

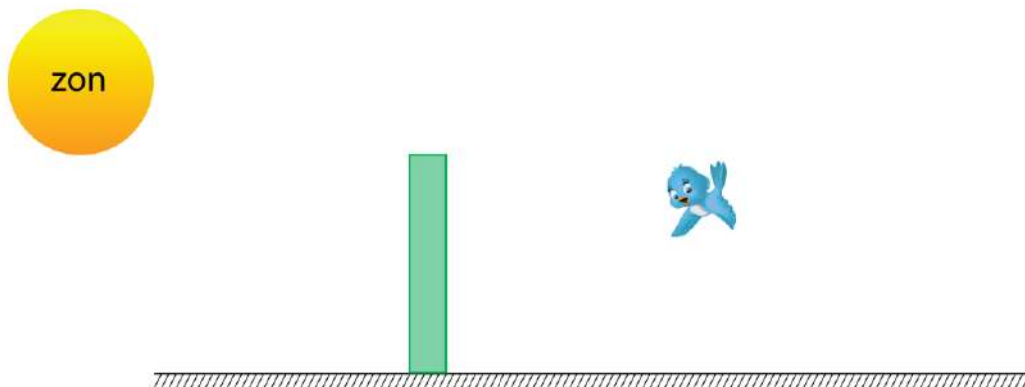
8 Licht

havo

8.1 Voortplanting en weerkaatsing van licht

Voortplanting van licht

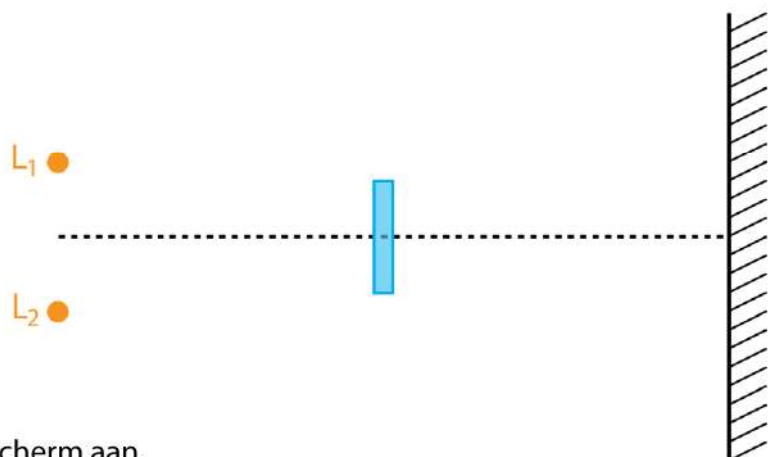
- 1* In de figuur zie je de zon een muur en een vogeltje.



- a Kleur het gebied waarin het vogeltje in de kernschaduw vliegt.
- b 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.

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

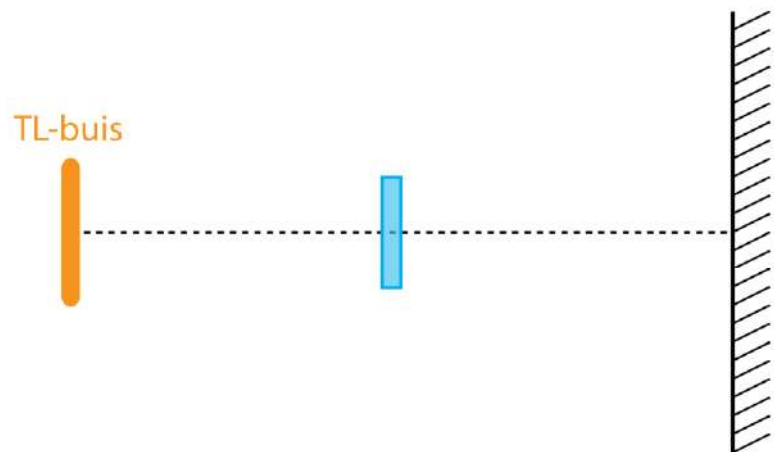


- c Geef de kernschaduw op het scherm aan.
- d Geef de halfschaduw op het scherm aan.

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.

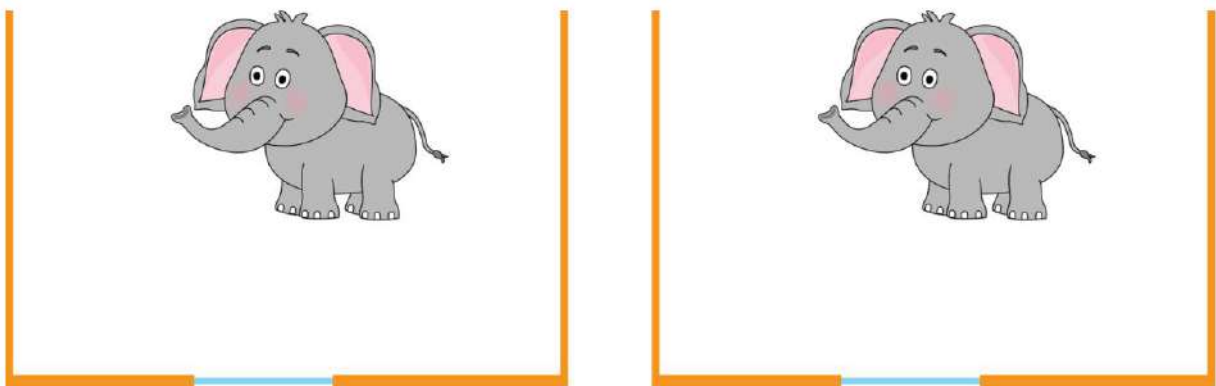


4** In de dierentuin zie je een olifant door een raam.

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.

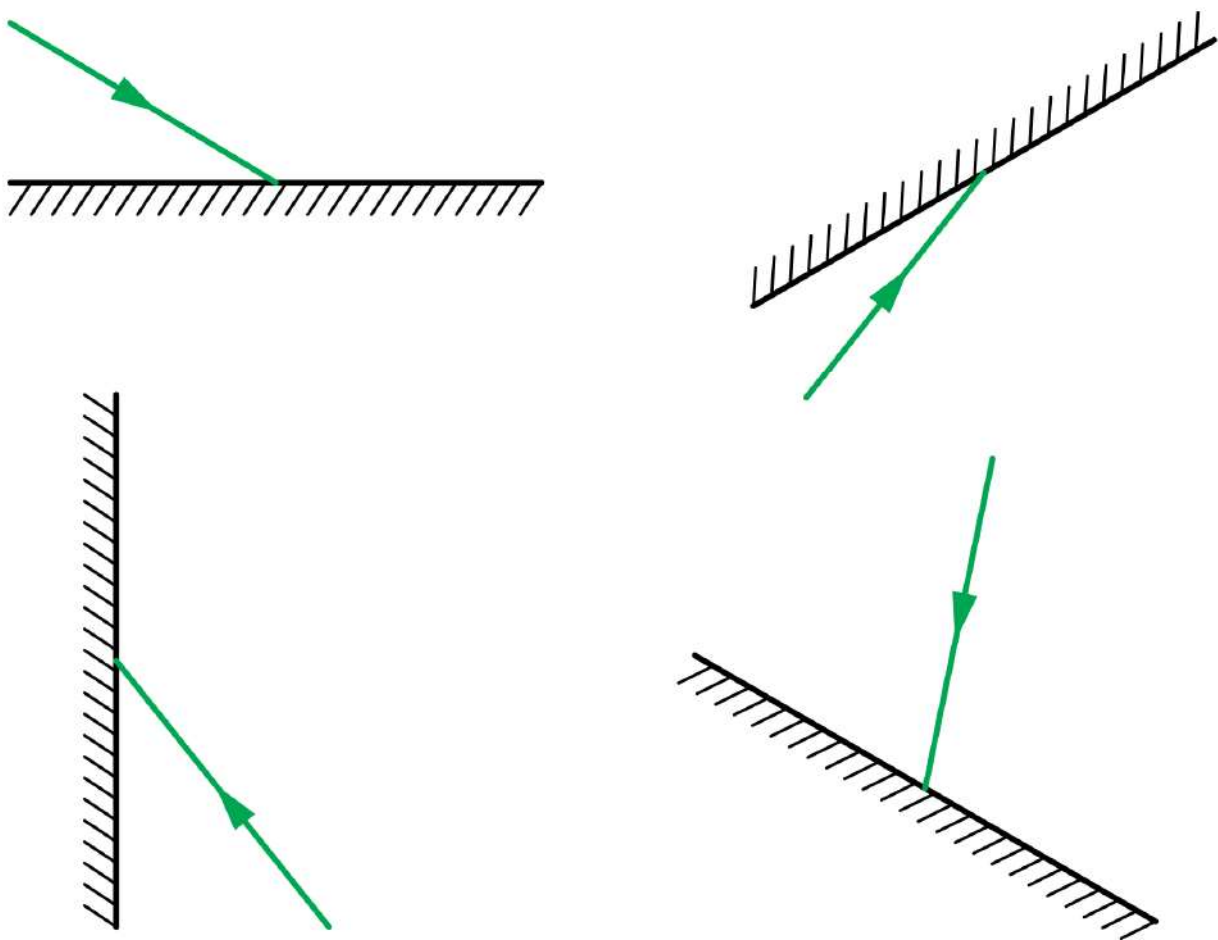
a Teken bij ieder spiegel hoe de lichtstraal wordt weerkaatst.

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.

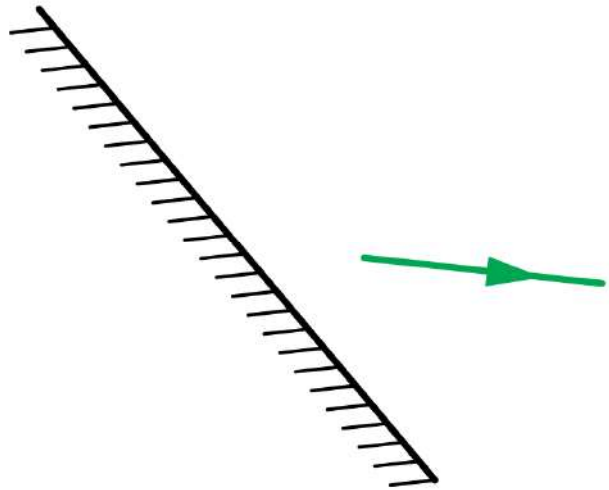
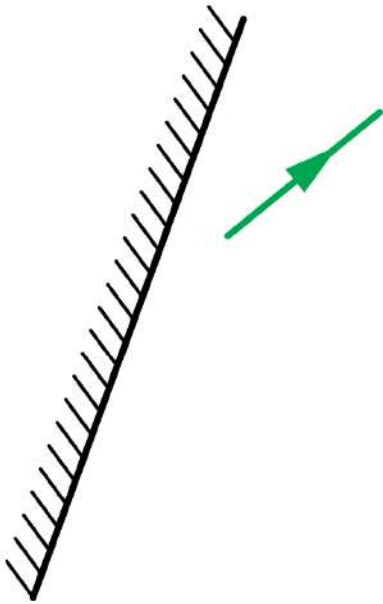
HINT verleng de lichtstralen en de normaal om de hoek op 1 graad nauwkeurig te kunnen meten.



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.

lamp

spiegel

oog

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

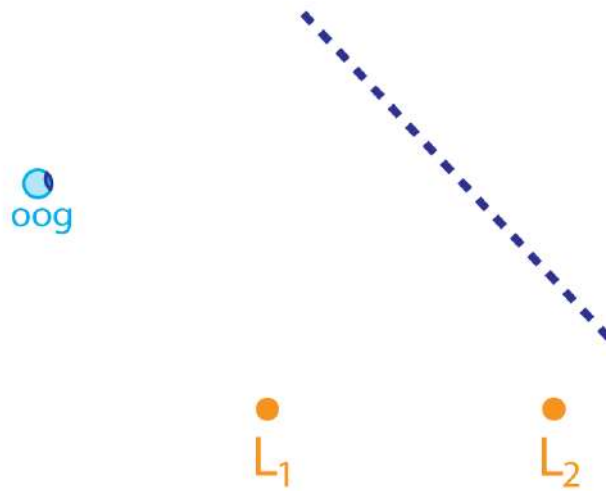
- a** Teken het gebied dat je via de spiegel (als spiegelbeeld) kunt zien.

oog

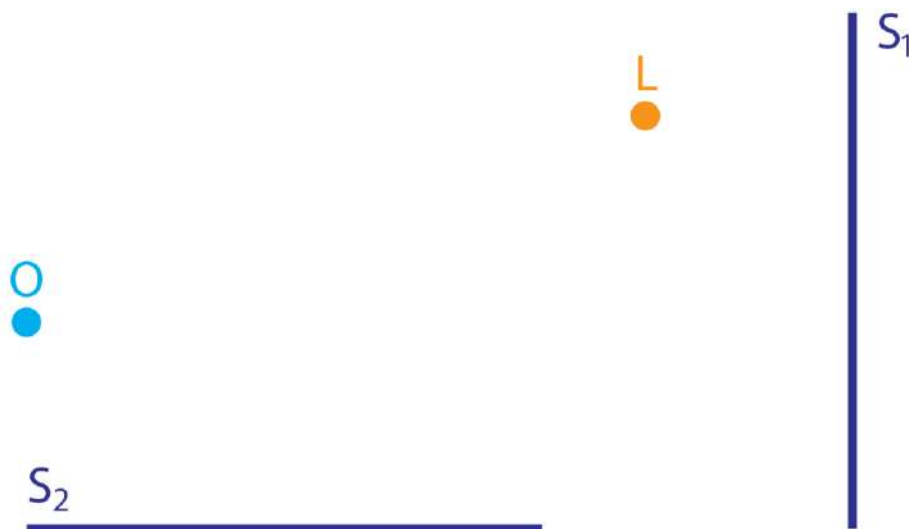
spiegel

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.



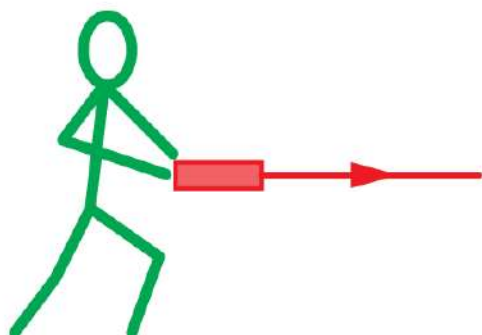
10**** In de figuur zie je een lamp L, twee spiegels S_1 en S_2 en een oog O.



- a** Teken de lichtstraal uit L die via S_1 in het oog valt.
- b** Teken met een andere kleur de lichtstraal uit L die via S_2 in het oog valt.
- c** Teken met een andere kleur de lichtstraal uit L die via S_1 én S_2 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?

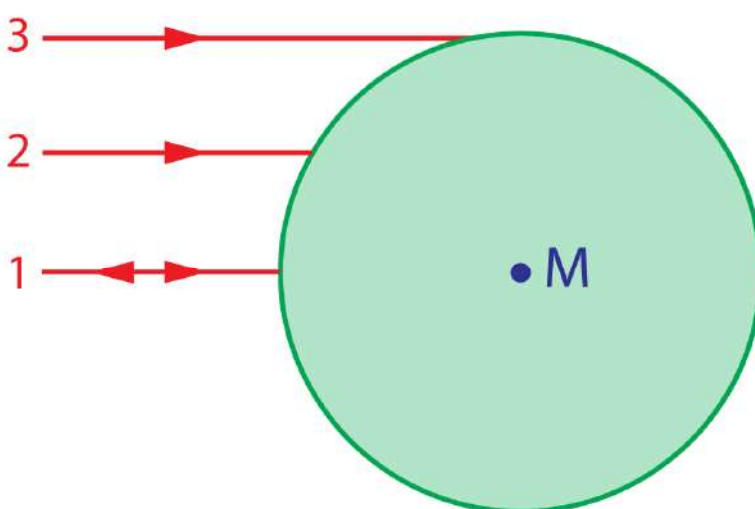


1
2
3
4

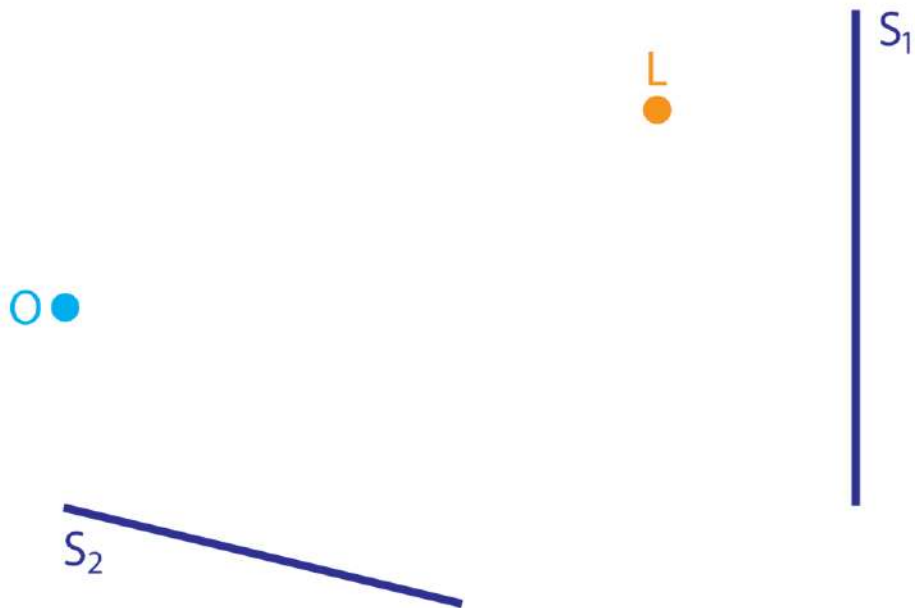
12**** Lichtstralen 1, 2 en 3 worden in een spiegelende kerstbal weerkaatst.

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 S_1 en S_2 en een oog O.



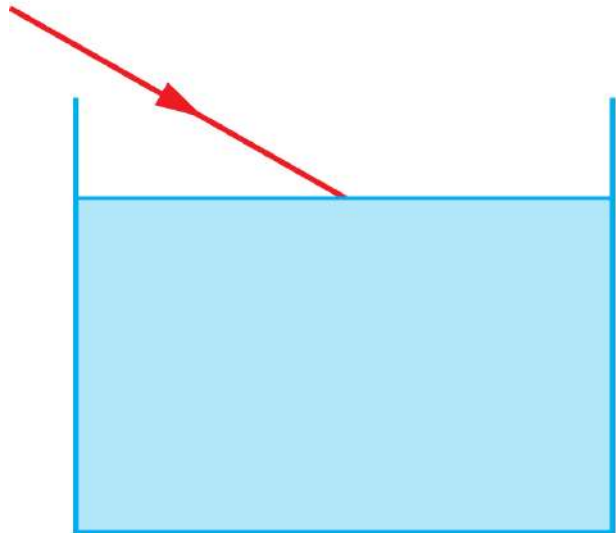
- a** Teken de lichtstraal uit L die via S_2 in het oog valt.
- b** Teken de lichtstraal uit L die via S_1 en S_2 in het oog valt.

8.2 Breking van licht

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

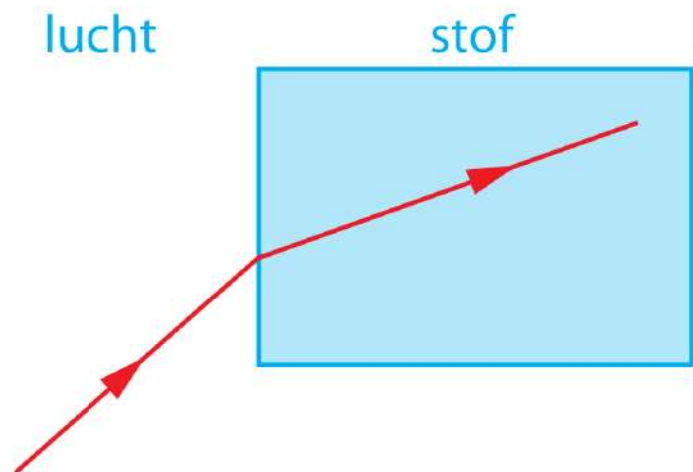
6** Een rode lichtstraal komt in een bak met water.

- a** Bereken de hoek van breking en teken hoe de lichtstraal in het water verder gaat.



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.

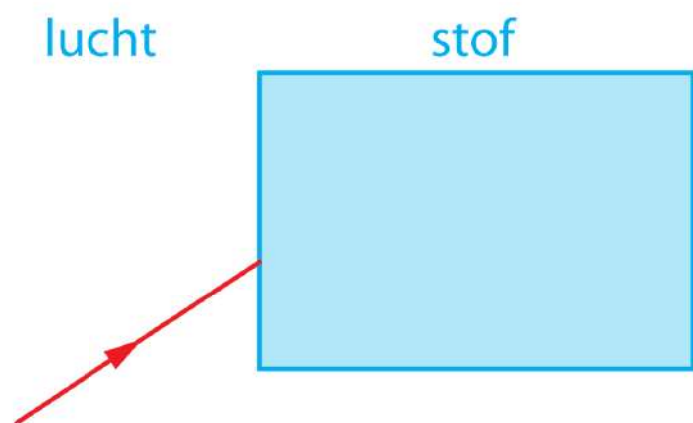


8*** In de figuur zie je een lichtstraal die van lucht naar stof gaat. De brekingsindex van de stof is 2,0.

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

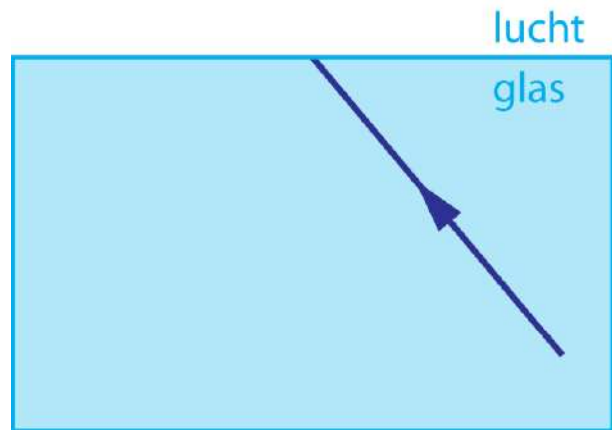
Aan de achterkant verlaat de lichtstraal de stof.

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



9*** Een violette lichtstraal bevindt zich in glas en valt op het oppervlak met de lucht.

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

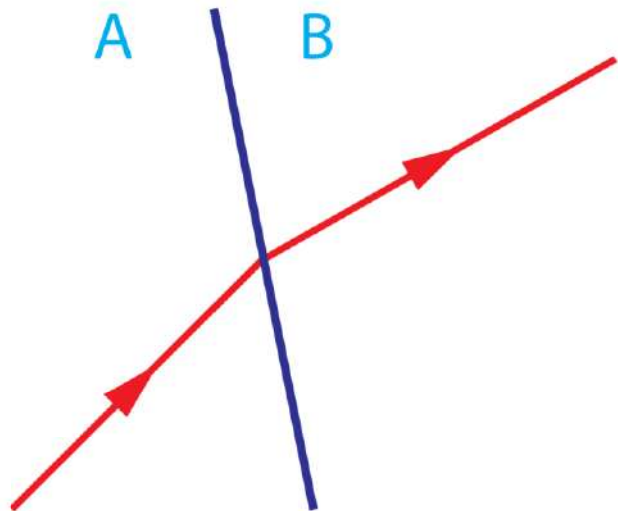


10*** In de figuur zie je een lichtstraal die van A naar B gaat.

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

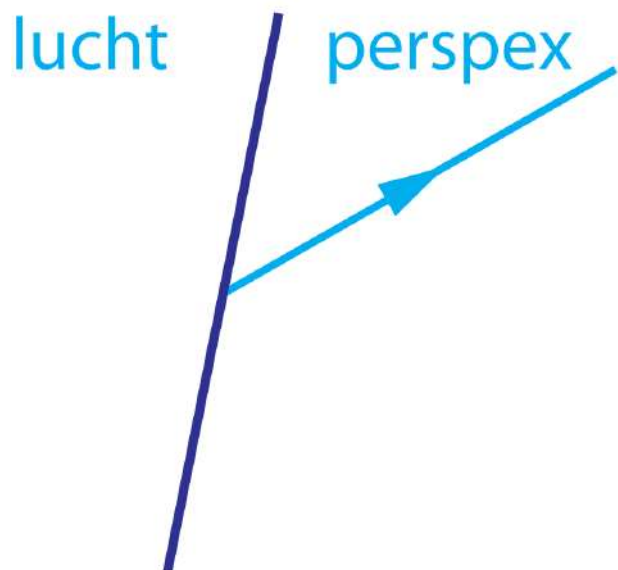
De brekingsindex van stof A is 1,20

- c** Bereken de brekingsindex van stof B.



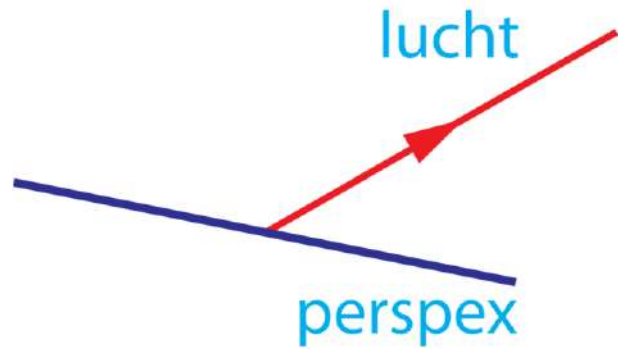
11*** In de figuur zie je een blauwe lichtstraal die van lucht naar perspex gaat.

- 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.

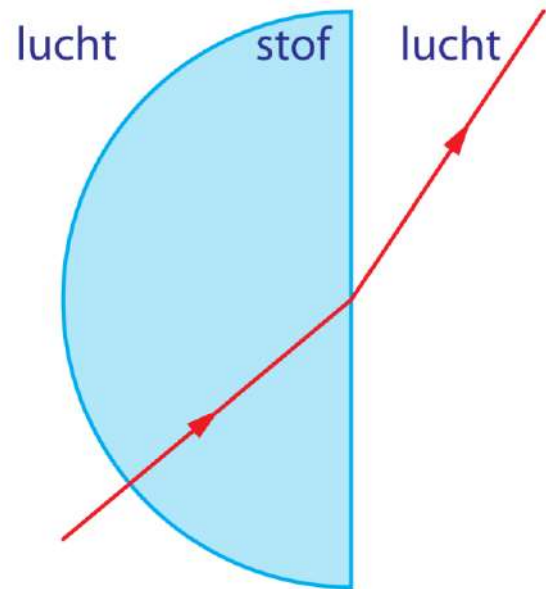
- a** Bepaal de hoek van inval.
- b** Teken de invallende lichtstraal.



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

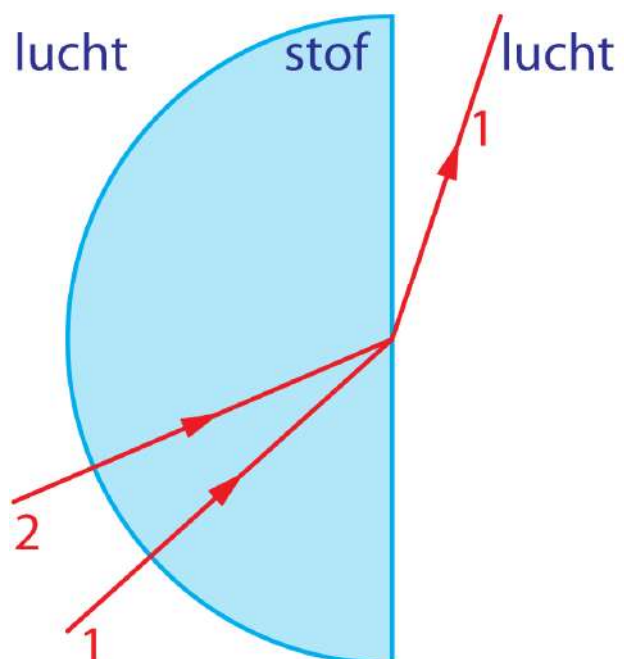
Bij het eerste grensvlak lucht – stof wordt het licht niet gebroken.

- 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 verdergaat.

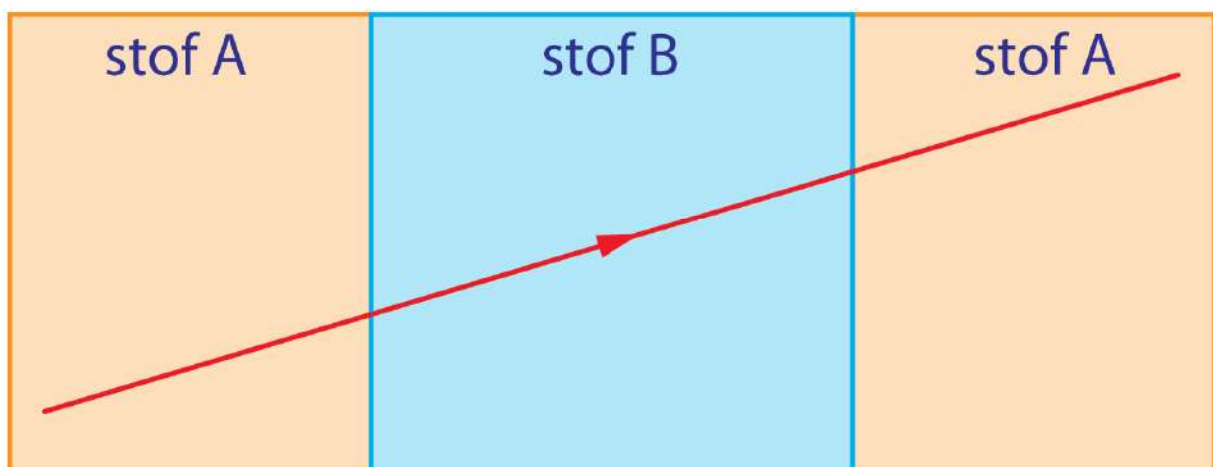


15*** In de figuur zie je hoe een lichtstraal van lucht door stof naar lucht gaat.



- a** Bepaal de hoek van inval bij het eerste grensvlak lucht – stof.
- b** Bepaal de hoek van breking bij het tweede grensvlak stof – lucht.
- c** Teken de lichtstraal in de stof.
- d** 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.



- a** Leg zonder te rekenen uit hoe groot de brekingsindex van stof A is.

- 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.

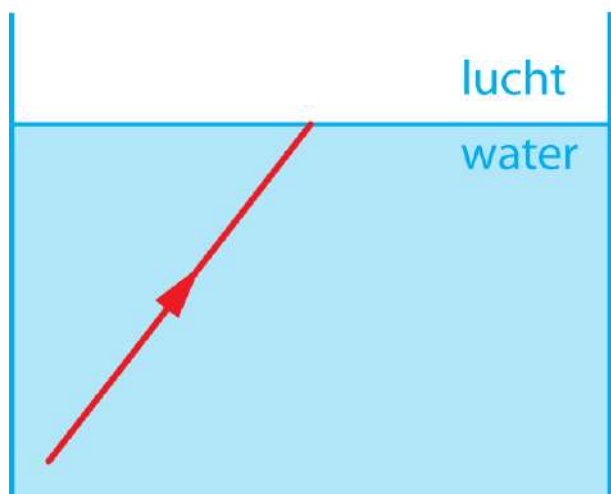


- a** Bepaal de brekingsindex van stof A

Grenshoek

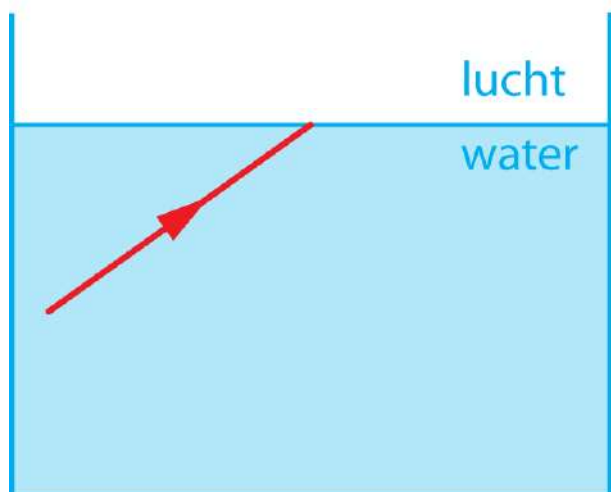
- 18***** Een rode lichtstraal valt op het grensvlak van water naar lucht.

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



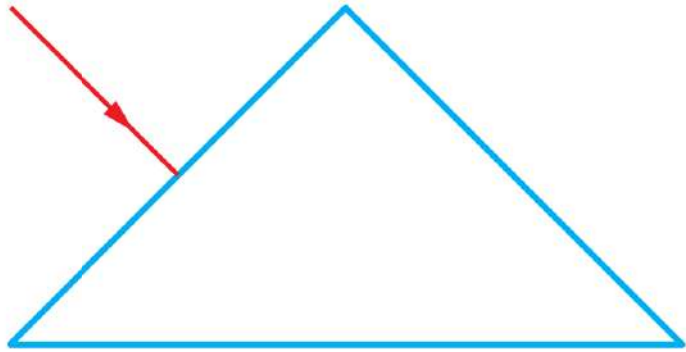
- 19***** Een rode lichtstraal valt op het grensvlak van water naar lucht.

- a** Teken hoe de lichtstraal verdergaat.



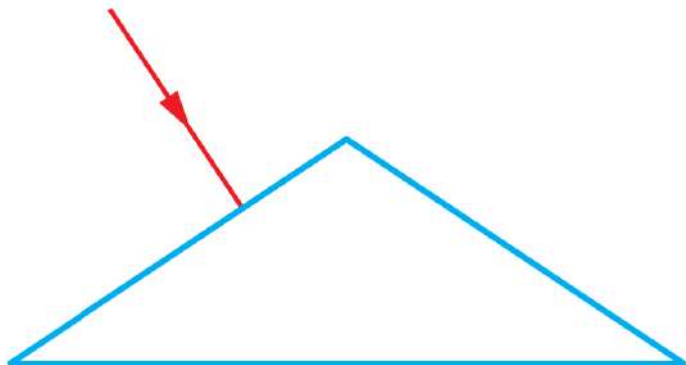
20*** Een rode lichtstraal valt op een prisma van glas.

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



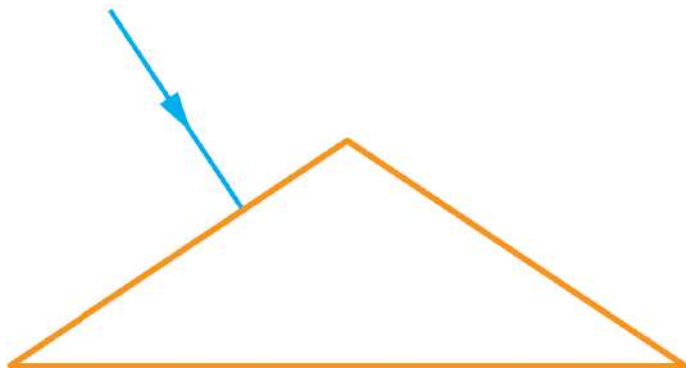
21*** Een rode lichtstraal valt op een prisma van glas.

- a** Teken hoe de lichtstraal verdergaat.



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

- a** Teken hoe de lichtstraal verdergaat.



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

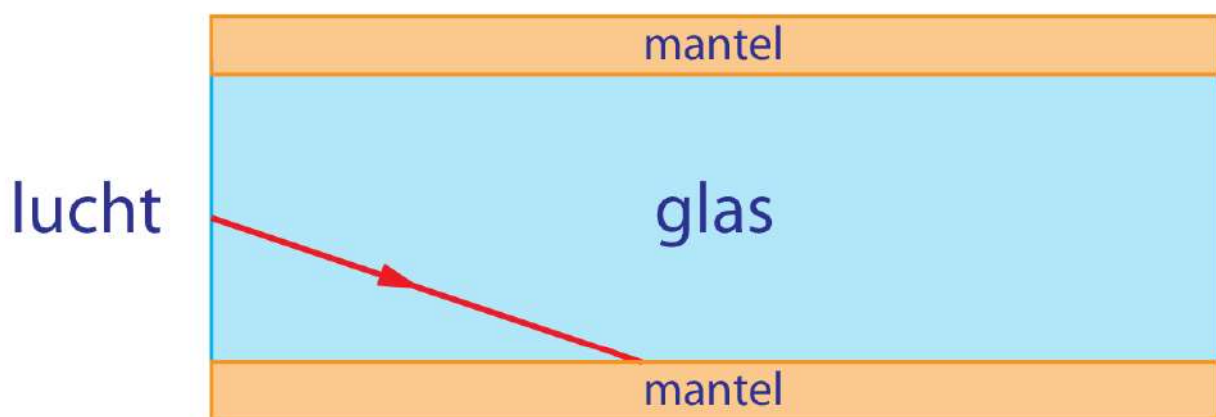


- a** Teken de invallende lichtstraal.
- b** Teken hoe de getekende lichtstraal verdergaat.

Als er krasjes komen op het glasfiber werkt de fiber 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.

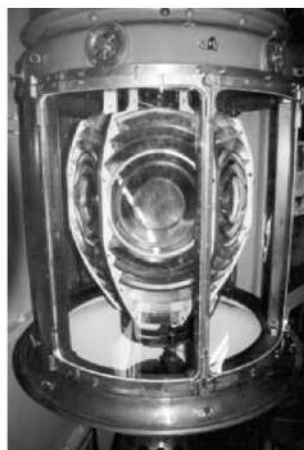
Examenvragen havo

Vuurtoren (aangepast)

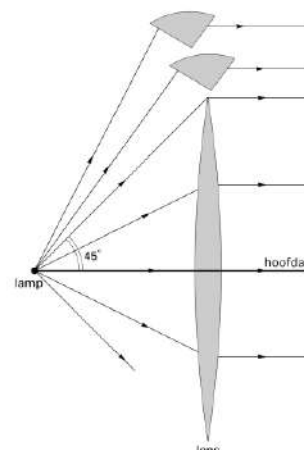
Het licht van een vuurtoren moet op grote afstand gezien kunnen worden. De lichtbundel moet dus een grote intensiteit hebben. De lamp van de Brandaris (figuur 1) op Terschelling, met daaromheen de optische stelsels die voor de lichtbundels zorgen, is in figuur 2 afgebeeld.



Figuur 1



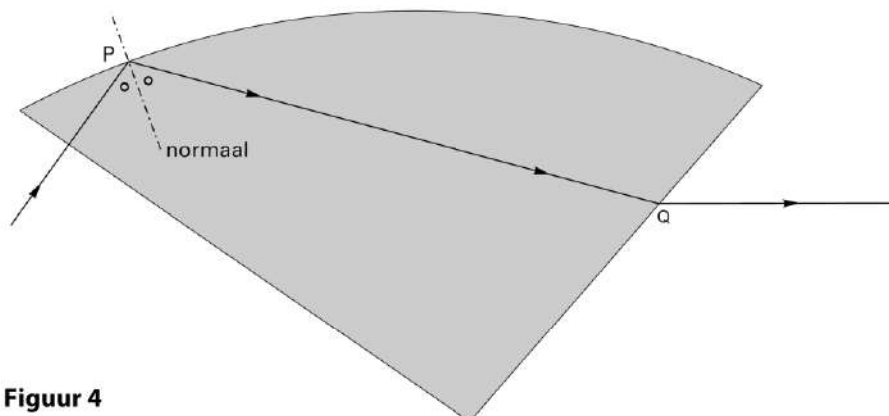
Figuur 2



Figuur 3

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.

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 4

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

- 4p **1** Bepaal met behulp van figuur 4 de brekingsindex van het materiaal waarvan het prisma gemaakt is.

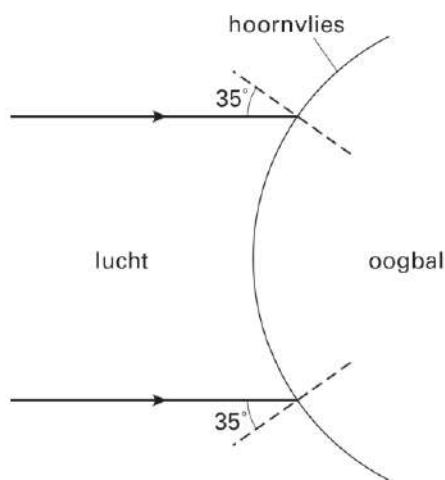
Het is van belang dat uit de optische stelsels rondom een vuurtorenlamp een zo sterk mogelijke lichtbundel komt.

- 2p **2** 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 ooglenzen. 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 ooglenzen 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 **1** Teken in figuur 1 de gebroken lichtstralen tot in hun snijpunt. Bereken daarvoor eerst de brekingshoek van de lichtstralen.

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

- 2p **2** 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 hieronder.

naar: De Volkskrant, 19-10-2002

In de figuur hiernaast staat een korte uitleg.

- 2p **3** Wat is er fout aan deze uitleg? Licht je antwoord toe.

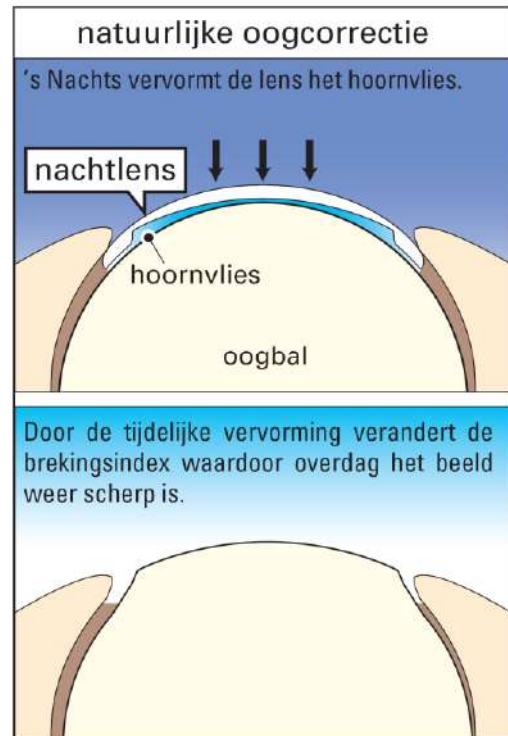
Voor de sterkte van de 'hoornvieslens' geldt de volgende formule:

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

Daarin is:

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

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



- 4p **4** Bereken het verschil in sterkte van de hoornvieslens 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.

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 1



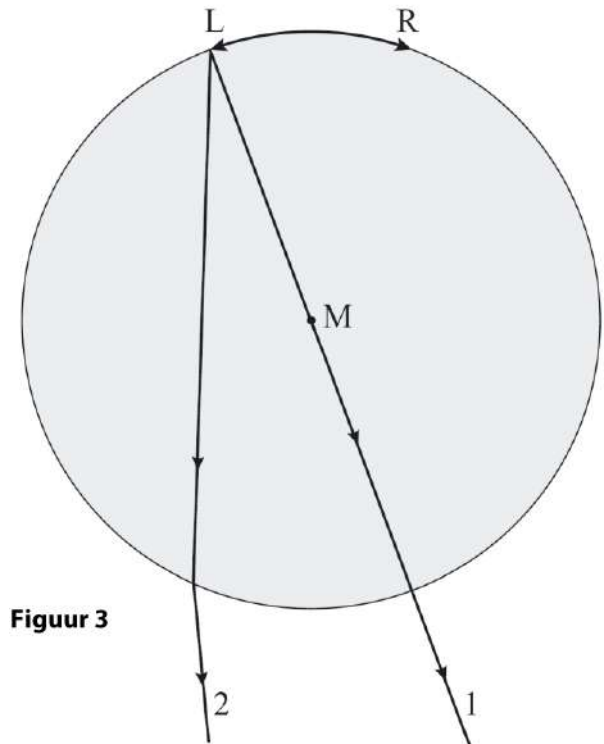
Figuur 2

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 **1** Leg uit waarom niet.

Lichtstraal 2 wordt wel gebroken.

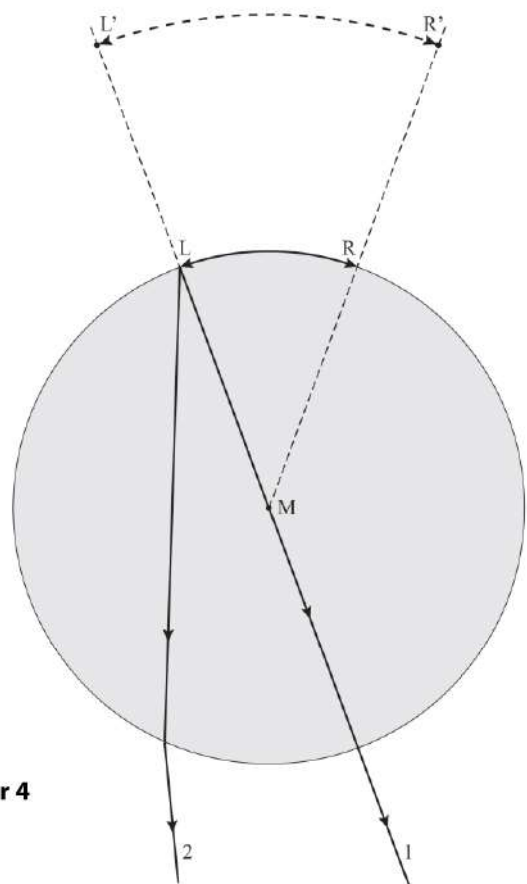
3p **2** Bepaal met behulp van figuur 3 de brekingsindex van de vloeistof. Je mag daarbij aannemen dat het dunne laagje glas van de fles de breking niet beïnvloedt.



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 **3** Leg met behulp van figuur 4 uit waarom L' het virtuele beeld is van L.

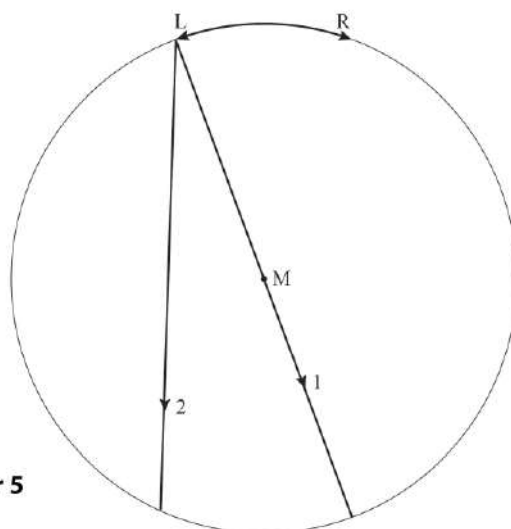


Figuur 4

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

2p

- 4** 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.



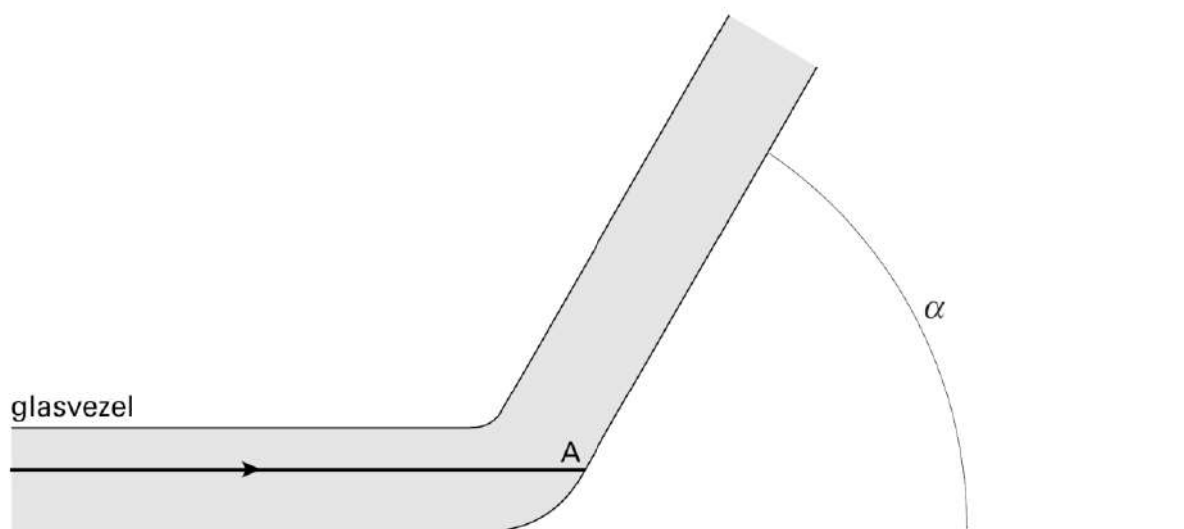
Figuur 5

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.

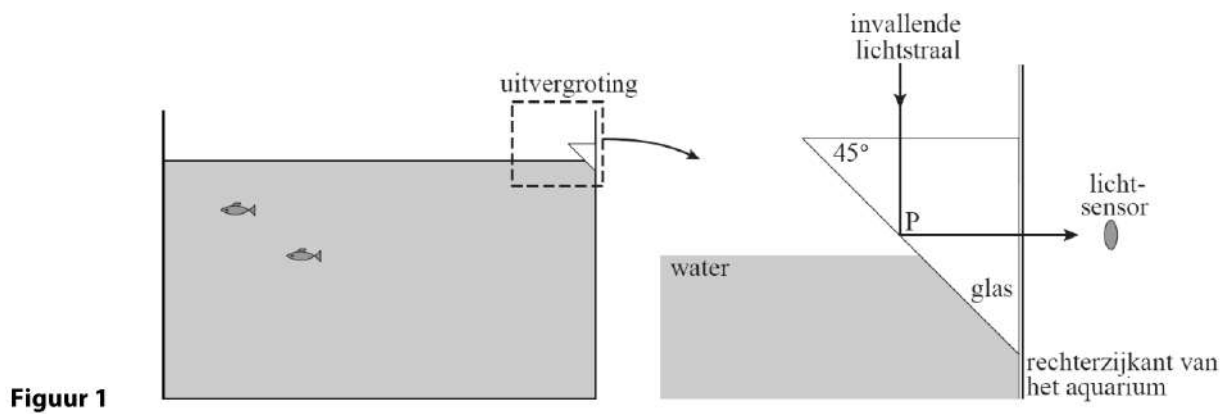
- 4p **1** Teken in figuur 1 hoe de straal verder gaat na breking aan het grensvlak. Vermeld de benodigde berekeningen.

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

- 3p **2** 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

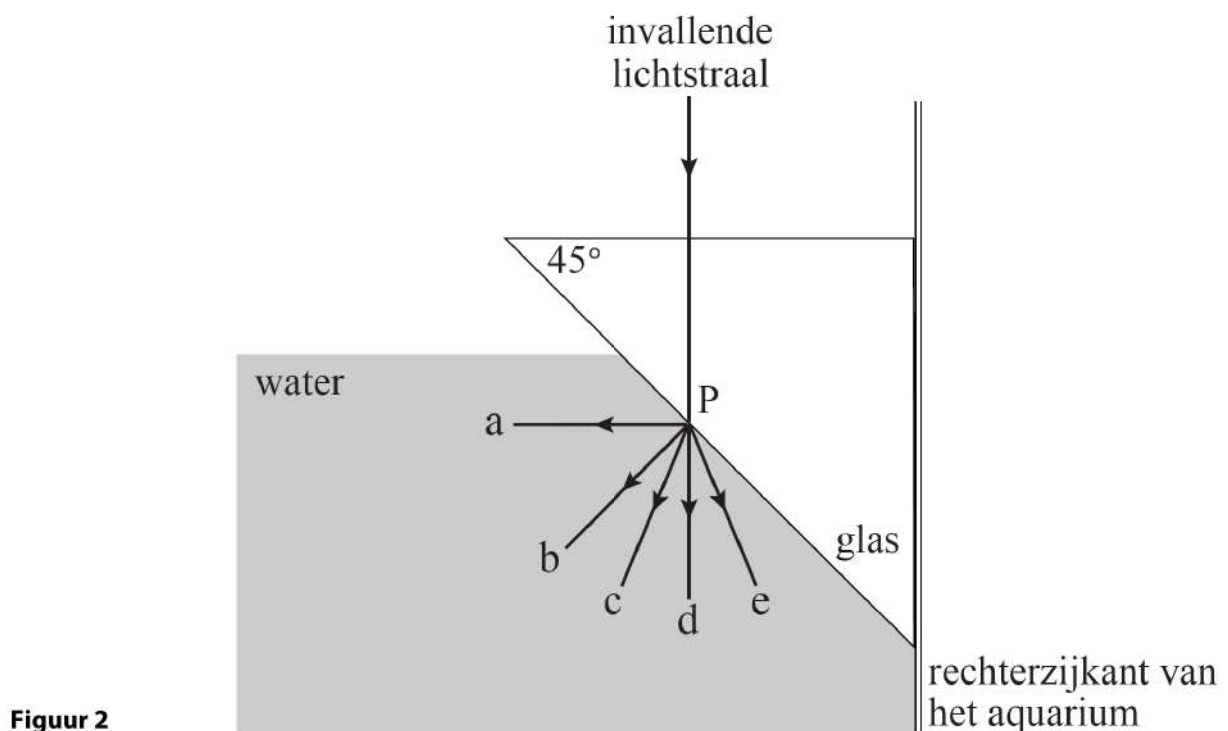
In de zomer loopt de watertemperatuur in het tropisch aquarium van dierentuin Artis soms te hoog op. Een ventilator blaast dan lucht over het water. Door het verdampen van het water zakt het waterpeil in het aquarium. Een automatisch systeem bewaakt dit waterpeil. In dit systeem schijnt een gele lichtstraal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



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

- 3p **1** 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.



- 3p **2** Leg uit welke van de getekende lichtstralen de gebroken lichtstraal kan zijn.