

Blok 4 Licht gebroken

INHOUD

	PRACTICUM
P0	SPIEGELS EN LENZEN
P1	LICHTBREKING
P2	OPTISCH BEDROG EN KLEUR-SCHIFTING
	BASISSTOF
TW0	SPIEGELS EN LENZEN
TW1	LICHTBREKING
TW2	OPTISCH BEDROG EN KLEUR-SCHIFTING
	HERHAALSTOF
H1	LICHTBREKING
H2	OEFENEN MET EXAMENOPGAVEN
	EXTRASTOF
	ONDERZOEK NAAR DE BEELD-VORMING DOOR EEN LENS

TIJDSINDELING

P0, T0, W0	2 lesuren
P1, T1, W1	2 lesuren
P2, T2, W2	2 lesuren
D-toets	1 lesuur
H-stof	1 lesuur
E-toets	1 lesuur
Totaal	9 lesuren

ALGEMEEN

In blok 4 wordt een deel van de optica-leerstof uit de tweede en derde klas herhaald. Alleen de werking van het oog komt niet meer aan bod.

Nieuw is de breking van licht aan het grensvlak tussen twee stoffen. Dit wordt kwalitatief besproken. De leerlingen hoeven de wet van Snellius niet te kennen. Ook wordt de evenwijdige verschuiving door een plan-parallelle plaat en de kleurschifting door een prisma behandeld.

Uit het examenprogramma komen in dit blok de volgende eindtermen aan de orde: 1, 25, 26, 27, 29, 30, 31, 32, 33, 34 (alleen D-niveau), 35. Dus de eindtermen 28 en 36 moeten zelf herhaald worden.

BIJ BLOK 4

P0

In P0 wordt de leerstof over spiegels en lenzen (beeld-constructies) herhaald aan de hand van een aantal vragen en opdrachten.

BIJ BLOK 4

P1

In P1 gaan de leerlingen eerst na hoe de stralengang verloopt door een grote bolle lens. Ze ontdekken dat de lichtstralen gebroken worden aan de grensvlakken tussen lucht en perspex.

Daarna onderzoeken de leerlingen met behulp van een half-cilindrische lens hoe een lichtstraal wordt gebroken bij de overgang van lucht naar perspex en de overgang van perspex naar lucht.

Benodigd materiaal:

- spanningsbron, lamp, lens ($f = 10$ cm), diahouder met traliedia en afdekplaatjes, optische rail en scherm of lichtkastje met schermpje met drie spleten en schermpje met één spleet
- grote dubbel-bolle perspex lens
- half-cilindrische lens
- tekenvel met gradenverdeling waarop omtrek half-cilindrische lens staat aangegeven

BIJ BLOK 4

P2

In P2 ervaren de leerlingen wat optische vertekening is door naar een potlood in een glas water te kijken en naar tekstregels onder een perspex blok. Ook ontdekken ze de kleurschifting door door een prisma naar een lamp te kijken.

De leerlingen tekenen de stralengang door een perspex blok en ontdekken proefondervindelijk waar deze van afhangt. Ook de stralengang door een prisma wordt getekend zonder en met kleurschifting.

Benodigd materiaal:

- spanningsbron, lamp, lens ($f = 10$ cm), diahouder met traliedia en afdekplaatjes, optische rail en scherm of lichtkastje met schermpje met één spleet
- glas water met potlood
- perspex blok
- rechthoekig prisma
- tekenvel

BIJ BLOK 4

T0

In T0 wordt de leerstof over spiegels en lenzen herhaald. De leerlingen moeten het beeld dat wordt gevormd door een spiegel, kunnen tekenen. Ook moeten ze met behulp van de drie constructiestralen het beeld dat wordt gevormd door een bolle lens, kunnen bepalen.

Tevens worden de lenzenformule en de formule voor de vergroting opnieuw besproken. De leerlingen moeten met behulp van deze formules berekeningen kunnen uitvoeren aan de beeldvorming door een bolle lens.

BIJ BLOK 4

T1

In T1 wordt het verschijnsel lichtbreking besproken. Nieuwe begrippen als hoek van breking, optisch ijl, optisch dicht en grenshoek komen aan de orde. De leerlingen leren dat bij de overgang naar een optisch dichtere stof breking naar de normaal toe plaatsvindt en bij de overgang naar een optisch ijlere stof breking van de normaal af. Ze leren ook dat als de hoek van inval groter is dan de grenshoek (alleen bij de overgang naar een optisch ijlere stof), er geen breking maar terugkaatsing plaatsvindt.

BIJ BLOK 4

T2

In T2 worden de verschijnselen optische vertekening (bedrog) en kleurschifting besproken. De leerlingen leren dat bij lichtbreking door een ruit evenwijdige verschuiving optreedt en waar de evenwijdige verschuiving van afhangt. Tenslotte wordt uitgelegd dat bij breking door een prisma kleurschifting ontstaat door verschil in breking.

BIJ BLOK 4

H1

In dit herhaalblad hebben we de belangrijkste begrippen die bij lichtbreking een rol spelen, bij elkaar gezet. Met deze begrippen kunnen oefenopgaven gemaakt worden.

BIJ BLOK 4

H2

Oefenen met examenopgaven.

BLOK 4

Samenvattingen

SAMENVATTING T0

Er zijn twee soorten terugkaatsing: diffuse terugkaatsing en spiegelende terugkaatsing.

Bij spiegelende terugkaatsing geldt *de terugkaatsingswet*:

$$\angle i = \angle t$$

Bij de beeldvorming door een vlakke spiegel geldt:

voorwerpsafstand (v) = beeldafstand (b)

Een bolle lens maakt van een evenwijdige bundel een convergerende bundel.

Een holle lens maakt van een evenwijdige bundel een divergerende bundel.

Een bolle lens vormt van elk punt van een voorwerp een beeldpunt.

Dit beeldpunt kun je tekenen met de drie bijzondere lichtstralen.

De plaats van dit beeldpunt kun je berekenen met de lenzenformule:

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

De vergroting N van het beeld kun je berekenen met twee formules:

$$N = \frac{\text{lengte beeld}}{\text{lengte voorwerp}}$$

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

SAMENVATTING T1

Voor lichtbreking gelden de volgende drie regels:

1 Bij de overgang van een optisch ijle stof naar een optisch dichtere stof is er breking *naar de normaal toe*: $\angle r$ is kleiner dan $\angle i$.

2 Bij de overgang van een optisch dichte stof naar een optisch ijlere stof is er breking *van de normaal af*: $\angle r$ is groter dan $\angle i$.

3 Bij loodrechte overgang is er *nooit* breking: $\angle i = 0^\circ$ en $\angle r = 0^\circ$.

Verder geldt bij de overgang naar een optisch ijlere stof: als de hoek van inval *groter* is dan de grenshoek, wordt al het licht teruggekaatst.

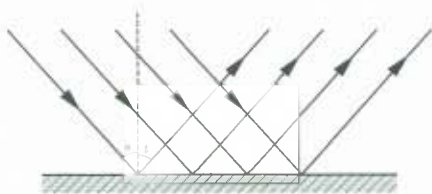
SAMENVATTING T2

Door lichtbreking kan *optisch bedrog* (gezichtbedrog) ontstaan.

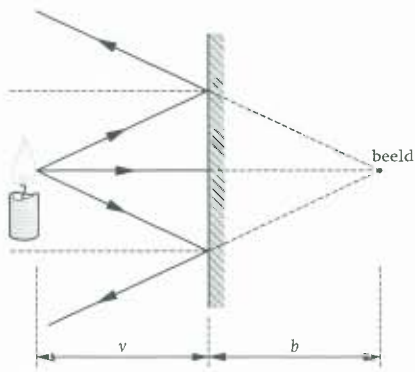
Bij lichtbreking door een dikke ruit ontstaat *evenwijdige verschuiving*. De uittredende straal loopt evenwijdig aan de invallende straal.

Als wit licht zó op een prisma valt dat het scherend uittreedt, blijkt het te zijn gesplitst in de kleuren van de regenboog. We noemen dit verschijnsel *kleurshift* of *dispersie*.

- 1 **a** Spiegelende terugkaatsing.
b Als het oppervlak 'spiegel'glad is.
c Een wateroppervlak, de motorkap van een auto, een glasplaat, het ijs op een sloot.
d De terugkaatsingswet.
e Hoek van inval is gelijk aan de hoek van terugkaatsing.
- 2 Zie figuur.

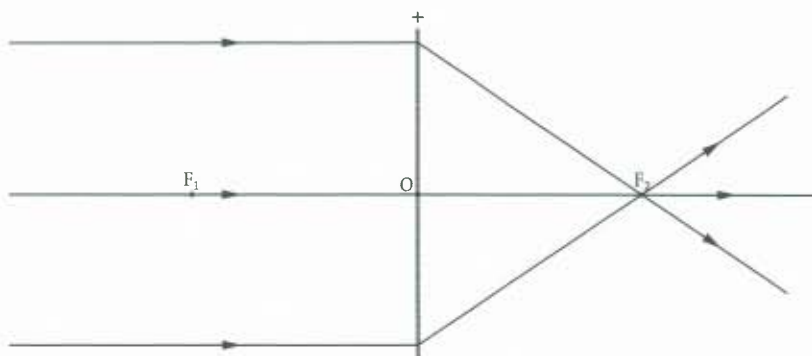


- 3 **ab** Zie figuur.



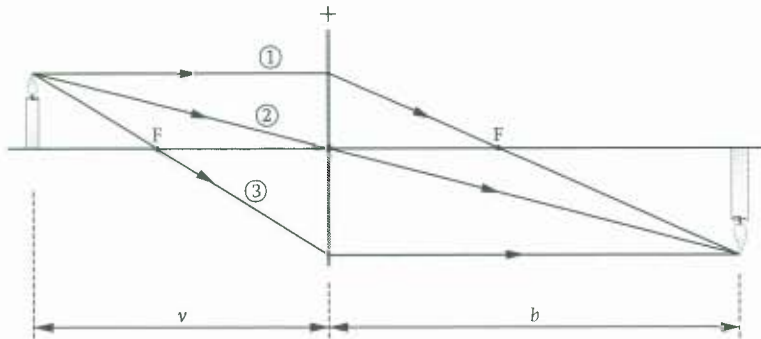
c $v = 2,3 \text{ cm}$ en $b = 2,3 \text{ cm}$.

- 4 **a** Holle en bolle lenzen.
bcd Zie figuur.



- e** Een convergerende bundel.
f Een divergerende bundel.

- 5 a 1 Een straal evenwijdig aan de hoofdas gaat door het brandpunt.
 2 Een straal door het optisch midden gaat recht door.
 3 Een straal door het brandpunt gaat na breking evenwijdig aan de hoofdas verder.
 bc Zie figuur.



- d $v = 3,9$ cm en $b = 5,4$ cm.
 e Dan wordt de beeldafstand groter.

ANTWOORDEN BLOK 4

P1

- 1 e Daar waar de straal de lens binnenkomt en daar waar de straal de lens verlaat.
 f Nee, stralen aan de rand worden sterker gebroken.
- 2 b Waar de stralen de lens verlaten.
 c Die gaan rechtdoor.
- 3 Conclusies:
 a Lichtstralen worden gebroken, als ze de lens *ingaan* en als ze de lens *verlaten*.
 b De breking is *niet* voor iedere lichtstraal hetzelfde.
 c Er treedt geen breking op als een lichtstraal *loodrecht invalt*.
- 4 d De straal wordt gebroken aan de ronde zijde; komt onder een kleinere hoek met de normaal uit de lens.
 e De straal valt daar loodrecht in.
- 5 a De straal wordt gebroken aan de rechte zijde; komt onder een grotere hoek uit de lens.
 cd De lichtstraal wordt teruggekaatst. De grenshoek is 42° .

6 Conclusies:

- a Breking vindt plaats bij het grensvlak tussen twee *verschillende* stoffen.
 b Als de hoek van inval gelijk is aan 0° , dan is de hoek van breking ook 0° .
 Anders gezegd: Als de lichtstraal het grensvlak loodrecht treft, gaat de straal *rechtdoor*.
 c Bij de overgang van lucht naar perspex is de hoek van breking *kleiner* dan de hoek van inval.
 d Bij de overgang van perspex naar lucht is de hoek van breking *groter* dan de hoek van inval.
 e Als de hoek van inval groter is dan de grenshoek, is er uitsluitend een *teruggekaatste* straal.

ANTWOORDEN BLOK 4

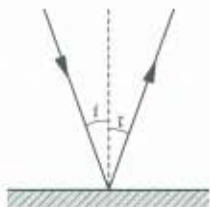
P2

- 1 a Het potlood lijkt gebroken.
 c De letters lijken dichterbij te liggen; hangt af van de hoek waaronder je kijkt.
 d Je ziet de lamp op een andere plek en gekleurd.
- 2 d Als de lichtstraal loodrecht invalt, gaat deze rechtdoor.
 e De lichtstraal wordt verschoven.
- 3 Conclusies:
 a Een lichtstraal gaat rechtdoor als *de straal loodrecht invalt*.
 b In andere gevallen lopen de invallende en de uittrekkende straal wel *evenwijdig*, maar zijn ten opzichte van elkaar verschoven.
- 4 d Rood, oranje, geel, groen, blauw en violet.

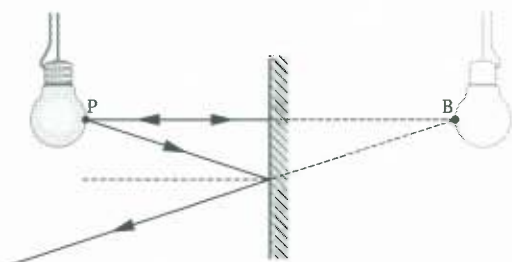
W0

1 a $\angle i = 16^\circ$

bcd Zie figuur.



2 abcd Zie figuur.

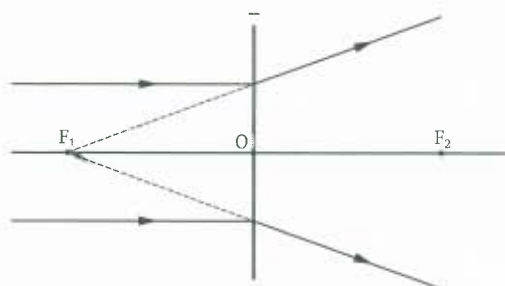


3 abc Zie figuur.

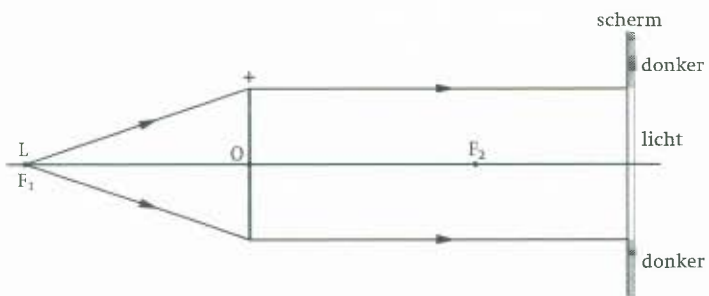


d Het oog valt buiten de teruggekaatste bundel.

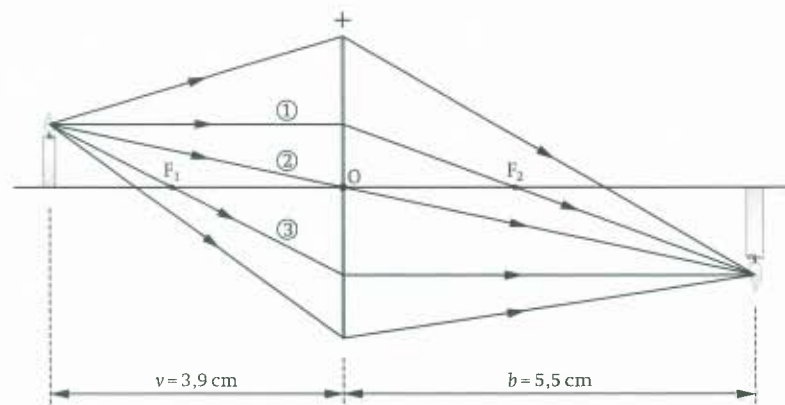
4 ab Zie figuur.



5 **ab** Zie figuur.

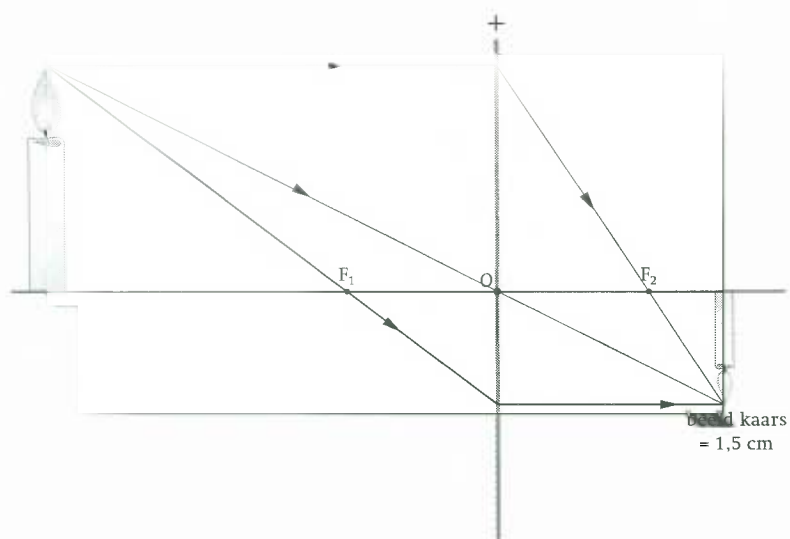


6 **abc** Zie figuur.

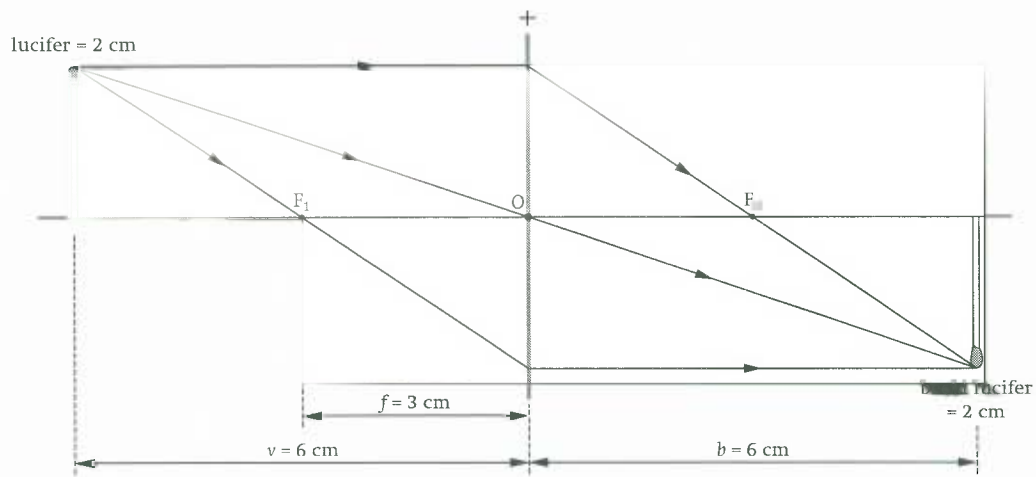


d Gelijk aan de brandpuntsafstand.

7 Zie figuur.



8 **abd** Zie figuur.



- c** $1/v + 1/b = 1/f \rightarrow 1/6 + 1/b = 1/3 \rightarrow$
 $1/b = 0,333 - 0,167 = 0,167 \rightarrow b = 1/0,167 = 6 \text{ cm}$
d $N = b/v = 6/6 = 1 \rightarrow$ lengte beeld is ook 2,0 cm

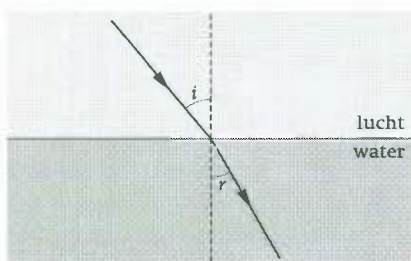
- 9 a** $v = 2,2 \text{ cm}$ en $b = 4,5 \text{ cm}$
b $1/v + 1/b = 1/f \rightarrow 1/2,2 + 1/4,5 = 1/f \rightarrow$
 $0,455 + 0,222 = 1/f \rightarrow 1/f = 0,677 \rightarrow f = 2,1 \text{ cm}$
c $N = b/v = 4,5/2,2 = 2,0$

- 10 a** $1/v + 1/b = 1/f \rightarrow 1/5 + 1/b = 1/7 \rightarrow 1/b = 1/7 - 1/5 =$
 $0,14 - 0,2 = -0,057 \rightarrow b = -17,5 \text{ cm}$
b $N = b/v = 17,5/5 = 3,5$
c lengte beeld = $3,5 \times 2,0 = 7,0 \text{ mm}$

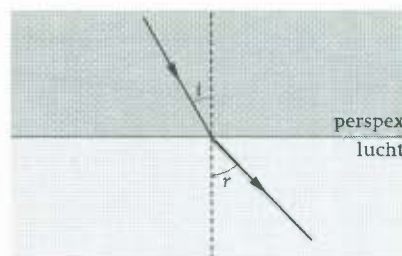
ANTWOORDEN BLOK 4

W1

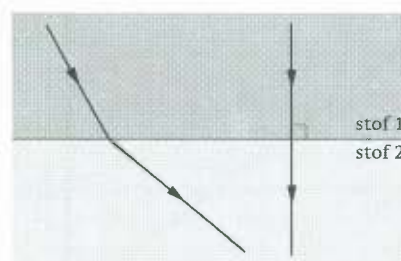
- 1 a** $\angle i = 40^\circ$
b Overgang naar optisch dichtere stof \rightarrow breking naar de normaal toe.
c Zie figuur.



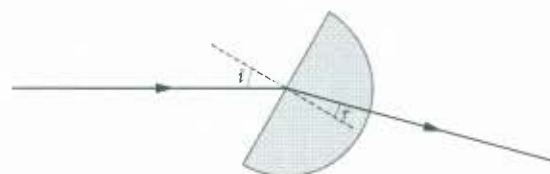
- 2 a** $\angle i = 30^\circ$
b Overgang naar optisch ijlere stof \rightarrow breking van de normaal af.
c Zie figuur.



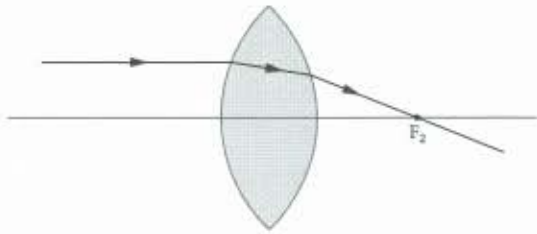
- 3 a** Uit de figuur blijkt overgang naar optisch ijlere stof \rightarrow lichtsnelheid in stof 2 is groter
b Zie figuur.



- 4 a** $\angle i = 30^\circ$
b Zie figuur.

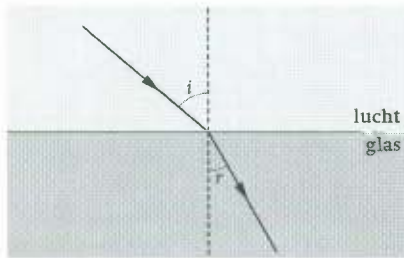


5 a Zie figuur.



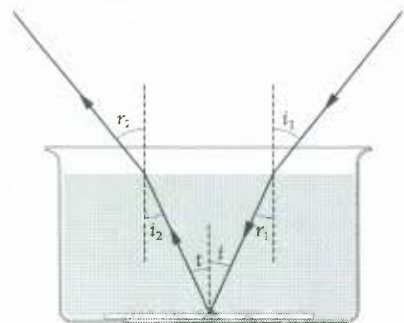
b In het brandpunt F_2 .

6 a Zie figuur.



b Overgang naar optisch dichtere stof → breking naar de normaal toe

7 abc Zie figuur.

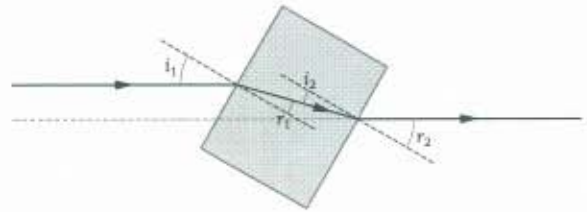


ANTWOORDEN BLOK 4

W2

1 a $\angle i = 30^\circ$

b Zie figuur.

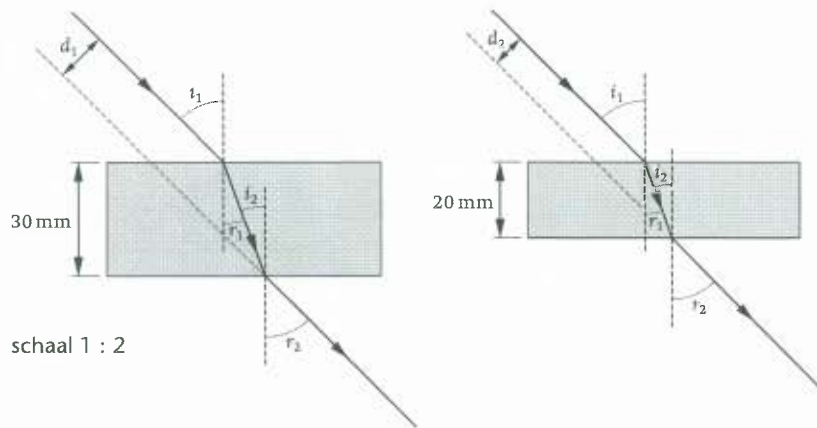


2 a Zie figuur.

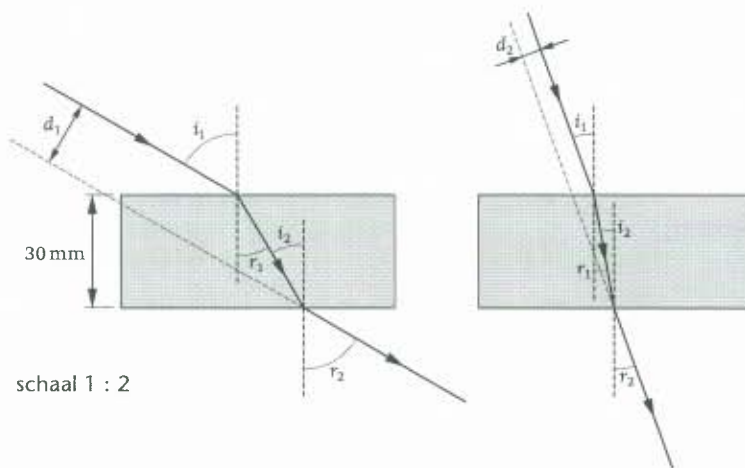


b $\angle i = 0^\circ$; het licht valt loodrecht in.

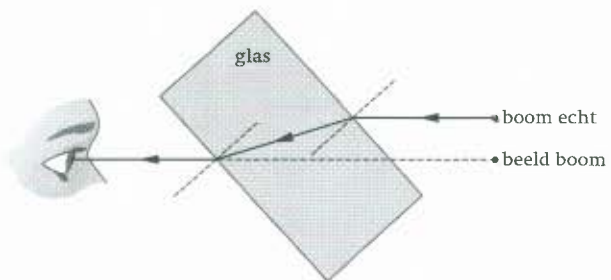
3 a Zie figuur.



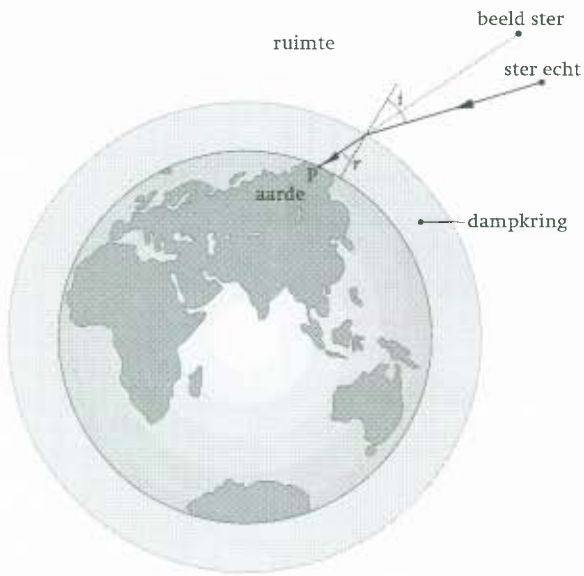
b Zie figuur.



4 Naar links; zie figuur.

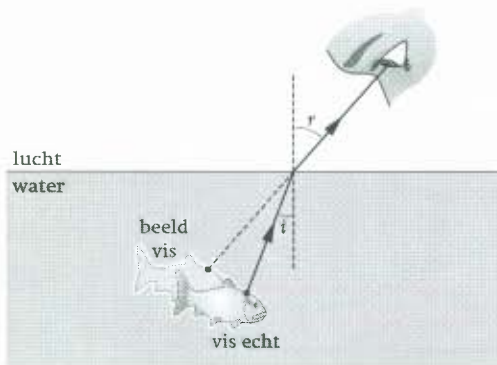


- 5 a De lichtsnelheid in vacuüm is groter dan in lucht
→ overgang naar optisch dichtere stof → breking
naar de normaal toe
b Zie figuur.

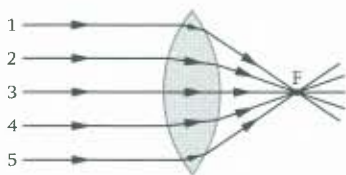


c Doordat de dichtheid van de atmosfeer verandert, verandert de breking en dus de plaats waar het licht van een ster vandaan lijkt te komen.

- 6 Achter de vis; zie figuur.

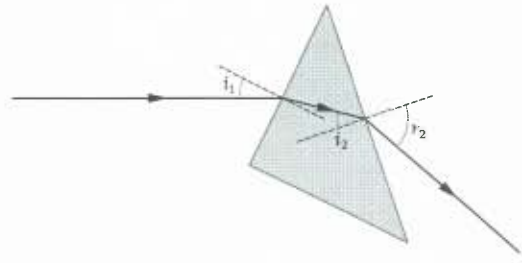


- 7 a Lichtstraal 3. Zie figuur.



- b Het brandpunt F_2 .
c Zie figuur.
d Omdat de hoek van inval groter is.

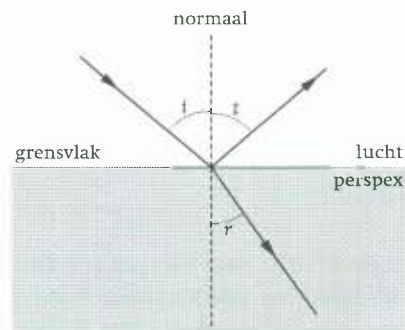
- 8 a $\angle i = 26^\circ$
b Zie figuur.



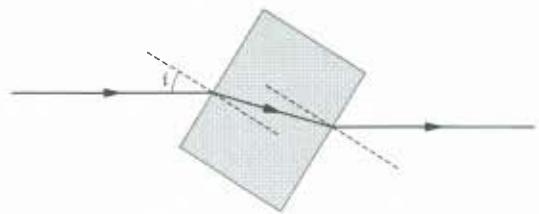
ANTWOORDEN BLOK 4

H1

- 1 Zie figuur.

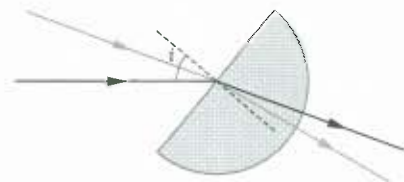


- 2 a Normaal.
b Zie figuur.

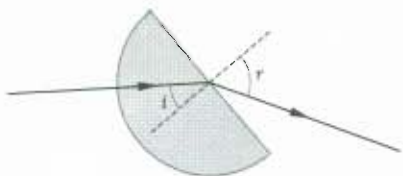


c Evenwijdig aan de invallende lichtstraal.

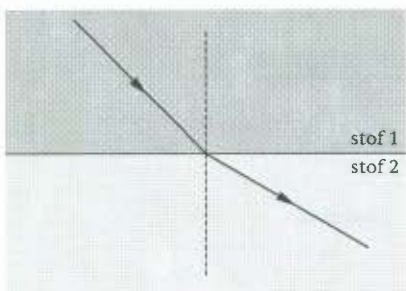
- 3 ab Zie figuur.



4 Zie figuur.



5 Zie figuur.



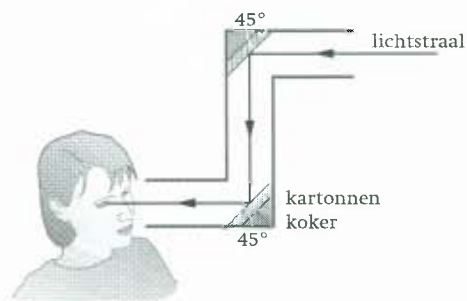
6 Straal 2; $\angle i = 0^\circ \rightarrow \angle r = 0^\circ$

7 Bij de overgang van lucht naar perspex zou breking naar de normaal toe moeten plaatsvinden; bij de overgang van perspex naar lucht van de normaal af.

ANTWOORDEN BLOK 4

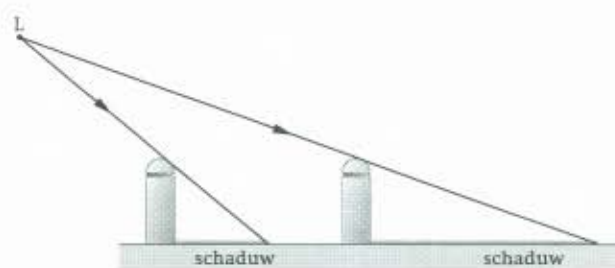
H2

1 Zie figuur.



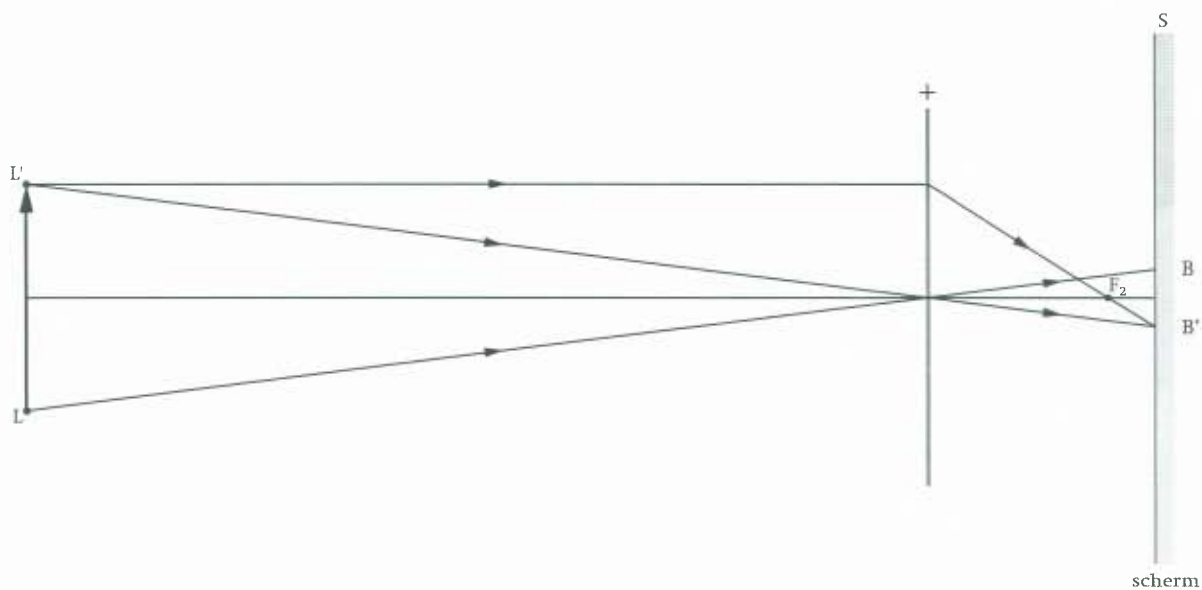
2 C. Zie W2 opgave 6.

3 Zie figuur.



$$4 \quad \frac{1}{v} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f} \rightarrow \frac{1}{32} + \frac{1}{20} = \frac{1}{f} \rightarrow 0,03125 + 0,05 = \frac{1}{f} \rightarrow \frac{1}{f} = 0,08125 \rightarrow f = 12,3 \text{ cm}$$

5 **ac** Zie figuur.



$$b \quad N = b/v = 3,0/12,0 = 0,25$$

6 B

Onderzoek naar de beeldvorming door een lens

OPEN ONDERZOEK

In dit extrastofblad ga je onderzoek doen naar de beeldvorming door een lens. Dit wordt een zogenaamd *open onderzoek*. Bij een open onderzoek moet zelf bepalen wat je gaat doen. Dat doe je aan de hand van de *onderzoeksvraag*. Het onderzoek moet antwoord geven op die vraag. Zo'n onderzoeksvraag kun je zelf opstellen. Het kan ook zijn dat de onderzoeksvraag gegeven is.

Aan de hand van de onderzoeksvraag moet je eerst een *meetplan* opstellen. In het meetplan moet staan:

- wat je gaat onderzoeken;
- hoe je dat onderzoek gaat uitvoeren (in stappen);
- welke spullen je daarvoor nodig denkt te hebben.

Daarna ga je het meetplan uitvoeren. Je kunt de meetresultaten weergeven in de vorm van een tabel of een grafiek. Het belangrijkste van het onderzoek is de *conclusie*. Die moet antwoord geven op de onderzoeksvraag.

In dit extrastofblad is de onderzoeksvraag:

Hoe hangen de vergroting en de beeldafstand af van de plaats van het voorwerp?

Maak nu eerst een meetplan (zie aanwijzing 1).

Leg je meetplan voor aan je docent.

Voer (na goedkeuring) het meetplan uit.

Noteer je meetresultaten in de vorm van een tabel of grafiek.

Trek een conclusie uit je metingen.

Maak van dit practicum een verslag (zie aanwijzing 2).

AANWIJZING 1

Je gaat dus voor verschillende voorwerpsafstanden de plaats van het beeld (de beeldafstand) en de grootte van het beeld bepalen. Dit moet in je meetplan staan:

- hoe je bij verschillende voorwerpsafstanden de beeldafstand bepaalt;
- hoe je bij verschillende voorwerpsafstanden de beeldgrootte bepaalt.

Dat kun je doen met een helder lampje (de gloeidraad is het voorwerp), een lens en een scherm. Voor het meten heb je een liniaal nodig.

AANWIJZING 2

Uit het verslag van een onderzoek moet blijken:

- wat er onderzocht is;
- hoe dit gedaan is;
- wat de resultaten van het onderzoek zijn.

Het verslag moet dus bestaan uit het meetplan, een presentatie van de meetresultaten en de conclusie. Uiteraard moet in het verslag ook staan wie het onderzoek heeft uitgevoerd en wanneer dat gebeurd is.

ANDERE MOGELIJKHEDEN VOOR OPEN ONDERZOEK

- 1 Een ijsberg drijft in de poolzee. De ijsberg smelt. Onderzoeksvraag: zal het waterpeil stijgen, dalen of gelijkblijven als de ijsberg smelt? Bedenk een proef op kleine schaal waarmee je je antwoord kunt controleren. Maak een meetplan en voer dit (eventueel thuis) uit.
- 2 Met een telescoop (letterlijk 'ver-kijker') is het mogelijk om een vergroot beeld te krijgen van de maan, de zon, planeten en sterrenstelsels. Zo'n kijker is opgebouwd uit twee lenzen (eigenlijk lenzenstelsels). Het licht van deze ver-verwijderde objecten (voorwerpen) valt op het *objectief*. Je kijkt naar deze voorwerpen door het *oculair*. Zoek informatie (tekst en plaatjes) bij elkaar over de werking van een telescoop. Leg met behulp van deze informatie de werking van de telescoop uit. Onderzoek met een model waar de vergroting bij een telescoop van afhangt. Maak van dit *open onderzoek* een werkstuk.