

# Blok 3 Lichtbeelden

## INHOUD

### PRACTICUM

- P0** Maak je eigen camera
- P1** De fotocamera
- P2** Stralengang door een lens
- P3** Vergroting
- P4** De fotocamera en het oog

### BASISSTOF

- TW1** De fotocamera
- TW2** De lens
- TW3** Beeldvorming door een lens
- TW4** De fotocamera en het oog

### HERHAALSTOF

- H1** De eigenschappen van een lens
- H2** Beeldconstructies
- H3** Vergroting
- H4** De lenzenformule

### EXTRASTOF

- E1** brillen
- E2** Meer over de fotocamera
- E3** Oefenvragen en opgaven

## TIJDSINDELING

<b>P1</b>	1 lesuur
<b>T1, W1</b>	1 lesuur
<b>P2</b>	1 lesuur
<b>T2</b>	1 lesuur
<b>W2</b>	2 uren
<b>P3</b>	1 lesuur
<b>T3</b>	1 lesuur
<b>W3</b>	2 uren
<b>P4</b>	1 lesuur
<b>T4, W4</b>	2 uren
<b>D-toets</b>	1 lesuur
<b>H/E-stof</b>	2 uren
<b>E-toets</b>	1 lesuur
<b>Totaal</b>	17 uren

## ALGEMEEN

In blok 3 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 de drie bijzondere lichtstralen en de berekening van het beeld met behulp van de vergroting en de lenzenformule. Verder worden de toepassing van de lens in een diaprojector en een vergrotingsapparaat en de werking van een loep besproken. Tenslotte wordt in T4 de werking van het oog vergeleken met de fotocamera en komen enkele oogafwijkingen aan de orde.

## BASISVORMING

De leerstof in dit blok omvat meer dan alleen de kerndoelen van basisvorming. Zo behoren de beeldconstructie - gebruikmakend van constructiestralen - en berekeningen met de lenzenformule niet tot de kerndoelen.

De kerndoelen die aan de orde komen, zijn E 11.1, E 11.2, E 11.3, E 11.4 en E 11.5.

## BIJ BLOK 3

### P0

De leerlingen wordt uitgelegd hoe ze van stevig karton een eenvoudige camera kunnen bouwen. Met behulp van deze camera kunnen de leerlingen een aantal proeven uit P1 zelf uitvoeren.

Overleg met de sectie handvaardigheid/tekenen biedt misschien de mogelijkheid tot de uitvoering van een gezamenlijk project over beeldvorming en beelden.

Benodigd materiaal:

- stevig karton
- overtrekpapier
- plaksel en/of plakband

## BIJ BLOK 3

### P1

In P1 wordt een aantal proeven gedaan met een eenvoudige camera. Als de leerlingen zelf een camera gemaakt hebben, kunnen ze de proeven zelf uitvoeren. De proeven kunnen echter ook gedemonstreerd worden. Uit het verschil tussen de beeldvorming bij een camera zonder en met lens blijkt de functie van de lens.

De leerlingen gebruiken het lichtstraalconcept om het beeld van een voorwerp te tekenen bij een camera

zonder en met lens. Uit de beeldvorming bij een camera met lens blijkt dat ieder punt van het voorwerp wordt afgebeeld als een punt en dat de plaats van het beeld afhangt van de plaats van het voorwerp.

Benodigd materiaal:

- een eenvoudig model van een camera
- lens ( $f = 20$  cm)
- lens ( $f = 10$  cm)

### BIJ BLOK 3

#### P2

In P2 onderzoeken de leerlingen de werking van een lens. Ze maken daarbij gebruik van een lichtkastje of van een opstelling met een optische rail.

Uit de proeven blijkt dat een evenwijdige bundel wordt gebroken door het brandpunt, dat de plaats van het brandpunt afhangt van de sterkte van de lens en dat bij een holle lens de stralen na breking uit elkaar lopen. Daarna onderzoeken de leerlingen hoe de drie bijzondere lichtstralen door de lens gebroken worden. De proeven moeten uitgevoerd worden met een apart tekenvel. Dat tekenvel moet van tevoren gemaakt worden, zodat het past bij de te gebruiken lenzen. De leerlingen moeten de tekeningen van het tekenvel overnemen in het practicumboek (figuur 9 P-boek blz. 32).

Benodigd materiaal:

- lichtkastje met schermje met drie spleten of optische rail met tralie-dia, lens ( $f = 10$  cm) en scherm
- tekenvel waarop de omtrek van twee verschillende bolle lenzen en één holle lens staat aangegeven
- tekenvel met de omtrek van één bolle lens waarop de drie bijzondere lichtstralen getekend kunnen worden

### BIJ BLOK 3

#### P3

In P3 onderzoeken de leerlingen de beeldvorming door een bolle lens. De beeldvorming bij een camera (verkleind beeld) en bij een diaprojector (vergroot beeld) wordt daarbij als voorbeeld gebruikt. De leerlingen ontdekken dat de plaats van het beeld en de grootte van het beeld afhangt van de plaats van het voorwerp. Uit een vergelijking van de meetresultaten volgen de formule voor de vergroting en de lenzenformule.

Benodigd materiaal:

- optische rail met lens ( $f = 10$  cm), voorwerpsdia (met b.v. de letter L) en scherm

### BIJ BLOK 3

#### P4

In P4 moeten de leerlingen aan de hand van een aantal vragen een vergelijking maken tussen de werking van een camera en de werking van het oog. Daarbij wordt gelet op de functie van de lens (ooglens), het diafragma (de pupil) en de film (het netvlies). Door deze vergelijking ontdekken de leerlingen het verschil in 'scherpstellen' bij een camera en het oog. Deze kennis wordt gebruikt om in een aantal situaties de beeldvorming door het oog te tekenen.

De leerlingen ontdekken ook het bestaan van de blinde vlek.

### BIJ BLOK 3

#### T1

In T1 wordt de fotocamera in de meest eenvoudige vorm, zonder en met lens of diafragma, besproken. Er wordt uitgelegd dat het beeld ondersteboven staat, de plaats van het beeld afhangt van de plaats van het voorwerp en dat de lichtsterkte afhangt van de grootte van het diafragma.

### BIJ BLOK 3

#### T2

In T2 wordt de werking van een lens beschreven aan de hand van de begrippen hoofdas, optisch middelpunt, brandpunt, brandpuntsafstand, voorwerpsafstand, beeldafstand, convergerende en divergerende werking en sterkte.

Verder leren de leerlingen hoe ze met behulp van de drie bijzondere lichtstralen het beeld van een voorwerp kunnen construeren als  $v > f$  (reëel beeld) en als  $v < f$  (virtueel beeld).

### BIJ BLOK 3

#### T3

In T3 leren de leerlingen hoe ze de plaats en de grootte van een beeld kunnen berekenen met behulp van de vergroting en de lenzenformule.

*Het rekenen aan virtuele beelden behoort niet tot de examenstof voor het mavo.*

**BIJ BLOK 3****T4**

In T4 wordt de werking van het oog vergeleken met de werking van een fotocamera. Er wordt aandacht besteed aan het verschil tussen het scherpstellen bij een fotocamera en het accommoderen van het oog en de overeenkomst tussen de werking van het diafragma en de pupil.

Verder komt het begrip nabijheidspunt aan de orde, worden bijziendheid, verziendheid en oudziendheid besproken en wordt behandeld hoe daarbij een bril van pas kan komen.

**BIJ BLOK 3****H1**

De eigenschappen van een lens worden herhaald. Eerst moeten de leerlingen proberen de vragen en opdrachten te maken. Lukt dat niet, dan kunnen ze de tekst aan het eind van H1 raadplegen.

**BIJ BLOK 3****H2**

Een samenvatting van beeldconstructies met behulp van de drie bijzondere lichtstralen, afgesloten met zeven vragen en opdrachten.

**BIJ BLOK 3****H3**

Vergroting. Samenvatting, vragen en opdrachten.

**BIJ BLOK 3****H4**

Controle van de lenzenformule en rekenen met de lenzenformule.

**BIJ BLOK 3****E1**

Dit extrastofblad is een praktijkblad. De titel van het blad spreekt voor zich. Het gaat over oogafwijkingen en de toepassing van brillen ter correctie. Aan de orde komen verziendheid, bijziendheid en oudziendheid. De leerlingen moeten de brandpuntsafstand van brillenglazen bepalen met behulp van een evenwijdige lichtbundel. Voor een redelijk nauwkeurige bepaling zijn brillenglazen van 2,5 D of meer noodzakelijk. Verder leren de leerlingen in dit blad hoe ze de sterkte van een bril kunnen berekenen uit de brandpuntsafstand.

Benodigd materiaal:

- lichtkastje met schermpje met drie spleten of optische rail met lamphouder, lens en tralie-dia
- spanningsbron
- bril met glazen van 2,5 D of meer

**BIJ BLOK 3****E2**

Dit extrastofblad is een theorieblad. In het blad wordt verder ingegaan op de fotocamera. Besproken worden: verschillende typen lenzen, de kwaliteit van lenzen en in dit verband de openingsverhouding, het diafragma-getal en het begrip scherptediepte, de belichtingstijd. Tenslotte wordt uitgelegd op welke manier al deze gegevens een rol spelen bij het maken van een goede foto.

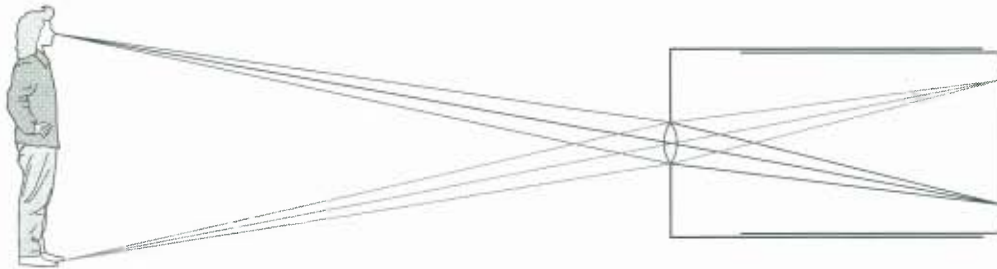
**BIJ BLOK 3****E3**

Oefenvragen en opgaven.

**P1**

- 1 **a** Een onscherp beeld van het voorwerp.  
**b** Het beeld wordt scherper, maar lichtzwakker.  
**c** Omdat lichtstralen zich rechtlijnig voortplanten wordt het puntje van Marlies' neus beneden en haar voet boven in de camera afgebeeld (zie ook figuur 1 van T1).  
**d** Omdat het lichtkegeltje, dat van een punt van het voorwerp in de camera valt, op het scherm een rondje vormt, géén punt.  
**e** Bij een kleinere opening wordt het beeld scherper.  
**f** Het beeld is nu wèl lichtzwakker geworden.  
**g** rondje.
- 2 **a** Het beeld is scherper en lichtsterker.  
**d** Als je de instelling niet verandert, is het beeld nu onscherp.  
**e** groter.  
**i** – De grootte van het beeld is kleiner geworden.  
 – Het scherpe beeld is wèl lichtsterker.  
 – De beeldafstand is kleiner geworden.

- 3 **ab** Zie figuur.



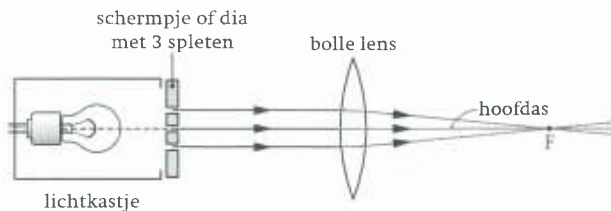
- c** – punt.  
 – 1 de afstand van het voorwerp tot de lens;  
 – 2 de sterkte van de lens.

### ANTWOORDEN BLOK 3

#### P2

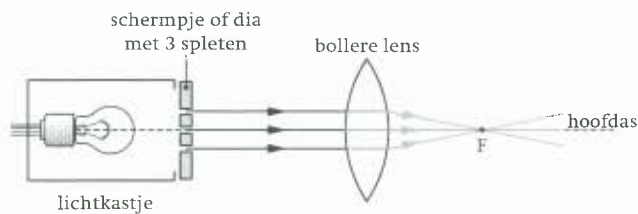
- 1 – een bundel waarvan de stralen naar elkaar toe lopen;  
– een bundel waarvan de stralen evenwijdig lopen;  
– een bundel waarvan de stralen uit elkaar lopen.

- 2 a Zie figuur.



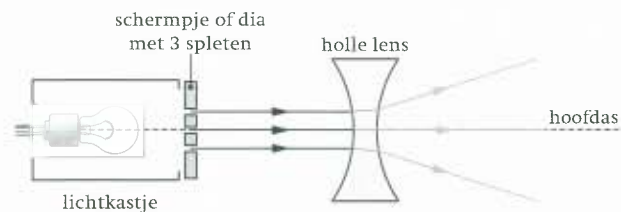
- c Precies hetzelfde als bij de voorgaande figuur.  
e De brandpuntsafstanden zijn gelijk.

- 3 a Zie figuur.



- c kleinere

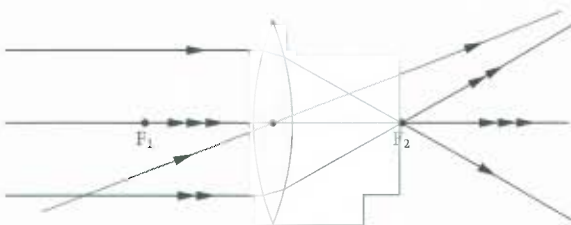
- 4 a Zie figuur.



- b Bij een bolle lens worden de stralen naar de hoofdas toe gebroken, bij een holle lens van de hoofdas af.

- c – naar elkaar toe.  
– meer uit elkaar.

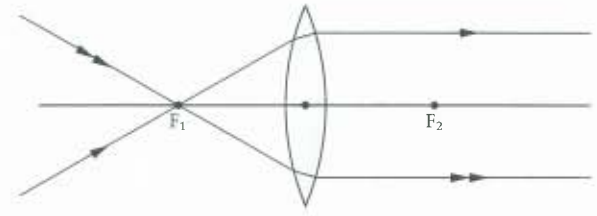
- 5 ac Zie figuur.



- b Lichtstralen evenwijdig aan de hoofdas worden gebroken door het brandpunt.

- d Lichtstralen die door het midden van de lens gaan, worden *niet* gebroken.

- e Zie figuur.



- f Evenwijdig aan de hoofdas van de lens.

- g – door het brandpunt aan de andere kant van de lens.

- ongebroken verder.

- evenwijdig aan de hoofdas verder.

### ANTWOORDEN BLOK 3

#### P3

- 2 a Als de voorwerpsafstand toeneemt, wordt de beeldafstand kleiner.

- b De grootte van het beeld wordt dan ook kleiner.

- 4 a Bij een voorwerpsafstand die twee maal zo groot is als de brandpuntsafstand.

- c De vergroting  $B_1B_2/L_1L_2$  en de verhouding  $b/v$  zijn even groot.

- 5 c De som van  $1/v$  en  $1/b$  is steeds even groot (bij dezelfde lens).

### ANTWOORDEN BLOK 3

#### P4

- 1 a Omdat bij één voorwerpspunt niet één beeldpunt hoort, maar een serie beeldpunten (binnen het lichtvlekje op het scherm).

- b Bij één voorwerpspunt horen nu minder beeldpunten (het lichtvlekje is kleiner), maar het beeld is ook lichtzwakker.

- c Omdat het beeld niet gelijkvormig is met het voorwerp.

- d – Het beeld moet scherp zijn.

- Het beeld moet lichtsterk zijn.

- Het beeld moet gelijkvormig zijn met het voorwerp.

- 2 a De grootte van het beeld in de camera is kleiner dan het voorwerp.

- b Het beeld staat 'op z'n kop'.

- c De vorm van voorwerp en beeld zijn gelijkvormig.

- d Door de beeldafstand - de afstand tussen lens en film - te verkleinen. Daartoe moet je de lens meer naar de film toe draaien.

- e – door het diafragma te veranderen;

- door de belichtingstijd te veranderen.

- 3 a** De oog lens heeft dezelfde functie als de camera lens.  
 Het netvlies heeft dezelfde functie als de film.  
 De pupil heeft dezelfde functie als het diafragma.  
**b** Het kost steeds meer inspanning om een scherp beeld van de letters te blijven zien. Als het boek te dicht bij je ogen komt, lukt dat niet meer.  
**c** Bij iemand die geen bril draagt ca. 20 cm.  
**d** Die zou groter moeten worden.  
**e** De bolling van de oog lens kan veranderen.

- 4 a** Zie figuur.



- b** Als de oog lens niet zou veranderen, zou het beeld achter het oog terecht komen. Immers: als de voorwerpsafstand kleiner wordt, wordt de beeldafstand groter.  
**c** Zie figuur.



- d** Zie figuur.



- e** Het convergerend vermogen is het grootst bij een gespannen oogspier.

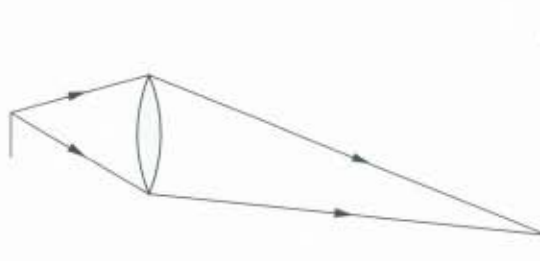
- 5** Het beeld van het rondje valt nu op je blinde vlek.
- 6 a** Je oog vermindert de hoeveelheid invallend licht, doordat je pupilopening kleiner wordt.
- 7 a** De oog lens vormt bij verschillende voorwerpsafstanden tot het oog steeds een scherp beeld op het netvlies.  
**b** Het netvlies vangt het beeld op de lichtgevoelige cellen op en zet deze impulsen om in elektrische stroompjes. Deze stroompjes worden via de gezichtsenuw naar het 'zienscentrum' in de hersenen geleid. In onze hersenen komt het beeld tot stand dat we zien.  
**c** De pupil regelt de in het oog binnenvallende hoeveelheid licht.

## ANTWOORDEN BLOK 3

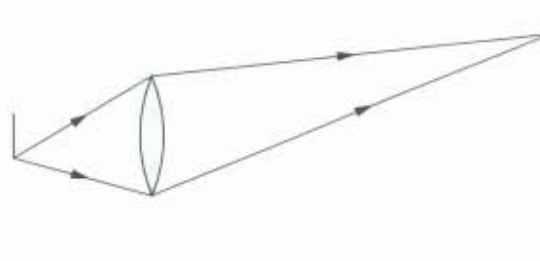
### W1

- 1 a** Bij een scherp beeld wordt ieder punt van het voorwerp afgebeeld als een punt.  
**b** De voorwerpsafstand is de afstand van het voorwerp tot de lens.  
**c** De beeldafstand is de afstand van de lens tot het beeld.  
**d** Met convergeren bedoelen we dat de lichtstralen na het passeren van de lens (meer) naar elkaar toe lopen.  
**e** Het diafragma is een verstelbare opening.
- 2 a** Het beeld wordt scherper.  
**b** Het beeld blijft even groot.  
**c** Het beeld wordt lichtzwakker.
- 3** Het beeld is scherper en lichtsterker.
- 4 a** De beeldafstand groter maken.  
**b** De beeldafstand kleiner maken.

- 5 a** Zie figuur.

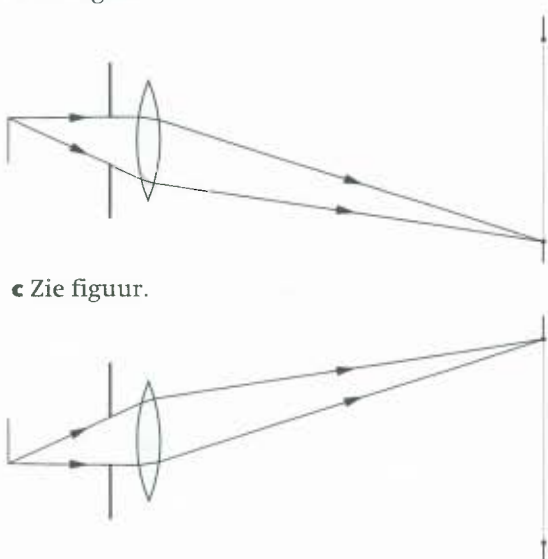


- b** Zie figuur.





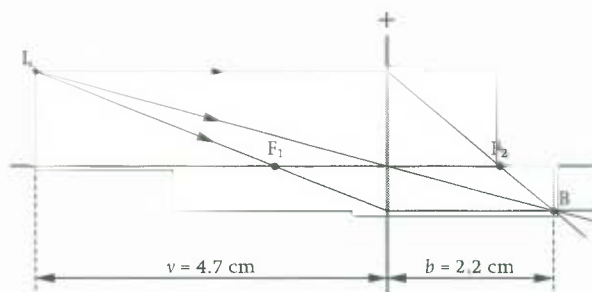
- 6 a Het beeld wordt lichtzwakker.  
b Zie figuur.



c Zie figuur.

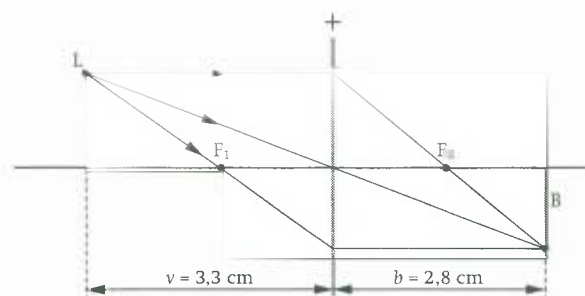
- 4 Bij een bolle lens lopen de lichtstralen na breking naar elkaar toe (convergerende werking); bij een holle lens lopen de lichtstralen na breking uit elkaar (divergerende werking).

- 5 a Er staat een + teken boven de lens.  
bc Zie figuur.



d Een convergerende bundel.

- 6 ab Zie figuur.

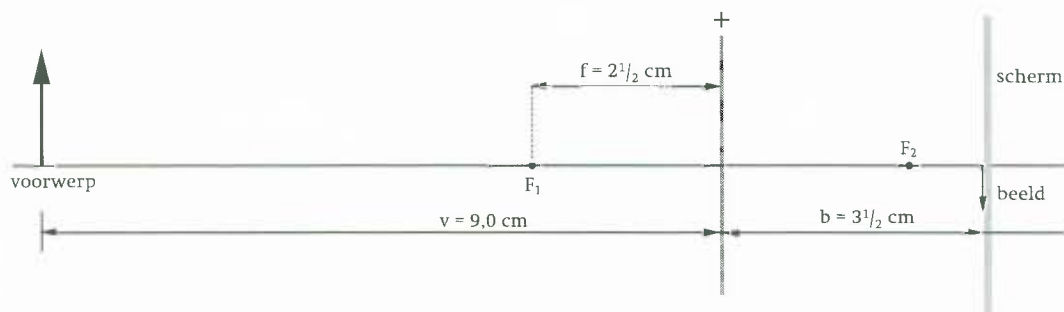


c De beeldafstand wordt groter.

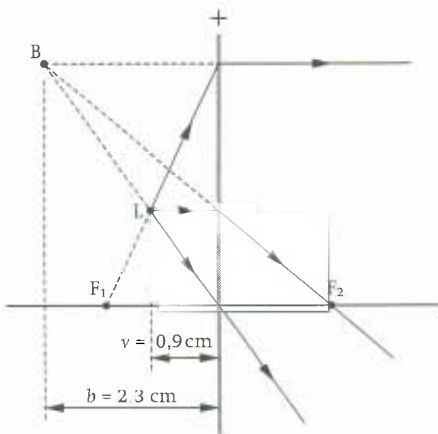
### ANTWOORDEN BLOK 3

#### W2

- 1 a De hoofdas is de lijn die door het midden van de lens gaat en loodrecht op de lens staat.  
b Het optisch middelpunt is het midden van de lens.  
c Het brandpunt is het punt waar de lichtstralen die evenwijdig aan de hoofdas op de lens vallen, elkaar snijden na het passeren van de lens.  
d Een lichtpunt (voorwerpspunt) is het punt van waar de lichtstralen vertrekken.  
e Het beeldpunt is het punt waar de lichtstralen uit één lichtpunt elkaar na het passeren van de lens snijden.  
f De voorwerpsafstand is de (loodrechte) afstand van het voorwerp tot de lens.  
g De beeldafstand is de (loodrechte) afstand van de lens tot het beeld.  
h De brandpuntsafstand is de afstand van het brandpunt tot de lens.
- 2 De beeldafstand hangt af van de voorwerpsafstand; de brandpuntsafstand van een lens verandert niet.
- 3 Zie figuur.



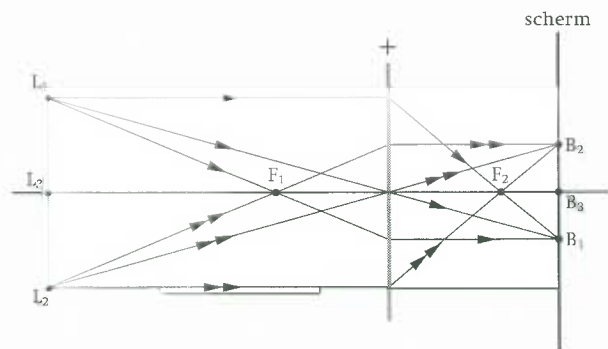
7 a Zie figuur.



- b** Een divergerende bundel.  
**c** Een virtueel beeld.

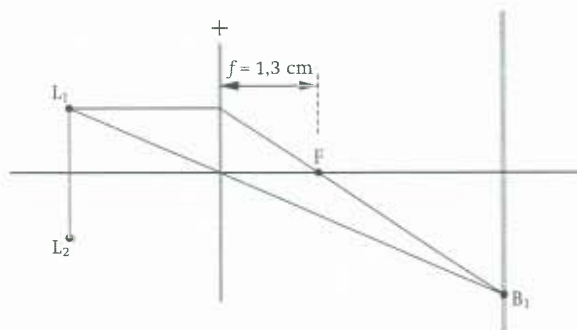
- 8 a** Een reëel beeld is af te beelden op een scherm; een virtueel beeld niet. Bij een reëel beeld liggen voorwerp en beeld aan verschillende zijden van de lens; bij een virtueel beeld aan dezelfde zijde.  
**b** Een reëel beeld als  $v > f$ ; een virtueel beeld als  $v < f$ .

9 abc Zie figuur.



- d** Op de plaats van het beeld.  
**e** Het beeld staat ondersteboven.

10 ab Zie figuur.



- c** Van de lens af.  
**d** Naar de dia toe.

## ANTWOORDEN BLOK 3

### W3

1  $N = 30/12 = 2,5$

2  $N = 2,1/170 = 0,012$

3 a  $N = 120/2,4 = 50$

b  $v = 400/50 = 8,0$  cm

4 a Van de lens af.

b Het beeld wordt groter.

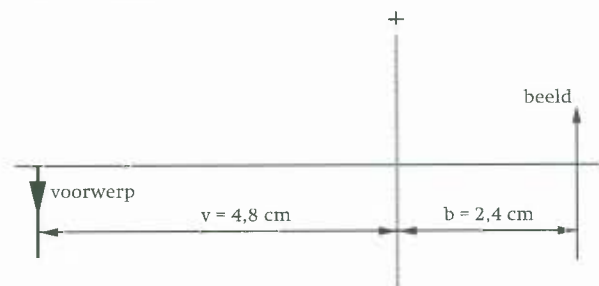
c Als  $v = 2f$ .

d De lichtstralen lopen na het passeren van de lens evenwijdig en snijden elkaar niet.

5  $1/b = 1/8 - 1/24 = 0,0833$

$b = 12$  cm

6 a Zie figuur.



b  $1/f = 1/4,8 + 1/2,4 = 0,625$

$f = 1/0,625 = 1,6$  cm

c  $N = b/v = 2,4/4,8 = 0,5$

7 a  $1/v = 1/10 - 1/50 = 0,08$

$v = 12,5$  cm

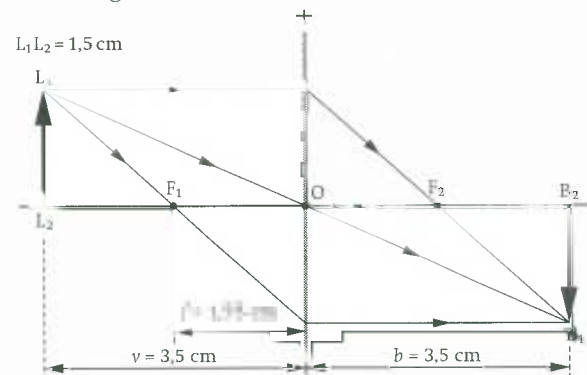
b  $N = 50/12,5 = 4$

8 a  $1/f = 1/24 + 1/72 = 0,0556$

$f = 18$  cm

b  $N = 72/24 = 3$

9 ab Zie figuur.



c  $b = 3,5$  cm;  $B_1B_2 = 1,5$  cm

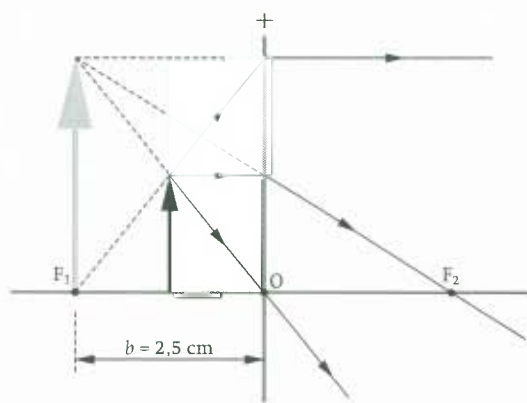
d  $1/b = 1/1,75 - 1/3,5 \rightarrow b = 3,5$  cm

e  $N = b/v = 3,5/3,5 = 1 \rightarrow B = 1,5$  cm

f Komen met elkaar overeen.



10 a Zie figuur.



*Opmerking:* Toevallig is de beeldpuntsafstand even groot als de brandpuntsafstand; dit heeft echter geen speciale betekenis.

**b** Virtueel.

11 a  $1/b = 1/8 - 1/8,4 = 0,0060$

$b = 168 \text{ cm}$

**b**  $N = 168/8,4 = 20$

$B = 20 \times (2,4 \text{ bij } 3,6) = 48 \text{ bij } 72 \text{ cm}$

12 a  $N = 15/3,6 = 4,17$

**b**  $v = 50/4,17 = 12 \text{ cm}$

$1/f = 1/12 + 1/50 = 0,103$

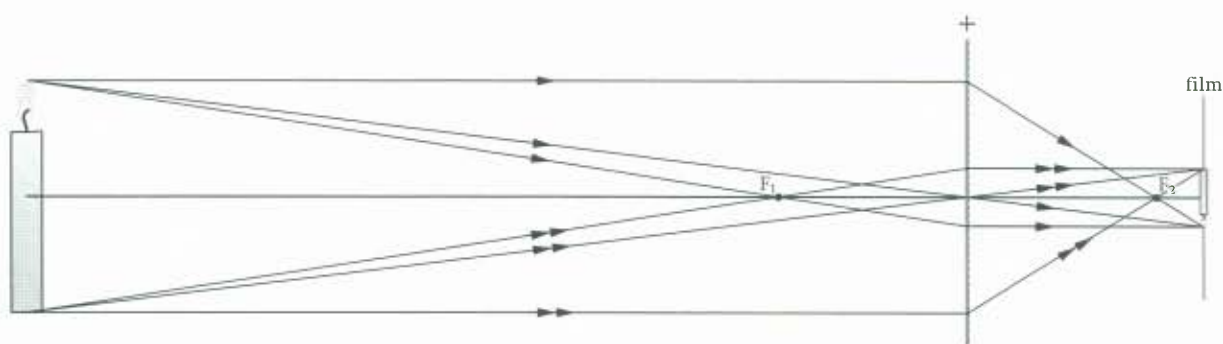
$f = 9,7 \text{ cm}$

**c** Eerst het gehele vergrotingapparaat dichterbij het fotografisch papier brengen; dan de afstand tussen negatief en lens groter maken (lens uittrekken).

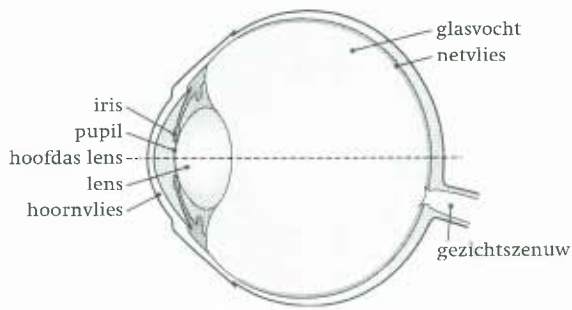
## ANTWOORDEN BLOK 3

### W4

- 1 lens: vormt beeld op film  
afstandinstelling: zorgt voor scherp beeld  
diafragma: regelt de lichtsterkte van het beeld  
sluiter: zorgt ervoor dat de film gedurende een bepaalde tijd belicht wordt  
filmtransport: zorgt ervoor dat een stuk onbelichte film op de plaats van het beeld komt
- 2 De lichtstralen van een voorwerp ver weg lopen (bijna) evenwijdig en worden dus gebroken door het brandpunt.
- 3 Hoe kleiner de voorwerpsafstand, des te groter de beeldafstand.
- 4  $1/b = 1/5,0 - 1/300 = 0,197$   
 $b = 5,1 \text{ cm}$
- 5 **a**  $v = 2 \times 12,5 = 25 \text{ cm}$ ;  $b = 2 \times 3,15 = 6,3 \text{ cm}$   
**b**  $1/f = 1/25 + 1/6,3 = 0,04 + 0,16 = 0,20 \rightarrow f = 5,0 \text{ cm}$   
**cd** Zie figuur onderaan deze pagina.  
**e**  $V = 3,1 \text{ cm}$ ;  $B = 0,8 \text{ cm}$   
**f**  $N = B/V = 0,8/3,1 = 0,26$   
 $N = 6,3/25 = 0,25$



6 Zie figuur.



7 oog lens = camera lens  
 netvlies = fotografische film  
 pupil = diafragma  
 oogleden = sluiters

8 Scherpstellen bij fotocamera is lens verplaatsen; scherpstellen bij oog is sterkte oog lens aanpassen (accommoderen).

9 Het convergerend vermogen (de sterkte) van de oog lens is dan het kleinst; de lens is dan zo plat mogelijk.

10 a Het nabijheidspunt is de kleinste voorwerpsafstand waarbij we een voorwerp nog scherp kunnen zien zonder dat er vermoeidheid optreedt.  
 b Ja; als de lens maximaal uitgedraaid is (afstand tussen lens en film het grootst) is de voorwerpsafstand waarbij nog een scherp beeld ontstaat, het kleinst.

11 a bijziendheid = veraf slecht zien: de oog lens convergeert te sterk  
 verziendheid = veraf zien vermoeiend: de oog lens convergeert te zwak  
 oudziendheid = dichtbij slecht zien: de oog lens convergeert te zwak  
 b bijziendheid met een negatieve (holle) lens  
 verziendheid en oudziendheid met positieve (bolle) lens

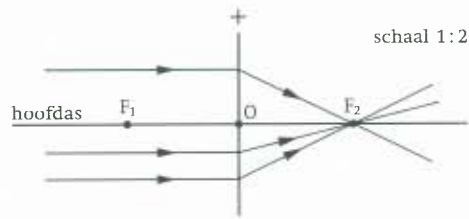
12 a Kleiner; de oog lens convergeert te sterk.  
 b Groter; de oog lens convergeert te zwak.  
 c Groter; de oog lens convergeert te zwak.

13 Oudere mensen zien (zonder bril) dichtbij slecht maar veraf goed; de bril is dus alleen nodig voor dichtbij.

## ANTWOORDEN BLOK 3

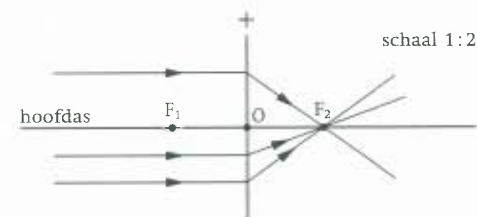
### H1

1 abcde Zie figuur.



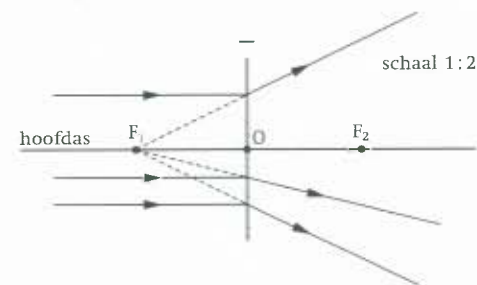
f Een convergerende bundel.

2 a De stralen worden door de lens naar elkaar toe gebogen.  
 bc Zie figuur.



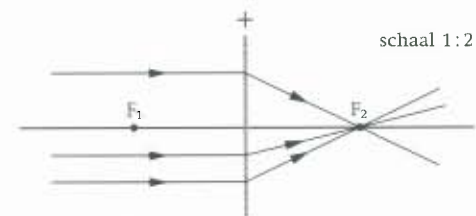
d De brandpuntsafstand is kleiner.  
 e De convergerende werking is groter.

3 ab Zie figuur.



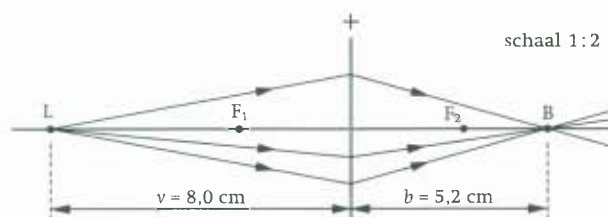
c Een divergerende bundel.

4 ab Zie figuur.

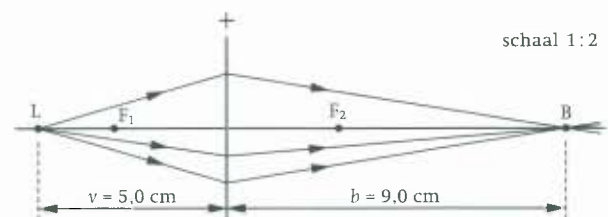


c In het brandpunt.

- 5 a De beeldafstand wordt groter.  
bcde Zie figuur.

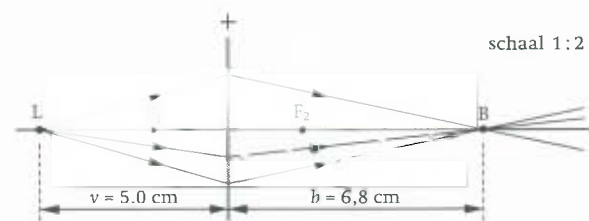


- 6 abcd Zie figuur.



- 7 a De voorwerpsafstand wordt steeds kleiner.  
b De beeldafstand wordt steeds groter.  
c Als het voorwerp ver weg staat.  
d Als de voorwerpsafstand gelijk is aan of kleiner is dan de brandpuntsafstand.

- 8 a De beeldafstand wordt dan kleiner.  
bcd Zie figuur.

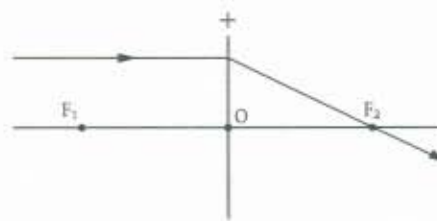


- 9 a De brandpuntsafstand is kleiner.  
b De lichtstralen worden meer naar elkaar toe gebogen.

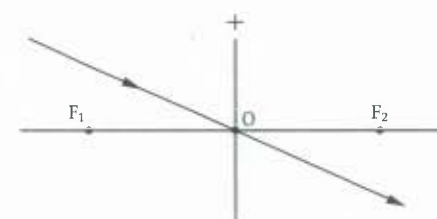
## ANTWOORDEN BLOK 3

### H2

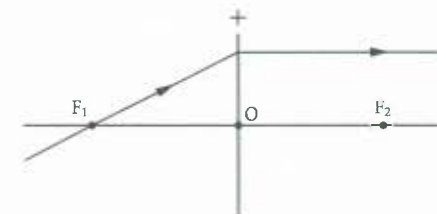
- 1 a Zie figuur.



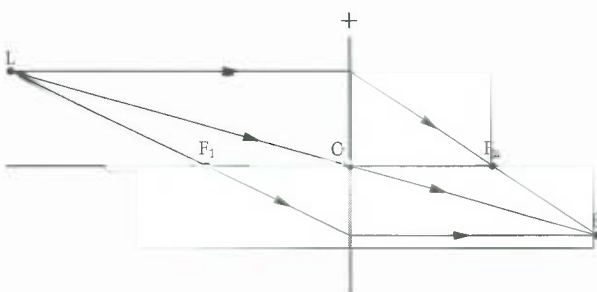
- b Zie figuur.



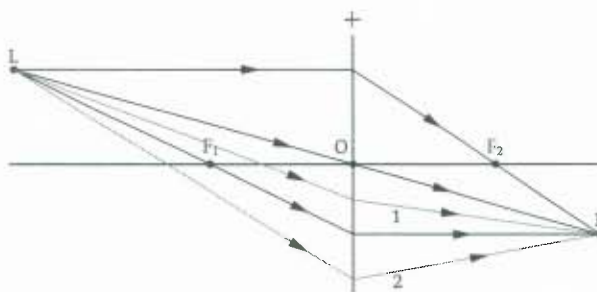
- c Zie figuur.



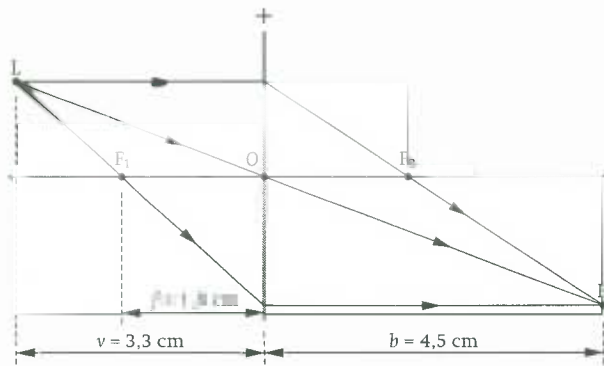
- d Zie figuur.



- 2 ab Zie figuur.

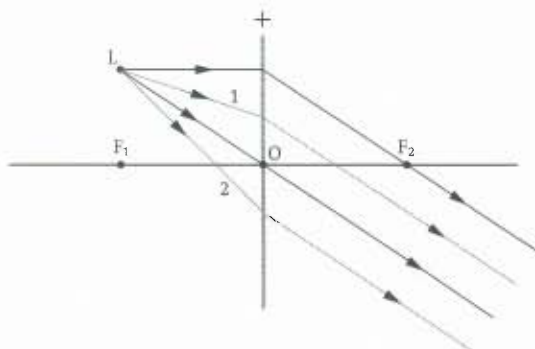


3 **ab** Zie figuur.



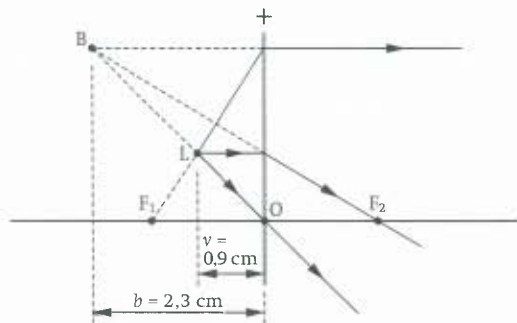
- c**  $v = 3,3$  cm;  $f = 1,9$  cm;  $b = 4,5$  cm  
**d** Een convergerende bundel.

4 **abc** Zie figuur.



- d** Een evenwijdige bundel.

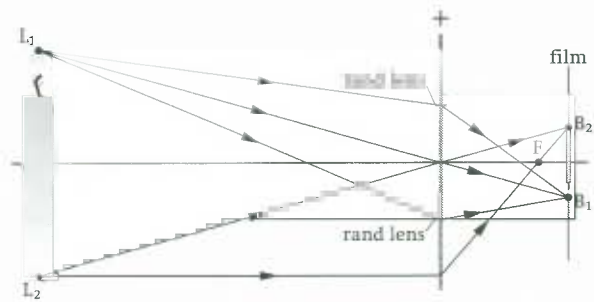
5 **a** Zie figuur.



- b** Een divergerende bundel.  
**c** Zie voorgaande figuur; een virtueel beeldpunt.  
**d** 2,3 cm vóór de lens en 2,5 cm boven de hoofdas; het beeld ligt aan dezelfde kant als het voorwerp.  
**e**  $v = 0,9$  cm;  $b = 2,3$  cm

opdracht- nummer	$f$ (cm)	$v$ (cm)	$b$ (cm)	soort bundel	soort beeld
3	1,9	3,3	4,5	conv.	reëel
4	1,9	1,9	-	evenw.	geen
5	1,5	0,9	-2,3	div.	virtueel

7 **a**  $v = 5,3$  cm;  $b = 1,7$  cm;  $V = 3,0$  cm  
**bcd** Zie figuur.

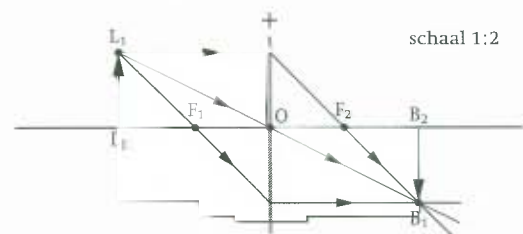


- e**  $f$  blijkt 1,3 cm.

### ANTWOORDEN BLOK 3

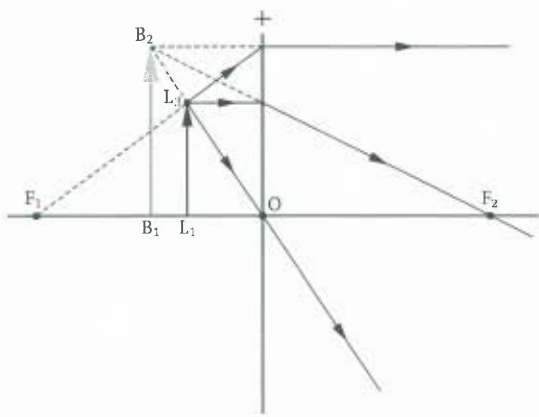
## H3

- a**  $N = b/v = 25/10 = 2,5$   
**b**  $B = N \cdot V = 2,5 \times 2 = 5,0$  cm
- a** De voorwerpsafstand wordt groter.  
**b** De beeldafstand wordt kleiner.  
**c** Het beeld wordt kleiner.
- $b = 14$  cm
- a**  $N = B/V = 0,5/2 = 0,25$   
**b**  $b/v = 0,25 \rightarrow b = 0,25 \times v = 0,25 \times 36 = 9,0$  cm
- $N = 5/3$   
 $b/v = 5/3 \rightarrow v = (3 : 5) \times 4 = 2,4$  cm
- ab** Zie figuur.



- c**  $b = 4,0$  cm;  $B_1 B_2 = 2,0$  cm  
**d**  $N = B_1 B_2 / L_1 L_2 = 2/2 = 1$   
**e**  $N = b/v = 4/4 = 1$

7 a Zie figuur.



b  $b = -1,5$  cm virtueel;  $B = 2,3$  cm

c  $N = B/V = 2,3/1,5 = 1,5$ ;  $N = b/v = 1,5/1,0 = 1,5$

8  $b = N \times v = 50 \times 10 = 500$  cm

9  $N = B/V = 2/600$

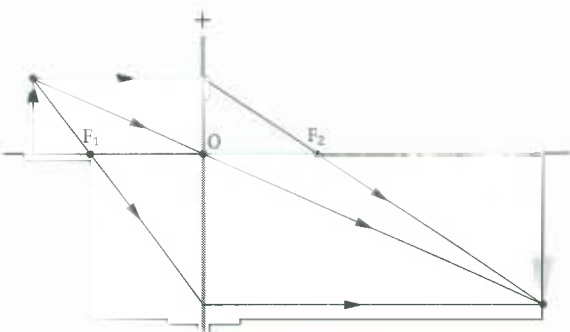
$b/v = 2/600 \rightarrow v = 600/2 \times b = 600/2 \times 5 = 1500$  cm  
= 15 m

### ANTWOORDEN BLOK 3

#### H4

1 a  $v = 2,3$  cm;  $b = 4,5$  cm

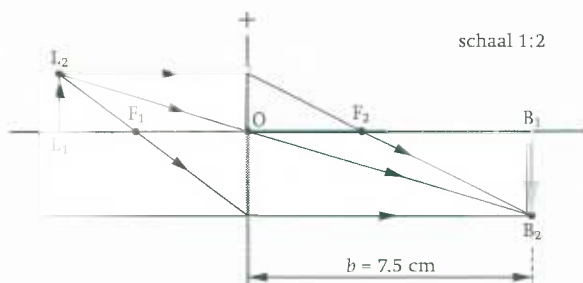
b Zie figuur.



c  $f = 1,5$  cm

d  $1/f = 1/v + 1/b = 1/2,3 + 1/4,5 = 0,657$   
 $f = 1,5$  cm

2 ab Zie figuur.



c  $b = 7,5$  cm

d  $1/b = 1/f - 1/v = 1/3 - 1/5 = 0,13$

$b = 1/0,13 = 7,5$  cm

3  $1/f = 1/v + 1/b = 1/10 + 1/10 = 0,2$   
 $f = 1/0,2 = 5,0$  cm

4  $1/b = 1/f - 1/v = 1/10 - 1/20 = 0,05$   
 $b = 1/0,05 = 20$  cm

5  $1/v = 1/f - 1/b = 1/10 - 1/200 = 0,095$   
 $v = 1/0,095 = 10,5$  cm

6  $1/b = 1/f - 1/v = 1/5 - 1/40 = 0,175$   
 $b = 1/0,175 = 5,7$  cm

7 a  $N = b/v \rightarrow v = b/N = 500/25 = 20$  cm

b  $1/f = 1/v + 1/b = 1/20 + 1/500 = 0,052$   
 $f = 1/0,052 = 19,2$  cm

### ANTWOORDEN BLOK 3

#### E1

1 a De lichtvlek wordt kleiner.

b Bij een negatieve lens lopen de stralen na breking uit elkaar.

c De lichtvlek wordt groter.

e De nabijheidspuntafstand wordt groter.

f De nabijheidspuntafstand wordt kleiner.

k  $S = 1/f$  met  $f$  in m.

l Negatieve lens: bijziend.

Positieve lens: verziend.

m Bijziend: ziet voorwerpen ver weg onscherp.

Verziend: ziet voorwerpen dichtbij onscherp.

2 Bij bijziendheid convergeert de ooglen in ongeaccommodeerde toestand te sterk; bij het ouder worden neemt de flexibiliteit van de ooglen af: de ooglen gaat minder sterk convergeren, zodat deze oogafwijking verdwijnt.

3  $v = 120$  cm;  $b = -60$  cm (virtueel!)

$1/f = 1/v + 1/b = 1/120 + 1/-60 = -0,0083$

$f = 1/-0,0083 = -120$  cm

### ANTWOORDEN BLOK 3

#### E2

1 a  $f = 50$  mm

b  $d/f = 1/1,7$

c  $d = 50/1,7 = 29,4$  mm = 2,94 cm

d  $A = \pi \cdot r^2 = 3,14 \times (1,47)^2 = 6,8$  cm<sup>2</sup>

e 1,7

Opmerking: helaas is vergeten opgave 1 geheel aan te passen aan de foto van figuur 96. U moet boven opgave 1f, in opgave 1f en in opgave 1g diafragma-nummer 2,0 vervangen door 2,4 (3 × dus). Want bij de keuze van het opvolgende grotere diafragma-getal moet de oppervlakte van de lensopening steeds ongeveer 0,5 × zo groot worden (zodat de belichtingstijd 2 × zo lang moet worden).

Je vindt dan:

**f** diafragma 2,4:  $d = 50/2,4 = 20,8 \text{ mm} = 2,08 \text{ cm}$   
(diafragma 2,0:  $d = 50/2,0 = 25 \text{ mm} = 2,5 \text{ cm}$ )

**g**  $A = 3,14 \times (1,04)^2 = 3,4 \text{ cm}^2$  (dus de helft van de bij opgave **1d** gevonden waarde)

(diafragma 2,0:  $A = 3,14 \times (1,25)^2 = 4,9 \text{ cm}^2$ )

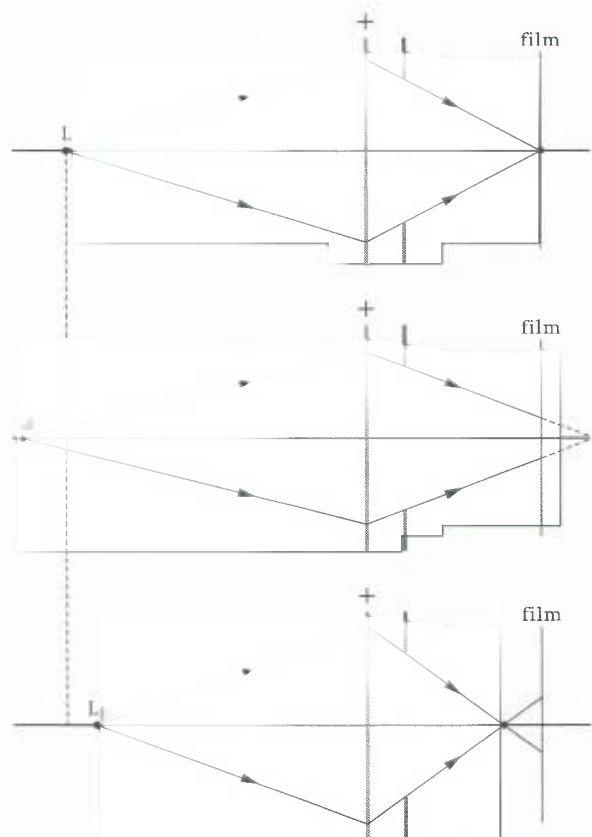
**h** Bij een diafragmagetal 2,4 is de oppervlakte van de lensopening  $0,5 \times$  zo groot geworden.

(Bij de waarde 2,0 vind je dat de oppervlakte  $0,72 \times$  zo groot is geworden.)

- 2** Diafragma een stap kleiner wil zeggen lensopening 2 keer zo klein. Om dezelfde hoeveelheid licht binnen te krijgen moet de belichtingstijd dus 2 keer zo groot worden.

- 3 a** 4 m tot oneindig

**b** Bij diafragmagetal 4 is de lensopening groter en de binnenkomende bundel dus breder. De voorwerpsafstanden die een scherp beeld opleveren (een even groot vlekje), komen dicht bij elkaar te liggen (zie figuur).



**4 a**  $1/b = 1/f - 1/v \rightarrow 1/b = 1/0,05 - 1/150 = 19,99$

$b = 1/19,99 = 0,05 \text{ m}$

**b** De lichtstralen die van de kerktoeren komen, lopen (bijna) evenwijdig en worden gebroken door het brandpunt.

**c**  $N = b/v = 0,05/150 = 0,000333$

$B = N \cdot V = 0,000333 \times 40 = 0,0133 \text{ m} = 1,33 \text{ cm}$

**d**  $1/b = 1/0,2 - 1/150 = 4,99 \rightarrow b = 1/4,99 = 0,20$

$N = 0,2/150 = 0,00133 \rightarrow B = 0,00133/40 = 0,0533 \text{ m} = 5,33 \text{ cm}$

**e** Brandpuntsafstand 4 keer zo groot  $\rightarrow$

beeld 4 keer zo groot ( $4 \times 1,33 = 5,32 \text{ cm}$ )

**f** Brandpuntsafstand 2 keer zo klein  $\rightarrow$

beeld 2 keer zo klein:  $B = 1,33/2 = 0,67 \text{ cm}$

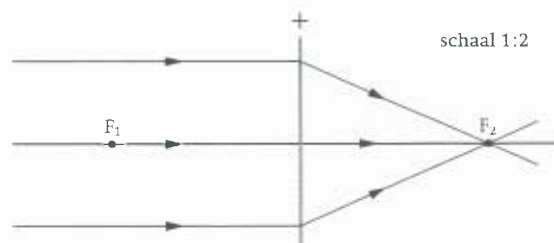
- 5** Opeenvolgende stappen:

- lichtsterkte meten;
- als snelheid van voorwerp van belang is:
- belichtingstijd kiezen;
- bijbehorend diafragma instellen;
- als scherptediepte van belang is:
- diafragma kiezen;
- bijbehorende belichtingstijd instellen;
- scherpstellen.

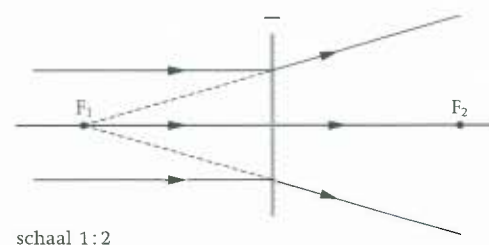
### ANTWOORDEN BLOK 3

#### E3

- 1 a** Zie figuur.



- b** Zie figuur.

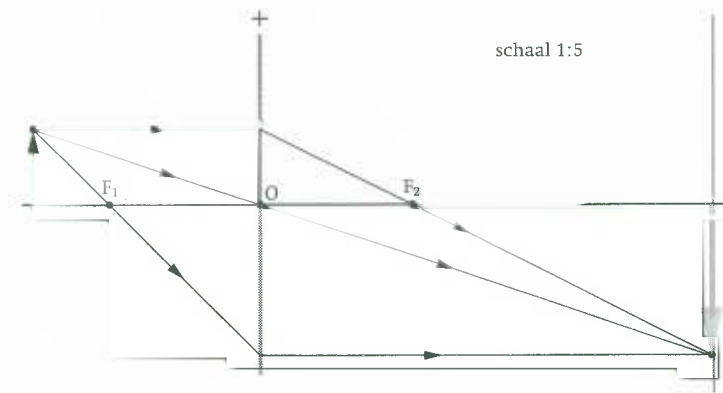


**c** Een convergerende bundel.

**d** Een divergerende bundel.



2 a Zie figuur.



b Opmeten: 2,0 cm; in werkelijkheid

$$5 \times 2,0 = 10 \text{ cm}$$

$$c \quad 1/b = 1/f - 1/v = 1/10 - 1/15 = 0,333$$

$$b = 1/0,333 = 30 \text{ cm}$$

$$d \quad N = b/v = 30/15 = 2,0$$

$$B = N \cdot V = 2,0 \times 5,0 = 10 \text{ cm}$$

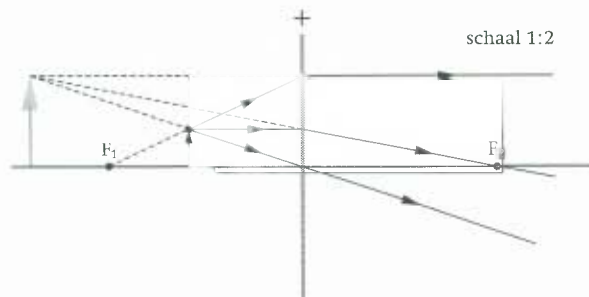
e N kleiner  $\rightarrow$  b kleiner; v groter  $\rightarrow$  kaars van de lens af; scherm naar de lens toe.

$$f \quad N = 1 \rightarrow b = v$$

$$1/v + 1/b = 1/f \rightarrow 1/v + 1/v = 1/10$$

$$2/v = 0,1 \rightarrow 0,1v = 2 \rightarrow v = b = 20 \text{ cm}$$

3 a Zie figuur.



b Virtueel.

$$c \quad N = B/V = 2,5/1,0 = 2,5$$

4 a  $N = B/V = 1200/24 = 50$

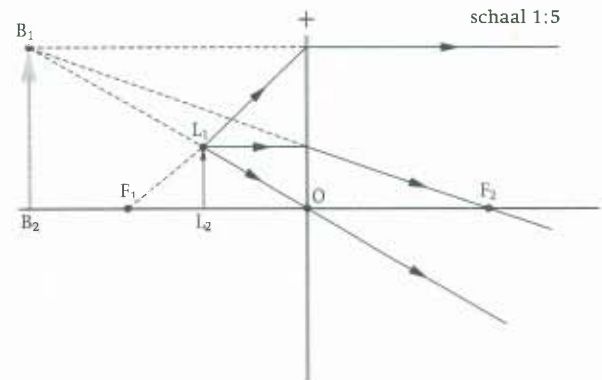
$$b \quad b/v = 50 \rightarrow v = b/50 = 500/50 = 10 \text{ cm}$$

$$c \quad 1/f = 1/v + 1/b = 1/10 + 1/500 = 0,102$$

$$f = 1/0,102 = 9,8 \text{ cm}$$

5 a Virtueel.

b Zie figuur.



Het virtuele beeld ligt in de tekening 3,75 cm vóór de lens, dus in werkelijkheid  $4 \times 3,75 = 15 \text{ cm}$  vóór de lens. Controle:

$$1/b = 1/f - 1/v = 1/10 - 1/6,0 = -0,067$$

$$b = -1/0,067 = -15 \text{ cm}$$

$$c \quad N = b/v = 15/6 = 2,5$$

$$B = N \cdot V = 2,5 \times 2,0 = 5,0 \text{ mm}$$

6 a  $1/b = 1/5,0 - 1/1000 = 0,199$

$$b = 1/0,199 = 5,025 \text{ cm}$$

$$b \quad N = b/v = 5,025/1000 = 0,005025$$

$$B = N \cdot V = 0,005025 \times 4,5 = 0,0226 \text{ m} = 2,3 \text{ cm}$$

c Het beeld wordt donkerder.

d Door een langere belichtingstijd te kiezen.

$$e \quad N = B/V \rightarrow N = 3,6/450 = 0,008 \rightarrow b/v = 0,008 \rightarrow$$

$$b = 0,008v$$

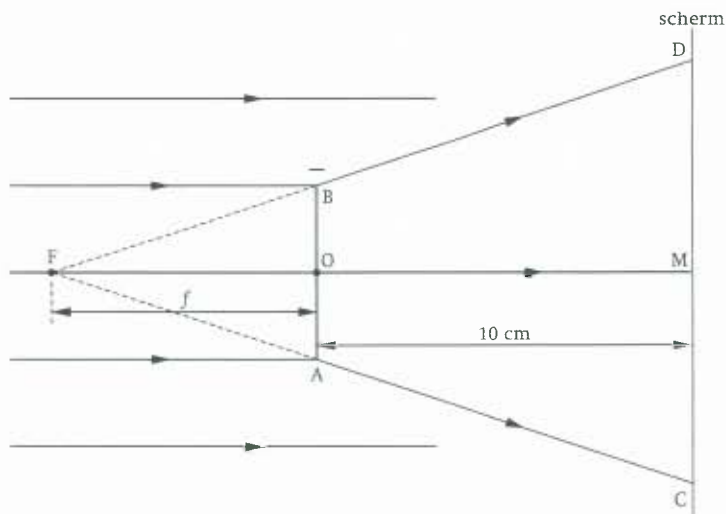
$$1/v + 1/b = 1/f \rightarrow 1/v + 1/0,008v = 1/5 \rightarrow$$

$$1/v + 125/v = 0,2$$

$$126/v = 0,2 \rightarrow 0,2v = 126 \rightarrow$$

$$v = 126/0,2 = 630 \text{ cm} = 6,3 \text{ m}$$

- 7 **a** Door de negatieve lens ontstaat een divergerende bundel; buiten de omtrek van de lens komt licht vanuit de lens én licht rechtstreeks van de lichtbron (dus daar is de lichtsterkte groter).  
**b** Zie figuur.



- c** Met verhoudingen in de gelijkvormige driehoeken FAB en FCD (zie figuur).  $\triangle FAB \sim \triangle FCD$ , dus  $FO : AB = FM : CD$ , of:  $f : AB = (f + 10) : CD$ .

Uit figuur 97 van het leerboek blijkt:

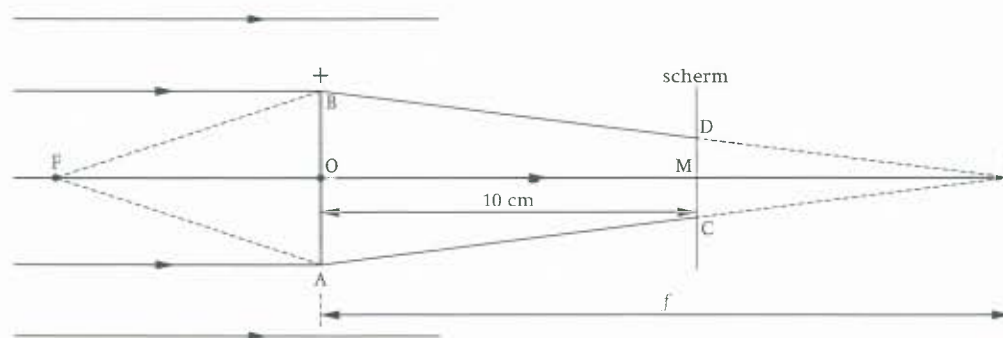
$AB = 22 \text{ mm}$  en  $CD = 25 \text{ mm}$ , zodat:

$$f : 2,2 = (f + 10) : 2,5 \rightarrow 2,5f = 2,2f + 22$$

$$0,3f = 22 \text{ cm} \rightarrow f = 73,3 \text{ cm}$$

- d** Door de positieve lens ontstaat een convergerende bundel; achter de lens ontstaat een donkere schaduw waar geen licht komt vanuit de lens noch rechtstreeks van de lichtbron. Buiten de schaduw valt licht van de evenwijdige bundel dat langs de lens valt.

- e** Zie figuur.



- f** Met verhoudingen in de gelijkvormige driehoeken ABF en CDF (zie figuur)  $\triangle ABF \sim \triangle CDF$  of:

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

Uit figuur 98 van het leerboek blijkt:  $AB = 25 \text{ mm}$  en  $CD = 14 \text{ mm}$ , zodat:

$$f : 2,5 = (f - 10) : 1,4 \rightarrow 1,4f = 2,5f - 25$$

$$1,1f = 25 \rightarrow f = 22,7 \text{ cm}$$