

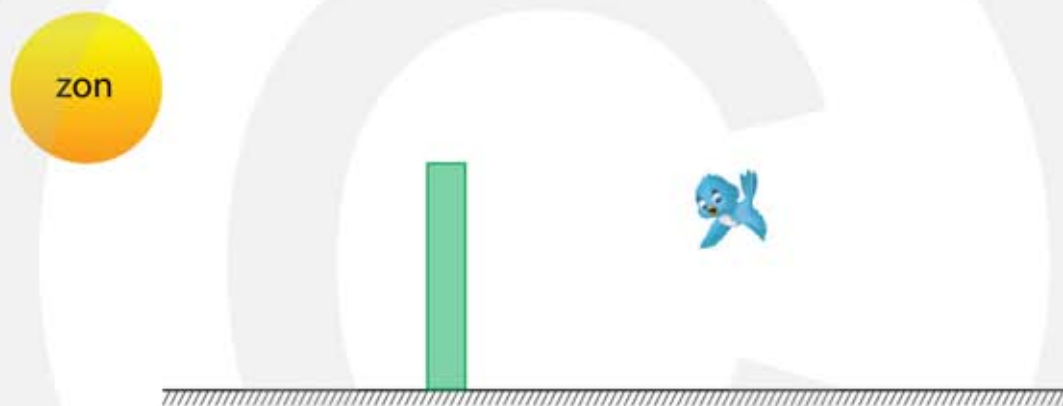
8 Licht

havo

8.1 Voortplanting en weerkaatsing van licht

Voortplanting van licht

- 1* In de figuur zie je de zon een muur en een vogeltje.

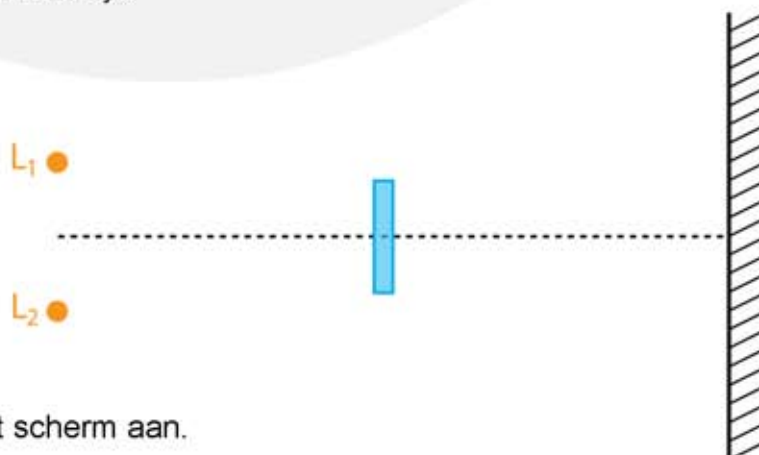


- Kleur het gebied waarin het vogeltje in de kernschaduw vliegt.
- Geef met een andere kleur het gebied aan waarin het vogeltje in de halfschaduw vliegt.

- 2** In de figuur zie je twee lampen L_1 en L_2 die voor een scherm staan. Tussen de lampen en het scherm staat een muurtje.

- Geef met een kleur aan waar op het scherm een schaduw ontstaat als alleen L_1 brandt.
- Geef met een andere kleur aan waar op het scherm een schaduw ontstaat als alleen L_2 brandt.

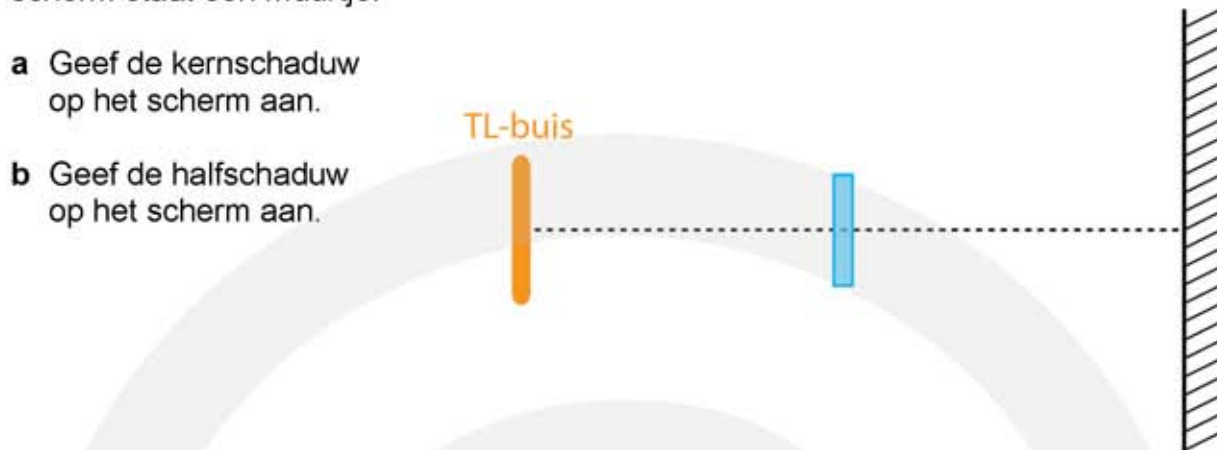
- Geef de kernschaduw op het scherm aan.
- Geef de halfschaduw op het scherm aan.



3** In de figuur zie je een TL-buis die voor een scherm staat. Tussen de TL-buis en het scherm staat een muurtje.

- a Geef de kernschaduw op het scherm aan.
- b Geef de halfschaduw op het scherm aan.

TL-buis



4** In de dierentuin zie je een olifant door een raam.

- a Geef in de linker figuur aan in welk gebied je de olifant in zijn geheel kunt zien. Op de plaats van de blauwe stip staat een kind.
- b Geef in het rechter figuur aan welk deel van de olifant het kind NIET kan zien.



Weerkaatsing van licht (spiegelwet)

5** In de figuur zie je vier spiegels waar een lichtstraal op schijnt.

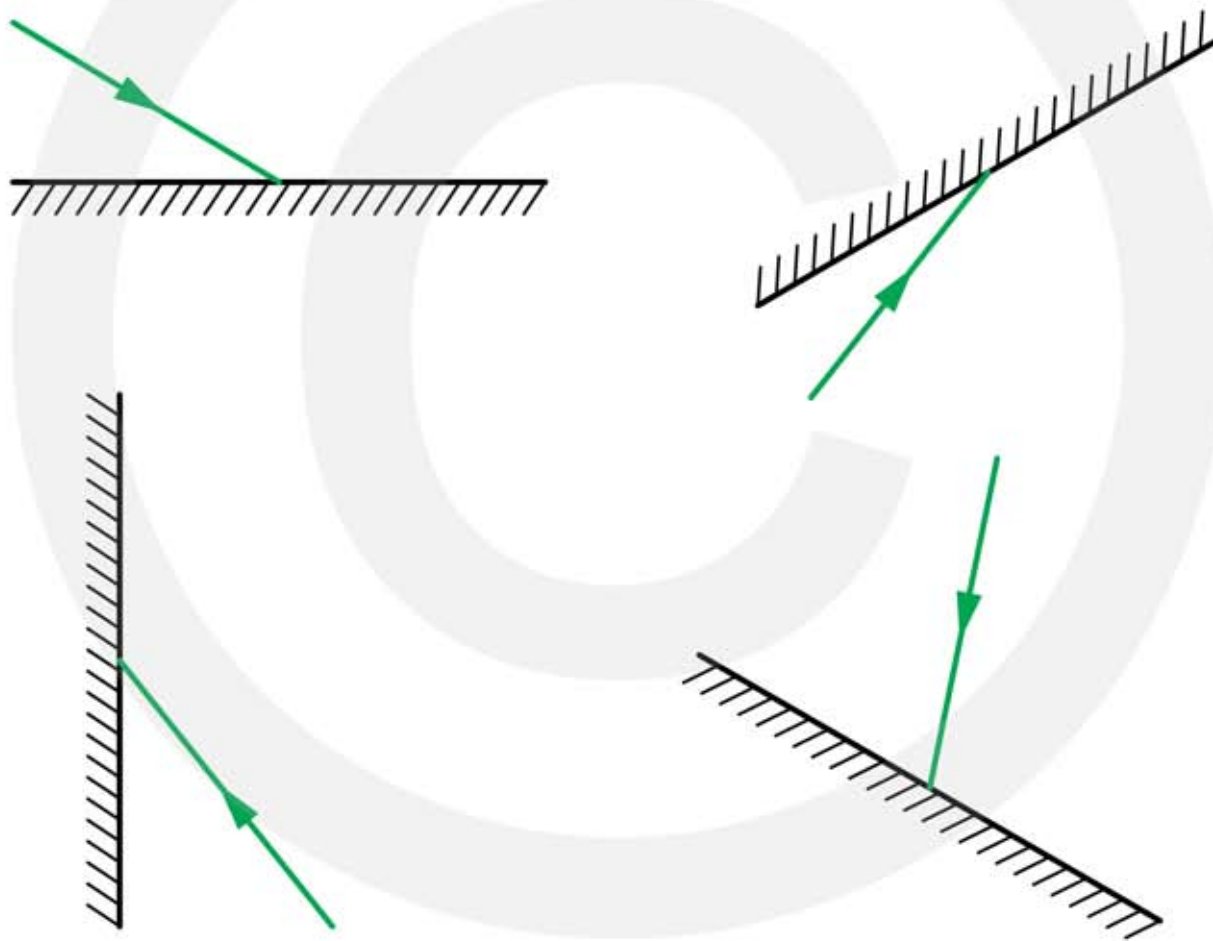
a Teken bij ieder spiegel hoe de lichtstraal wordt weerkaatst.

HINT teken eerst de normaal.

b Meet bij iedere spiegel de hoek van inval.

HINT dit is de hoek tussen de normaal en de lichtstraal.

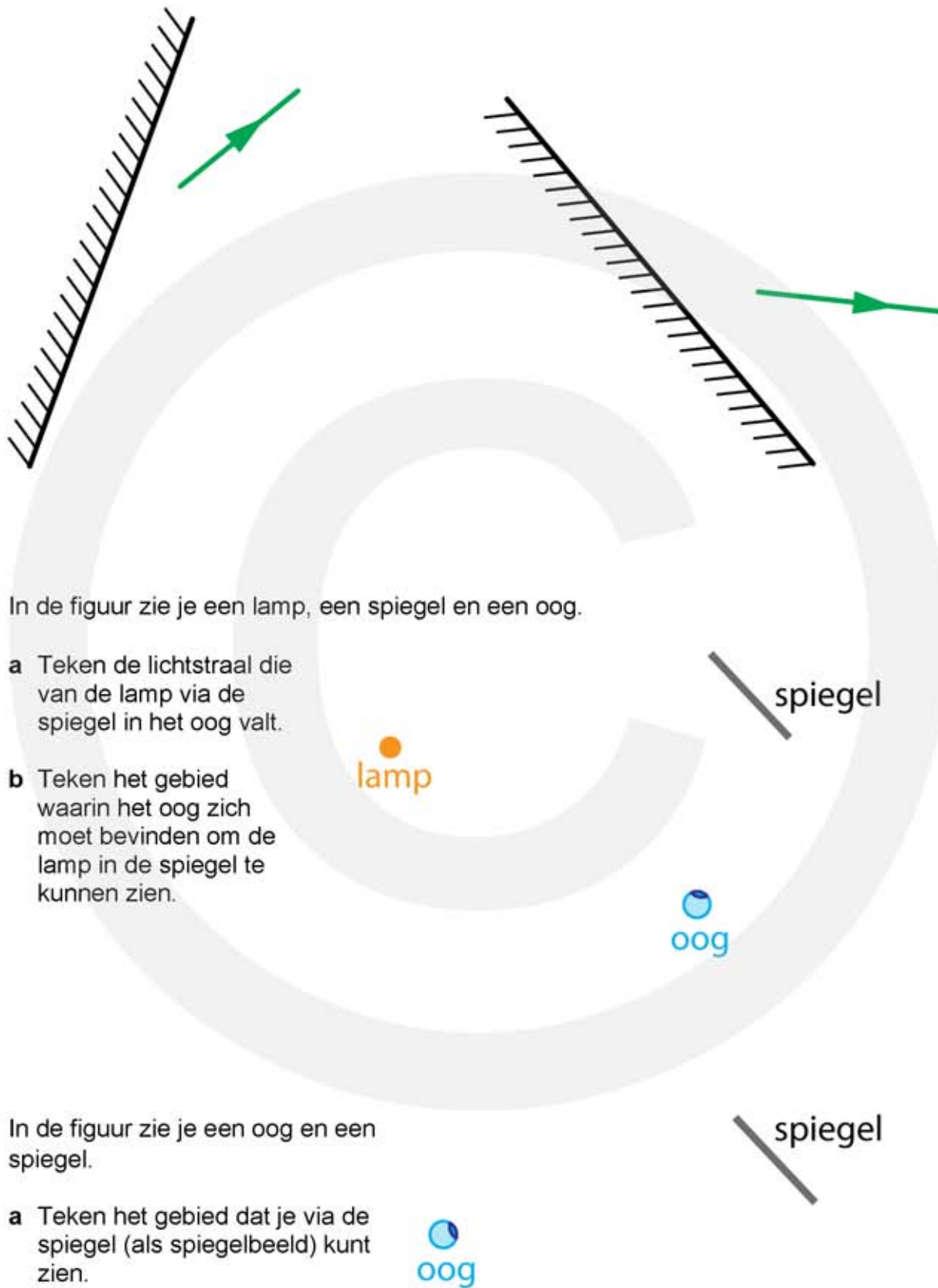
HINT verleng de lichtstralen en de normaal om de hoek op 1 graad nauwkeurig te kunnen meten.



6** In de figuur zie je twee spiegels met een gedeelte van een weerkaatste lichtstraal.

a Teken bij iedere spiegel waar de lichtstraal vandaan is gekomen en hoe de lichtstraal op de spiegel weerkaatst.

HINT verleng de lichtstraal tot aan de spiegel en teken daarna de normaal.



7*** In de figuur zie je een lamp, een spiegel en een oog.

a Teken de lichtstraal die van de lamp via de spiegel in het oog valt.

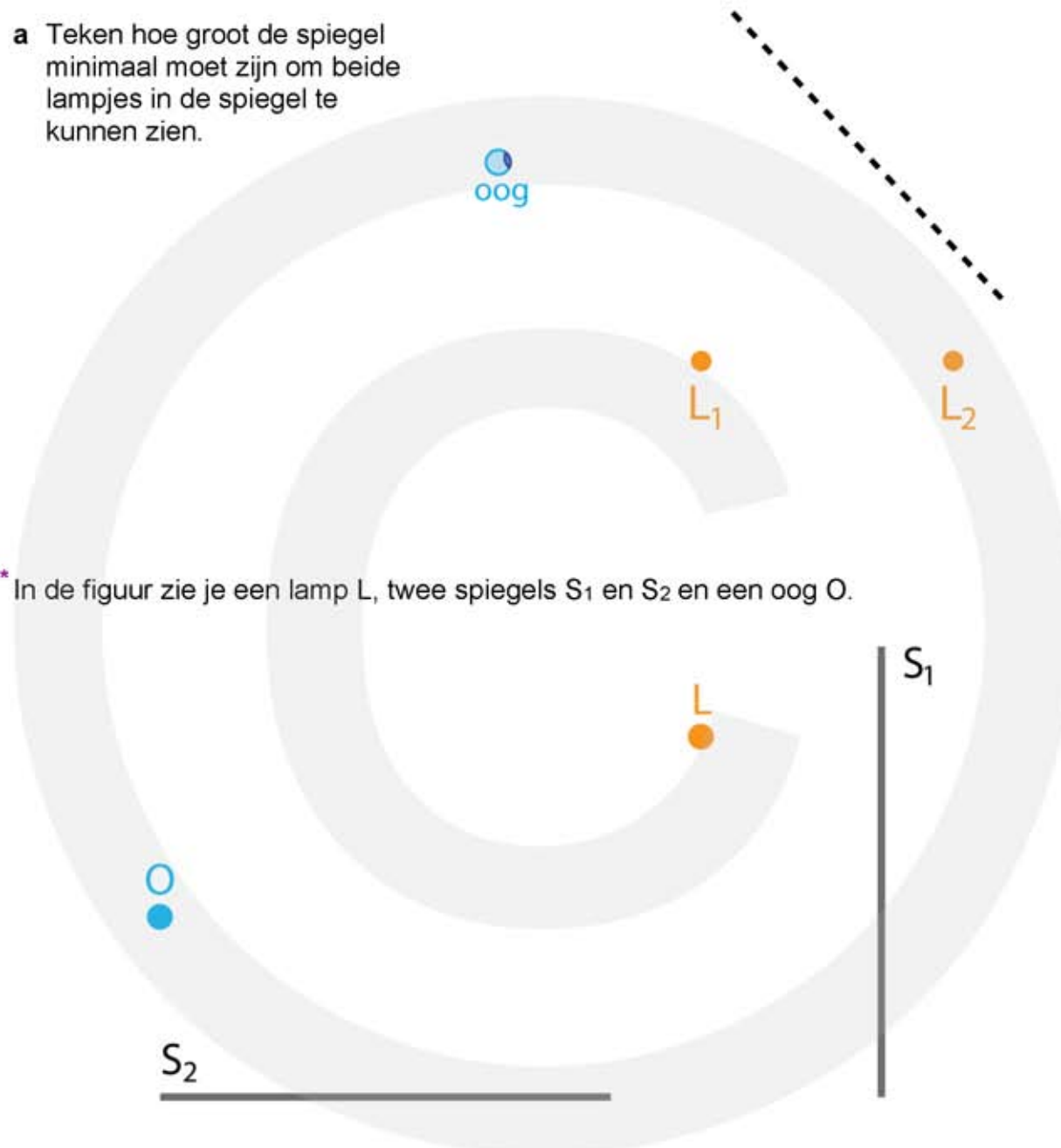
b Teken het gebied waarin het oog zich moet bevinden om de lamp in de spiegel te kunnen zien.

8*** In de figuur zie je een oog en een spiegel.

a Teken het gebied dat je via de spiegel (als spiegelbeeld) kunt zien.

9^{***} In de figuur zie je een oog, twee lampjes en een gestreepte lijn. Op de gestreepte lijn bevindt zich een spiegel.

- a Teken hoe groot de spiegel minimaal moet zijn om beide lampjes in de spiegel te kunnen zien.

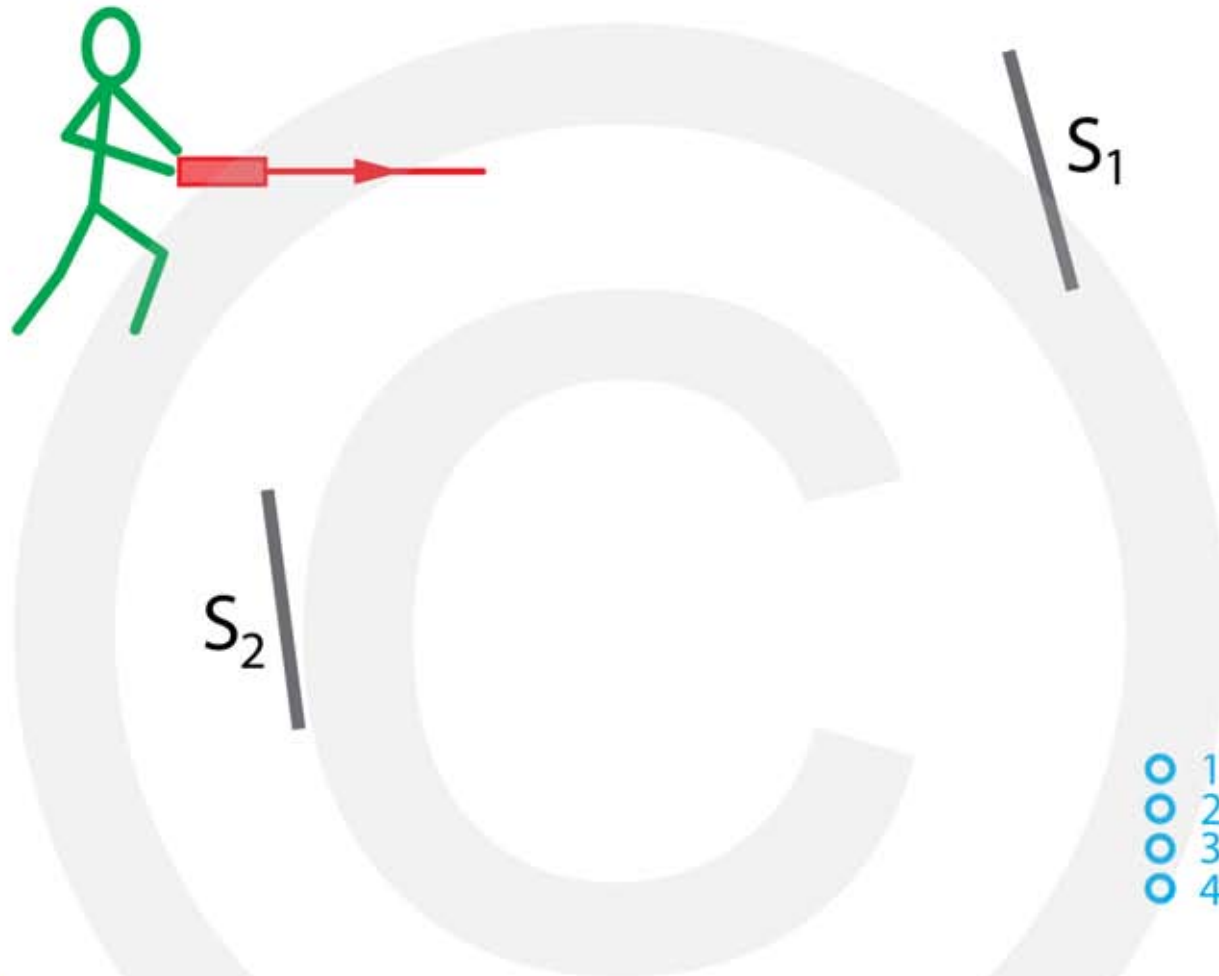


10^{****} In de figuur zie je een lamp L, twee spiegels S₁ en S₂ en een oog O.

- a Teken de lichtstraal uit L die via S₁ in het oog valt.
b Teken met een andere kleur de lichtstraal uit L die via S₂ in het oog valt.
c Teken met een andere kleur de lichtstraal uit L die via S₁ én S₂ in het oog valt.

11**** Bij het lasergamen krijg je de opdracht om via de spiegels S_1 en S_2 doel 1, 2, 3 of 4 te raken.

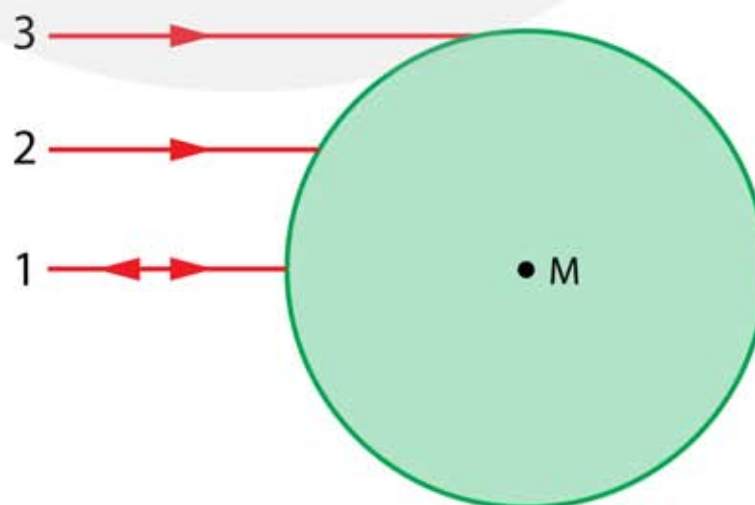
a Welk doel raak je?



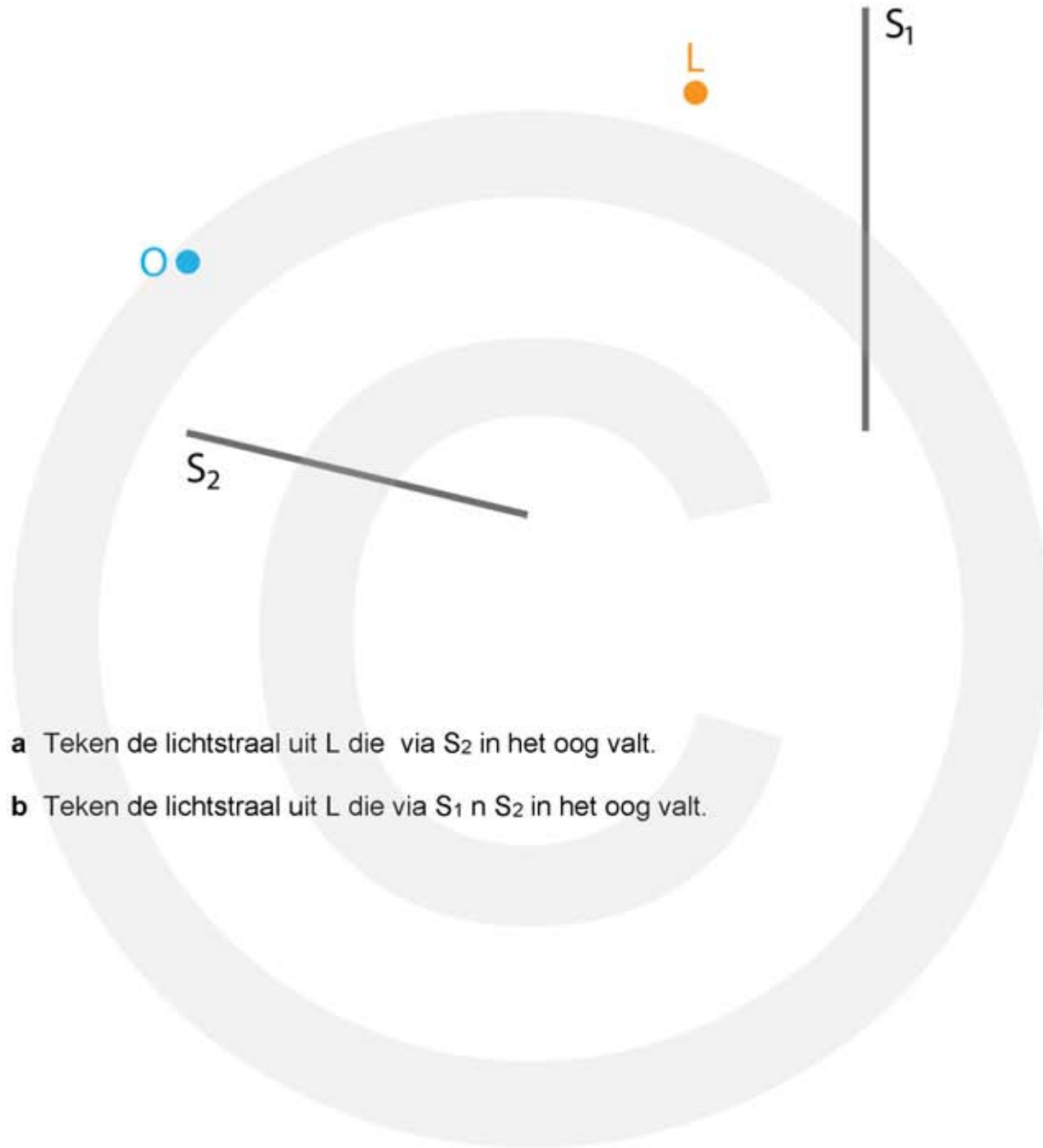
12**** Lichtstralen 1, 2 en 3 worden in een spiegelende kerstbal weerkaatst.

a Teken hoe de lichtstralen 1, 2 en 3 worden weerkaatst.

HINT de normaal gaat door het middelpunt M van de kerstbal.



13⁺ In de figuur zie je een lamp L, twee spiegels S₁ en S₂ en een oog O.



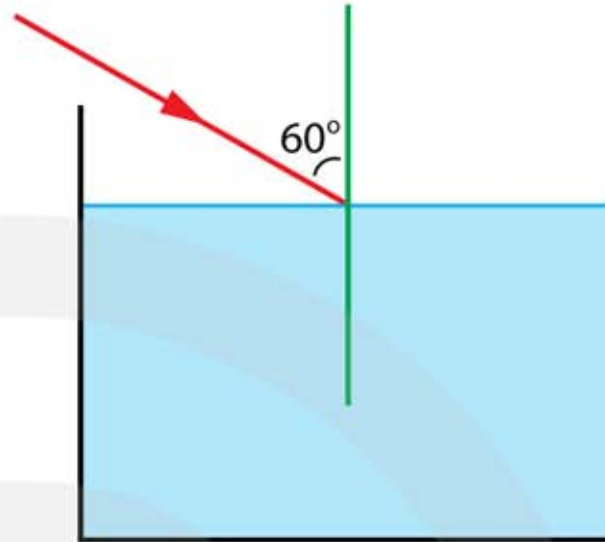
- a Teken de lichtstraal uit L die via S₂ in het oog valt.
- b Teken de lichtstraal uit L die via S₁ n S₂ in het oog valt.

8.2 Breking van licht

- 1*** Leg in je eigen woorden uit. Maak eventueel een tekening.
- Wat is breking van licht?
 - Wat is de normaal?
 - Wat is de hoek van inval?
 - Wat is de hoek van breking?
 - Wat is de brekingsindex?
 - Wanneer breekt licht naar de normaal toe?
 - Wanneer breekt licht van de normaal af?
- 2**** Binnen in stof A heeft het licht een snelheid van $2,0 \cdot 10^8$ m/s.
- Bereken de brekingsindex van stof A.
- Binnen in stof B heeft het licht een snelheid van $1,0 \cdot 10^6$ m/s.
- Bereken de brekingsindex van stof B.
- 3**** Gewoon glas heeft een brekingsindex van 1,52.
- Bereken de lichtsnelheid in gewoon glas.
- Extra dun brillenglas heeft een brekingsindex van 1,75.
- Bereken de lichtsnelheid in extra dun brillenglas.
- Diamant heeft een brekingsindex van 2,4.
- Bereken de lichtsnelheid in diamant.
- 4**** Tim beweert een stof gevonden te hebben met een brekingsindex van 0,90.
- Wat denk jij, kan Tim gelijk hebben?
- 5***
- Leg uit wat met de sinus van een hoek wordt bedoeld.
 - Hoe luidt de wet van Snellius als licht van stof A naar stof B gaat?
 - Waar staan de letters i en r voor in de wet van Snellius?

6** Een rode lichtstraal komt in een bak met water.

- a Bereken de hoek van breking en teken hoe de lichtstraal in het water verdergaat.

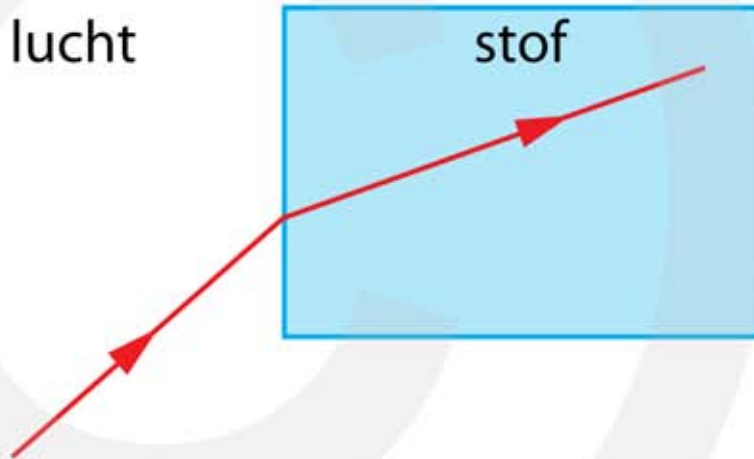


7*** In de figuur zie je een lichtstraal die van lucht naar stof gaat.

- a Teken de normaal
b Bepaal de hoek van inval.
c Bepaal de hoek van breking.
d Bereken de brekingsindex van de stof.

lucht

stof



8*** In de figuur zie je een lichtstraal die van lucht naar stof gaat. De brekingsindex van de stof is 2,0.

- a Bepaal de hoek van inval.
b Bereken de hoek van breking.

lucht

stof



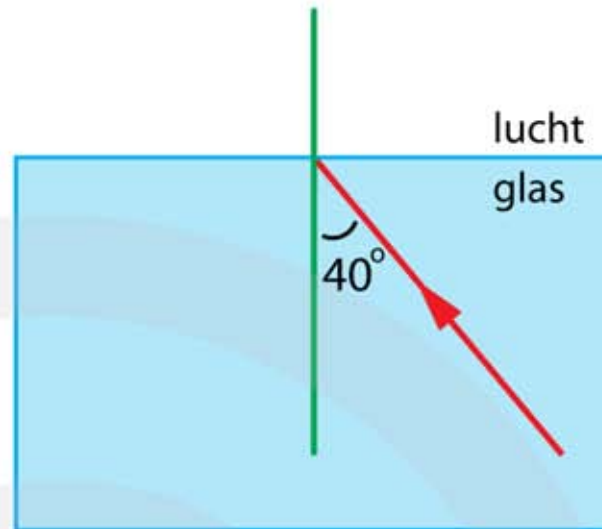
- c Teken de gebroken lichtstraal.

Aan de achterkant verlaat de lichtstraal de stof.

- d Teken hoe de lichtstraal aan de achterkant de stof verlaat.

9*** Een lichtstraal bevindt zich in glas en valt onder een hoek van 40 graden op het oppervlak met de lucht. De brekingsindex van glas is 1,52.

- a Bereken de hoek van breking en teken hoe de lichtstraal in de lucht verdergaat.

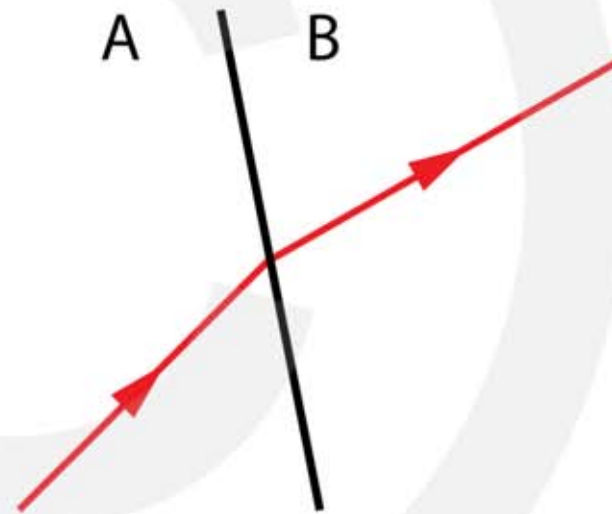


10*** In de figuur zie je een lichtstraal die van A naar B gaat.

- a Bepaal de hoek van inval.
b Bepaal de hoek van breking.

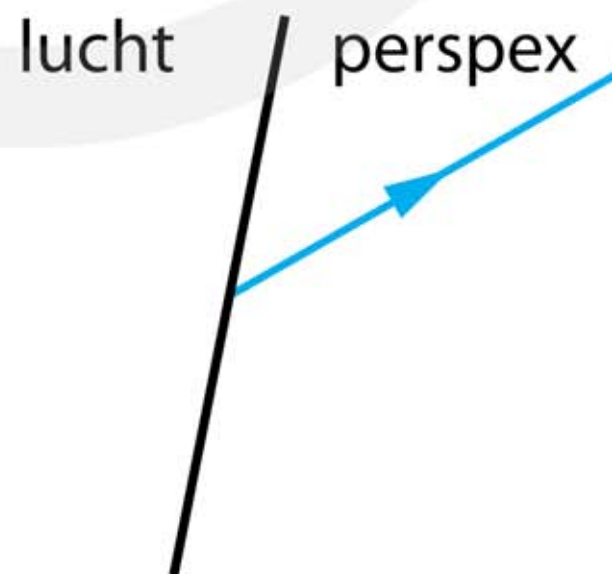
De brekingsindex van stof A is 1,20

- c Bereken de brekingsindex van stof B.



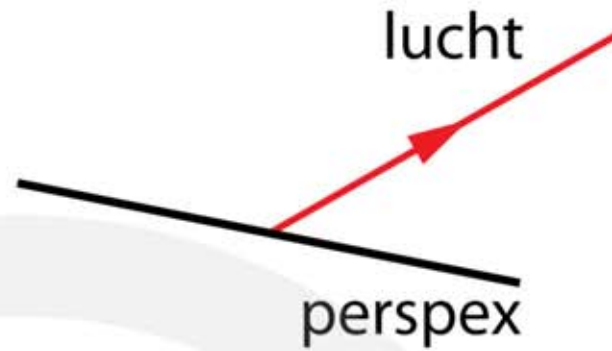
11*** In de figuur zie je een blauwe lichtstraal die van lucht naar perspex gaat.

- a Bepaal de hoek van breking.
b Bereken de hoek van inval.
c Teken de invallende lichtstraal.



12*** In de figuur zie je een rode lichtstraal die van perspex naar lucht gaat.

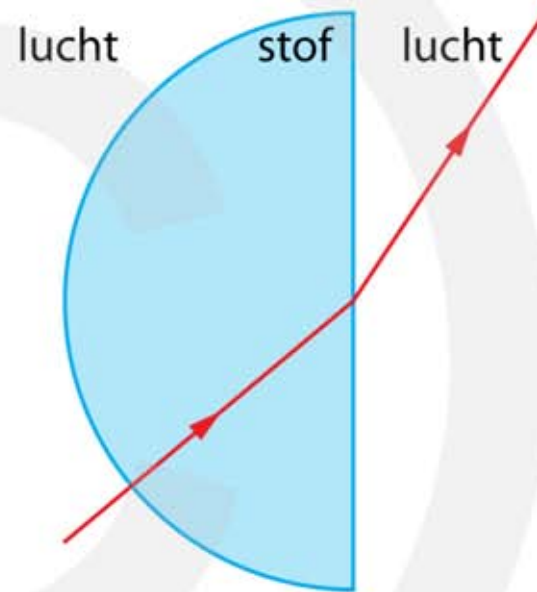
- a Bepaal de hoek van inval.
- b Teken de invallende lichtstraal.



13*** In de figuur zie je hoe een lichtstraal van lucht door stof naar lucht gaat.

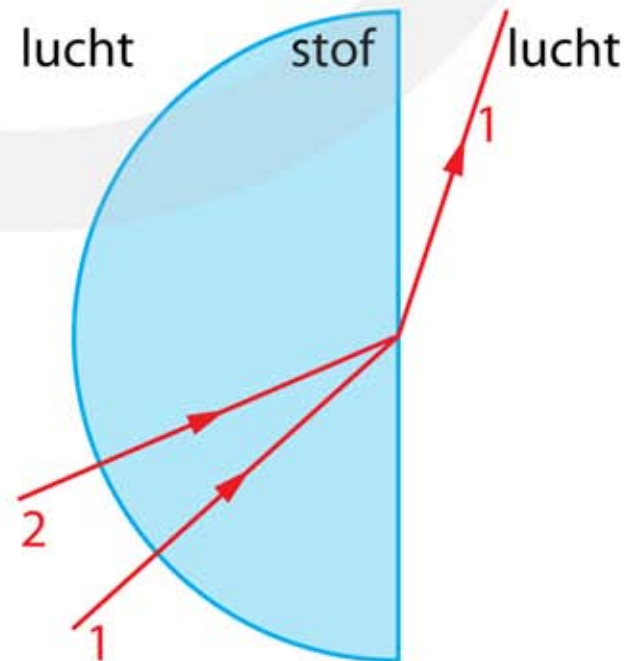
Bij het eerste grensvlak lucht – stof wordt het licht niet gebroken.

- a Leg uit waarom dat het geval is.
- b Bepaal de hoek van inval bij het tweede grensvlak stof – lucht.
- c Bepaal de hoek van breking bij het tweede grensvlak stof – lucht.
- d Bereken de brekingsindex van de stof.



14*** In de figuur zie je hoe lichtstraal 1 van lucht door stof naar lucht gaat.

- a Bereken de hoek van breking van lichtstraal 2 bij het tweede grensvlak stof – lucht.
- b Teken hoe lichtstraal 2 verder gaat.

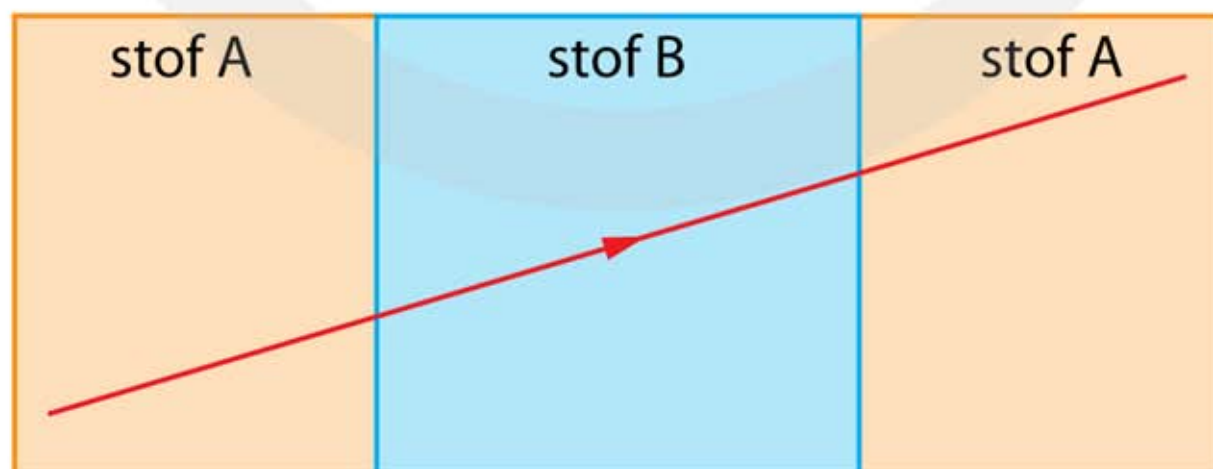


15*** In de figuur zie je hoe een lichtstraal van lucht door stof naar lucht gaat.



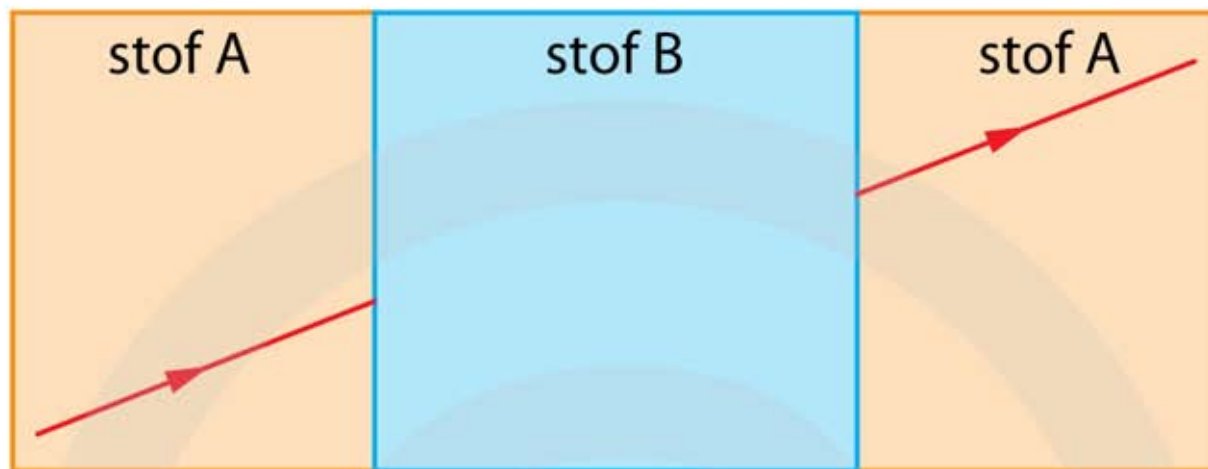
- Bepaal de hoek van inval bij het eerste grensvlak lucht – stof.
- Bepaal de hoek van breking bij het tweede grensvlak stof – lucht.
- Teken de lichtstraal in de stof.
- Bereken de brekingsindex van de stof.

16** In de figuur zie je hoe een lichtstraal van stof A door stof B naar stof A gaat. De brekingsindex van stof B is 2,0.



- Leg uit wat de brekingsindex van stof A is. (Geen berekening)

- 17**** In de figuur zie je hoe een lichtstraal van stof A door stof B naar stof A gaat. De brekingsindex van stof B is 2,0.

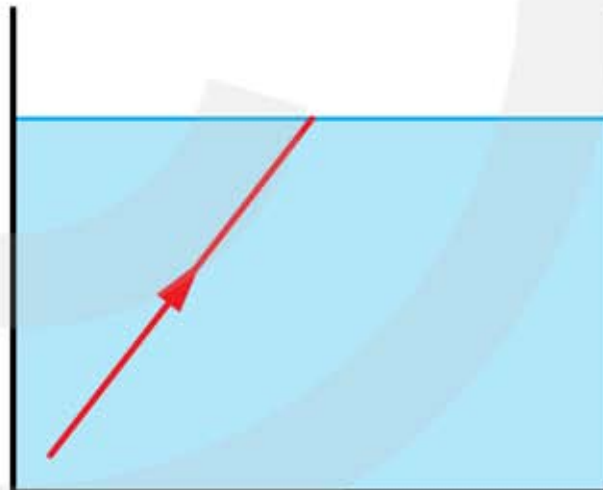


- a Bepaal de brekingsindex van stof A

Grenshoek

- 18*** Een rode lichtstraal valt op het grensvlak van water naar lucht.

- a Bereken de grenshoek.
b Teken hoe de lichtstraal verdergaat.



- 19*** Een rode lichtstraal valt op het grensvlak van water naar lucht.

- a Teken hoe de lichtstraal verdergaat.



20*** Een rode lichtstraal valt op een prisma van glas.

- a Bereken de grenshoek.
- b Teken hoe de lichtstraal verder gaat.



21*** Een rode lichtstraal valt op een prisma van glas.

- a Teken hoe de lichtstraal verder gaat.



22*** Een blauwe lichtstraal valt op een prisma van zeer zwaar flintglas.

- a Teken hoe de lichtstraal verder gaat.



23**** De figuur is en glasfiber (glasvezel) gemaakt van glas Een rode lichtstraal gaat de glasfiber in en wordt gebroken. In de figuur zie je de gebroken lichtstraal.

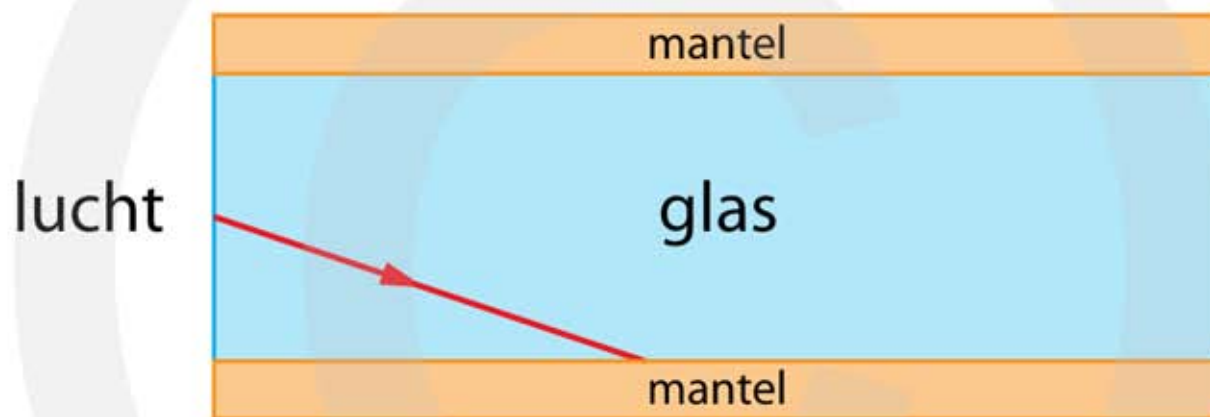


- a Teken de invallende lichtstraal.
- b Teken hoe de getekende lichtstraal verdergaat.

Als er krasjes komen op de glasfiber werkt hij niet goed meer.

- c Leg uit waarom dit het geval is.

24+ De figuur is en glasfiber (glasvezel) gemaakt van glas met een brekingsindex van $n = 1,60$. Om te voorkomen dat de buitenkant van de fiber beschadigd is een mantel aangebracht.



- a Leg uit waarom kleine beschadigingen op de buitenkant van de mantel geen invloed heeft op de werking van de fiber.

De getekende lichtstraal valt bij het grensvlak glas – mantel in onder de grenshoek.

- b Leg uit of de brekingsindex van de stof waarvan de mantel is gemaakt groter, kleiner of gelijk is aan de brekingsindex van het glas.
- c Bepaal de grenshoek.
- d Bereken de brekingsindex van de stof waarvan de mantel is gemaakt.

8.3 Lenzen

1* In de figuur zijn zes lenzen getekend.



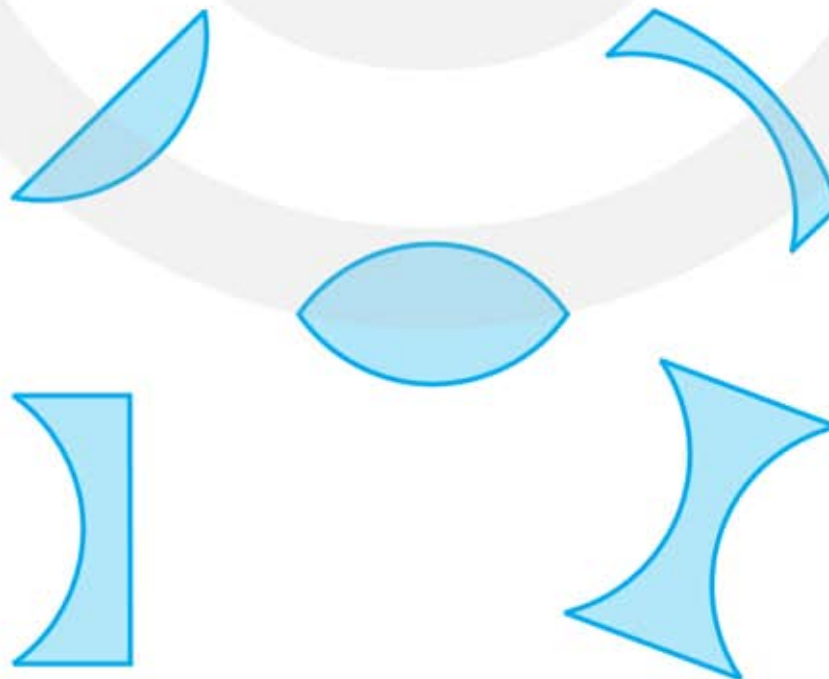
a Leg uit waaraan je kunt zien of een lens positief of negatief is.

b Geef met een + de positieve lenzen aan en met een – de negatieve lenzen.

2* Waar of niet waar:

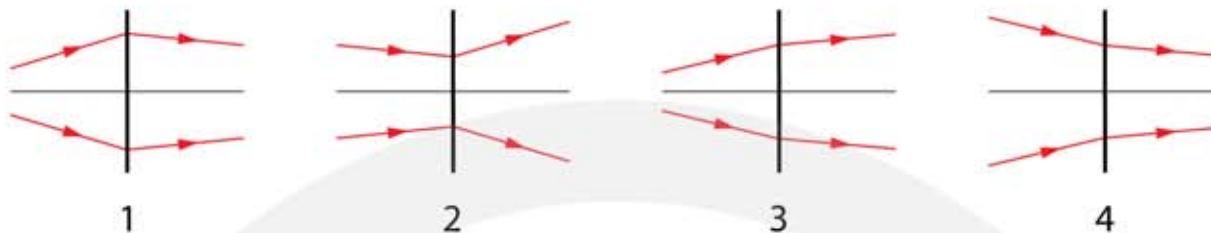
- a Positieve lenzen zijn altijd hol.
- b Positieve lenzen zijn soms hol.
- c Negatieve lenzen zijn nooit bol.
- d Negatieve lenzen zijn altijd bol.

3* In de figuur zijn zes lenzen getekend.



a Teken voor iedere lens de hoofdas.

- 4** In de figuur zie je hoe lichtstralen door de lenzen 1 t/m 4 gaan. De lenzen zijn weergegeven met een dikke lijn.



We gaan na of de lichtstralen convergent of divergent zijn en of de lens positief of negatief is. Vul onderstaande tabel in.

	Voor de lens (convergent of divergent)	Na de lens (convergent of divergent)	Lens (+ of -)
lens 1			
lens 2			
lens 3			
lens 4			

- 5* Lens 1 heeft een brandpuntsafstand van 10 cm en lens 2 heeft een brandpuntsafstand van 8 cm.

a Welke van de twee lenzen is het sterkst?

- 6*** In de figuur zie je twee lenzen.

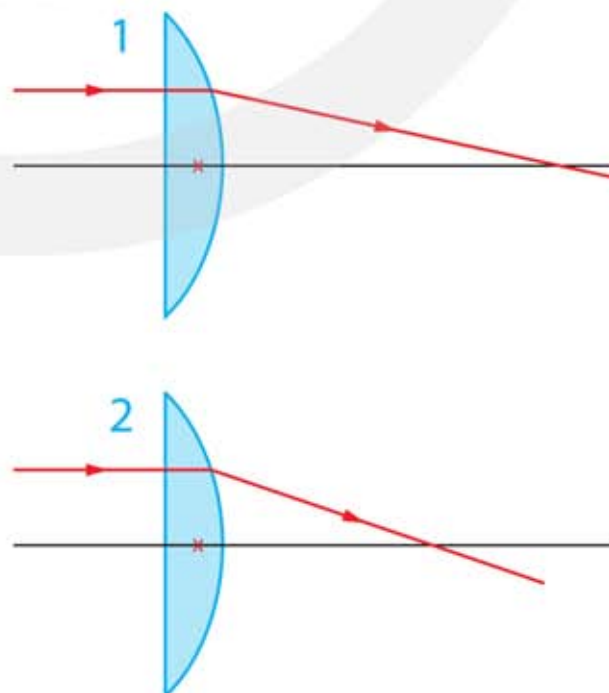
a Leg uit welke lens het sterkst is.

Lens 1 en 2 hebben precies dezelfde vorm maar toch zijn ze niet even sterk.

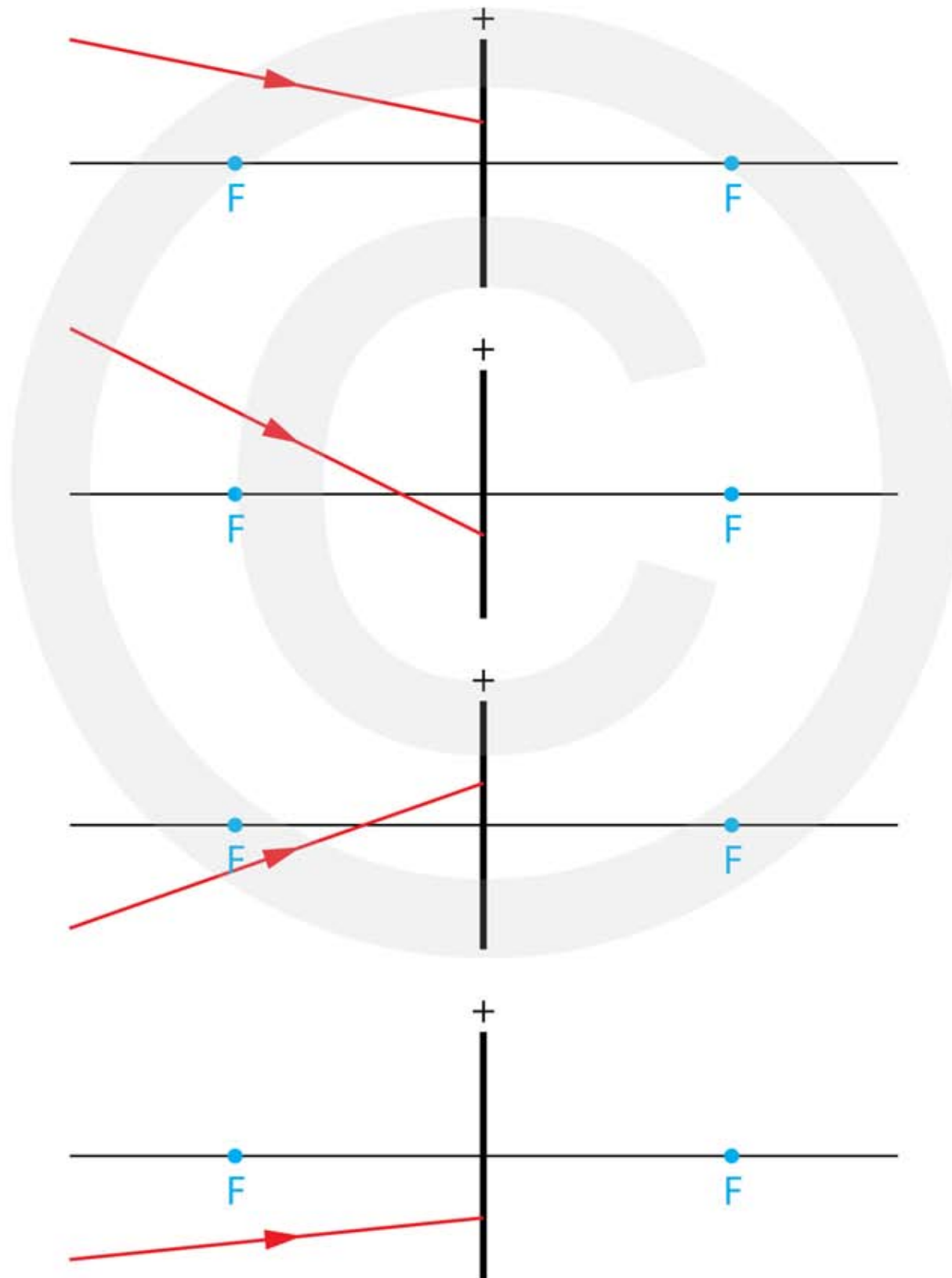
b Leg uit hoe dit mogelijk is.

Teun beweert dat lens 1 is gemaakt van stof met een grotere brekingsindex heeft dan de stof waarvan lens 2 is gemaakt. Tessa is het niet met hem eens en vindt het omgekeerde.

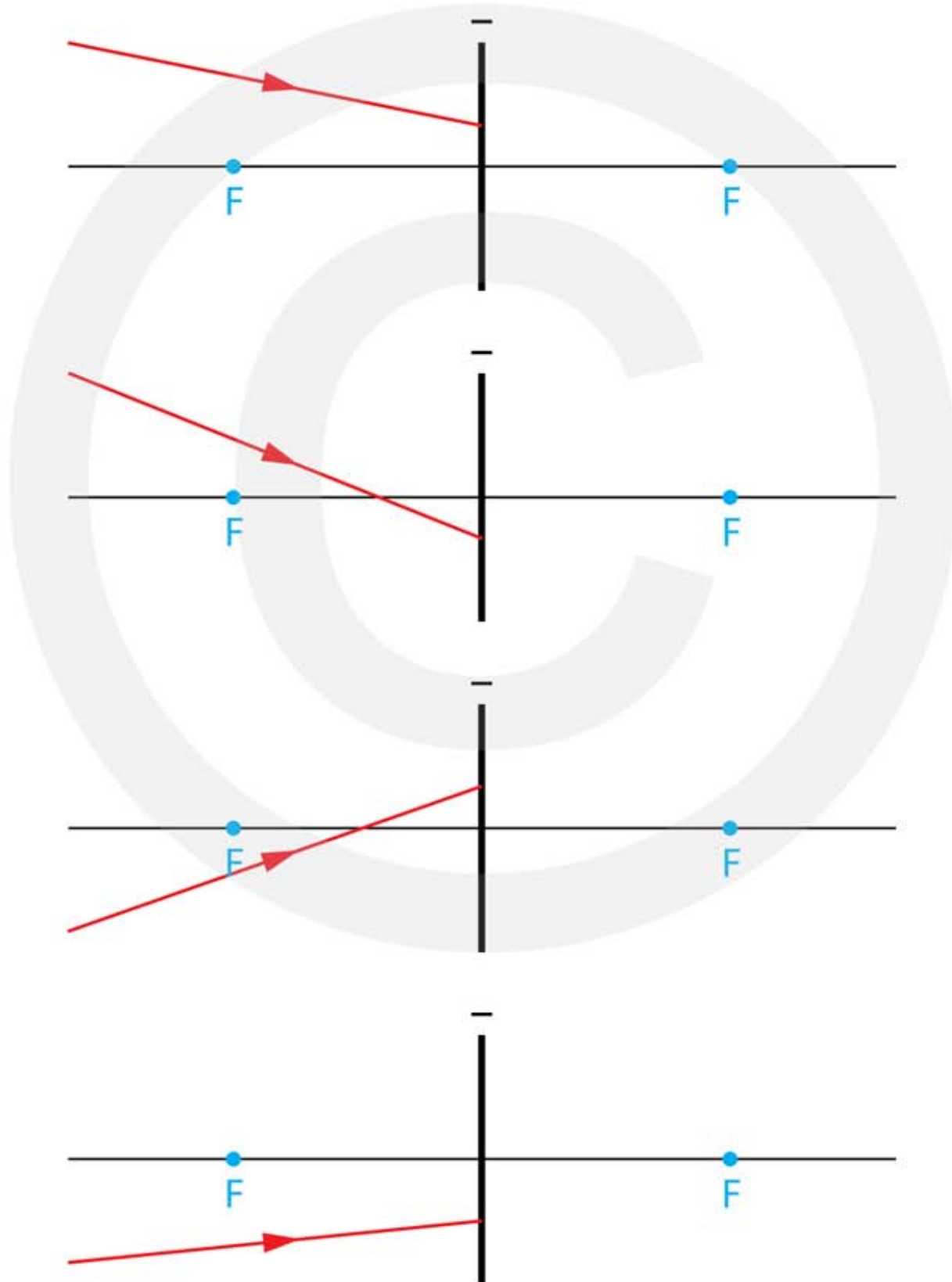
c Wie heeft er gelijk, Teun, Tessa of geen van beiden?



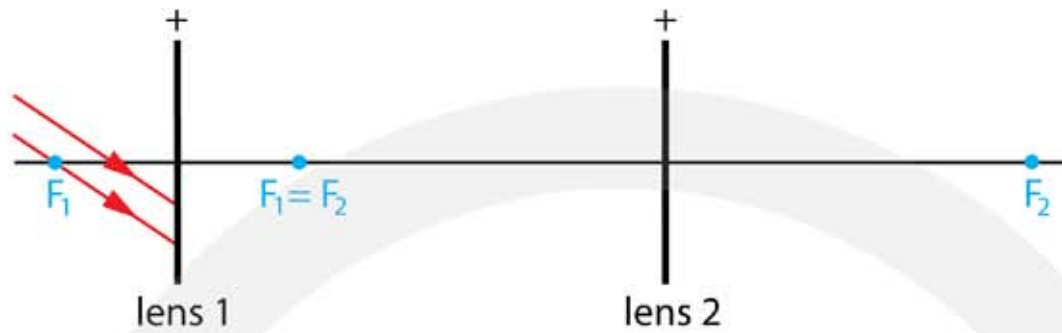
- 7*** In de onderstaande figuren zie je een positieve lens met de hoofdas en de brandpunten. Teken in de figuren hoe de gegeven lichtstraal na de lens verdergaat. HINT bepaal het pad van een willekeurige lichtstraal bij een positieve lens.



- 8*** In de onderstaande figuren zie je een negatieve lens met de hoofdas en de brandpunten. Teken in de figuren hoe de gegeven lichtstraal na de lens verdergaat. HINT bepaal het pad van een willekeurige lichtstraal bij een negatieve lens.

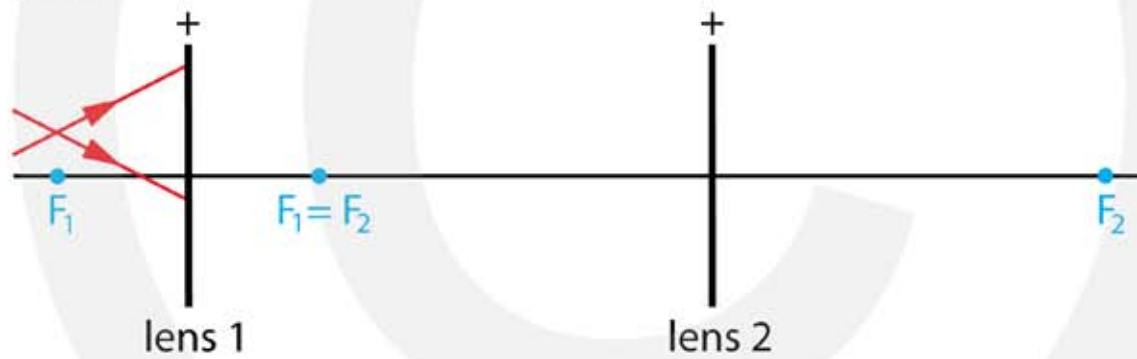


9**** Twee positieve lenzen staan precies zover uit elkaar dat hun brandpunten samen- vallen.



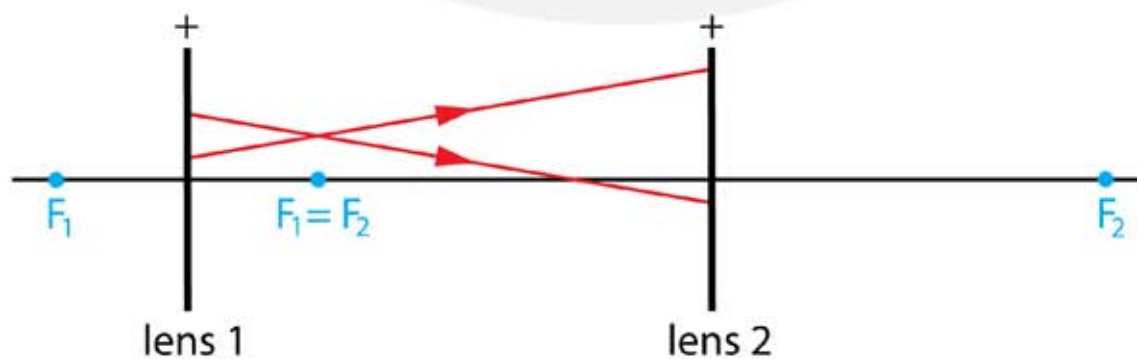
a Teken hoe de lichtstralen door het stelsel van lenzen gaat.

10**** Twee positieve lenzen staan precies zover uit elkaar dat hun brandpunten samen- vallen.



a Teken hoe de lichtstralen door het stelsel van lenzen gaat.

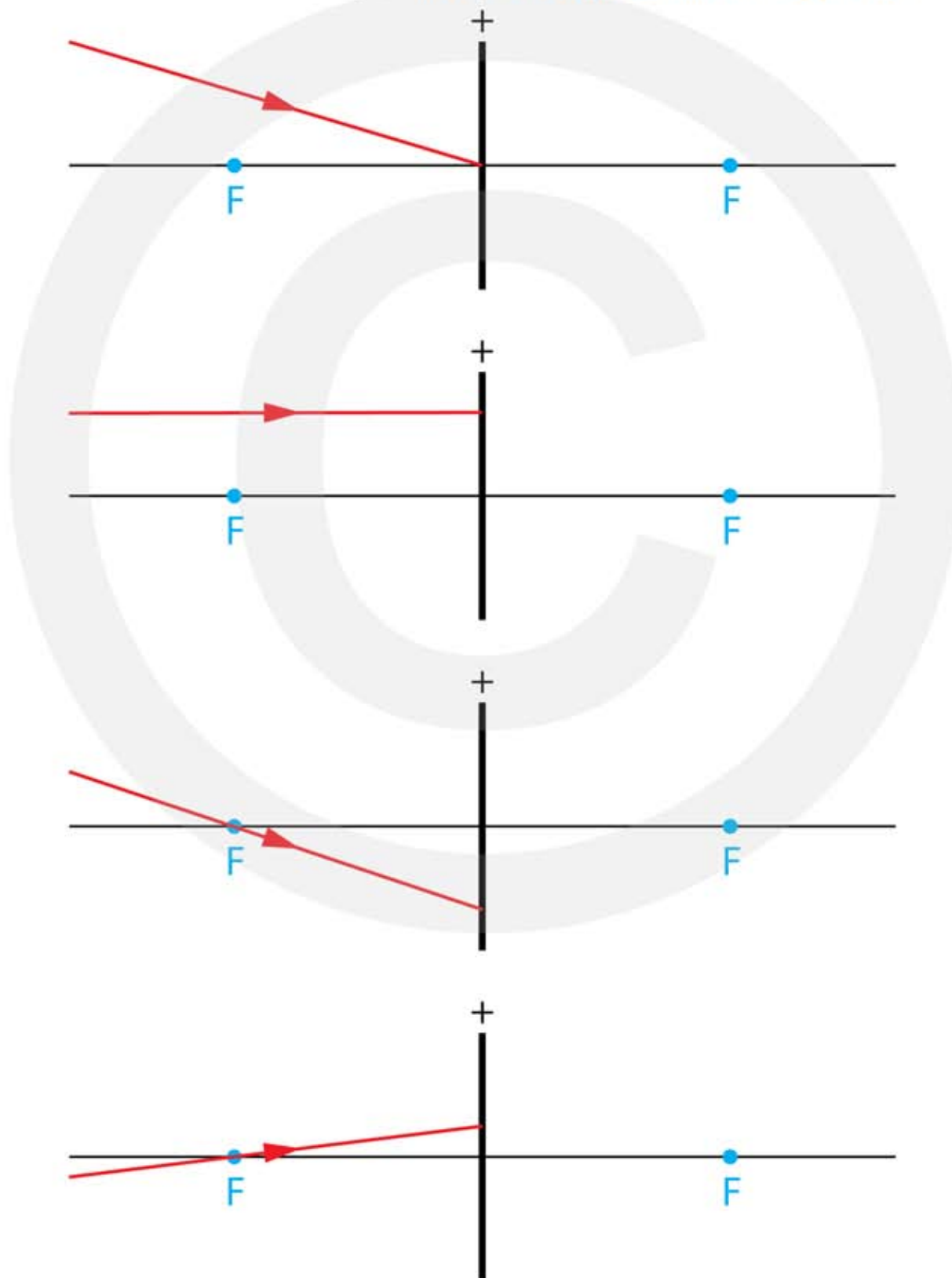
11**** Twee positieve lenzen staan precies zover uit elkaar dat hun brandpunten samen- vallen.



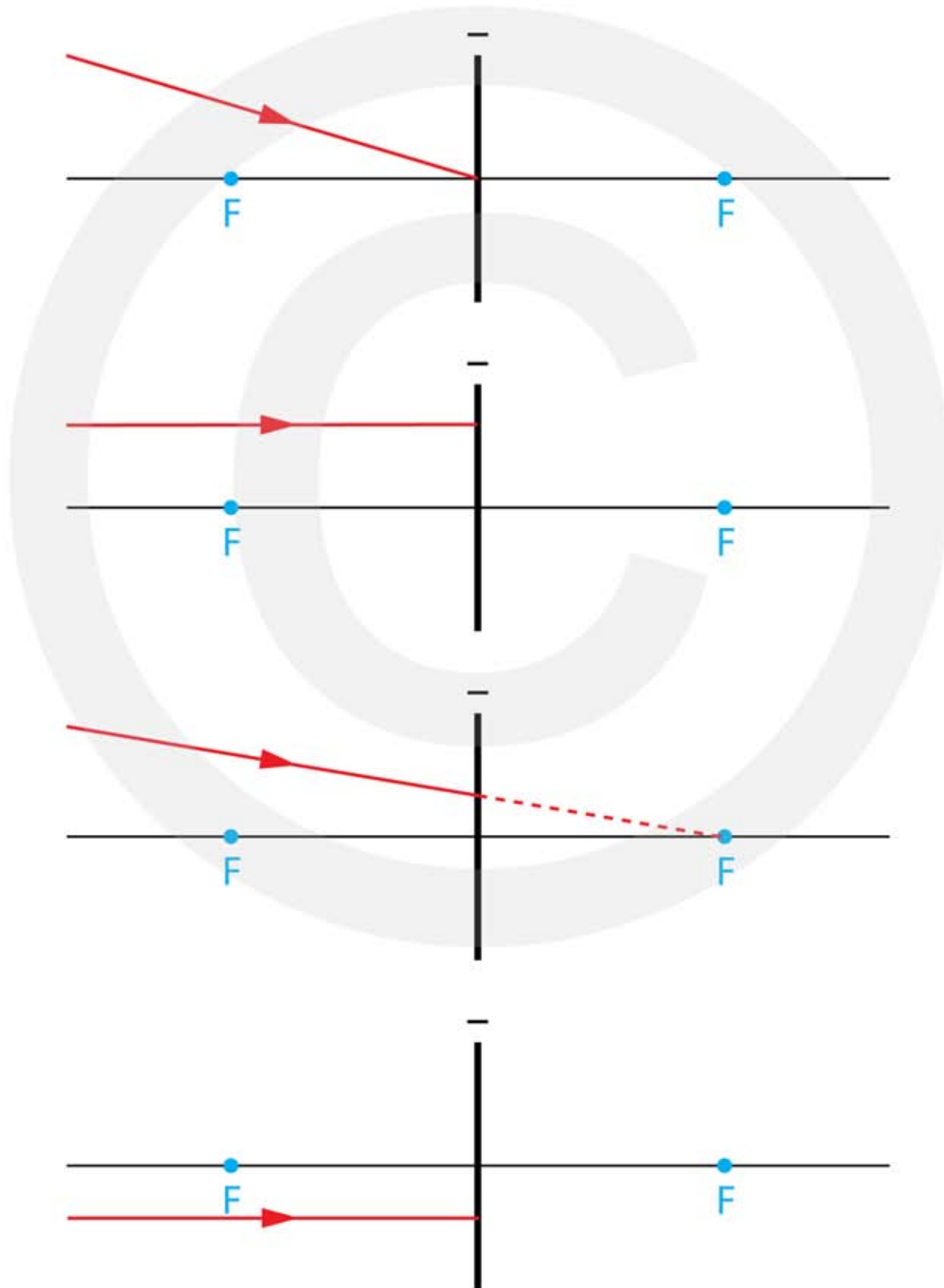
a Teken hoe de lichtstralen door het stelsel van lenzen gaat.

8.4 De plaats van het beeld construeren

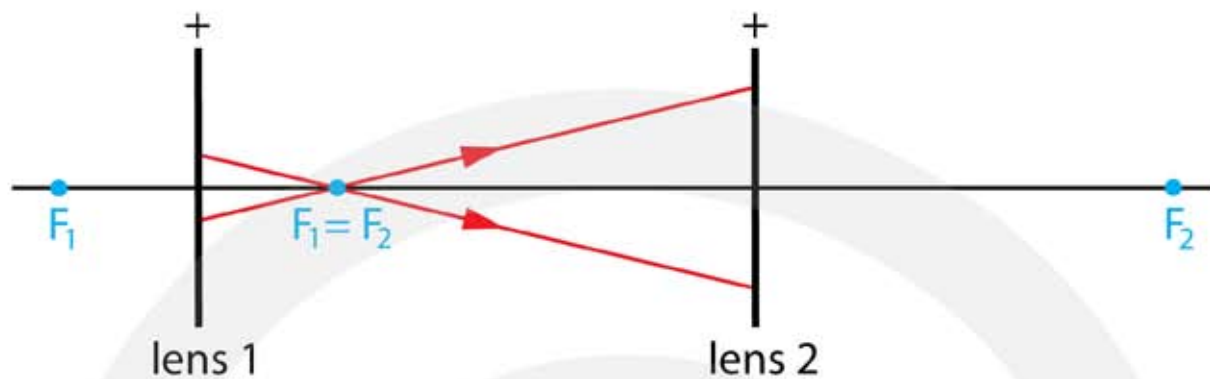
- 1** In de figuren zie je een positieve lens met de hoofdas en de brandpunten. Teken hoe de lichtstraal na de lens verdergaat. **HINT** pas de constructiestralen 1, 2 en 3 toe.



- 2*** In de figuren zie je steeds een negatieve lens met de hoofdas en de brandpunten. Teken hoe de gegeven lichtstraal na de lens verder gaat. **HINT** pas de constructiestralen 1, 2 en 3 toe.

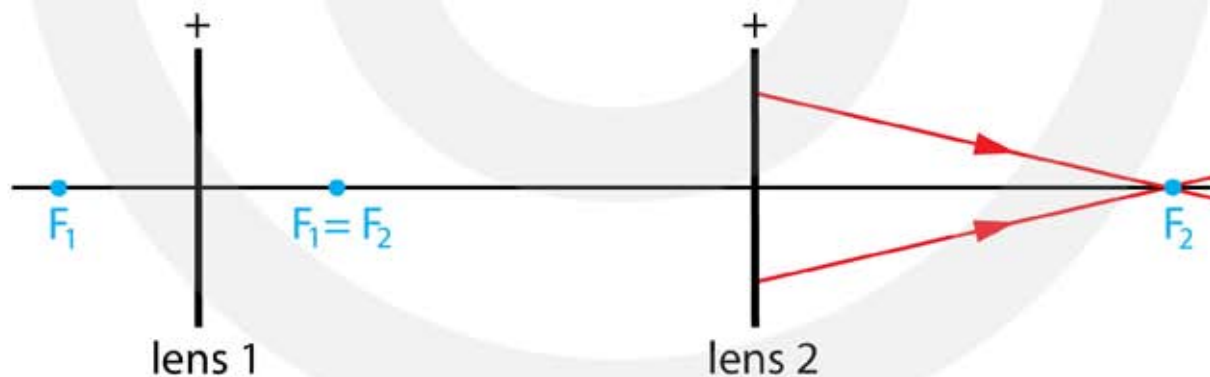


- 3*** Twee positieve lenzen staan precies zover uit elkaar dat hun brandpunten samen- vallen.



- a Teken hoe de lichtstralen door het stelsel van lenzen gaat.
b Leg uit waarvoor je zo'n stelsel van lenzen kunt gebruiken.

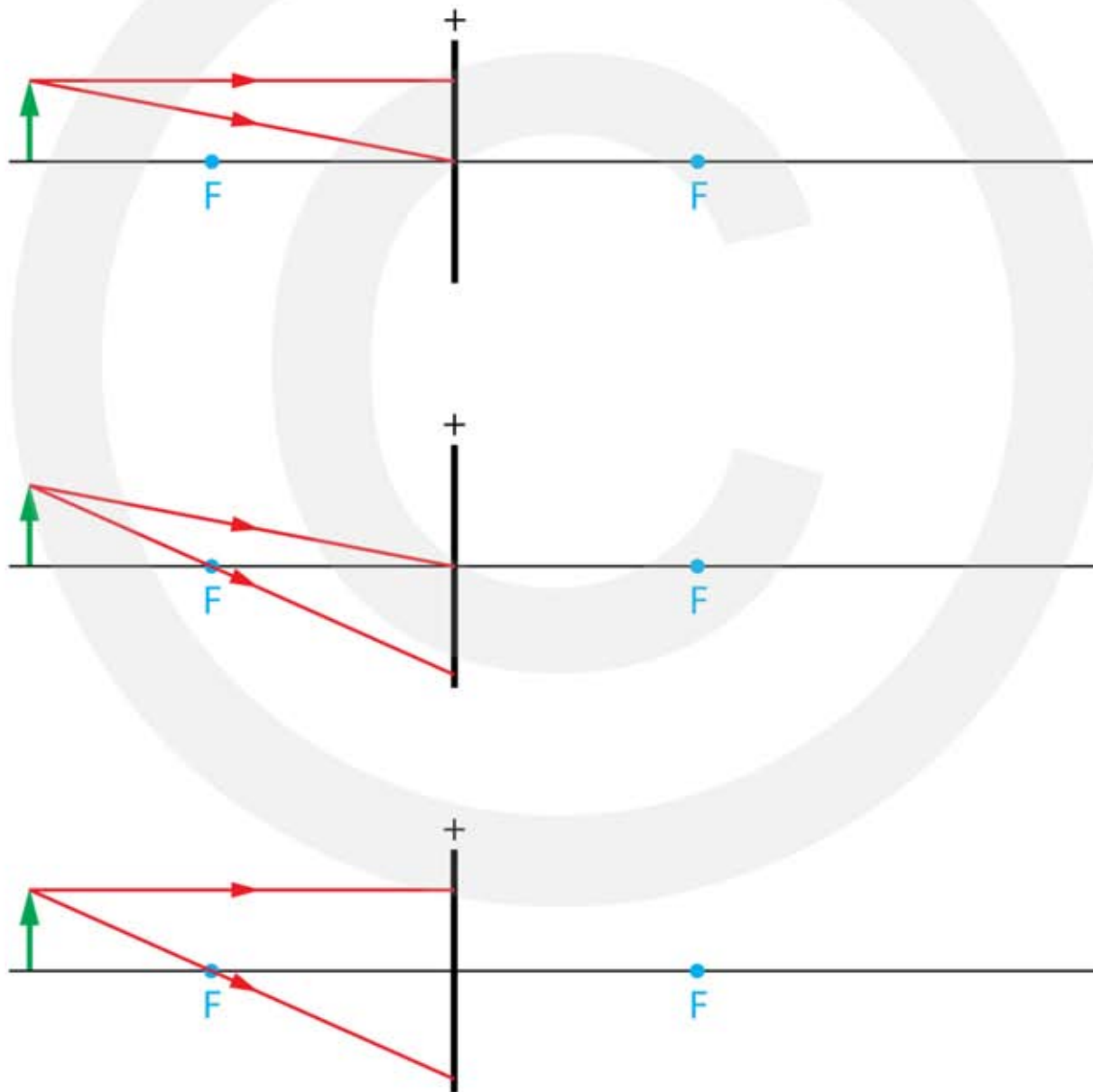
- 4*** Twee positieve lenzen staan precies zover uit elkaar dat hun brandpunten samen- vallen.



- a Teken hoe de lichtstralen door het stelsel van lenzen gaat.
b Leg uit waarvoor je zo'n stelsel van lenzen kunt gebruiken.

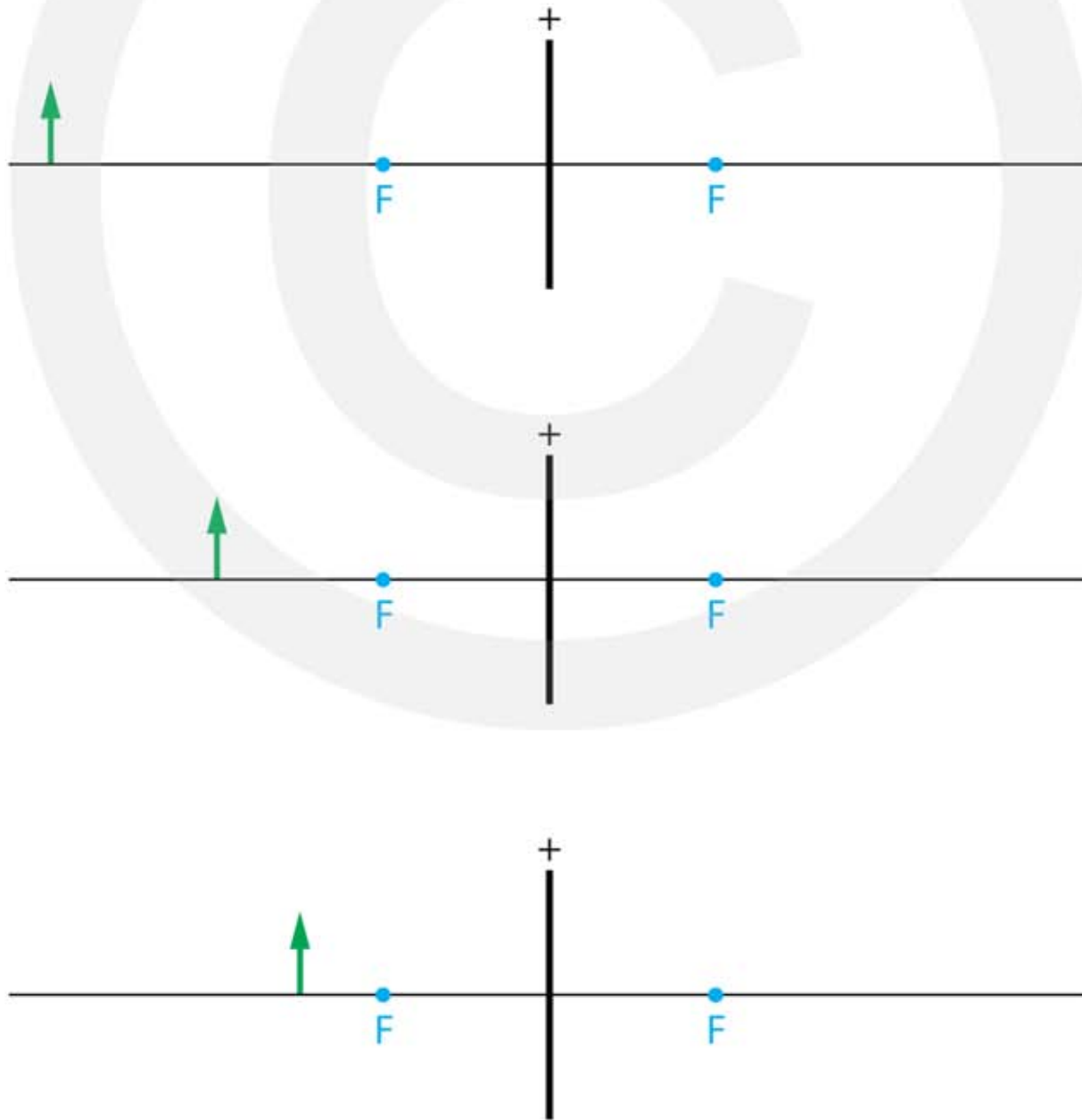
5** In de onderstaande figuren zie je een positieve lens met de hoofdas en de brandpunten.

- a Teken hoe de lichtstralen na de lens verdergaan.
- b Teken het reële beeld B van de pijl.
- c Meet de lengte van het voorwerp én de lengte van het beeld.



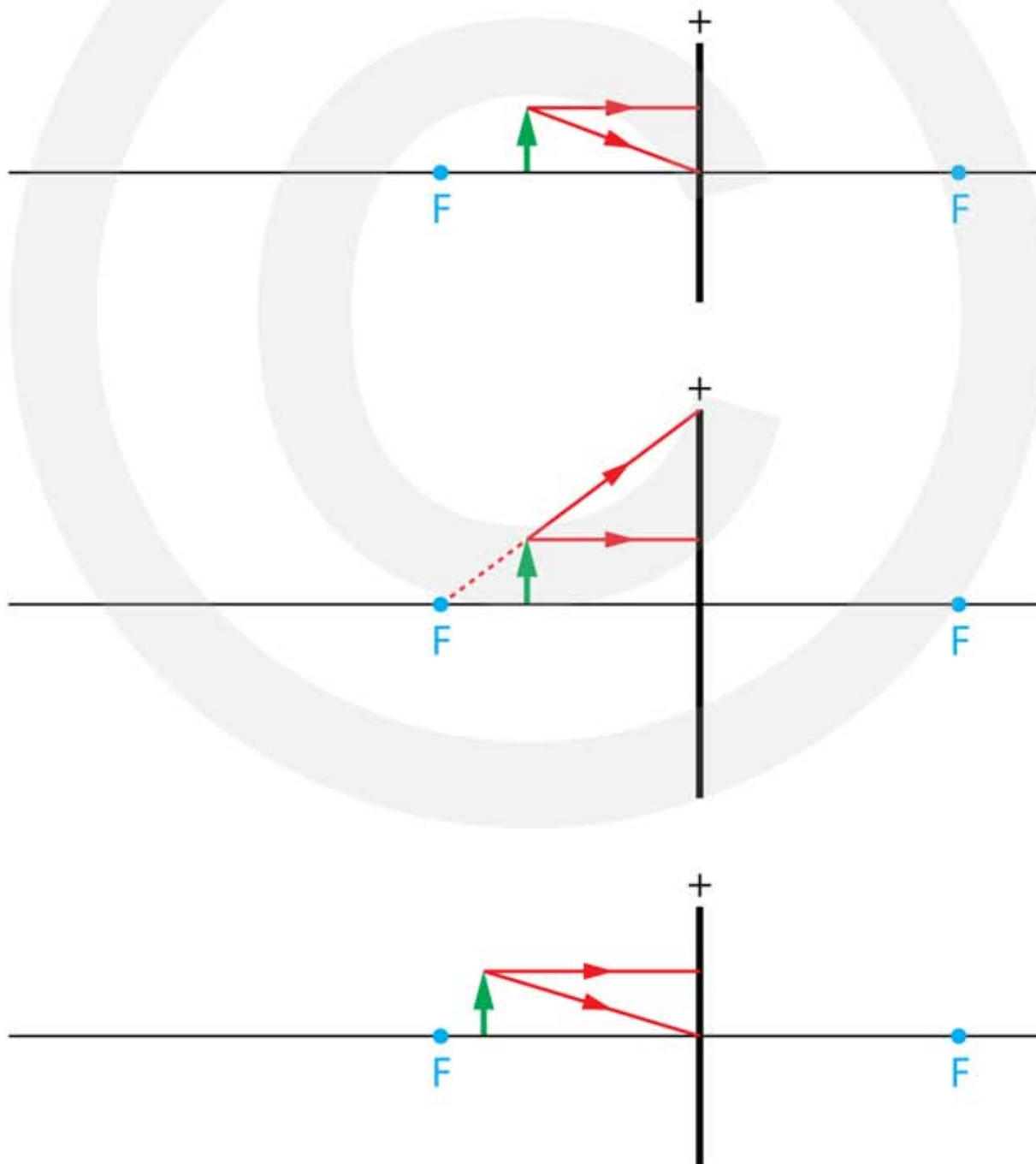
6*** In de onderstaande figuren zie je een positieve lens met de hoofdas en de brandpunten. Maak de vragen a t/m e voor de drie gegeven situaties.

- Teken hoe de constructiestralen 1,2 en 3 door de lens gaan.
- Teken het reële beeld B van de pijl.
- Meet de lengte van het voorwerp én de lengte van het beeld.
- Bereken de vergroting. Dat is de lengte van het beeld gedeeld door de lengte van het voorwerp.
- Deel de afstand van het reële beeld B tot de lens door de afstand van het voorwerp tot de lens en vergelijk je antwoord met de vorige vraag. Welke conclusie kun je trekken?

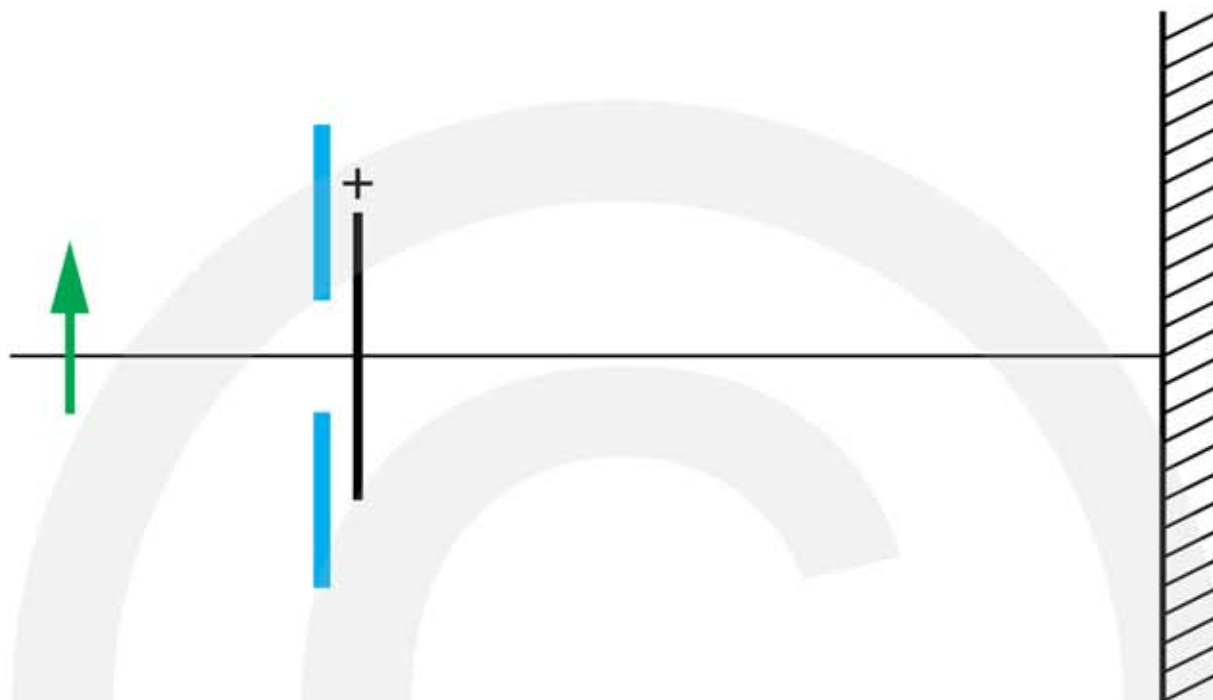


7*** In de onderstaande figuren zie je een positieve lens met de hoofdas en de brandpunten. Maak de vragen a t/m c voor de drie gegeven situaties.

- Teken hoe de lichtstralen na de lens verdergaan.
- Teken het virtuele beeld B' van de pijl. Teken een gestreepte pijl omdat het beeld virtueel is.
- Meet de lengte van het voorwerp én de lengte van het virtuele beeld.



- 8*** De pijl wordt op een scherm afgebeeld. Voor de lens bevindt zich een opening waar het licht doorheen gaat voordat het op de lens komt. Dit heet een diafragma.



- Construeer de afbeelding van de pijl op het scherm.
- Construeer hoe de lichtstralen uit de pijlpunt het scherm bereiken. Teken hiervoor de lichtstralen die langs de rand van het diafragma gaan.
- Leg uit wat er met de afbeelding gebeurt als de opening groter wordt gemaakt.

8.5 De plaats van het beeld berekenen

Vergrotingsformule

1* Voor de vergroting geldt: $N = \frac{\text{lengte beeld}}{\text{lengte voorwerp}} = \frac{L_B}{L_V} = \frac{b}{v}$

a Leg uit wat met L_B , L_V , b en v wordt bedoeld.

Kiki beweert dat je voor L_B , L_V , b en v altijd meters moet invullen. David beweert dat je altijd centimeters moet invullen.

b Wie heeft er gelijk, Kiki, David of geen van beiden.

2** Een 8,0 cm lange speelgoedpinguïn wordt afgebeeld op een scherm. Het beeld heeft een lengte van 60 cm.

a Bereken de vergroting.

Met dezelfde vergroting wordt ook een voorwerp van 5,0 cm afgebeeld.

b Bereken de lengte van het beeld.

Op het scherm is een beeld van 90 cm te zien. Dezelfde vergroting is gebruikt.

c Bereken de lengte van het voorwerp.



3** Met je telefoon maak je een selfie. De afstand van de cameralens tot je gezicht is 70 cm. Op de beeldsensor in je telefoon wordt een afbeelding van je hoofd gemaakt. Dit beeld heeft een lengte van 1,8 mm, terwijl je hoofd 30 cm lang is.

a Bereken de vergroting.

b Bereken de afstand tussen de lens en de beeldsensor in je telefoon.



- 4** Met een lens wordt een kaars 3 keer vergroot op een scherm afgebeeld. De afstand van de lens tot het scherm is 1,5 m.

a Bereken de afstand van de kaars tot de lens.

Met dezelfde lens willen we de kaars nu 5 keer zo groot op het scherm afbeelden.

Jasmijn beweert dat je hiervoor alleen de kaars dichterbij de lens moet zetten. Katja beweert dat je ook de afstand tussen de lens en het scherm moet veranderen.

b Leg uit wie er gelijk heeft, Jasmijn, Katja of geen van beiden.

c Als je vindt dan geen van beiden gelijk heeft, hoe zit het dan wel volgens jou?



- 5** Een diaprojector beeld een dia af op een scherm. Een dia heeft een afmeting van 24 bij 36 mm. Op het scherm zie je alles 50 keer vergroot.

a Bereken de afmetingen van de geprojecteerde dia op het scherm.

Op het scherm is de Eiffeltoren te zien. De lengte van de Eiffeltoren op het scherm is 80 cm.

b Bereken de lengte van de Eiffeltoren op de dia.

In werkelijkheid is de Eiffeltoren 300 meter hoog. Bij het maken van de foto is er een beeld gemaakt van de Eiffeltoren op de dia. De lens in de camera heeft een verkleining gemaakt.

c Bereken de verkleining die de lens heeft gemaakt.



Lensformule

- 6* Voor een lens geldt: $\frac{1}{v} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f}$

a Leg uit wat met v, b en f wordt bedoeld.

b Leg uit in welke situatie b negatief is.

c Leg uit in welke situatie f negatief is.

d Leg uit of er situaties bestaan waarbij v negatief is.

7** Voor een lens geldt: $\frac{1}{v} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f}$ en $S = \frac{1}{f}$ met f in meter.

a Vul de tabel in. Volg het voorbeeld van de eerste rij.

v	b	f	S (dpt)
3 cm	6 cm	2 cm	50
3 cm	2 cm		
12 cm	8 cm		
	6 cm	5 cm	
	26 cm	25 cm	
120 cm		80 cm	
7 cm		6 cm	
30 cm			5
	15 cm		10
10 cm			8

8*** Met een fotocamera maak je foto's van een leeuw. De brandpuntsafstand van de lens in je camera is 20 cm. De leeuw staat achter een diepe gracht op 10,0 meter afstand.

a Bereken de afstand tussen de lens en de beeldsensor.

De leeuw heeft een lengte van 1,6 m.

b Bereken de lengte van het beeld van de leeuw op de beeldsensor.



De foto van de leeuw projecteer je met een beamer. In een beamer bevindt zich een LCD schermje waarop de leeuw een afmeting van 3,5 cm heeft. In de beamer bevindt zich ook een positieve lens met een brandpuntsafstand van 8,0 cm. De afstand tussen de LCD en de lens is 8,4 cm.

- c Bereken op welke afstand je het scherm moet plaatsen om een scherp beeld van de leeuw te krijgen.
- d Bereken hoe groot de leeuw op het scherm wordt afgebeeld.

9*** Met een fotocamera maak je een foto van je kleine broertje die op 1,0 m afstand zit. De beeldchip in je fotocamera is 16 mm bij 24 mm. De afstand van de beeldsensor tot de lens is 5,0 cm.

- a Bereken de brandpuntsafstand van de lens.

Het hoofd van je broertje is 15 cm lang.

- b Bereken de lengte van het beeld van het hoofd op de beeldchip.



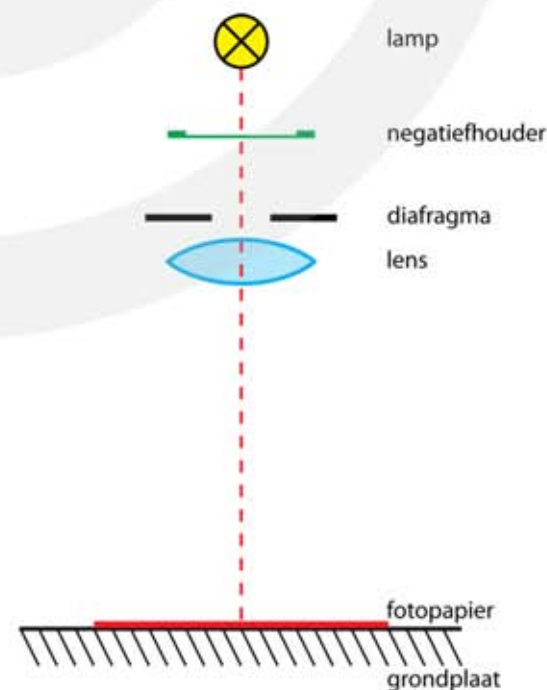
Je wil dat het hele hoofd van je broertje zo groot mogelijk op de foto komt. De afstand van de beeldsensor tot de lens blijft 5,0 cm.

- c Bereken de afstand tussen de lens en het hoofd van je broertje.

Vergrotingsformule en lensformule gecombineerd

10**** Een vergrotingsapparaat bestaat onder andere uit een lamp, een negatiefhouder, een positieve lens met een regelbaar diafragma en een grondplaat. De belichtingstijd van de lamp kan met een tijd klok worden ingesteld. Op de grondplaat wordt een stuk lichtgevoelig papier gelegd. Na belichting en chemische behandeling wordt dit een foto. Een schematische voorstelling van een vergrotingsapparaat is weergegeven in de figuur.

De lens van dit vergrotingsapparaat heeft een brandpuntsafstand van 5,0 cm. De afstand tussen lens en negatiefhouder en de afstand tussen lens en fotopapier op de grondplaat kunnen worden gevarieerd.



Je doet een negatief van 24 mm bij 36 mm in de negatiefhouder en maakt hiervan een afbeelding op het fotopapier met een vergroting van 4,2.

- a Bereken de afmetingen van de afbeelding op het fotopapier.
- b Bereken de afstand tussen de lens en het fotopapier op de grondplaat.

Je maakt vervolgens de afstand tussen de lens en de negatiefhouder iets groter. Om nu weer een scherpe afbeelding te krijgen moet je ook de afstand tussen de lens en de grondplaat veranderen.

- c Beredeneer of die afstand groter of kleiner moet worden.

Je wilt ook dat in deze nieuwe situatie de foto niet lichter of donkerder wordt dan de eerste foto.

- + d Noem twee mogelijkheden om dit te bereiken.

11**** Met een fotoestel is een opname gemaakt van een bloem. De bloem heeft een diameter van 9,0 cm. De afstand van de bloem tot het fotoestel is 43 cm. De brandpuntsafstand van de lens is 28 mm. De bloem wordt scherp op de film afgebeeld.

- a Bereken de diameter van deze bloem op de film.

Om een grotere afbeelding van de bloem te maken, wordt een zoomlens gebruikt. Een zoomlens is een lens waarvan je de brandpuntsafstand kunt veranderen.

- b Beredeneer of bij de ingezoomde opname van de bloem de brandpuntsafstand van de lens groter of kleiner is dan die van de lens bij de niet ingezoomde opname.



12**** Je fotografeert een tafel van 1,50 m breed met een lens van 20 dpt. Op de beeldsensor is de tafel 3,0 cm breed.

- a Bereken de vergroting.
- b Bereken de beeldafstand.
- c Bereken de voorwerpsafstand.



13**** Een huis heeft een hoogte van 7,0 m. Op de beeldsensor is de afbeelding van het huis 23 mm lang. De foto werd gemaakt met een lens met een brandpuntsafstand van 80 mm.

a Bereken de afstand tussen de beeldsensor en het huis.

Door de camera een kwartslag te draaien kan de fotograaf het huis 1,5 keer zo groot op de beeldsensor krijgen. Daartoe moet hij inzoomen.

b Bereken de brandpuntsafstand van de ingezoomde lens.



14**** Een beamer heeft een lens met een brandpuntsafstand van 8,0 cm. De afstand tussen de lens en het projectiescherm is 4,0 m. In de beamer bevindt zich een LCD (Liquid Crystal Display) waarop het beeld wordt gevormd dat door de beamer wordt geprojecteerd. Het beeld is 1,00 m bij 1,25 m.

a Bereken de afmetingen van de LCD in de beamer.

15++ Een dia met afmetingen 24 mm bij 36 mm wordt afgebeeld op een scherm. De afstand tussen de dia en het scherm is 3,0 m. De afbeelding is 0,80 bij 1,20 meter.

a Bereken de brandpuntsafstand van de lens van de diaprojector.

b Bereken de sterkte van de lens van de diaprojector.

Om het beeld nog groter te maken wordt de diaprojector verder van het scherm gezet.

c Moet de lens nu naar de dia toe of van de dia af worden verplaatst om een scherpe afbeelding te krijgen? Licht je antwoord toe.

De afbeelding is nu 2,0 bij 3,0 m groot.

d Bereken de afstand waarover de diaprojector is verplaatst ten opzichte van de eerste situatie.

e Bereken hoeveel de voorwerpsafstand is veranderd t.o.v. de eerdere situatie.

Examenvragen havo

Vuurtoren

Het licht van een vuurtoren moet op grote afstand gezien kunnen worden. De lichtbundel moet dus een grote intensiteit hebben. De lamp van de Brandaris (figuur 1) op Terschelling, met daaromheen de optische stelsels die voor de lichtbundels zorgen, is in figuur 2 afgebeeld.



Figuur 1



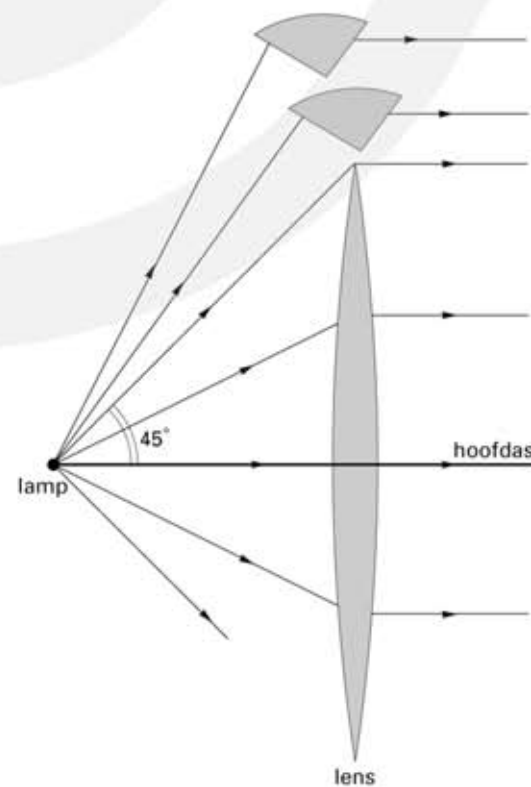
Figuur 2

In figuur 3 zijn de lamp en een deel van één figuur zo'n optisch stelsel schematisch weergegeven. Een lens zorgt ervoor dat alle lichtstralen die een hoek kleiner dan 45° met de hoofdas maken, evenwijdig met de hoofdas uit de lens komen.

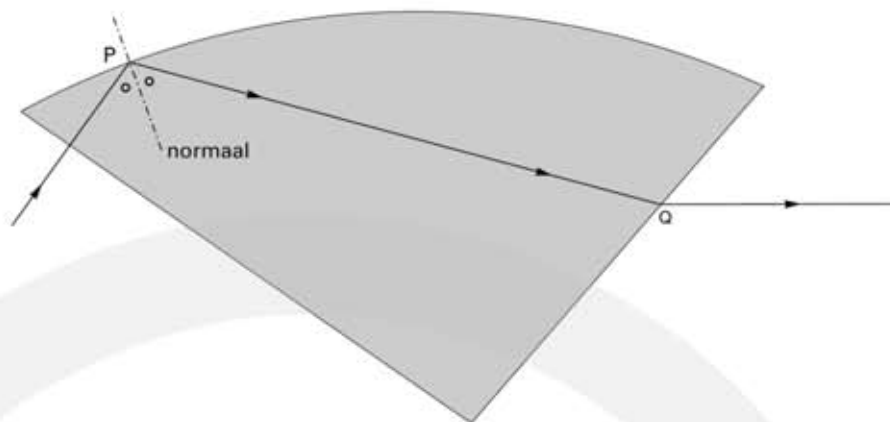
Figuur 3 is op een schaal van 1:20 getekend.

3p a Bepaal de brandpuntsafstand van de lens.

Om ervoor te zorgen dat zo weinig mogelijk licht verloren gaat, zijn boven (en onder) de lens een soort prisma's geplaatst. In figuur 3 zijn twee van deze prisma's getekend.



Figuur 3



Figuur 4

In figuur 4 is het verloop van een lichtstraal in een van de prisma's getekend.

- 4p **a** Bepaal met behulp van figuur 4 de brekingsindex van het materiaal waarvan het prisma gemaakt is.

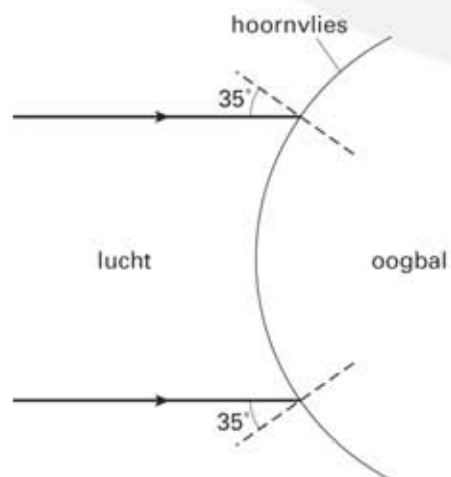
Het is van belang dat uit de optische stelsels rondom een vuurtorenlamp een zo sterk mogelijke lichtbundel komt.

- 2p **b** Leg uit of de invalshoek van de lichtstraal bij punt P groter is dan de grenshoek van het gebruikte materiaal, kleiner is dan die grenshoek of gelijk is aan die grenshoek.

Nachtlenzen

De lenswerking van het oog wordt niet alleen veroorzaakt door de ooglens. Ook het hoornvlies draagt door zijn bolle vorm in belangrijke mate bij aan die lenswerking. In figuur 1 is een deel van het oog schematisch getekend. Om alleen de werking van het hoornvlies te bekijken, is de ooglens weggelaten.

Op het hoornvlies aan de voorkant van het oog valt een evenwijdige lichtbundel waarvan twee lichtstralen zijn getekend. De brekingsindex van het hoornvlies en het overige materiaal van de oogbal is 1,34.



Figuur 1

- 3p **a** Teken in figuur 1 de gebroken lichtstralen tot in hun snijpunt. Bereken daarvoor eerst de brekingshoek van de lichtstralen.

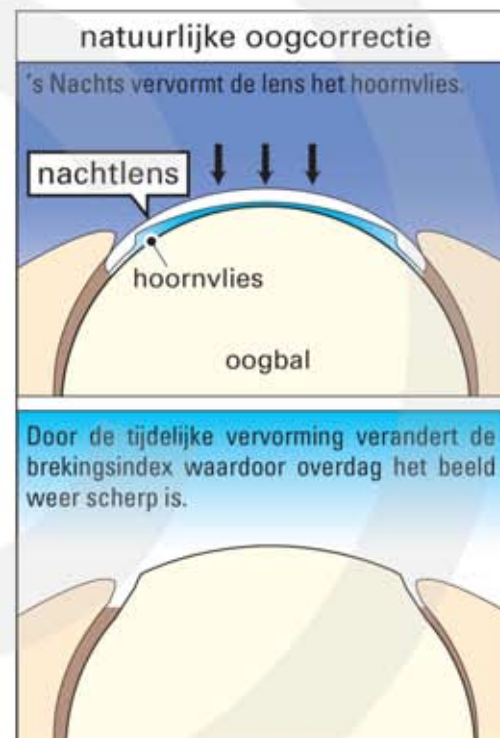
Door de ooglens (waarvan de brekingsindex groter is dan 1,34) verschuift het snijpunt van de gebroken lichtstralen iets.

- 2p **b** Leg uit of dit punt daardoor naar het hoornvlies toe of er vanaf verschuift.

Mensen die bijziend zijn, kunnen in de verte niet scherp zien. Bij deze mensen ligt het beeld dat het oog vormt van ver weg gelegen voorwerpen niet op het netvlies maar ervóór. Hieronder staat een deel van een artikel. Lees dit eerst.

Er is nu een harde contactlens ontwikkeld die bijzienden alleen 's nachts hoeven te dragen. De contactlens is in het midden vlakker dan het hoornvlies, waardoor er in het midden extra druk ontstaat. Daardoor raakt het hoornvlies iets afgevlakt waardoor binnenkomend licht iets anders wordt gebroken. Zie de figuren hiernaast.

naar: De Volkskrant, 19-10-2002



In de onderste figuur van het artikel staat een korte uitleg.

- 2p **c** Wat is er fout aan deze uitleg? Licht je antwoord toe.

Voor de sterkte van de 'hoornvlieslens' geldt de volgende formule:

$$S = \frac{n-1}{n} \cdot \frac{1}{r}$$

Daarin is:

- S de sterkte (in dioptrie)
- n de brekingsindex (= 1,34 voor het hoornvlies)
- r de (kromte)straal van het hoornvlies (in meter)

Bij een bepaalde bijziende is de straal van het hoornvlies in normale toestand 6,7 mm. Na het dragen van de nachtlens is de straal van het hoornvlies 7,0 mm geworden.

- 4p **d** Bereken het verschil in sterkte van de hoornvlieslens in deze twee situaties.

Chopin

In de foto's hiernaast is tweemaal dezelfde fles afgebeeld. In figuur 1 is de fles bijna vol; in figuur 2 zit de vloeistofspiegel net onder het hoofd van Chopin.



Figuur 1

Figuur 2

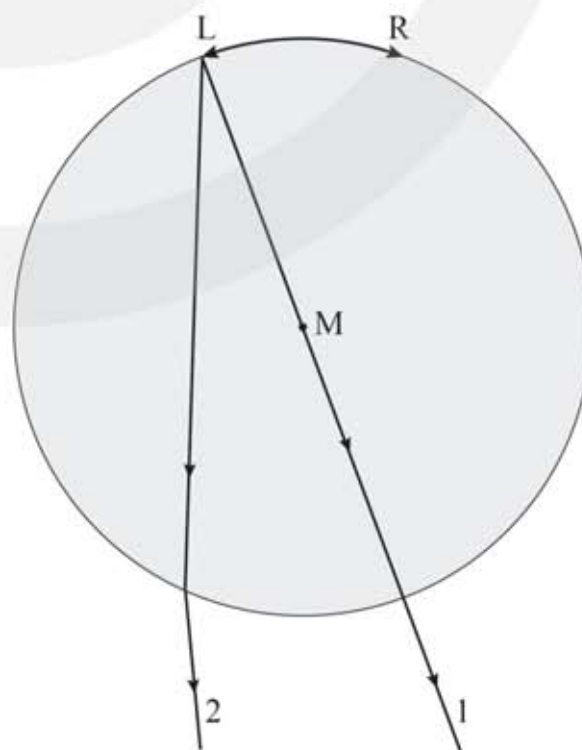
Het hoofd van Chopin is op de achterkant van de fles aangebracht. De fles is van matglas gemaakt. Aan de voorkant van de fles zit een helder venster waardoor je naar het hoofd van Chopin kijkt. Het valt op dat je bij de volle fles het hoofd in de breedte vergroot ziet. Bij de lege fles zie je het hoofd even groot als het op de fles is aangebracht.

Figuur 3 is een schematische figuur 3 dwarsdoorsnede van de volle fles. De pijl LR stelt het hoofd van Chopin voor. Vanuit punt L zijn twee lichtstralen getekend. Lichtstraal 1 wordt niet gebroken.

2p **a** Leg uit waarom niet.

Lichtstraal 2 wordt wel gebroken.

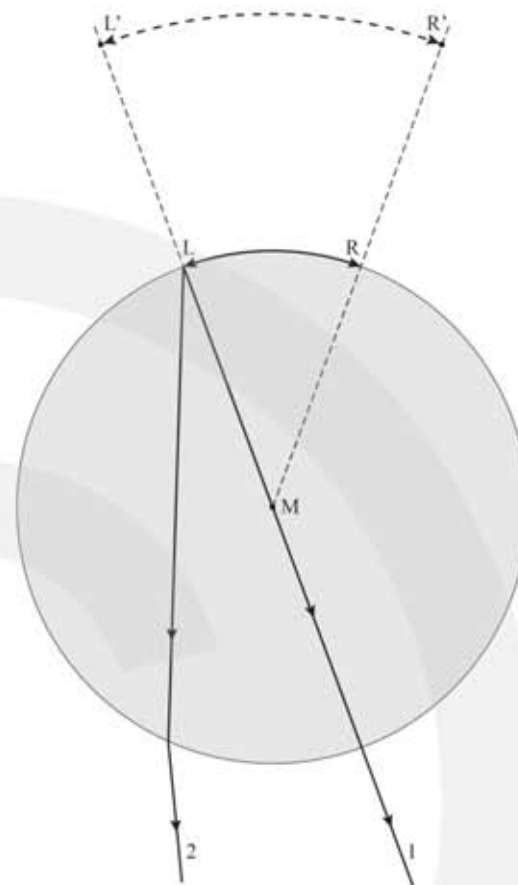
3p **b** Bepaal met behulp van figuur 3 de brekingsindex van de vloeistof. Je mag daarbij aannemen dat het dunne laagje glas van de fles de breking niet beïnvloedt.



Figuur 3

Kennelijk werkt de gevulde fles als een loep.
 In figuur 4 is getekend waar iemand, die door
 het venster kijkt, het vergrote, virtuele beeld
 $L'R'$ van het hoofd van Chopin ziet.

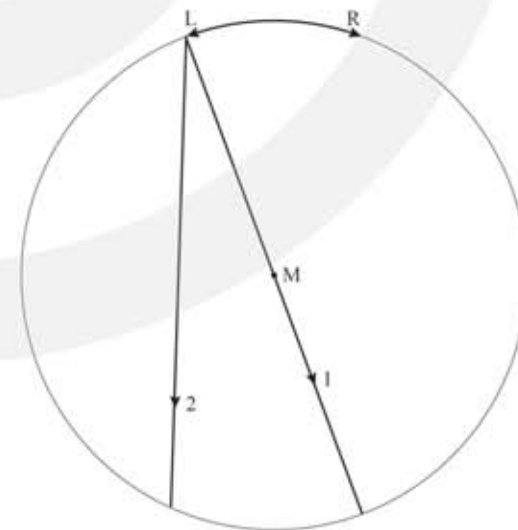
- 2p **c** Leg met behulp van figuur 4 uit waarom L'
 het virtuele beeld is van L .
- 2p **d** Bepaal met behulp van figuur 4 de
 lineaire vergroting N .



Figuur 4

Figuur 5 is een dwarsdoorsnede van de fles zonder vloeistof getekend. In die figuur
 zijn weer dezelfde lichtstralen 1 en 2 getekend.

- 2p **e** Maak met behulp van figuur 5
 duidelijk dat bij een lege fles het
 hoofd van Chopin niet wordt vergroot.
 Teken daartoe eerst het verdere
 verloop van de twee lichtstralen.



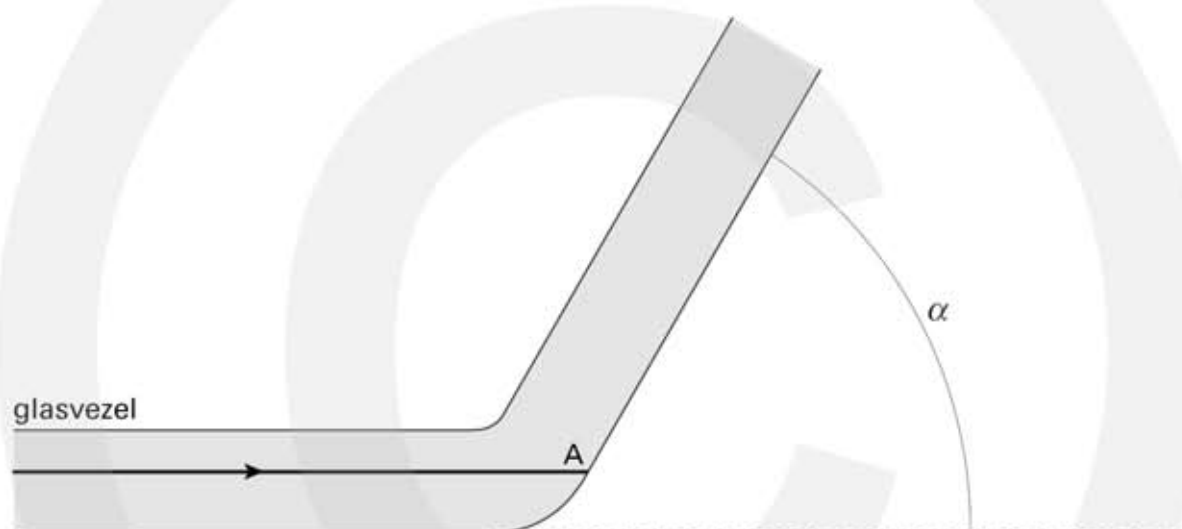
Figuur 5

Examenvragen vwo

Glasvezel

De KEMA heeft een meetsysteem ontwikkeld om de temperatuur in ondergrondse hoogspanningskabels te meten. Daartoe bevindt zich over de hele lengte een glasvezel midden in de kabel. Door deze glasvezel laat men zeer korte pulsen infrarode straling lopen. Deze straling is afkomstig van een laser.

Voorkomen moet worden dat er een te sterke knik optreedt in de glasvezel. In figuur 1 is een knik over hoek α in een vezel getekend. Daarin is ook een straal getekend die bij de knik aankomt. Door de sterke knik verlaat deze straal de glasvezel bij A.



Figuur 1

De brekingsindex van het glas is voor de infrarode straling gelijk aan 1,52.

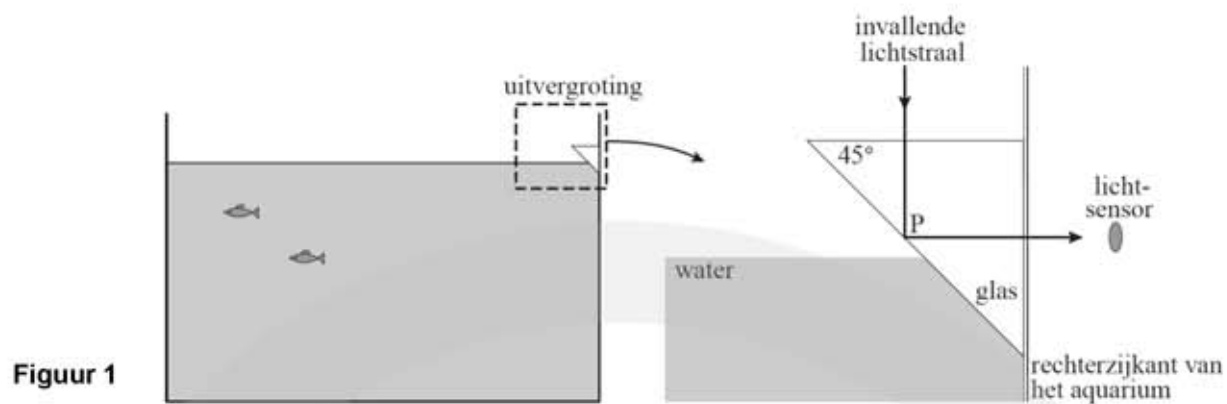
- 4p **a** Teken in figuur 1 hoe de straal verder gaat na breking aan het grensvlak. Vermeld de benodigde berekeningen.

Om geen onnodig verlies van intensiteit te krijgen, moet bij elke reflectie aan de rand van de vezel volledige terugkaatsing optreden.

- 3p **b** Bereken hoe groot hoek α dan maximaal mag zijn als de straal vóór de knik evenwijdig loopt aan de as van de glasvezel, zoals getekend is in figuur 1.

Waterpeil

In de zomer loopt de watertemperatuur in het tropisch aquarium van dierentuin Artis soms te hoog op. Een ventilator blaast dan lucht over het water. Door het verdampen van het water zakt het waterpeil in het aquarium. Een automatisch systeem bewaakt dit waterpeil. In dit systeem schijnt een gele lichtstraal van bovenaf op een prisma, dat tegen de zijkant van het aquarium is geplakt. Zie figuur 1.

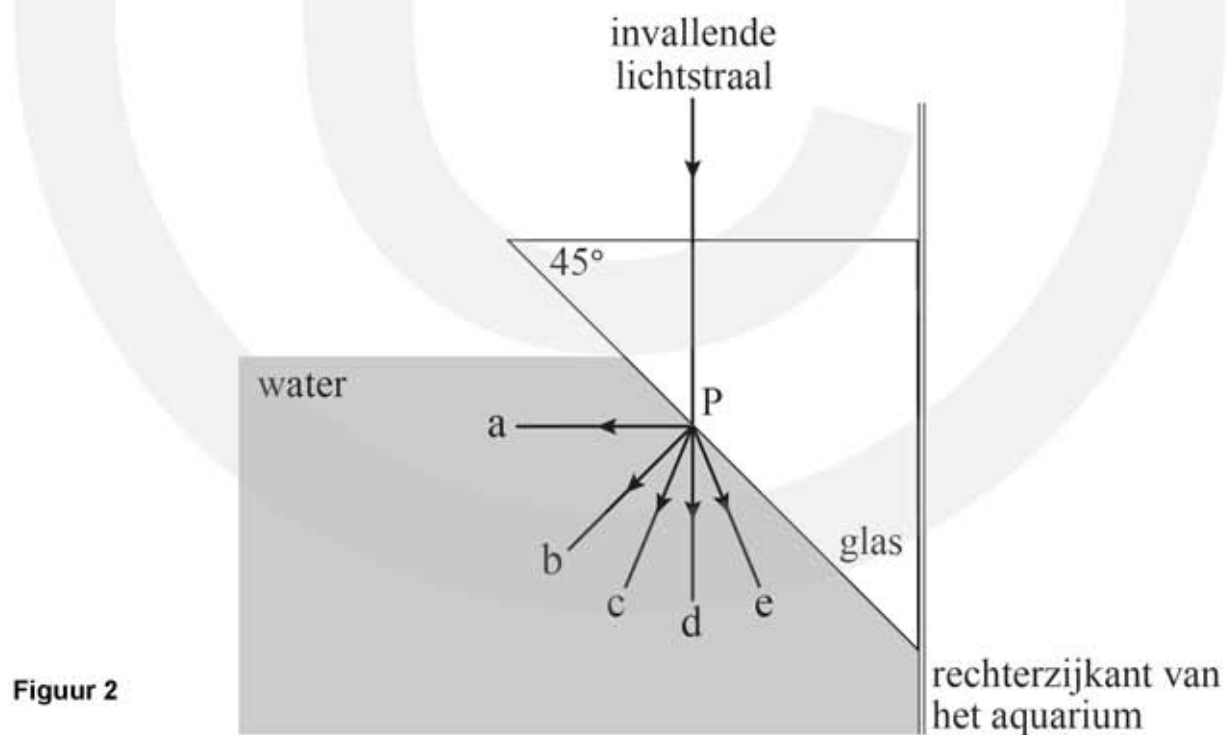


Figuur 1

Als het waterpeil lager dan punt P van het prisma is, wordt de gele lichtstraal gereflecteerd naar de lichtsensoren. Het prisma is van (gewoon) glas.

- 3p **a** Leg uit waarom er in deze situatie totale reflectie plaatsvindt tegen de schuine zijde van het glazen prisma.

Als het waterpeil hoger dan punt P is, treedt er lichtbreking op van glas naar water. In figuur 2 zijn vijf mogelijke lichtstralen getekend.



Figuur 2

- 3p **b** Leg uit welke van de getekende lichtstralen de gebroken lichtstraal kan zijn.