

Blok 2 Lichtbeelden

INHOUD

	PRACTICUM
P1	KIJKEN MET LENZEN
P2	DIA'S OP EEN SCHERM
P3	VAN VOORWERP NAAR BEELD
P4	LICHTSTRALen DOOR EEN LENS
P5	HET FOTOTOESTEL
P6	HET OOG

	BASISSTOF
TW1	KIJKEN MET LENZEN
TW2	DIA'S OP EEN SCHERM
TW3	VAN VOORWERP NAAR BEELD
TW4	LICHTSTRALen DOOR EEN LENS
TW5	HET FOTOTOESTEL
TW6	HET OOG

	HERHAALSTOF
H1	NIEUWE BEGRIPPEN
H2	AFBEELDEN
H3	APPARATEN MET LENZEN

	EXTRASTOF
E1	BRILLEN
E2	DIEPTE IN EEN PLAT VLAK
E3	OEFENVRAGEN EN OPGAVEN

TIJDSINDELING

P1, T1, W1	1 lesuur
P2, T2, W2	1 lesuur
P3, T3, W3	1 lesuur
P4, T4, W4	1 lesuur
P5, T5, W5	1 lesuur
P6, T6, W6	1 lesuur
D-toets	1 lesuur
H/E-stof	2 lesuren
E-toets	1 lesuur
totaal	10 lesuren

ALGEMEEN

In blok 2 worden de eigenschappen van een lens besproken aan de hand van de werking van een fotocamera. Aan de orde komen de constructie van het beeld met behulp van drie bijzondere lichtstralen en de berekening van de vergroting. Verder worden de toepassing van de lens in een diaprojector en de werking van het oog vergeleken met de fotocamera en komen enkele oogafwijkingen aan de orde.

BASISVORMING

Aan de orde komen de volgende kerndoelen uit domein E 'Beeldvorming': E 11.1, E 11.2, E 11.3, E 11.4 en E 11.5.

BIJ BLOK 2

P1

Het doel van dit practicum is dat leerlingen zien wat een lens doet. Ze bekijken het afbeelden met een lens. Ze zien apparaten waarin lenzen in gebruikt worden.

Benodigd materiaal per groepje leerlingen):

- een lens met een brandpuntsafstand van 10 cm.
- zon, stuk zwart papier
- felle lamp vóór in de klas, liefst met duidelijke gloeidraad

Tip 1: Als de klas niet naar buiten kan, is voor opdracht 5 ook een flinke lamp te gebruiken. Het samenbrengen van het licht is dan wel zichtbaar te maken, het in brand steken van het papier is uiteraard niet mogelijk. Eventueel op de hand laten voelen. Het lichtvlekje wordt wel voelbaar warmer.

Tip 2: Laat de stralengang van een overheadprojector zonder kap zien. Met de felle lichtbundel van de projector is een zwart stukje papier aan het roken te krijgen.

In de klas: enkele apparaten met lenzen erin. De leerlingen moeten deze apparaten tekenen (opdracht 7). Laat ze ook de plaats van de lens (of lenzen) tekenen! Mogelijke apparaten: diaprojector (komt in PTW2 aan de orde), fototoestel (PTW5), bril (PTW6). Leuk is ook een telescoop (doorheen laten kijken), een verrekijker en/of een overheadprojector.

BIJ BLOK 2

P2

In dit practicum onderzoeken de leerlingen het afbeelden van een dia. Eerst voordoen:

- Diabeeld groter, scherm verder weg zetten, lens naar dia toe verschuiven.
- Diabeeld kleiner, scherm dichterbij zetten, lens van dia af verschuiven.

Zelf bekijken de leerlingen wat er in een diaprojector zit, hoe ze een dia in de projector moeten zetten, wat de condensorlens doet, hoe je scherp moet afbeelden. Er wordt ook aan de voorwerpsafstand en de beeldafstand gemeten. Deze termen worden in T2 geïntroduceerd. De vergroting wordt nog niet uitgerekend, maar de leerlingen meten wel de grootte van voorwerp en beeld op.

Benodigd materiaal:

Proef 1 en 2: diaprojector en projectiescherm

Proef 3: optische rail met schaalverdeling; een lichtbron; condensorlens in houder (bijvoorbeeld $f = 10$ cm); diahouder met dia (bijvoorbeeld met letter L); projectielens in houder (bijvoorbeeld $f = 10$ cm); scherm met houder

BIJ BLOK 2

P3

Onderzocht wordt het afbeelden zonder en met lens. Bij een camera obscura bepaalt de grootte van het diafragma de scherpte van het beeld. De leerling gaat na dat het beeld op z'n kop staat door de rechthoekige voortplanting van het licht.

Een lens brengt de lichtstralen bij elkaar en kan nu steeds voor een scherp beeld zorgen. Er wordt weer geoefend met voorwerpsafstand en beeldafstand.

Kan als demonstratie. Het is wel nodig dat de leerlingen zien dat bij een camera obscura een vage afbeelding op z'n kop ontstaat. Het is mogelijk de leerlingen zelf een camera obscura te laten maken met de werktekening uit P0 van blok 3 in het practicumboek van 2mhv Natuurkunde (blz. 25).

De leerlingen tekenen na elke demonstratie de stralengang in het werkboek.

Benodigd materiaal:

- Camera obscura: eventueel zelf te maken van multiplex met de hiervoor genoemde bouwtekening. Maak een voorziening waardoor er makkelijk lenzen voor geschoven kunnen worden.
- Lens $f = 10$ cm, die vóór de camera bevestigd kan worden.
- Lamp vóór in de klas, liefst met duidelijke gloeidraad.

BIJ BLOK 2

P4

Via het maken van de drie soorten lichtbundels worden de beide brandpunten van een bolle lens bepaald. Daarna wordt het brandpunt van een bollere lens bepaald.

Benodigd materiaal: (per groepje van 2 leerlingen):
Proef 1: optische rail met schaalverdeling; een lichtbron;

condensorlens in houder (bijvoorbeeld $f = 10$ cm); diahouder met dia (bijvoorbeeld met letter L); projectielens in houder (bijvoorbeeld $f = 10$ cm); scherm met houder

Proef 2 en 3: lichtkastje met scherm of met drie spleten of optische rail met traliedia, lens ($f = 10$ cm) en scherm; tekenvel waarop de omtrek van twee verschillende bolle lenzen staat aangegeven, ook de hoofdas van de lens moet voorgetekend zijn.

Let bij het maken van het tekenvel erop dat rechts van de lens evenveel ruimte is als links om in proef 2c ook de ligging van het tweede brandpunt te kunnen bepalen.

BIJ BLOK 2

P5

Met een fototoestel wordt onderzocht hoe je scherp stelt op een voorwerp ver weg en dichtbij. Vervolgens wordt de werking van het diafragma bekeken. Ten slotte wordt de werking van een groothoeklens en een telelens onderzocht.

Benodigd materiaal:

- camera met verwisselbare lenzen: normale lens, groothoeklens en telelens.

BIJ BLOK 2

P6

Ooglens, netvlies en pupil worden vergeleken met cameralens, film en diafragma. Door eenvoudige proefjes wordt nagegaan:

- dat ons oog een voorwerp ver weg en dichtbij scherp kan zien;
- waar de blinde vlek op het netvlies ligt;
- dat de grootte van de oogpupil verandert met de hoeveelheid opvallend licht.

BIJ BLOK 2

T1

Inleiding op het blok. Waar gebruikt men lenzen voor? Aan de orde komen het vergrootglas, het brandglas en lenzen in apparaten. Belangrijk is dat duidelijk wordt dat een (bolle) lens de lichtstralen naar elkaar toe buigt.

BIJ BLOK 2

T2

Het afbeelden van dia's op een scherm wordt geëfend. Voorwerpsafstand en beeldafstand worden geïntroduceerd, evenals de vergroting.

BIJ BLOK 2

T3

Bij een camera obscura *zonder* lens wordt elk punt afgebeeld als een vlekje. Er ontstaat een omgekeerd beeld (door de rechte lijnige voortplanting van het licht). Met een kleiner diafragma wordt het beeld iets scherper, maar ook minder lichtsterk.

Bij een camera *mèt* lens kan zowel een punt ver weg als dichtbij scherp worden afgebeeld.

Voorwerps- en beeldafstand komen weer ter sprake, alsmede de regel: Als v groter wordt zal b kleiner worden; als v kleiner wordt zal b groter worden.

Bij een camera is de vergroting altijd kleiner dan 1.

BIJ BLOK 2

T4

In dit theorieblad worden de belangrijkste eigenschappen van een bolle lens nog eens op een rij gezet: hoofdas, optisch midden, de brandpunten en de brandpuntsafstand (bij minder en méér bolle lenzen). Ook hoe je een lens schematisch weergeeft. En de convergerende werking die ervoor zorgt, dat elk voorwerpspunt scherp kan worden afgebeeld (bij de juiste lensafstand).

BIJ BLOK 2

T5

Hierin worden de belangrijkste eigenschappen van het fototoestel nog eens samengevat:

- het scherpstellen bij verkleining van de voorwerpsafstand;
- het aanpassen van de hoeveelheid naar de film door gelaten licht met behulp van het diafragma;
- de toepassing van een telelens (grote brandpuntsafstand f): groter beeld dan normale lens;
- de toepassing van een groothoeklens (kleine f) voor een kleiner beeld, waarbij echter een groter gedeelte van het voorwerp wordt gefotografeerd.

BIJ BLOK 2

T6

Hierin worden de belangrijkste eigenschappen van het oog samengevat: de overeenkomst tussen ooglenzen, pupil en netvlies enerzijds en cameralens, diafragma en film anderzijds. Het scherp zien bij verschillende voorwerpsafstanden door het accommodatievermogen van ons oog.

Heel summier worden oudziendheid en verziendheid besproken. Ten slotte wordt herhaald dat de grootte van de oogpupil verandert met de hoeveelheid opvallend licht.

BIJ BLOK 2

H1

Hierin worden de voornaamste eigenschappen van lenzen (nieuwe begrippen uit het blok) herhaald. Ook de voornaamste begrippen die bij lenzen horen (v , b , F , f en O).

BIJ BLOK 2

H2

Hierin worden de hoofdzaken van de beeldvorming in de camera *zonder* lens en de camera *mèt* lens herhaald. Ook de stralengang bij fototoestel, diap projector en het oog.

BIJ BLOK 2

H3

Hierin worden de belangrijkste eigenschappen van het vergrootglas, het fototoestel, de diap projector en het oog door middel van zeven vragen herhaald.

BIJ BLOK 2

E1

In deze extrastof worden oudziendheid, verziendheid en bijziendheid besproken. Ook de sterkte van een lens in dioptrieën en de holle lens komen ter sprake. De leerling moet de brandpuntsafstanden bepalen van de negatieve lenzen van een bril.

BIJ BLOK 2

E2

Hierin wordt het zien van diepte in perspectivische tekeningen en stereofoto's besproken. Ook het zien en zelf maken van 3D-plaatjes komen ter sprake.

BIJ BLOK 2

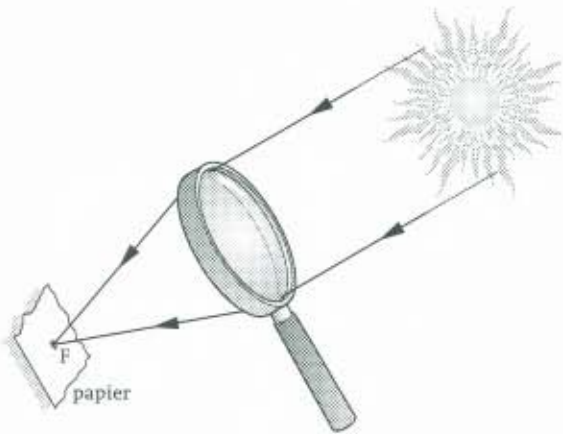
E3

In deze extrastof vijf vraagstukken over lenzen. De moeilijkheidsgraad ervan is meestal iets groter dan van de vragen in de W-bladen.

ANTWOORDEN BLOK 2

P1

- 1 Je moet het vergrootglas vlak boven de postzegel houden. Je moet door de lens kijken.
- 2 Op iets minder dan de brandpuntsafstand boven de postzegel.
- 3 Een vaag beeld.
- 4 Een verkleind beeld op z'n kop.
- 5 Zie figuur.



- 6 **a** Het licht komt samen in een klein vlekje.
b Je ziet de afbeelding van de zon (of lamp).
- 7 Zie figuur.



diaprojector



fototoestel



bril



telescoop
(sterrenkijker)



verrekijker

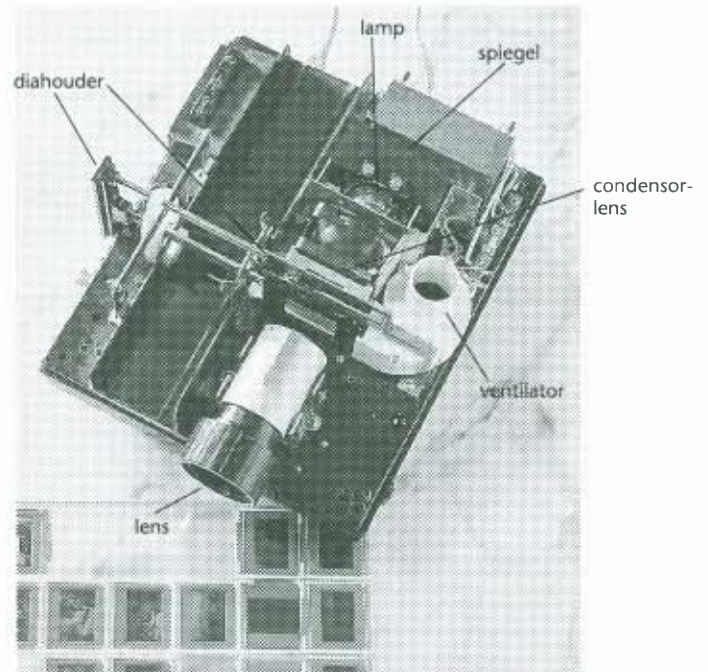


overheadprojector

ANTWOORDEN BLOK 2

P2

- 1 **a** Voor een groter beeld moet:
 - het scherm verder weg;
 - of de diaprojector verder weg;
 - de lens dichterbij;**b** Zonder lens zie je vage kleuren.
c De lens vormt een scherp beeld van de dia.
- 2 **a** Zie figuur.



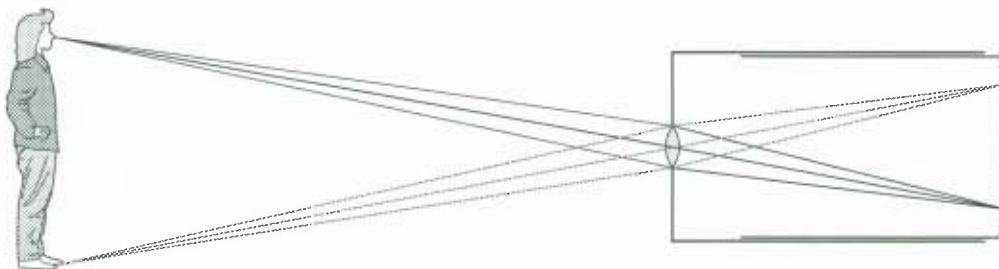
- b** De projectielamp geeft veel warmte. Lens en dia moeten gekoeld worden.

- 3 **a** De dia moet op z'n kop in de projector.
b Zonder lens A is het beeld veel minder lichtsterk.
c Lens B moet van de dia af, dus naar het scherm toe worden verschoven.
d Het beeld is kleiner geworden.
- 5
 - Om een groter beeld te krijgen, moet je het scherm *verder weg* zetten.
 - De lens moet je dan *dichterbij* de dia zetten.
 - De afstand tussen de dia en de lens wordt *kleiner*.
 - De afstand tussen de lens en het scherm wordt *groter*.

- 1 **a** Vage lichtvlekken.
b – Het beeld wordt scherper.
 – Het beeld wordt ook lichtzwakker (donkerder).
- 2 **ab** Zie figuur 11 op blz. 50 van T3.
c De lichtstralen kruisen elkaar in de opening, het licht plant zich rechtlijnig voort.
d Een punt van het voorwerp wordt als een vlekje afgebeeld.
ef De vlekjes worden kleiner, dus het beeld wordt scherper.
g Er valt minder licht op het scherm, het beeld is lichtzwakker.
h Met een camera zonder lens wordt een punt (bijvoorbeeld het puntje van je neus) afgebeeld als een vlekje.

Opmerking: De vragen 4, 5 en 6 in het practicumboek zijn verkeerd genummerd. Het moeten zijn de vragen 3, 4 en 5.

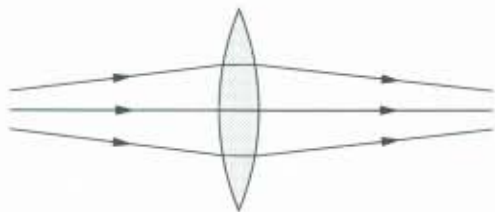
- 3 **a** Nu kun je wel een scherp beeld krijgen.
b De afstand van de lamp tot aan de lens.
d De afstand van de lens tot aan het scherm.
- 4 **a** Het beeld van het voorwerp op z'n kop.
b – Je moet de doos naar *binnen* schuiven.
 – De voorwerpsafstand werd *groter*.
 – De beeldafstand werd *kleiner*.
- 5 **ab** Zie figuur.



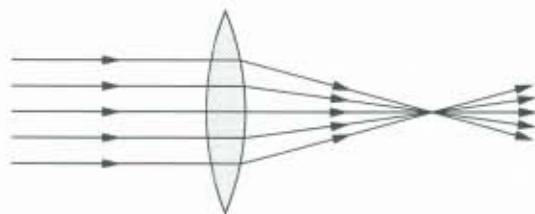
ANTWOORDEN BLOK 2

P4

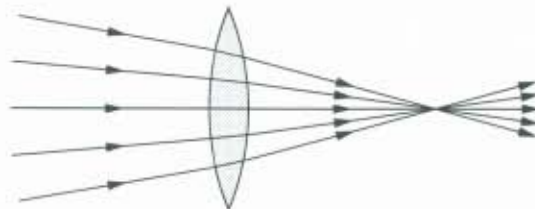
1 b Zie figuur.



c Zie figuur.

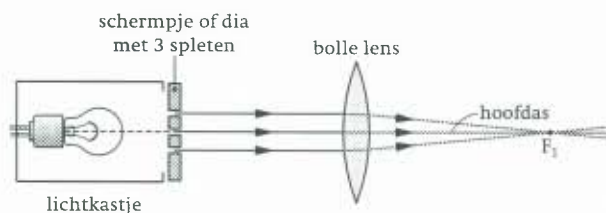


d Zie figuur.

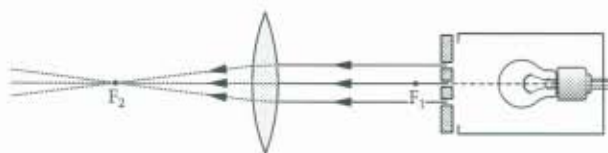


e Een bolle lens buigt de lichtstralen sterker naar elkaar toe.

2 a Zie figuur.

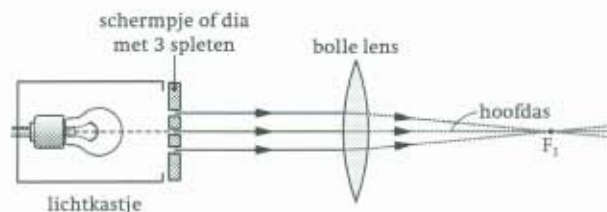


c Zie figuur.



e Beide afstanden zijn gelijk.

3 ab Zie figuur.



c Beide afstanden zijn weer gelijk, maar kleiner dan bij de minder bolle lens in vraag 2e.

d Bij een bollere lens liggen de brandpunten *dichter* bij het midden van de lens.

- 4
- Een bolle lens brengt de lichtstralen *naar elkaar toe*.
 - Een bolle lens heeft *twee* brandpunten.
 - Het brandpunt vind je met *evenwijdig* lopende lichtstralen.
 - Hoe *bollere* de lens, hoe *korter* de afstand van het midden van de lens tot een brandpunt.

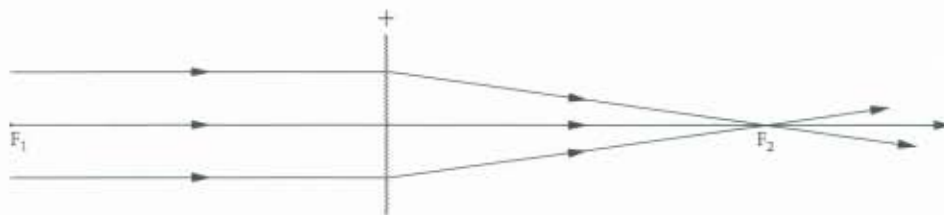
- 1 a Door de afstand van de lens tot de film te veranderen.
 b Je ziet een heel onscherp beeld.
 c Om een scherp beeld te krijgen moet de lens naar voren (van de film af) verschoven worden.

- 2 a Zie figuur.

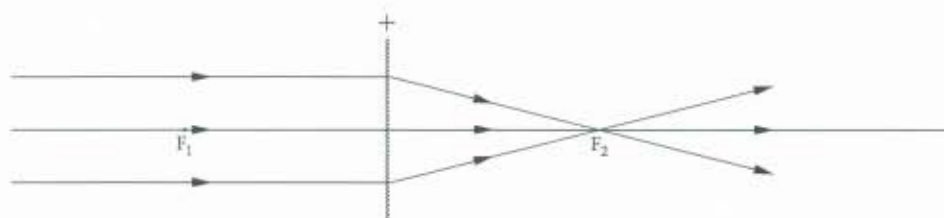


- b De beeldafstand (zie boven) is 15,5 mm.
 c Er ontstaat een onscherp beeld op de film: elk voorwerpspunt wordt afgebeeld als een rondje.
 d De beeldafstand is 21 mm.
 e $21 \text{ mm} - 15,5 \text{ mm} = 5,5 \text{ mm}$
- 3 a Als je aan de diafragma ring draait, verandert de grootte van het diafragma (dus: de hoeveelheid licht die door de lens op de film kan vallen).
 b Bij diafragma getal 22 wordt er maar heel weinig licht doorgelaten (zie blz. 55 van T5 figuur 27 links). Gaande naar een kleiner diafragma getal wordt de lens opening steeds groter (zie blz. 55 van T5 figuur 27 rechts).
 c Als de opening groter is, valt er *meer* licht op de film.

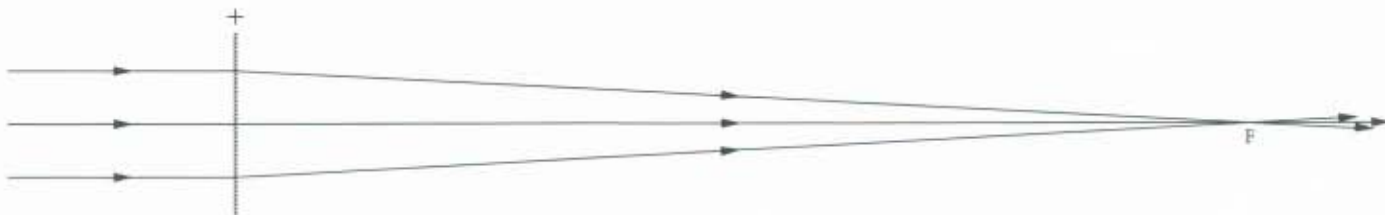
- 4 ab Zie figuur.



- cd Zie figuur.



ef Zie figuur.



g Een groothoeklens heeft een kleinere brandpuntsafstand dan de standaardlens. Een telelens heeft een grotere brandpuntsafstand dan de standaardlens.

5 a Met een groothoeklens komt er een groter deel van het onderwerp op de film. Daardoor wordt het deel van het onderwerp dat je met de standaardlens ziet wel kleiner afgebeeld (vergelijk blz. 55 van T5 figuur 28a en 28c).

b De gezichtshoek van het onderwerp dat op de film komt, is groter.

c Met een telelens komt er een kleiner deel van het onderwerp op de film. Daardoor wordt het deel van het onderwerp dat je met de standaardlens ziet nu groter afgebeeld (vergelijk blz. 55 van T5 figuur 28a en 28b).

d Als je iets wilt fotograferen waar je niet genoeg dichtbij kunt komen.

c Zie figuur.



4 Op de blinde vlek van je netvlies.

5 In het donker zijn je pupilopeningen groter geworden. Als het licht aangaat, zie je je pupilopeningen kleiner worden.

6 a De ooglenzen zorgt ervoor dat we bij verschillende afstanden van het voorwerp tot ons oog toch een scherp beeld kunnen vormen.

b Het netvlies geeft het beeld dat de ooglenzen erop vormt door naar de hersenen. Want in onze hersenen ontstaat de eigenlijke gewaarwording van het zien.

c De pupil regelt de hoeveelheid licht die via de ooglenzen wordt doorgegeven naar het netvlies.

ANTWOORDEN BLOK 2

P6

2 a oog = fototoestel

ooglenzen = cameralelens

netvlies = film

pupil = diafragma

b Je kunt de letters scherp blijven zien tot het boek op ongeveer 20 cm van je ogen is genaderd. De letters worden duidelijker (groter) afgebeeld naarmate het boek dichterbij komt.

c Die afstand is ca. 20 cm van je ogen.

3 a Zie figuur.



b Zie figuur.



ANTWOORDEN BLOK 2

W1

1 Een lens is een rond geslepen stuk glas. Een positieve lens is in het midden dikker dan aan de randen, een negatieve lens is in het midden dunner dan aan de randen.

2 1 een lens als vergrootglas (loep)

2 een lens als brandglas

3 een lens in een apparaat dat iets afbeeldt

3 1 loep

2 verrekijker

3 diap projector

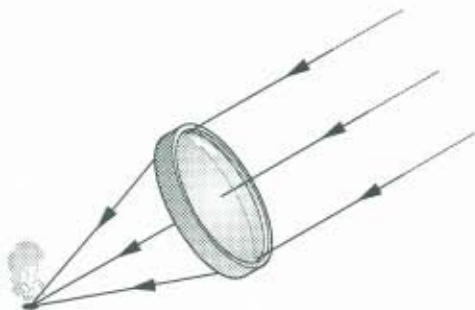
4 fototoestel

5 vergrotingsapparaat

6 bril

7 overheadprojector

4 **ab** Zie figuur.



c Als je in dat punt een voorwerp houdt, kan het in brand vliegen.

d Een brandglas brengt de lichtstralen naar elkaar toe.

5 **a** De lichtstralen kruisen elkaar in het midden van de lens, omdat licht zich rechtlijnig voortplant.

b Om een scherp beeld te vormen. Een punt op de dia is weer een punt op het scherm.

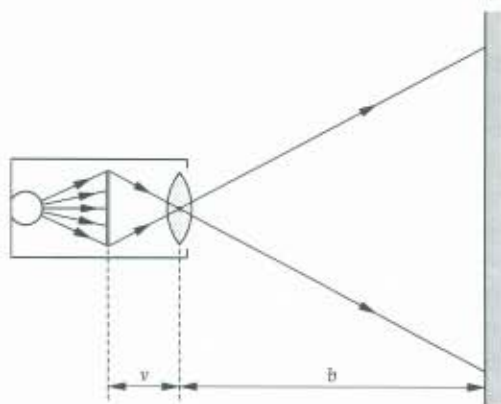
ANTWOORDEN BLOK 2

W2

1 **ab** – een lamp om de dia te verlichten
 – Een (holle) spiegel achter de lamp om zoveel mogelijk licht richting lens te sturen
 – Een condensorlens (tussen lamp en dia) om zoveel mogelijk licht op de dia te concentreren: anders wordt het beeld op het scherm te lichtzwak.
 – De diahouder met de dia als voorwerp
 – Een projectielens om de dia af te beelden (zie P2 vraag 2)

2 *Opmerking:* verwijzing is verkeerd: in opgave 2 moet staan: figuur 8 en niet figuur 10.

ac Zie figuur.



b $v = 0,9$ cm

d $b = 4,0$ cm

3 **a** Aan de lens.

b De lens zet het beeld op z'n kop.

c Dat zijn dezelfde kleuren als van de dia.

4 1 Het scherm verplaatsen.

2 De lens verdraaien.

5 **a** $v = 0,9$ cm

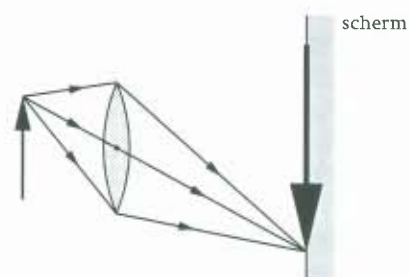
b $b = 4,0$ cm

c hoogte van de dia = $1,0$ cm

d hoogte van het beeld = $4,4$ cm

e vergroting = grootte beeld/grootte voorwerp = $4,4/1,0 = 4,4$

6 **ab** Zie figuur.



7 *Opmerking:* In de tekst bij figuur 10 en in de tweede regel van opgave 7 moet 'dichterbij' worden vervangen door 'verder weg'. Bovendien zijn het scherm en de pijl in figuur 10 niet op de goede plaats getekend.

a De lichtstralen uit de punt komen niet op het scherm bij elkaar maar ervoor.

b De lens moet naar het voorwerp toe worden verschoven. Kleinere voorwerpsafstand, grotere beeldafstand.

ANTWOORDEN BLOK 2

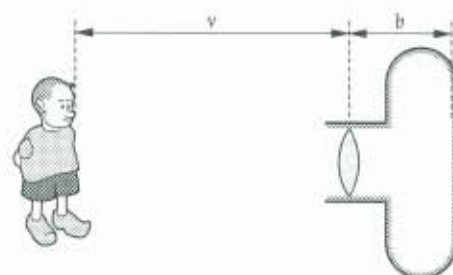
W3

1 **a** De lens zodanig verschuiven dat het beeld op de film scherp is.

b Ook als een puntje (de foto is scherp).

c Het negatiefbeeld op de film staat op z'n kop. Als je dit afdruckt, hoef je het beeld alleen maar recht te draaien.

2 **abc** Zie figuur.

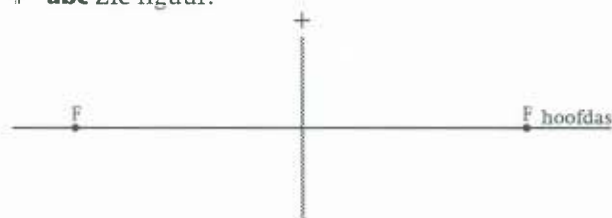


- 3 **a** Het diafragma.
b Dan laat de lens minder licht door. Het beeld wordt dan lichtzwakker.
- 4 Om van voorwerpspunten op allerlei afstanden steeds een scherp beeld op de film te kunnen vormen.
- 5 **a** Omdat het licht zich rechtlijnig voortplant.
b Omdat elk voorwerpspunt wordt afgebeeld als een rondje.
- 6 **a** Omdat het licht zich rechtlijnig voortplant.
b Omdat de lens zodanig is opgesteld dat bij elk punt van het voorwerp een apart beeldpunt op de film ontstaat.
c In de figuur op (onbekende) schaal is de grootte van het voorwerp 22 mm.
d In de figuur op (onbekende) schaal is de grootte van het beeld 8 mm.
e De vergroting is $22 : 8 = 2,75$.

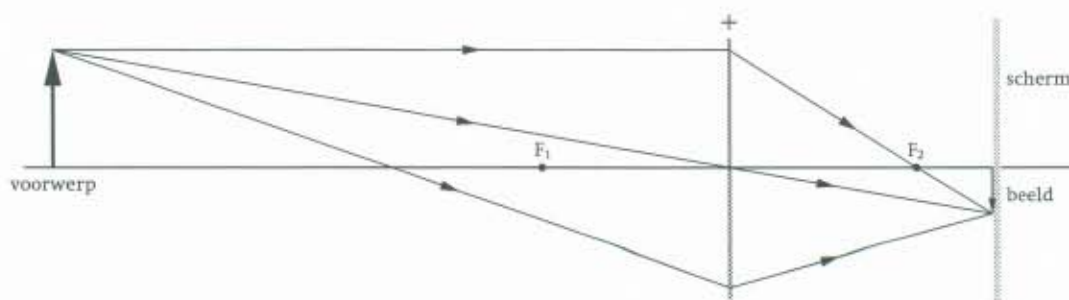
ANTWOORDEN BLOK 2

W4

- 1 **abc** Zie figuur.



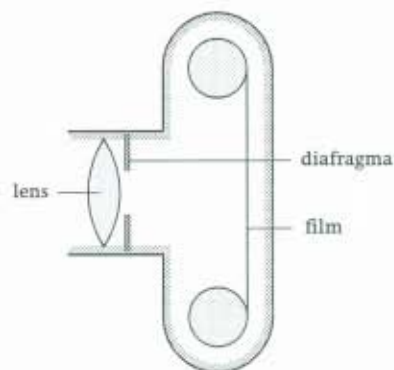
- 2 De lens met de kortste brandpuntsafstand (2 cm) is het bolst.
- 3 **a** Door op de lens een lichtbundel evenwijdig aan de hoofdas te laten vallen.
b Bepaal de afstand tussen het optisch midden van de lens en het brandpunt.
- 4 **a** De brandpuntsafstand is 1,5 cm.
b De voorwerpsafstand is 3,5 cm.
c De beeldafstand is 2,8 cm.
- 5 **a** De voorwerpsafstand v is 9,0 cm; de beeldafstand b is 3,5 cm; de brandpuntsafstand $f = 2,5$ cm.
b Door het + teken boven de lens.
c Zie figuur.



ANTWOORDEN BLOK 2

W5

- 1 **ab** Zie figuur.



- 2 **a** Om van elk punt van het voorwerp een scherp beeldpunt op de film te vormen.
b Om de hoeveelheid licht te regelen die via de lens wordt doorgelaten naar de film. (Dat bepaalt dan weer de belichtingstijd die je moet kiezen.)
c Omdat het beeld alleen met een film kan worden vastgelegd.
d - Door verplaatsen van de lens zorgen dat het voorwerp een scherp beeld op de film geeft.
 - Het diafragma aanpassen aan de gewenste belichtingstijd of de belichtingstijd aanpassen aan het gewenste diafragma.
 - De keuze van het juiste moment en een originele kijk op het te fotograferen object zijn óók erg belangrijk. Langere ervaring en oog voor beeldende vorming zijn hiervoor onontbeerlijk.

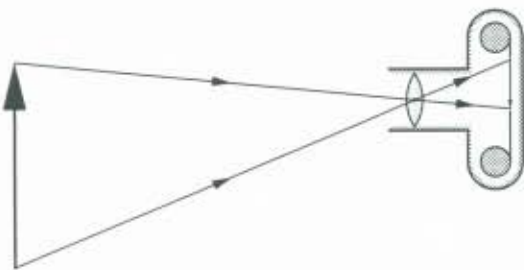
- 3 a** De telelens is de lens met de grootste brandpuntsafstand: $f = 135 \text{ mm}$.
b Als je iets dat ver weg is of iets dat klein is, groter wilt afbeelden (bijv. een toren in de verte of een gevelsteen op grotere hoogte in een muur).
c De lens met de kleinste brandpuntsafstand: $f = 28 \text{ mm}$.
d Als je een groter gedeelte van het onderwerp wilt vastleggen dan met de standaardlens mogelijk is. Bijvoorbeeld: Je wilt de hele voorgevel van een gebouw fotograferen, maar je kunt niet voldoende naar achteren om die hele gevel met de standaardlens te fotograferen. Met een groothoeklens kan het dan wel lukken om de hele voorgevel vast te leggen.

- 4 ab** Zie figuur.



- c** – Het beeld staat op z'n kop ten opzichte van het voorwerp;
 – Het beeld is kleiner dan het voorwerp.
d Het beeld op de film in het toestel stond op z'n kop. Maar na ontwikkelen en afdrukken van een foto kun je die natuurlijk in de normale stand van het voorwerp houden.

- 5 ab** Zie figuur.



- c** Het beeld van de pijl op de film is veel groter dan bij de standaardlens (in W5 figuur 30).

ANTWOORDEN BLOK 2

W6

- 1 ab** – de lens: om het voorwerp scherp op de film af te beelden
 – het diafragma: om de hoeveelheid licht te regelen die door de lens wordt doorgelaten naar de film
 – de sluiters: om te bepalen hoe lang het licht naar de film wordt doorgelaten
cd – de pupil: om te bepalen hoeveel licht door de lens wordt doorgelaten naar het netvlies
 – het netvlies: om met behulp van de lichtgevoelige cellen via de oogzenuw elektrische stroompjes door te geven aan de hersenen, waar de eigenlijke gewaarwording van 'het zien' plaatsvindt
 – de ooglens: om het voorwerp scherp af te beelden op het netvlies

- 2 ab** Zie blz. 57 van T6 figuur 32.

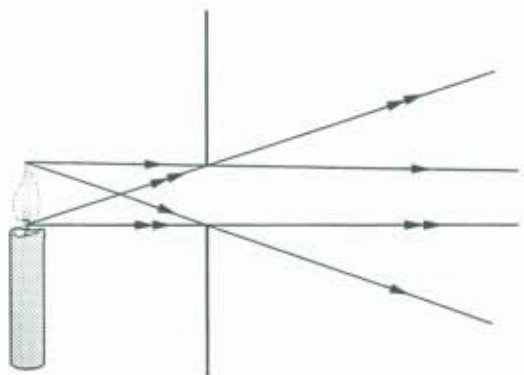
- 3 a** Door de lens zodanig te verschuiven dat een scherp beeld op de film ontstaat.
b Door de bolling van de ooglens zodanig aan te passen dat een scherp beeld op het netvlies ontstaat.
4 a Het diafragma regelt de hoeveelheid licht die naar de film wordt doorgelaten.
b Als er veel licht is, wordt de pupil automatisch kleiner, zodat er minder licht op het netvlies komt.
5 a De ooglens moet dan zo plat mogelijk zijn. Daarvoor moet de oogspier ontspannen zijn.
b Als iemand iets dichtbij niet scherp kan zien, betekent dit dat zijn ooglens niet bol genoeg meer kan worden. Het oog is dan te zwak convergerend. Een bolle lens werkt convergerend. Een bolle bril lens kan dit gebrek dus opheffen.
6 a Ook bij het oog ontstaat een verkleind, omgekeerd beeld op het netvlies.
b Omdat het licht zich – zowel bij fototoestel als oog – rechtlijnig voortplant.
c We zien niet het beeld op ons netvlies, maar we zien *met behulp van dat beeld*, en wel met onze hersenen.

ANTWOORDEN BLOK 2

H1

We noemen dit de *convergerende* werking van een bolle lens.

Is het diafragma klein, dan kunnen er *minder* stralen door de opening. Het beeld wordt dan *donkerder* (zie figuur).



AFSPRAKEN

De voorwerpsafstand v is de afstand van het voorwerpspunt tot aan het midden van de lens.

De beeldafstand b is de afstand van het beeldpunt tot aan het midden van de lens.

VERGROTEN EN VERKLEINEN

Bij een diaprojector is het beeld *groter* dan de dia.

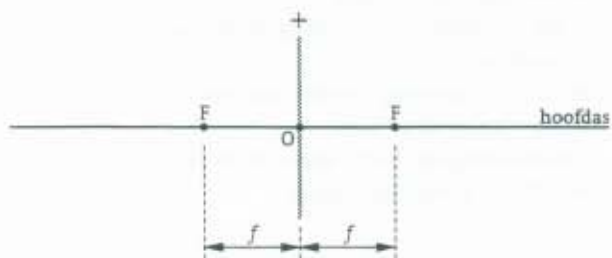
Bij een fototoestel is het beeld *kleiner* dan het voorwerp.

De vergroting is de grootte van het beeld gedeeld door de grootte van het voorwerp.

EEN LENS

Een lens geef je schematisch weer door een *rechte lijn loodrecht op de hoofdas*. Is het een bolle lens, dan zet je er een $+$ teken boven (zie figuur).

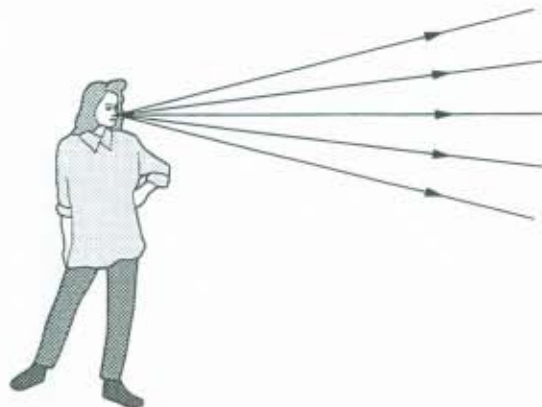
Een lens heeft twee brandpunten en één brandpuntsafstand.



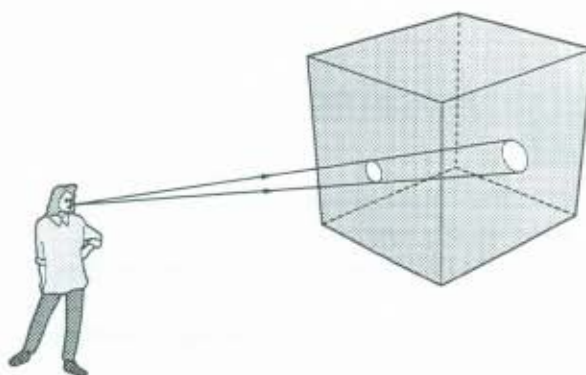
ANTWOORDEN BLOK 2

H2

1 Zie figuur.

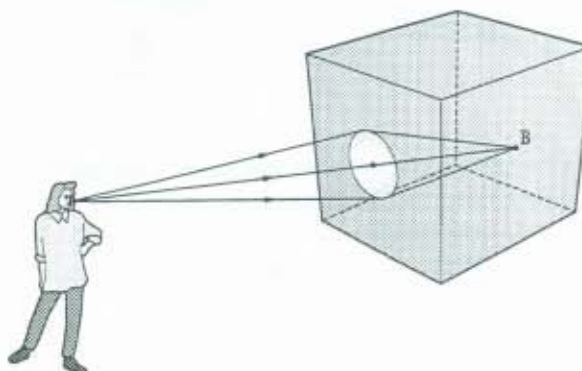


2 a Zie figuur.



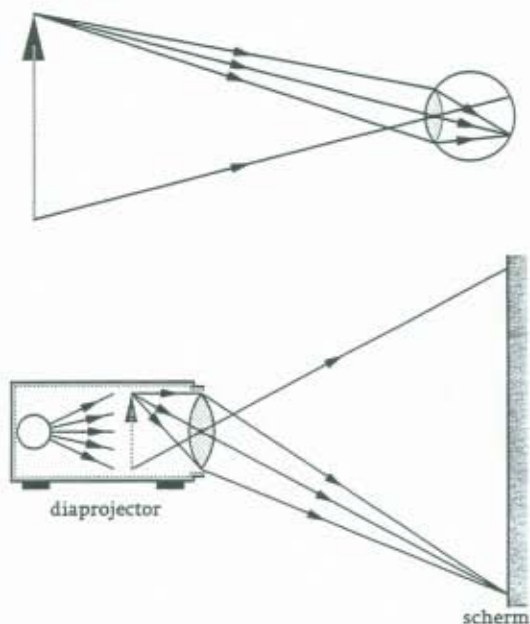
b Elk punt van Marlies wordt in de camera obscura afgebeeld als een rondje.

3 ab Zie figuur.



c Omdat elk voorwerpspunt hier óók (na scherpstellen van de lens) wordt afgebeeld als een punt.

4 **ab** Zie figuur.

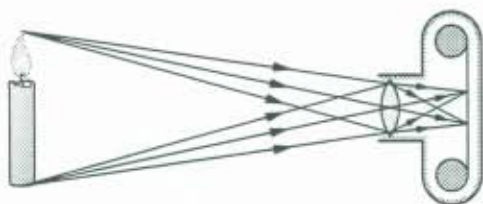


ANTWOORDEN BLOK 2

H3

- 1 **a** Het beeld staat *rechttop*.
b Het beeld is *vergroot*.
c Als je de loep verschuift, krijg je een *onscherp* beeld.
d De voorwerpsafstand is *kleiner dan de brandpuntsafstand*.

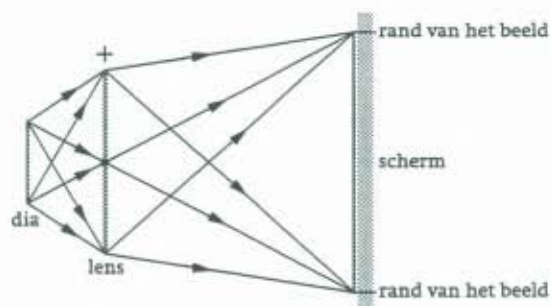
2 **ab** Zie figuur.



- c** De grootte van de kaars mét vlam is 2,0 cm.
d De grootte van het beeld is 0,4 cm.
e De voorwerpsafstand v is 4,9 cm.
f De beeldafstand b is 1,0 cm.

- 3 **a** Het beeld staat *op z'n kop*.
b Het beeld is *verkleind*.
c Als je scherp stelt, moet je *de lens verschuiven*.
d Als het voorwerp verder weg staat, moet je de lens *inschuiven* (naar de film toe). De beeldafstand wordt dan *kleiner*. Het beeld wordt dan *kleiner*.

4 **ab** Zie figuur.



- c** De dia is 1,1 cm.
d Het beeld is 3,4 cm.
e De voorwerpsafstand v is 1,0 cm.
f De beeldafstand b is 3,3 cm.

- 5 **a** Het beeld staat *op z'n kop*.
b Het beeld is *vergroot*.
c Als je scherp stelt, moet je *de lens verschuiven*.
d Als het scherm verder weg staat, moet je de lens *inschuiven* (naar de dia toe). De beeldafstand wordt dan *groter*. Het beeld wordt dan *groter*.

6 **ab** Zie figuur.



- c** Het voorwerp in de tekening is 1,9 cm.
d Het beeld in de tekening is 0,6 cm.
e De voorwerpsafstand v is 4,9 cm.
f De beeldafstand b is 1,6 cm.

- 7 **a** Het beeld staat *op z'n kop*.
b Het beeld is *verkleind*.
c Als je scherp stelt, moet je *de bolling van de ooglenz veranderen*.
d Als het voorwerp verder weg staat, wordt de lens *minder bol* (platter dus). De beeldafstand blijft dan *even groot*. Het beeld wordt dan *kleiner*.

E1

- 1 a De (beeld)afstand ooglens-netvlies blijft steeds gelijk. Door de bolling van de ooglens aan te passen kan er steeds een scherp beeld worden gevormd op het netvlies.

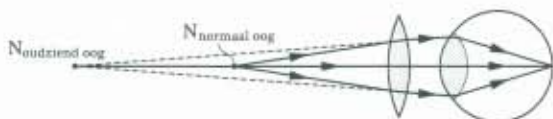
Als je kijkt naar een voorwerp dichtbij (bijv. 20 cm, zie blz. 64 van E1 figuur 50, onderste figuur) moet de ooglens boller worden. De ooglens convergeert sterker, zodat er een scherp beeld op het netvlies ontstaat.

Als je naar een voorwerp ver weg kijkt, lopen de stralen uit één voorwerpspunt bij je oog praktisch evenwijdig (hun snijpunt ligt 10 m of verder van de ooglens af). De ooglens moet dan platter worden om een scherp beeld op het netvlies te vormen (zie blz. 64 van E1 figuur 50, bovenste figuur).

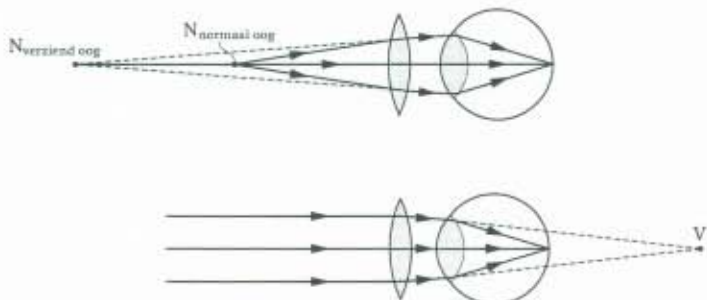
- 2 a Als je de krant ver van je af houdt, wordt de voorwerpsafstand groter, dus de beeldafstand kleiner. Daardoor wordt het beeld van de letters minder onscherp dan in figuur 51 van E1.

b Bij veel licht zal de pupilopening klein zijn. Daardoor wordt het rondje (= onscherp beeldpunt) op het netvlies (zie figuur 51 van E1) óók kleiner van doorsnede. Het beeld wordt daardoor 'minder onscherp'.

c Zie figuur.

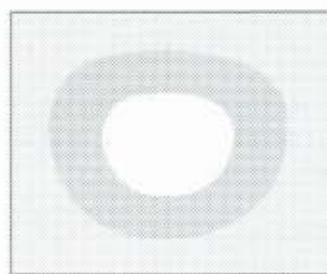


- 3 Zie figuur.



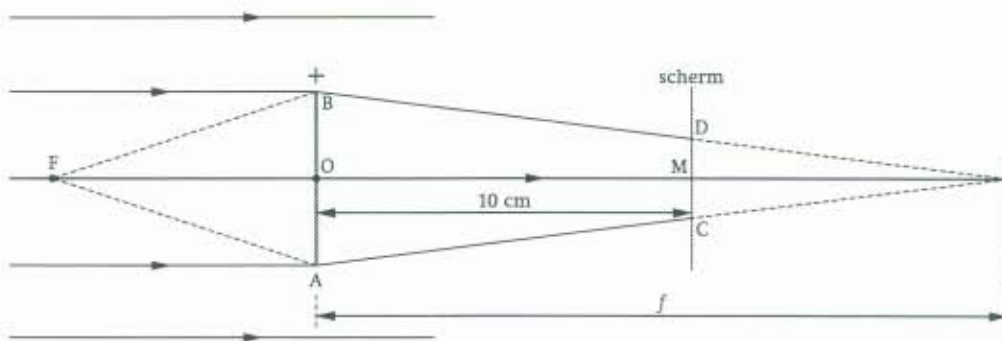
Laat eerst opgave 9 maken, daarna opgave 4.

- 4 a Als je een positieve lens in een evenwijdige lichtbundel houdt, werkt hij convergerend. De stralen lopen dus nu naar elkaar toe.
- b Ja, want in de verte kijken zonder bril kan wel, maar is vermoeiend (hoofdpijnlachten). En dichtbij scherp zien zonder bril lukt niet (zie de figuur bij het antwoord op vraag 3).
- c Een normaal oog kan met zo'n positieve bril alleen dichtbij scherp zien, niet in de verte.
- d Je laat een bundel evenwijdige lichtstralen vallen op de positieve brillens. De bundel is breder dan de brillens en achter de brillens is een scherm opgesteld, op 10 cm achter de lens. Op het scherm zie je nu een beeld als in de figuur.



Door de positieve lens ontstaat een convergerende bundel. Achter de lens ontstaat een donkere schaduw waar geen licht komt vanuit de lens noch rechtstreeks vanuit de lichtbron. Buiten de schaduw valt het licht van de evenwijdige bundel dat langs de lens valt.

Door een tekening te maken van de stralengang (zie de volgende figuur) en het bepalen van de verhoudingen in gelijkvormige driehoeken kun je de brandpuntsafstand van de positieve brillens berekenen.



Met de verhouding in de gelijkvormige driehoeken ABF en CDF:

$$f : AB = (f - 10) : CD$$

Uit de figuur op blz. 31 blijkt: $AB = 25$ mm en $CD = 14$ mm, zodat:

$$f : 25 = (f - 10) : 14 \rightarrow 14f = 25f - 250 \rightarrow$$

$$11f = 250 \rightarrow f = 22,7 \text{ cm}$$

Opmerking: AB en CD werden in mm gemeten, maar zijn slechts verhoudingsgetallen. $(f - 10)$ is in cm uitgedrukt, dus vind je f in cm!

- 5 Als $f = 22,7 \text{ cm} = 0,227 \text{ m}$ volgt:

$$S = 1/0,227 = 4,41 \rightarrow S = 4,4 \text{ D}$$

- 6 De ooglen van een bijziende is in ongeaccommodeerde toestand te sterk convergerend. Een positieve lens werkt óók convergerend. Dus een bril met positieve glazen zou het scherp zien in de verte voor de bijziende alleen nog maar slechter maken.

- 7 Een negatieve lens doet de stralen na breking verder uit elkaar lopen.

- 8 a Als je een negatieve lens in een evenwijdige lichtbundel houdt werkt hij divergerend. De stralen lopen dus nu verder uit elkaar.

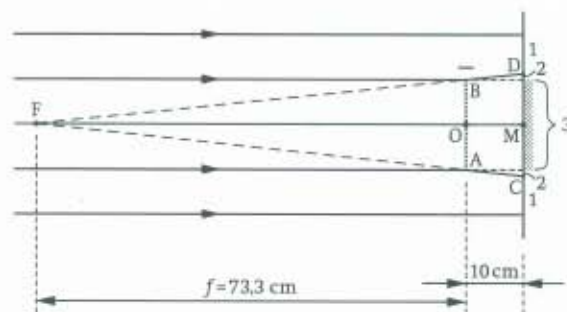
b Lezen kan hij dichtbij zonder bril, maar om verder weg scherp te zien is de bril noodzakelijk. Hij moet dus wel de hele dag zijn bril ophouden.

c Je kunt wel scherpe beelden zien, maar dat is erg vermoeiend voor je ogen. Je moet voortdurend sterk accommoderen om het divergerend vermogen van de brillen ongedaan te maken.

- 9 a Op het brillenglas valt een evenwijdige lichtbundel. Maar dit licht wordt naar buiten toe afgebogen door de divergerende werking. Op het scherm zal het brillenglas dus een schaduw vormen, even groot als het brillenglas zelf.

b De lichte rand ontstaat door de stralen uit de evenwijdige bundel, die door het brillenglas naar buiten toe werden afgebogen.

10 ab Zie figuur.



Opmerking 1: Op blz. 66 van het leerboek 2vm is een fout geslopen in figuur 56, die hoort bij het schaduwbeeld van figuur 55. De brandpuntsafstand van de negatieve lens van figuur 55 blijkt 73,3 cm (en geen 22,5 cm). De bovenstaande figuur is daarop wél aangepast.

Met verhoudingen in de gelijkvormige driehoeken FAB en FCD (zie figuur) volgt:

$$FO : AB = FM : CD$$

$$\text{of: } f : AB = (f + 10) : CD$$

Uit figuur 55 van het leerboek blijkt:

$AB = 22$ mm en $CD = 25$ mm, zodat:

$$f : 22 = (f + 10) : 25 \rightarrow 25f = 22f + 220 \rightarrow$$

$$3f = 220 \text{ cm; } f = -73,3 \text{ cm}$$

(want het is een holle, dus negatieve lens)

Opmerking 2: AB en CD werden in mm gemeten, maar zijn slechts verhoudingsgetallen. $(f + 10)$ is in cm uitgedrukt, dus vind je f in cm!

c Als $f = -73,3 \text{ cm}$ geldt: $f = -0,733 \text{ m}$, dus

$$S = 1/(-0,733) = -1,36 \rightarrow S = -1,4 \text{ D}$$

ANTWOORDEN BLOK 2

E2

- 1 **a** Rode vlakken zie je door het rode glas rood.
b Witte vlakken zie je door het rode glas óók rood. Want wit weerkaatst alle kleuren, dus ook rood. Maar het rode glas laat alleen het rode licht door, de andere kleuren niet. Dus zie je witte vlakken door het rode glas rood.
c De rode tekening zie je alleen door het glas dat de rode stralen *niet* doorlaat: het groene glas dus. De rode lijnen zie je dan zwart.

2 Je ziet nu diepte in het (ene) beeld.

3 Een propellor.

ANTWOORDEN BLOK 2

E3

- 1 **a** De grootte van het beeld en de grootte van het voorwerp.
b Bij een diaprojector is de vergroting veel groter dan 1 (bijv. 30 of 40 maal). Bij een fototoestel is de vergroting veel kleiner dan 1. Bij een loep is de vergroting enkele malen groter dan 1, bijv.
c De vergroting is: grootte beeld/grootte voorwerp = $30/12 = 2,5$ maal
d De vergroting is: grootte beeld/grootte voorwerp = $25/2 = 12,5$ maal
e De vergroting is: grootte beeld/grootte voorwerp = $1,2/12 = 0,1$ maal
- 2 **a** Daarvoor zou de ooglenz boller moeten worden.
b In de tweede regel in het leerboek moet staan: Martijn heeft moeite met ver zien *zonder bril*. Hij is *verziend*.
 Zie figuur.

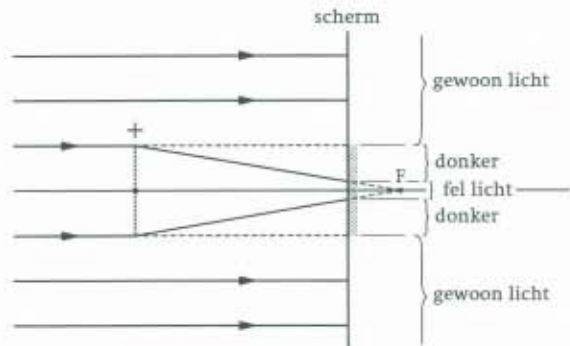


c Zie figuur.



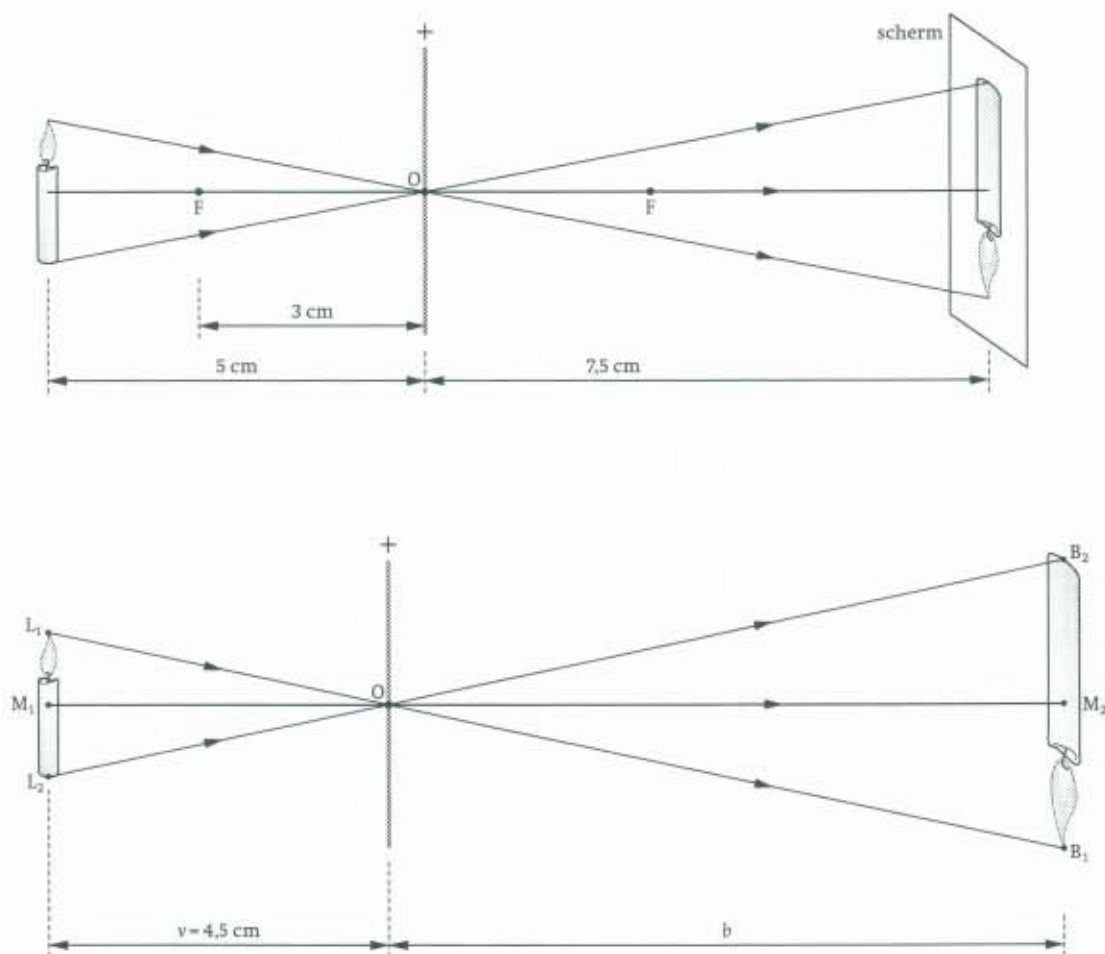
d Volgens figuur 66 van het leerboek is Martijns oog te zwak convergerend. Dat betekent dat zijn nabijheidspunt (zonder bril) verder weg ligt dan normaal. Hij kan dus zonder bril dichtbij *niet* goed zien.

3 **ab** Zie figuur.



c Bekijk daartoe de stralengang in de figuur. Als de afstand lens-scherm van 4 cm naar 5 cm gaat, wordt het donkere gebied groter, terwijl het fel verlichte gebied kleiner en feller verlicht wordt. Bij 5 cm afstand zie je het brandpunt op het scherm. Als de afstand daarna groter wordt dan 5 cm, wordt het fel verlichte gebied weer groter maar steeds minder fel verlicht, terwijl het donkere gebied kleiner wordt. (Bij 6 cm afstand zie je hetzelfde als bij 4 cm afstand in de voorafgaande figuur). Bij 10 cm afstand tot het scherm is het donkere gebied achter de lens verdwenen.

4 **abc** Zie figuur.



d De vergroting is: grootte van het beeld/grootte van het voorwerp = $36 : 24 = 1,5$

e Uit de figuur volgt:

$$\Delta L_1 L_2 O \sim \Delta B_1 B_2 O \rightarrow B_1 B_2 : L_1 L_2 = M_2 O : M_1 O$$

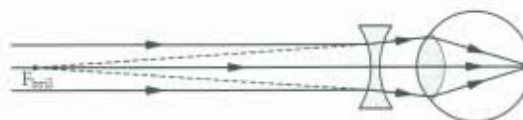
Gegeven is dat $B_1 B_2 : L_1 L_2 = 2 : 1$, dus is ook:

$$M_2 O : M_1 O = 2 : 1; \text{ ofwel: } b : v = 2 : 1$$

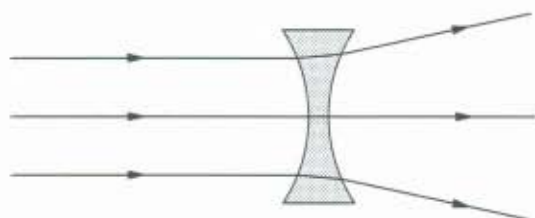
Omdat $v = 4,5 \text{ cm}$ moet $b = 9,0 \text{ cm}$ zijn. In de bovenstaande figuur was: $b = 7,5 \text{ cm}$

→ Het scherm moest dus $9,0 - 7,5 = 1,5 \text{ cm}$ naar achteren worden geschoven.

c Het oog uit figuur 68 van het leerboek is te sterk convergerend. Een negatieve lens werkt divergerend. Door een bril met negatieve lens te gebruiken zal de evenwijdige bundel na de bril als een divergerende bundel op het oog vallen. Bij de juiste keuze van de lens kunnen deze stralen door het sterk convergerende oog dus wél op het netvlies worden verenigd (zie figuur).



5 **a** Zie figuur.



b Uit figuur 68 van het leerboek blijkt: Stralen uit een punt ver weg (die dus praktisch evenwijdig lopen) snijden elkaar al vóór het netvlies. Op het netvlies wordt dat punt dus afgebeeld als een rondje in plaats van als een punt. Het beeld is dus onscherp.