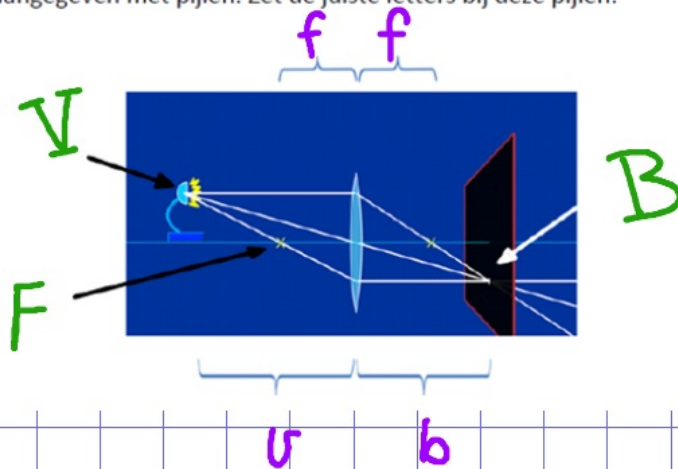
Hoofdstuk 6: Licht

§ 6.5 Rekenen aan lenzen

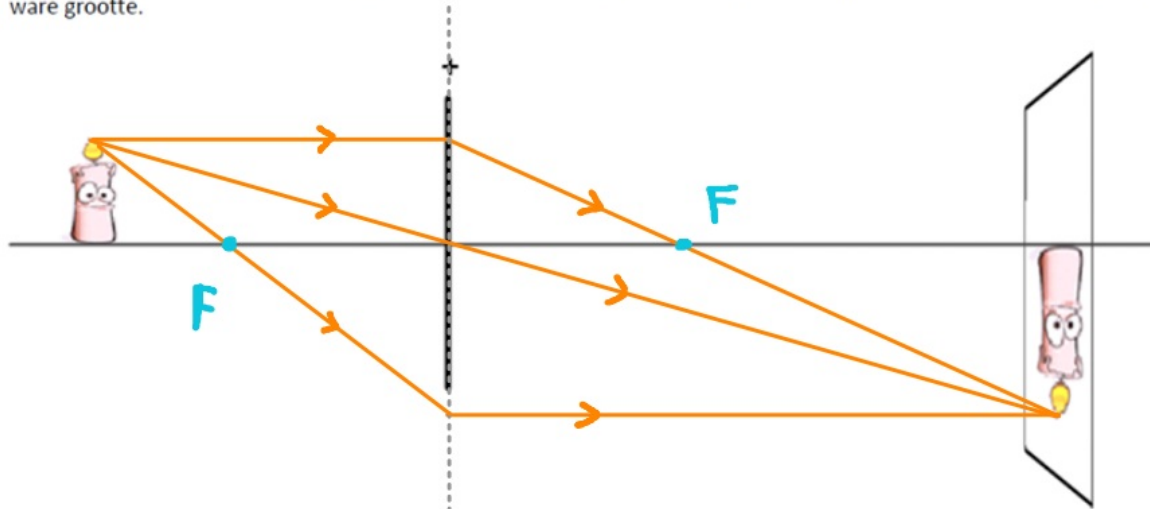
Oefenblad 4 (leerdoel H)

28. Bekijk onderstaande schematische afbeelding van de beeldvorming door een bolle lens.

- Vier afstanden zijn aangegeven met accolades. Zet de juiste letters bij deze accolades om aan te geven hoe die afstanden genoemd worden.
- Drie punten zijn aangegeven met pijlen. Zet de juiste letters bij deze pijlen.



30. Bekijk de onderstaande tekening. Van een kaars is een vergroot beeld gevormd op een scherm. De tekening is op ware grootte.



- Meet in de tekening de voorwerpsafstand en de beeldsafstand.
- Bereken uit deze gegevens de brandpuntsafstand van deze lens
- Geef de beide brandpunten aan in de tekening.
- Controleer door het tekenen van constructiestralen of de gevonden afstanden kloppen.

a. $b = 9,9 \text{ cm}$ en $v = 6,7 \text{ cm}$

b. $\frac{1}{f} = \frac{1}{v} + \frac{1}{b} = \frac{1}{6,7} + \frac{1}{9,9} = 0,25026 \xrightarrow{x^{-1}} f = 4,0 \text{ cm}$

Hoofdstuk 6: Licht

§ 6.5 Rekenen aan lenzen

Oefenblad 4 (leerdoel H)

Hoofdstuk 6: Licht

§ 6.5 Rekenen aan lenzen

Oefenblad 4 (leerdoel H)

31. Een opstelling van een kaars met lens en scherm geeft een scherp beeld al de kaars op 24 cm van de lens staat en het scherm op 8 cm. Bereken de brandpuntsafstand van deze lens.

32. Een voorwerp staat 30 cm voor een lens met een brandpuntsafstand van 10 cm. Bereken op welke afstand achter de lens je een scherm moet zetten om een scherp beeld te krijgen.

33. Je hebt een lens met een brandpuntsafstand van 15 cm en je wilt een scherp beeld van een kaarsvlam krijgen op een scherm dat 20 cm achter de lens staat. Bereken op welke afstand van de lens je de brandende kaars moet zetten.

$$31. \frac{1}{f} = \frac{1}{24} + \frac{1}{8} = 0,167 \rightarrow f = 6 \text{ cm}$$

$$32. \frac{1}{b} = \frac{1}{10} - \frac{1}{30} = 0,067 \rightarrow b = 15 \text{ cm}$$

$$33. \frac{1}{v} = \frac{1}{f} - \frac{1}{b} = \frac{1}{15} - \frac{1}{20} = 0,0167 \rightarrow v = 60 \text{ cm}$$

Handwritten summary of lens formulas:

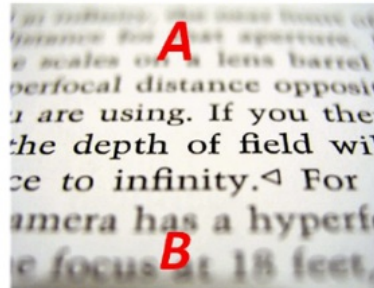
$$\frac{1}{f} = \frac{1}{v} + \frac{1}{b}$$

Arrows point from this formula to the others below:

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

34. Bekijk de foto rechts. Je ziet dat de delen bij A en B niet scherp zijn.

- Leg uit hoe dat komt. Maak een tekening waaruit het duidelijk wordt.
- TOF UITDAGEND: Bedenk welk gedeelte van de foto, A of B, scherp zal worden als je *achteruit beweegt met de camera*.
- HEERLIJK MOEILIJK: Bedenk welk gedeelte van de foto, A of B, scherp zal worden als je een zwakkere lens gebruikt.
- GAVE DENKVRAAG: Bedenk welk deel van de foto scherp zal worden als je een lens gebruikt van een materiaal met een grotere brekingsindex.



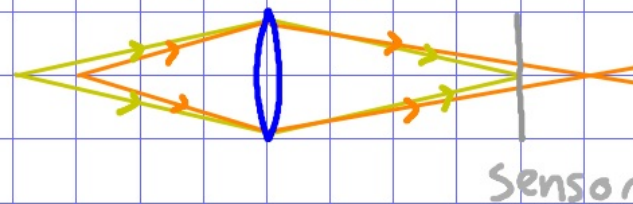
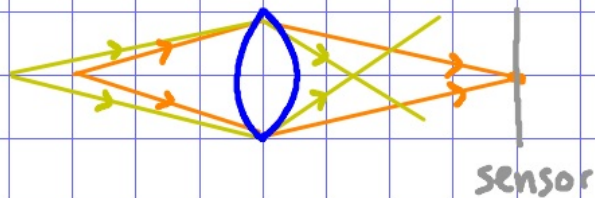
Hoofdstuk 6: Licht

§ 6.5 Rekenen aan lenzen

Oefenblad 4 (leerdoel H)

b. gedeelte B wordt scherp, want dat heeft dan de juiste afstand tot de lens (van b en f zijn niet veranderd, dus v ook niet)

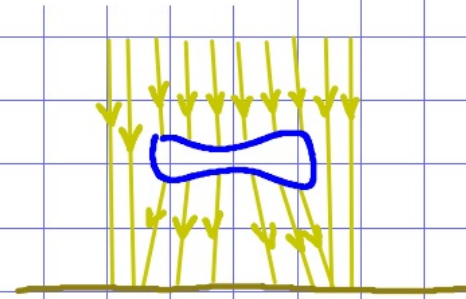
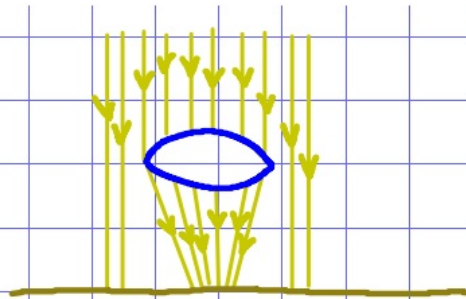
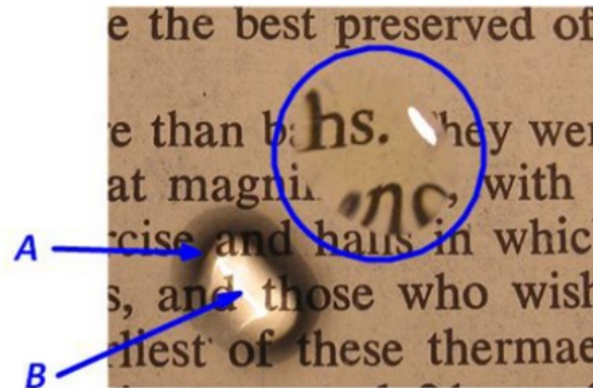
c. een zwakkere lens buigt de lichtstralen minder sterk naar binnen, licht vanuit een verder gelegen voorwerpspunt (dus bij A) zal onder kleinere hoek de lens bereiken en dus een scherp beeld vormen op de sensor bij deze zwakkere lens.



d. deel B want een lens van een sterker brekend materiaal is ook een sterkere lens (zie antwoord bij c)

35. Bekijk de afbeelding rechts. Je ziet hoe een druppel water voor de lens hangt en een lichtpatroon veroorzaakt op het papier.

- Leg uit hoe je aan de rechter afbeelding kunt zien dat een druppel water als een bolle lens kan dienen.
- MOEILIJK, DENKVRAAG: Leg uit hoe je aan het lichtpatroon op het papier (zie pijlen A en B) kunt zien dat de druppel water zich als een bolle lens gedraagt. Maak een tekening in je schrift waaruit dat blijkt.
- MOEILIJK, EVEN NADENKEN: Leg uit hoe het lichtpatroon op het papier er uit zou hebben gezien als de druppel water een holle lens had gevormd. Maak een tekening waaruit dat blijkt.



Hoofdstuk 6: Licht

§ 6.5 Rekenen aan lenzen

Oefenblad 4 (leerdoel H)

36. Een lens vormt een scherp beeld van een kaarsvlam van 3 cm hoog. Het beeld is 5 cm hoog. Bereken de vergroting door de lens.

37. Met een camera maak je een foto van een meisje dat 1,70 m hoog is. Het beeld op de film is 2,3 cm groot. Bereken de vergroting.

38. Met een diaprojector projecteer je een dia van 24 bij 36 mm op het scherm. Het beeld op het scherm is 1,20 bij 1,80 meter.

- Bereken de vergroting
- Het scherm staat 4,0 m van de lens van de projector. Bereken de afstand tussen de dia en de lens. Geef deze in meters en in centimeters.

$$36. \quad N = \frac{L_b}{L_v} = \frac{5 \text{ cm}}{3 \text{ cm}} = 1,67$$

$$37. \quad N = \frac{L_b}{L_v} = \frac{2,3 \text{ cm}}{170 \text{ cm}} = 0,0135$$

$$38a. \quad N = \frac{L_b}{L_v} = \frac{180 \text{ cm}}{3,6 \text{ cm}} = 50$$

$$b. \quad N = \frac{b}{v} \rightarrow v = \frac{b}{N} = \frac{4,0 \text{ m}}{50} = 0,08 \text{ m} = 8 \text{ cm}$$

Hoofdstuk 6: Licht

§ 6.5 Rekenen aan lenzen

Oefenblad 4 (leerdoel H)

39. KNALLER: Een foto van een paar rubberen laarzen is genomen met een voorwerpsafstand van 32 cm en de vergroting op de lichtgevoelige chip in het fototoestel was 0,025.

- Leg uit wat dat betekent: "de vergroting is 0,025".
- Bepaal de brandpuntsafstand van de lens voor deze foto.



ANTWOORDEN:

31. $f = 6 \text{ cm}$ | 32. $b = 15 \text{ cm}$ | 33. $v = 60 \text{ cm}$ | 36. $N = 1,67$ | 37. $N = 0,014$ |
38a. $N = 50$ | 38b. $v = 0,08 \text{ m} = 8 \text{ cm}$ | 39b. $f = 0,78 \text{ cm}$

Hoofdstuk 6: Licht

§ 6.5 Rekenen aan lenzen

Oefenblad 4 (leerdoel H)

39b. $f = ?$

$$v = 32 \text{ cm}$$

$$N = 0,025$$

$$N = \frac{b}{v} \rightarrow b = N \cdot v = 0,025 \cdot 32 \text{ cm} = 0,8 \text{ cm}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{v} + \frac{1}{b} \rightarrow \frac{1}{f} = \frac{1}{32} + \frac{1}{0,8} = 1,28 \rightarrow f = 0,78 \text{ cm}$$

Hoofdstuk 6: Licht

- ACTIVITEITEN -

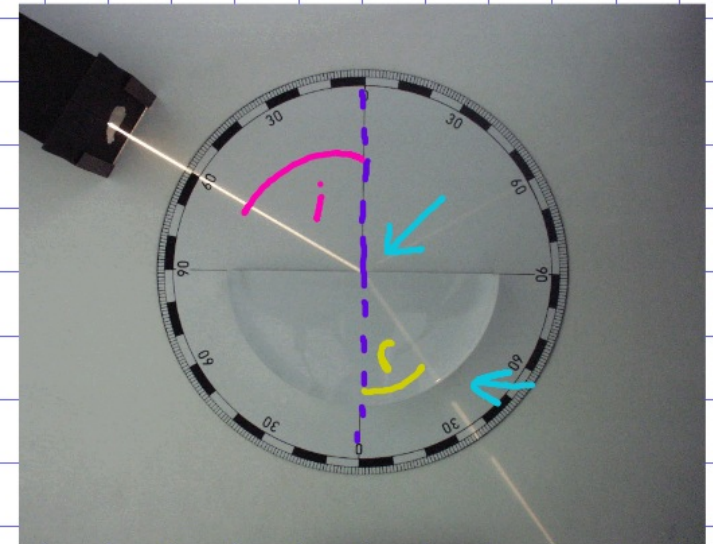
Als we grotere activiteiten zoals practicum gedaan hebben tijdens dit hoofdstuk dan vind je hier de informatie die daar bij hoorde. Hoewel dit niet cruciaal is voor succes op het proefwerk is het wel nuttig om te bekijken. Probeer je daarbij te herinneren wat we precies gedaan hebben en waarom dat een nuttige leeractiviteit zou kunnen zijn met het oog op de proefwerkstof.

Practicum bij §6.2: breking bestuderen

Bepaling 1: breking van lucht naar perspex (stof IN)

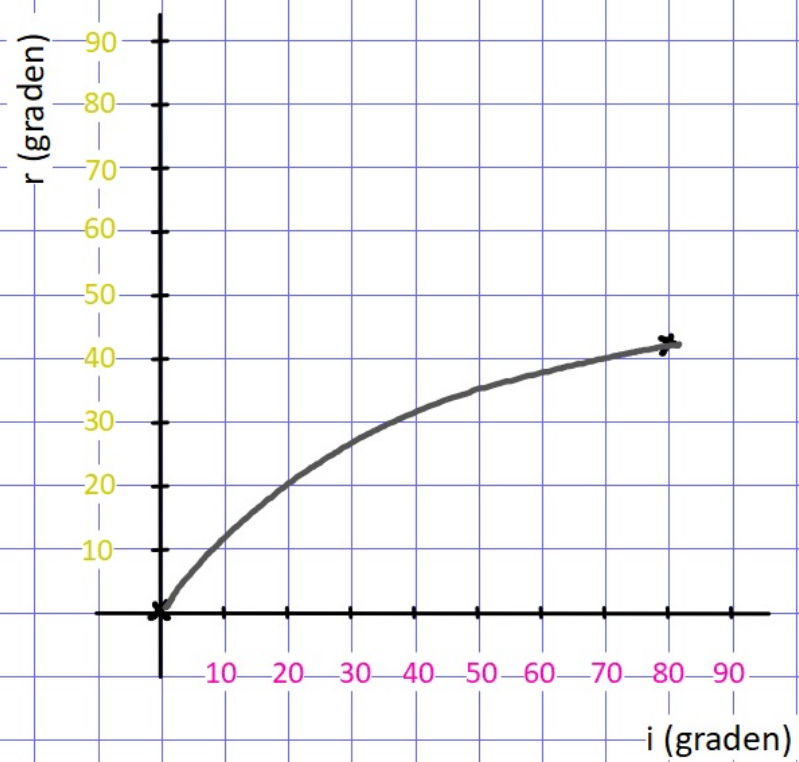
i	r	i/r	sin i	sin r	(sin i)/(sin r)
0	0				
10	6				
20	14				
30	20				
40	-				
50	-				
60	-				
70	-				
80	42				

Hoofdstuk 6: Licht

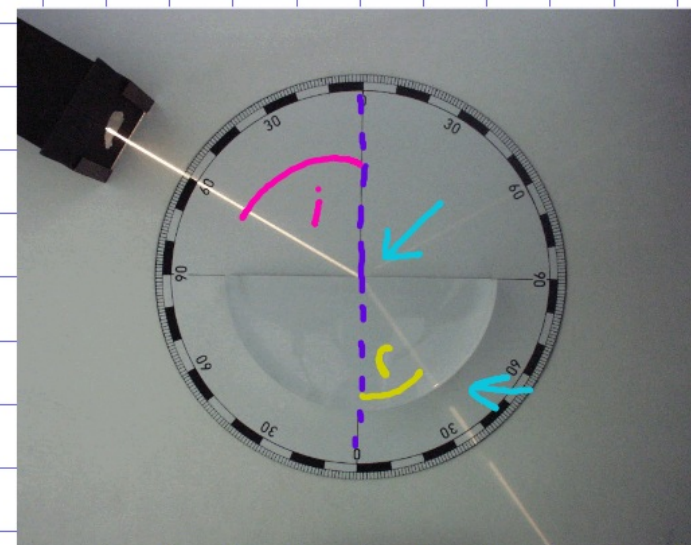


Doen: meet hoek r bij verschillende hoeken i als de lichtstraal de stof ingaat en gebroken wordt.

Bepaling 1: breking van lucht naar perspex (stof IN)

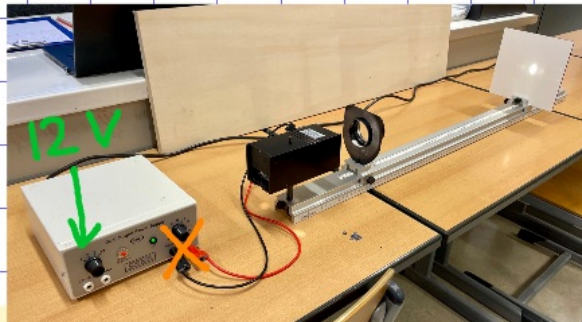
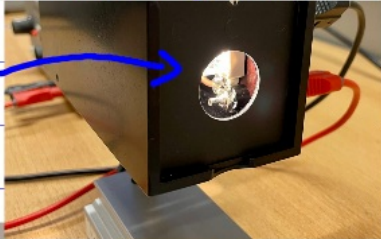


Hoofdstuk 6: Licht



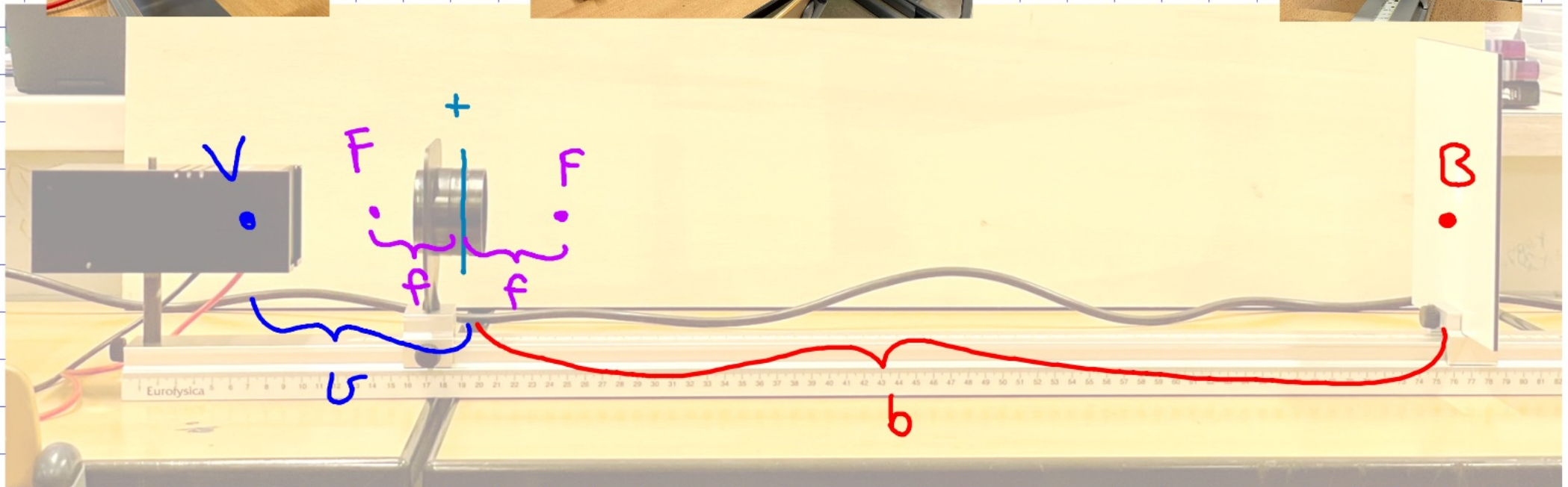
Practicum bij §6.5: lenzenformule en vergroting

voorwerp: let op, het lampje is het voorwerp
en het zit een eindje de zwarte behuizing in



Hoofdstuk 6: Licht

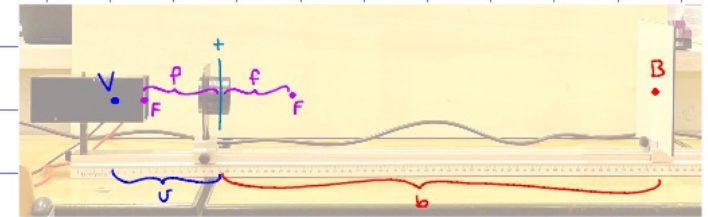
scherp beeld op scherm:
je kunt de afzonderlijke
gloeidraadjes zien



Practicum bij §6.5: lenzenformule en vergroting

v (cm)	b (cm)	$1/v$	$1/b$	f (cm)	N
12					
15					
17					
20					
30					
40					
50					
10					
8					

Hoofdstuk 6: Licht

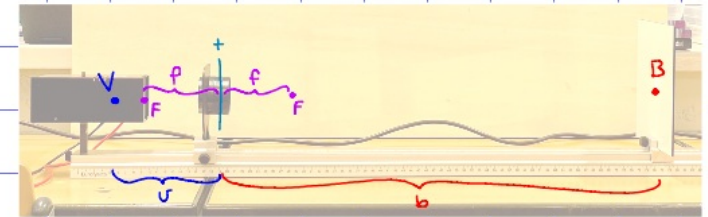


- Doen:** Meet de beeldafstand bij verschillende voorwerpsafstanden:
1. Schuif de lens zodat de afstand tussen lamp en lens een waarde v heeft uit tabel. Begin bij 12 cm.
 2. Verschuif scherm tot beeld scherp is.
 3. Meet beeldafstand b van lens tot scherm en noteer in tabel.
 4. Meet eerst alle beeldafstanden bij de verschillende voorwerpsafstanden. Reken daarna past verder aan de tabel.
 5. Maak een grafiek met v op de horizontale as en b op de verticale as.

Practicum bij §6.5: lenzenformule en vergroting

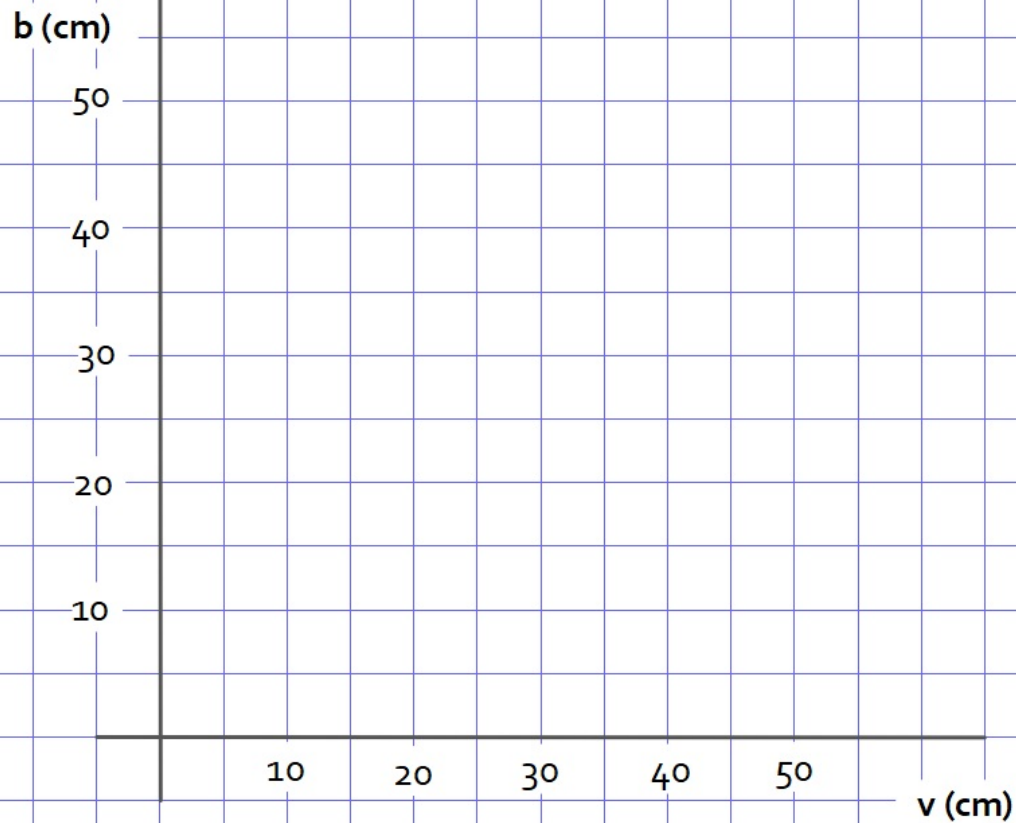
v (cm)	b (cm)	1/v	1/b	f (cm)	N
12	66	0,083	0,015	16,2	5,5
15	34	0,067	0,029	10,4	2,3
17	24	0,059	0,042	9,9	1,4
20	20	0,050	0,050	10,0	1,0
30	15	0,033	0,067	10,0	0,5
40	13	0,025	0,077	9,8	0,33
50	12	0,020	0,083	9,7	0,24
10	-				
8	-				

Hoofdstuk 6: Licht

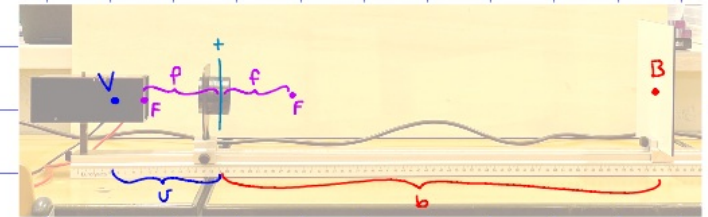


- Doen:** Meet de beeldafstand bij verschillende voorwerpsafstanden:
1. Schuif de lens zodat de afstand tussen lamp en lens een waarde v heeft uit tabel. Begin bij 12 cm.
 2. Verschuif scherm tot beeld scherp is.
 3. Meet beeldafstand b van lens tot scherm en noteer in tabel.
 4. Meet eerst alle beeldafstanden bij de verschillende voorwerpsafstanden. Reken daarna past verder aan de tabel.
 5. Maak een grafiek met v op de horizontale as en b op de verticale as.

Practicum bij §6.5: lenzenformule en vergroting



Hoofdstuk 6: Licht



- Doen:** Meet de beeldafstand bij verschillende voorwerpsafstanden:
1. Schuif de lens zodat de afstand tussen lamp en lens een waarde v heeft uit tabel. Begin bij 12 cm.
 2. Verschuif scherm tot beeld scherp is.
 3. Meet beeldafstand b van lens tot scherm en noteer in tabel.
 4. Meet eerst alle beeldafstanden bij de verschillende voorwerpsafstanden. Reken daarna past verder aan de tabel.
 5. Maak een grafiek met v op de horizontale as en b op de verticale as.

Computerpracticum bij §6.4: vergrotingsfactor N

$$f = 80 \text{ cm}$$

$$N = \frac{b}{v}$$

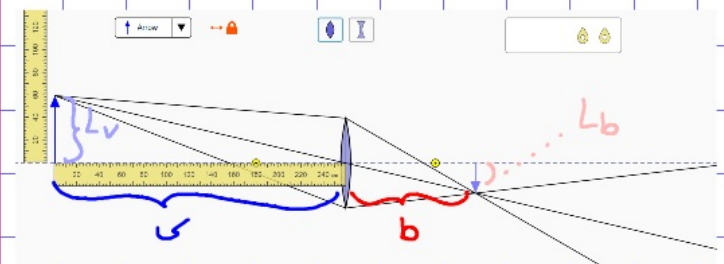
$$N = \frac{L_b}{L_v}$$

v (cm)	b (cm)	b/v	L_v (cm)	L_b (cm)	L_b/L_v
260	115	0,44	60	26	0,43
200	132	0,66	60	41	0,68
150	170	1,13	60	68	1,13
110	291	2,63	60	158	2,63
80	—	—	60	—	—
40	—	—	60	—	—

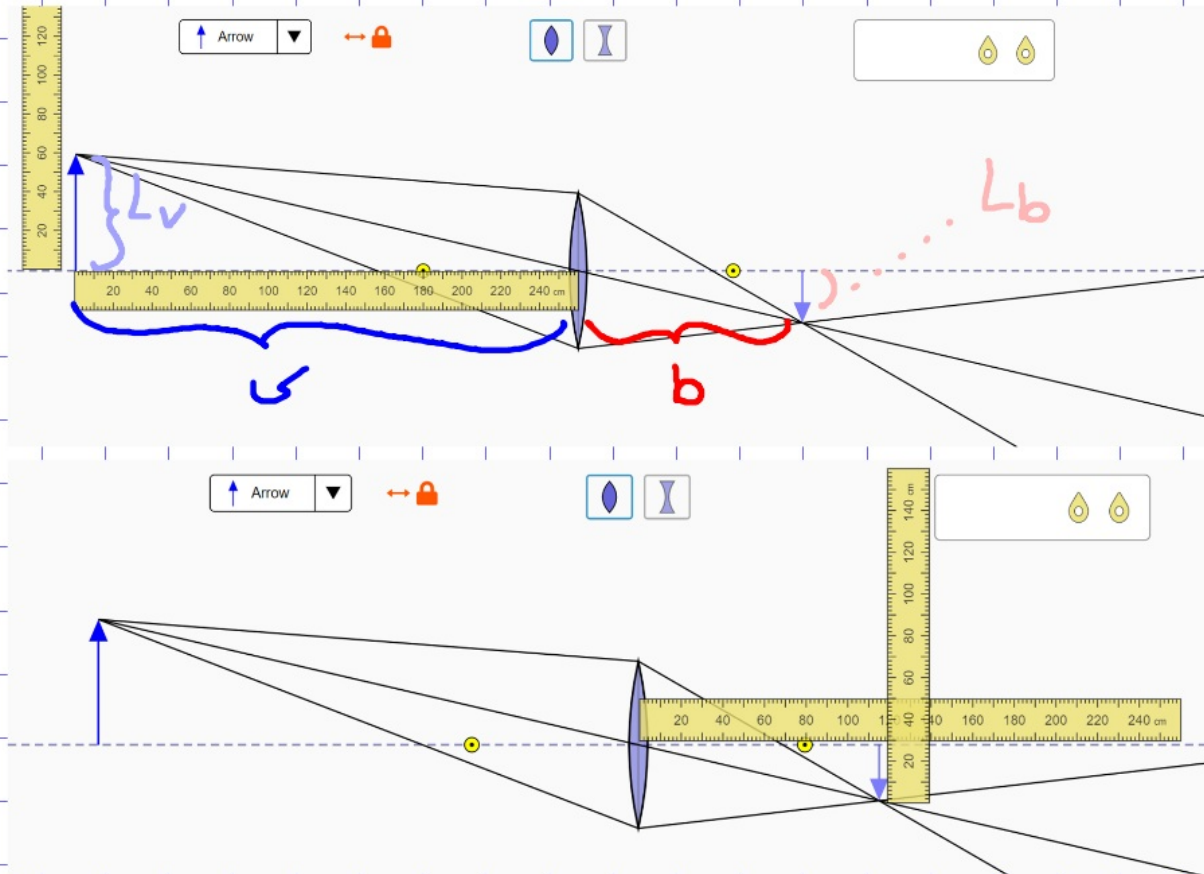
Hoofdstuk 6: Licht

Doen:

1. Kies de pijl uit het menu.
2. Vergrenden de verticale dimensie (klik het slotje)
3. Schuif de meetlatten zoals in de afbeelding.
4. Stel telkens de voorwerpsafstand in zoals in je tabel en meet b , L_v en L_b .
5. Reken de kolommen b/v en L_b/L_v naderhand uit.



Computerpracticum bij §6.4: vergrotingsfactor



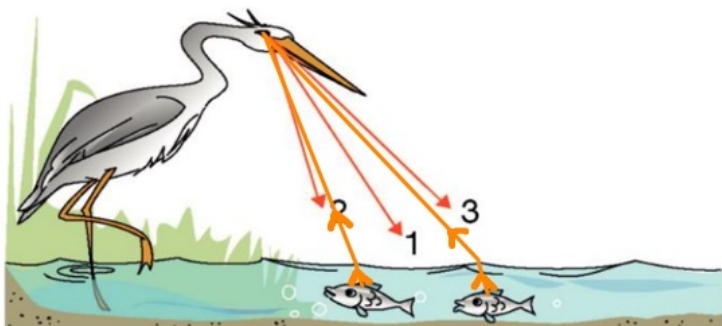
Hoofdstuk 6: Licht

Doen:

1. Kies de pijl uit het menu.
2. Vergrenden de verticale dimensie (klik het slotje)
3. Schuif de meetlatten zoals in de afbeelding.
4. Stel telkens de voorwerpsafstand in zoals in je tabel en meet b , L_v en L_b .
5. Reken de kolommen b/v en L_b/L_v naderhand uit.

B 19

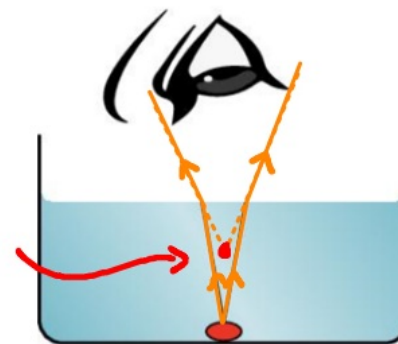
Watervogels, zoals reigers, moeten hun waarnemingen corrigeren als ze aan het vissen zijn. De prooi zwemt op een andere plaats dan een reiger waarneemt. Een reiger kijkt in richting 1 en ziet een vis.



Leg uit in welke van de twee andere richtingen de reiger een goede kans heeft de vis te grijpen. Gebruik daarbij eventueel een tekening.

C 22 N

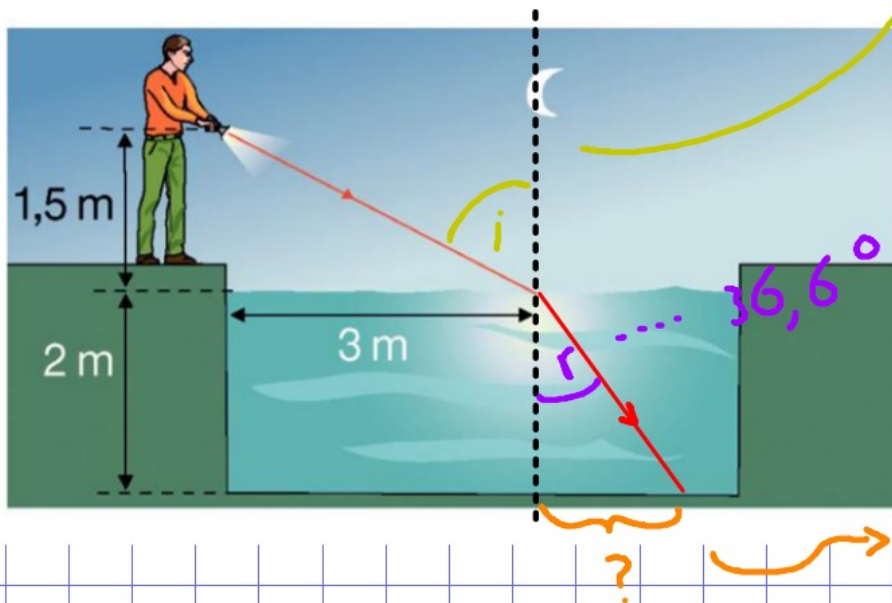
Een juweel ligt op de bodem van een aquarium. Je ziet in de figuur hiernaast twee lichtstralen die het water uitgaan.



- a** Neem de figuur over of gebruik het tekenblad in het hulpboek. Schets hoe de lichtstralen het water uitgaan en in het oog komen.
- b** Schets waar de twee lichtstralen die in het oog komen elkaar snijden.
- c** Leg uit dat iemand die boven water naar het juweel kijkt het juweel dichterbij ziet dan het in werkelijkheid is.

+ 26 N

Bert verloor zijn ring in het zwembad. 's Avonds speurt hij met een zaklamp de bodem af. Zie de figuur voor gegevens. Bereken met de formule en de brekingsindex van water uit de vorige opdracht op welke afstand van de kant de lichtstraal de bodem raakt.



$$\tan \angle i = \frac{3,0}{1,5} = 2,0$$

$$\angle i = 63,4^\circ$$

$$n = \frac{\sin i}{\sin r} \rightarrow \sin r = \frac{\sin i}{n}$$

$$\sin r = \frac{\sin(63,4^\circ)}{1,5} = 0,596$$

$$r = 36,6^\circ$$

$$\tan r = \frac{?}{2,0} \rightarrow ? =$$

Hoofdstuk 6: Licht

Opgaven uit boek: 7, 8, 10, 11, 14, 15, 16, 17, 19, 22, 23, 25, 26, 32, 36, 43, 44, 47, 48, 49, 52, 54, 60, 61, 63, 69, 70 (uitwerkingen vind je op Teams)

C 49

Waldo heeft zijn negatieve contactlenzen niet ingedaan en meent een vriendin op straat te herkennen. In onderstaande figuur zie je twee foto's. Leg uit welke figuur het best past bij de situatie van Waldo.



Voor bijziende mensen

kunnen veraf niet
scherp zien.

dus ziet dit
zonder contactlenzen

C 52 N

Een normaal oog heeft een diameter van 1,7 cm. Ook de brandpuntsafstand is 1,7 cm.

- a Bereken de sterkte van een ooglens bij ongeaccommodeerd kijken.

Door te accommoderen neemt de sterkte van de lens toe met 5,0 dpt.

- b Bereken hoeveel cm de brandpuntsafstand dan is veranderd.

$$S = \frac{1}{f} = \frac{1}{0,017 \text{ m}} = 59 \text{ dpt}$$

$$f = \frac{1}{S} = \frac{1}{64} = 0,0156 \text{ m}$$

dus f is veranderd met

$$0,017 - 0,0156 = 0,0014 \text{ m}$$

+ 54 N

Anja is een contactlens verloren. Ze leent een lens van haar vriendin. Dat kan goed en slecht uitpakken, ook al past de lens goed op haar oog.

- a** Als je een lens met een sterkte van $-1,5$ dpt nodig hebt en je krijgt per ongeluk een lens van $-2,5$ dpt, dan blijkt dat je alles goed kunt zien. Leg uit hoe dat kan.
- b** Leg uit wat er in de omgekeerde situatie aan de hand is: je hebt een lens van $-2,5$ dpt nodig en je krijgt een lens van $-1,5$ dpt.
- c** Leg uit in welke van de twee bovenstaande situaties de ruil van een lens kan leiden tot hoofdpijnlachten vergelijkbaar met een verziende.

Bernd is bijziend en zet een bril van een verziende op.

- d** Leg uit hoe zijn nabijheidspunt en vertepunt dan veranderen.

Vera is verziend en zet de bril van een bijziende op.

- e** Leg uit hoe haar nabijheidspunt en vertepunt dan veranderen.

C 69 N

Jan draagt een bril met positieve glazen. Je ziet zijn ogen een factor twee vergroot. De afstand tussen de bril en Jan zijn ogen is 4 cm.

- a Bereken via de vergrotingsfactor de beeldafstand.
- b Bereken via de lenzenformule de sterkte van de bril.

$$a) \quad N = \frac{b}{v} \quad \rightarrow \quad b = N \cdot v = 2 \cdot 4 \text{ cm} = 8 \text{ cm}$$

$$b) \quad \frac{1}{f} = \frac{1}{b} + \frac{1}{v} = \frac{1}{8} + \frac{1}{4} = \frac{3}{8} \quad \rightarrow \quad f = \frac{8}{3} = 2,67 \text{ cm}$$

C 70

Je fotografeert een vlinder die 70 cm voor de cameralens zit. De lens heeft een brandpuntsafstand van 5 cm.

a Bereken de beeldafstand.

$$\frac{1}{b} = \frac{1}{f} - \frac{1}{v} = \frac{1}{5} - \frac{1}{70} = 0,1857$$

Een stoel staat 1,3 m voor een cameralens met een sterkte van 30 dpt.

b Bereken de beeldafstand.

Kijk goed naar je antwoorden op opdracht a en b.

c Wat geldt er voor de beeldafstand als je een voorwerp heel ver van een lens plaatst?

d Geef wiskundig via de lenzenformule een verklaring voor je antwoord op opdracht c.

$$f = 5,38 \text{ cm}$$

$$f = \frac{1}{S} = \frac{1}{30} = 0,033 \text{ m}$$

$$\frac{1}{b} = \frac{1}{f} - \frac{1}{v} = \frac{1}{0,033} - \frac{1}{1,3} = 29,5$$

$$b = 0,033 \text{ m}$$

Hoofdstuk 6 Licht

formules:

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

$$N = \frac{b}{s}$$

$$N = \frac{L_b}{L_s}$$

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

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

