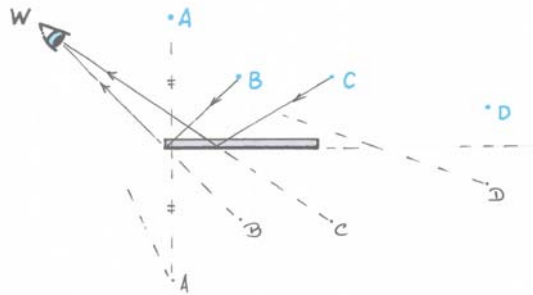

Opgaven 5.1 – Spiegelbeelden

1



B en C

2

De ander staat $2 + 5 = 7$ m voor de spiegel.

Haar spiegelbeeld staat 7 m achter de spiegel.

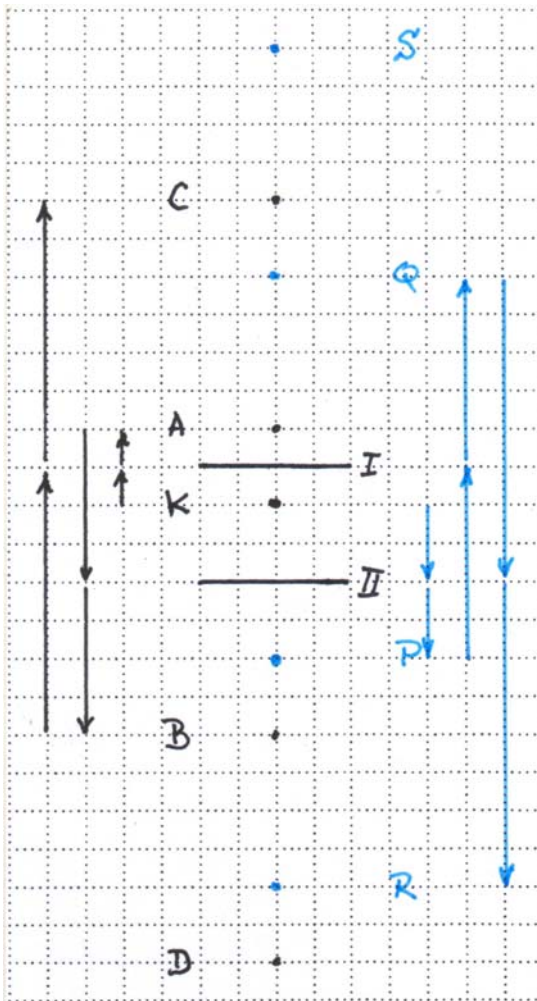
Jij staat $2 + 7 = 9$ m verwijderd van dat spiegelbeeld. Op die afstand moet je instellen.

9 m

- 3 a Bij opeenvolgende spiegelbeelden is steeds voor en achter verwisseld. Spiegelbeelden van een spiegelbeeld zijn identiek met het origineel. In de volgende figuur geldt dat voor B, D, Q en S.

- b K is de kikker.
 Er zijn twee 'families' van spiegelbeelden:
 A, B, C, D, ... (zwart) en P, Q, R, S, ... (blauw).
 A is het spiegelbeeld van K ten opzichte van spiegel I.
 B is het spiegelbeeld van A ten opzichte van spiegel II.
 C is het spiegelbeeld van B ten opzichte van spiegel I.
 D, enzovoort.

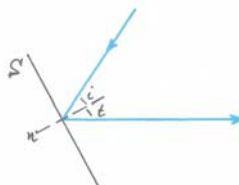
Zo horen ook P, Q, R, S, ... bij elkaar.



20 cm
 40 cm

De afstanden zijn achtereenvolgens 20 cm en 40 cm.

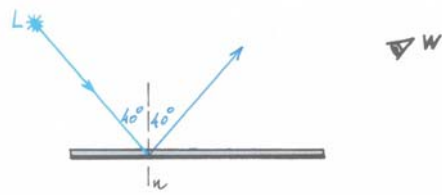
- 4



De normaal op de spiegel deelt de hoek tussen de lichtstralen doormidden.

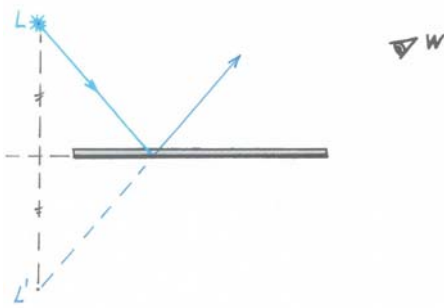
5

a



-

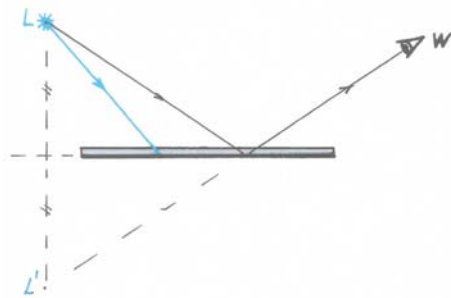
b



De lichtstraal lijkt uit L' te komen.

-

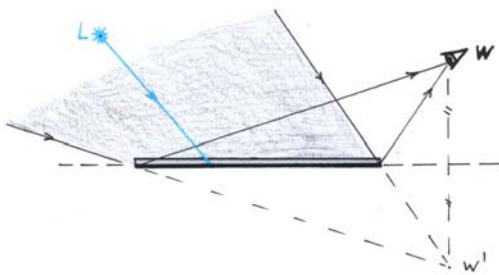
c



De lichtstraal naar W lijkt te komen uit L'

-

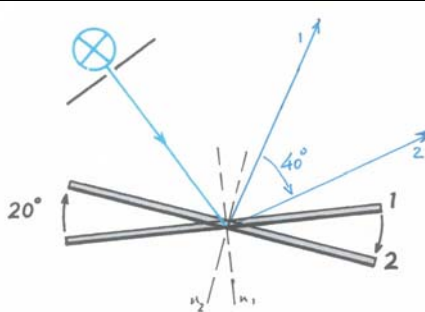
d



-

6

a



De normaal draait met de spiegel mee. De hoek tussen de oude normaal en de nieuwe is dus ook 20° .

-

b

De normaal draait over een hoek van 20° . De teruggekaatste lichtstraal draait over een hoek van $20^\circ + 20^\circ = 40^\circ$.

40°

c

De normaal draait over een hoek α dus de teruggekaatste straal draait over 2α .

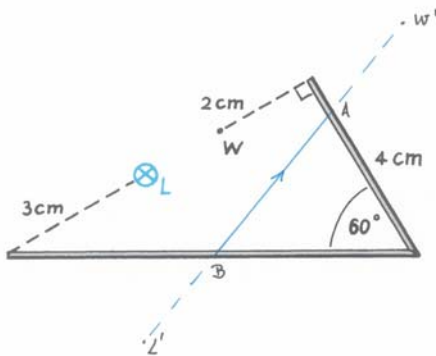
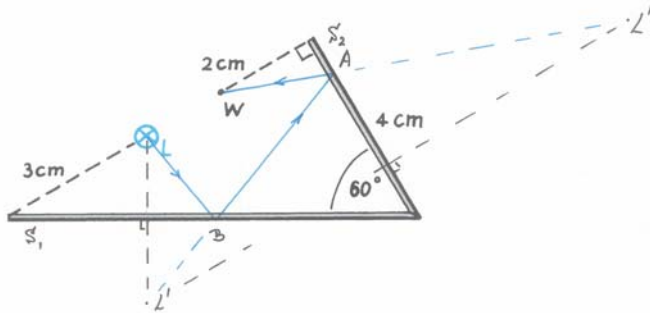
2α

7

1^e mogelijkheid

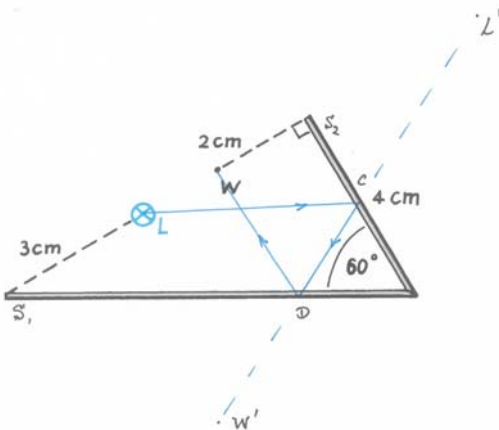
Je kunt op twee manieren te werk gaan:

1. Spiegel L in $S_1 \rightarrow L'$ en spiegel vervolgens L' in $S_2 \rightarrow L''$.
Daarna trek je de lijn $L''W \rightarrow$ punt A
daarna trek je de lijn $AL' \rightarrow$ punt B
daarna maak je de figuur af met de straal AB en zet je pijlen in de straal.
2. Spiegel L in S_1 en W in S_2 .
Trek daarna de lijn $L'W' \rightarrow$ dezelfde punten A en B als bij manier 1.
Daarna maak je de straal af.

*2^e mogelijkheid*

Volgens manier 2 is nu L gespiegeld in S_2 en W in S_1 .

Maak zelf de constructie volgens manier 1 en ga dan na dat je weer hetzelfde resultaat krijgt.



Opgaven 5.2 – Beelden bij lenzen

- 8 a Bol, want het beeld staat ondersteboven. Bol
- b Het omgekeerde beeld van het meisje staat aan deze kant van de lens.
De camera is scherp gesteld op dit omgekeerde beeld. De instelafstand is dus minder dan 3,00 m. -
- c Ten opzichte van de schrijfplaat verschuift het gezicht naar links en naar onder. zoals je op deze montage kunt zien:



9 a $\frac{1}{v} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f}$
 $\Rightarrow \frac{1}{18} + \frac{1}{b} = \frac{1}{15} \Rightarrow \frac{1}{b} = \frac{1}{15} - \frac{1}{18} = 0,0111.. \Rightarrow b = \frac{1}{0,0111..} = 90 \text{ cm}$

Het beeld staat 90 cm achter de lens.

b $v = 18 + 12 = 30$
 $\Rightarrow \frac{1}{b} = \frac{1}{15} - \frac{1}{30} = 0,0333.. \Rightarrow b = \frac{1}{0,0333..} = 30 \text{ cm}$

Het beeld schuift $90 - 30 = 60 \text{ cm}$ naar de lens toe.

v (cm)	b (cm)	1/v+1/b	f (cm)	afwijking van gemiddelde
34	296	0,0328	30,4970	0,6541
35	214	0,0332	30,0803	0,2374
36	198	0,0328	30,4615	0,6187
37	148	0,0338	29,6000	0,2429
43	92	0,0341	29,3037	0,5392
48	74	0,0343	29,1148	0,7281
		som	179,0573	3,0204
		gemiddeld	29,8429	0,5034

30 cm
 of
 29,8±0,5 cm

Van het gemiddelde is het eerste cijfer achter de komma al onzeker. Je moet dus afronden bij de komma: $f = 30 \text{ cm}$
 Maar je kunt ook schrijven $f = 29,8 \pm 0,5 \text{ cm}$

11 a $\frac{1}{v} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f} = \frac{1}{15} \Rightarrow \frac{1}{b} = \frac{1}{15} - \frac{1}{v}$

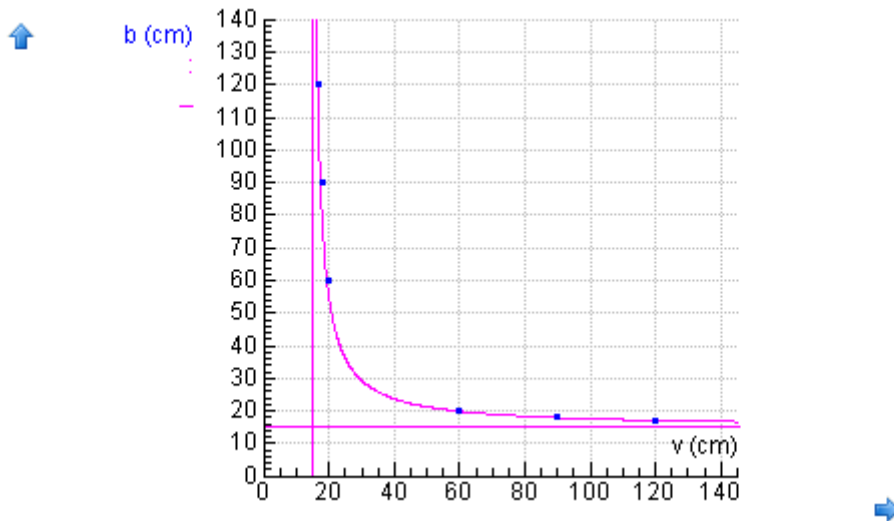
$v = 120 \Rightarrow \frac{1}{b} = \frac{1}{15} - \frac{1}{120} = 0,0583.. \Rightarrow b = \frac{1}{0,0583..} = 17,1.. = 17 \text{ cm}$ 17 cm

$v = 90 \Rightarrow \frac{1}{b} = \frac{1}{15} - \frac{1}{90} = 0,0555.. \Rightarrow b = \frac{1}{0,0555..} = 18 \text{ cm}$ 18 cm

$v = 60 \Rightarrow \frac{1}{b} = \frac{1}{15} - \frac{1}{60} = 0,05 \Rightarrow b = \frac{1}{0,05} = 20 \text{ cm}$ 20 cm

b De getallen v en b verwisselen: $(v,b) = (17, 120); (18, 90)$ en $(20, 60)$ -

c



d De horizontale asymptoot bij $b = 15 \text{ cm}$ geeft de brandpuntsafstand. Immers,
 $\left. \begin{matrix} v \rightarrow \infty \\ \frac{1}{v} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f} \end{matrix} \right\} \Rightarrow \frac{1}{\infty} + \frac{1}{b} = 0 + \frac{1}{b} = \frac{1}{f} \Rightarrow b = f$ -

Ook de verticale asymptoot bij $v = 15 \text{ cm}$ geeft de brandpuntsafstand. Immers,
 $\left. \begin{matrix} b \rightarrow \infty \\ \frac{1}{v} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f} \end{matrix} \right\} \Rightarrow \frac{1}{v} + \frac{1}{\infty} = \frac{1}{v} + 0 = \frac{1}{f} \Rightarrow v = f$

12 a Bij de omgekeerde stralengang is de nieuwe v gelijk aan de oude b . En de nieuwe b gelijk aan de oude v . In de berekening met $\frac{1}{v} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f}$ maakt dat geen verschil. -

b $\frac{1}{30} + \frac{1}{60} = \frac{1}{f} = \frac{1}{60} + \frac{1}{30}$ -

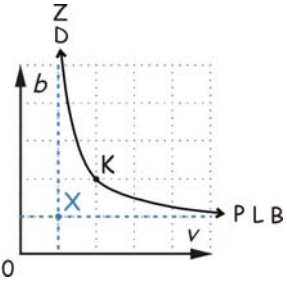
c $\frac{1}{f} = \frac{1}{60} + \frac{1}{30} = 0,05 \Rightarrow f = \frac{1}{0,05} = 20 \text{ cm}$ 20 cm

13 Alleen de uitspraak "Ieder brandpunt is een beeldpunt" is waar. Namelijk het beeldpunt als v heel groot is. -

14 Virtueel
 Achter de spiegel is niets te vinden. -

15 a $\frac{1}{b} = \frac{1}{f} - \frac{1}{v} = \frac{1}{5,0} - \frac{1}{6,0} = 0,0333.. \Rightarrow b = \frac{1}{0,0333..} = 30 \text{ cm}$ 30 cm

$S = \frac{1}{f} = \frac{1}{0,050} = 20 \text{ dpt}$ 20 dpt

b	$f = \frac{1}{S} = \frac{1}{10,0} = 0,1 = 0,100 \text{ m} = 10,0 \text{ cm}$ $\frac{1}{v} = \frac{1}{f} - \frac{1}{b} = \frac{1}{10,0} - \frac{1}{15,0} = 0,0333\dots \Rightarrow v = \frac{1}{0,0333\dots} = 30 = 30,0 \text{ cm}$	10,0 cm 30,0 cm
c	$\frac{1}{f} = \frac{1}{v} + \frac{1}{b} = \frac{1}{21,5} + \frac{1}{60,0} = 0,06317\dots \Rightarrow f = \frac{1}{0,06317\dots} = 15,82\dots = 15,8 \text{ cm}$ $S = \frac{1}{f} = \frac{1}{0,1582\dots} = 6,317\dots = 6,32 \text{ dpt}$	15,8 cm 6,32 dpt
d	Zelfde antwoorden als bij c . Alleen zijn v en b verwisseld.	15,8 cm 6,32 dpt
e	$f = \frac{1}{S} = \frac{1}{4,0} = 0,25 \text{ m} = 25 \text{ cm}$ $\frac{1}{v} = S - \frac{1}{b} = 4,0 - \frac{1}{15} = 3,93\dots \Rightarrow v = \frac{1}{3,93\dots} = 0,254\dots = 0,25 \text{ m}$ <p>Klopt, want $b = 15 \text{ m} \gg f$, dus $b \approx \infty$ en $v \approx f = 25 \text{ cm}$</p>	25 cm 25 cm
16	<ol style="list-style-type: none"> Camera instellen op minder dan 3,00 m, maar op meer dan bij de rechter foto. Dan zijn zowel de handen als het gezicht niet scherp. Door ook het diafragma te verkleinen, worden de onscherp te vlekjes zo klein dat alles weer scherp is (lijkt). <p>Misschien is de laatste stap alleen al voldoende.</p>	-
17 a	$f = \frac{1}{S} = \frac{1}{2} = 0,5 \text{ m}$	0,5 m
b	$\left. \begin{array}{l} b = v \\ \frac{1}{f} = \frac{1}{v} + \frac{1}{b} \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{1}{v} + \frac{1}{v} = \frac{2}{v} \Rightarrow \frac{v}{2} = \frac{f}{1} \Rightarrow v = 2f = 2 \cdot 0,5 = 1 \text{ m} = b$ <p>De afstand tussen kaars en scherm is $v + b = 1 + 1 = 2 \text{ m}$</p>	2 m
18 a	X is het snijpunt van de asymptoten aan de $b(v)$ -grafiek. Voor deze asymptoten geldt verticaal $v = f$ en horizontaal $b = f$. Zie opgave 11c+d. Dus $X = (f, f)$ en $K = (2f, 2f)$	-
b	 <ul style="list-style-type: none"> - Zoeklicht maakt een evenwijdige lichtbundel: $b = \infty \Rightarrow v = f$; Z ligt dus 'oneindig' hoog. - Diaprojector maakt een flinke vergroting van de dia: $v \ll b$; D ligt wel hoog maar niet 'oneindig' hoog. - Portretcamera maakt een verkleining van het gezicht: $v > b$; P ligt waarschijnlijk buiten het raster. - Landschapscamera maakt een flinke verkleining van het landschap: $v \gg b$; L ligt verder weg dan P. - Brandglas maakt van een evenwijdige lichtbundel een brandpunt: $v = \infty \Rightarrow b = f$; B ligt 'oneindig' ver weg. 	-
19 a	$\frac{1}{b} = \frac{1}{f} - \frac{1}{v} = \frac{1}{4,0} - \frac{1}{25} = 0,21 \Rightarrow b = \frac{1}{0,21} = 4,76\dots \text{ cm}$ $N = \frac{b}{v} = \frac{4,76\dots}{25} = 0,190\dots = 0,19$	0,19

b	$\frac{1}{b} = \frac{1}{f} - \frac{1}{v} = \frac{1}{4,0} - \frac{1}{2,5} = -0,15 \Rightarrow b = \frac{1}{-0,15} = -6,66.. \text{ cm}$ $N = \left \frac{b}{v} \right = \left \frac{-6,66..}{2,5} \right = 2,67.. = 2,7$	2,7
20	$N = \frac{b}{v} = 5 \Rightarrow b = 5 \cdot v = 5 \cdot 36 = 180 = 1,8 \cdot 10^2 \text{ cm}$ $\frac{1}{f} = \frac{1}{v} + \frac{1}{b} = \frac{1}{36} + \frac{1}{180} = 0,0333.. \Rightarrow f = \frac{1}{0,0333..} = 30 \text{ cm}$	1,8 m 30 cm
21	<p>a $b \gg f \Rightarrow v \approx f = 0,085 \text{ m}$</p> $N = \frac{b}{v} \approx \frac{3,50}{0,085} = 41,1.. = 41$	41
b	$\frac{1}{v} = \frac{1}{f} - \frac{1}{b} = \frac{1}{0,085} - \frac{1}{3,50} = 11,47.. \Rightarrow v = \frac{1}{11,47..} = 0,0871.. = 87 \cdot 10^{-3} \text{ m}$	87 mm
c	$N = \frac{b}{v} = \frac{3,50}{0,0871..} = 40,1.. = 40$	40
De schatting uit a lag daar erg dicht bij.		
22	<p>Het beeld is bij een vergrootglas virtueel, dus $b = -40 \text{ cm}$</p> $f = \frac{1}{S} = \frac{1}{10} = 0,1 = 0,10 \text{ m} = 10 \text{ cm}$ $\frac{1}{v} = \frac{1}{f} - \frac{1}{b} = \frac{1}{10} - \frac{1}{(-40)} = 0,125 \Rightarrow v = \frac{1}{0,125} = 8 = 8,0 \text{ cm}$	8,0 cm
23	<p>a $f = \frac{1}{S} = \frac{1}{4,0} = 0,25 = 0,25 \text{ m} = 25 \text{ cm}$</p> $\frac{1}{b} = \frac{1}{f} - \frac{1}{v} = \frac{1}{25} - \frac{1}{100} = 0,03 \Rightarrow b = \frac{1}{0,03} = 33,3.. = 33 \text{ cm}$ $N = \frac{b}{v} = \frac{33,3..}{100} = 0,333.. = 0,33$	25 cm 33 cm 0,33
b	$N = \frac{BB'}{VV'} \Rightarrow 0,333.. = \frac{BB'}{12} \Rightarrow BB' = 0,333.. \cdot 12 = 4,0 \text{ cm}$	4,0 cm
24	$v = 200 \text{ m} \approx \infty \Rightarrow b \approx f$ $\Rightarrow N = \frac{b}{v} \approx \frac{f}{v} = \frac{0,105}{200} = 5,25 \cdot 10^{-4} \left. \vphantom{\frac{b}{v}} \right\} \Rightarrow BB' = N \cdot VV' = 5,25 \cdot 10^{-4} \cdot 80 = 0,042 \text{ m}$	-
De toren past alleen op de lengte van de beeldchip.		
25	<p>a $\frac{1}{b} = \frac{1}{f} - \frac{1}{v} = \frac{1}{5,0} - \frac{1}{4,5} = -0,0222.. \Rightarrow b = \frac{1}{-0,0222..} = -45 \text{ cm}$</p> <p>Het beeld is virtueel. Het staat aan dezelfde kant van de lens als de haar.</p>	-
b	$N = \left \frac{b}{v} \right = \left \frac{-45}{4,5} \right = 10$	10
c	$BB' = N \cdot VV' = 10 \cdot 0,1 = 1 \text{ mm dik.}$	1 mm
26	<p>Het beeld is virtueel: $b = -30 \text{ cm}$</p> $\frac{1}{v} = \frac{1}{f} - \frac{1}{b} = \frac{1}{5,0} - \frac{1}{(-30)} = 0,233.. \Rightarrow v = \frac{1}{0,233..} = 4,28.. = 4,3 \text{ cm}$	4,3 cm

27

Gebruik hier de volgende afgeleide formules

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

$$(\text{alles} \times b) \Rightarrow \frac{b}{v} + \frac{b}{b} = \frac{b}{f} \Rightarrow N+1 = \frac{b}{f} \Rightarrow b = f \cdot (N+1)$$

$$\text{en } N = \frac{b}{v} \Rightarrow v = \frac{b}{N}$$

Bij een reëel beeld moet je voor N een positieve waarde invullen.Bij een virtueel vul je voor N een negatieve waarde in.

a

Reëel beeld:

$$N = +4,0$$

$$b = f \cdot (N+1) = 15 \cdot (4,0+1) = 75 \text{ cm}$$

75 cm

$$v = \frac{b}{N} = \frac{75}{4,0} = 18,75 = 19 \text{ cm}$$

19 cm

b

Reëel beeld

$$N = +0,30$$

$$b = f \cdot (N+1) = 15 \cdot (0,30+1) = 19,5 = 20 \text{ cm}$$

20 cm

$$v = \frac{b}{N} = \frac{19,5}{0,30} = 65 \text{ cm}$$

65 cm

$$\text{en bij } v = \frac{b}{N} = \frac{19,5}{0,30} = 65 \text{ cm}$$

c

Virtueel beeld:

$$N = -5,0$$

$$b = f \cdot (N+1) = 15 \cdot (-5,0+1) = -60 \text{ cm}$$

-60 cm

$$v = \frac{b}{N} = \frac{-60}{-5,0} = 12 \text{ cm}$$

12 cm

d

$$N = \frac{b}{v} = 4,0 \Rightarrow b = 4,0 \cdot v \quad \left. \vphantom{N = \frac{b}{v} = 4,0} \right\} = v + 4,0 \cdot v = 5,0 \cdot v = 200$$

$$v + b = 200$$

$$\Rightarrow v = \frac{200}{5,0} = 40 \text{ cm}$$

32 cm

$$\Rightarrow b = 4,0 \cdot v = 4,0 \cdot 40 = 160 \text{ cm}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{1}{v} + \frac{1}{b} = \frac{1}{40} + \frac{1}{160} = 0,03125 \Rightarrow f = \frac{1}{0,03125} = 32 \text{ cm}$$

28

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

$$\Rightarrow \frac{1}{b} = S - \frac{1}{v} = -2,9 - \frac{1}{1,00} = -3,9 \Rightarrow b = \frac{1}{-3,9} = -0,2564 = -0,26 \text{ m}$$

-26 cm

0,26

$$N = \left| \frac{b}{v} \right| = \left| \frac{-0,2564}{1,00} \right| = 0,2564 = 0,26$$

29 a

We verwaarlozen de afstand tussen oog en lens en gaan uit van $v = 150 \text{ cm}$.

150 cm

Het beeld staat aan dezelfde kant als het voorwerp, achter de lens. Het beeld is virtueel: $b = -28 \text{ cm}$

-28 cm

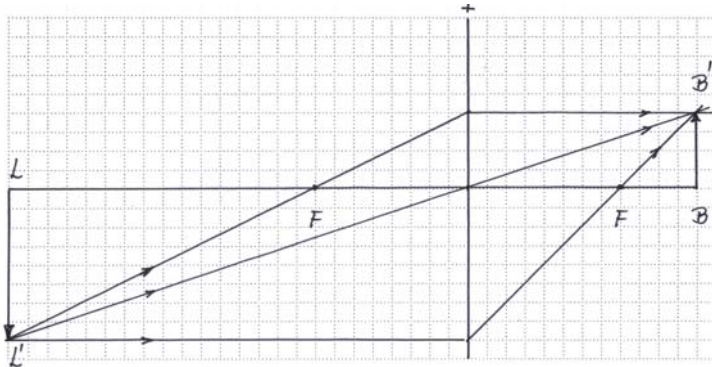
b

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{v} + \frac{1}{b} = \frac{1}{150} + \frac{1}{(-28)} = -0,0290 \Rightarrow f = \frac{1}{0,0290} = -34,48 = -34 \text{ cm}$$

-34 cm

Opgaven 5.3 – Constructiestralen

30 a



De schaal is 1:2.

b
$$\left. \begin{array}{l} BB' = 20 \text{ mm} \\ LL' = 40 \text{ mm} \end{array} \right\} \Rightarrow N = \frac{BB'}{LL'} = 0,50$$

$$\left. \begin{array}{l} b = 12,0 \text{ cm} \\ v = 6,0 \text{ cm} \end{array} \right\} \Rightarrow N = \left| \frac{b}{v} \right| = 0,50$$

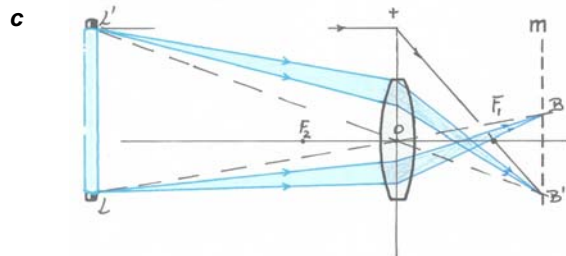
0,5

c
$$\frac{1}{b} = \frac{1}{f} - \frac{1}{v} = \frac{1}{4,0} - \frac{1}{12,0} = 0,166.. \Rightarrow b = \frac{1}{0,166..} = 6 = 6,0 \text{ cm}$$

$$N = \frac{b}{v} = \frac{6,0}{12,0} = 0,5 = 0,50$$

0,50

31 a Teken de lichtstralen die vanaf de uiteinden van de tl door het optisch middelpunt van de lens gaan. Hun snijpunten met lijn m geven de uiteinden van het beeld.



-

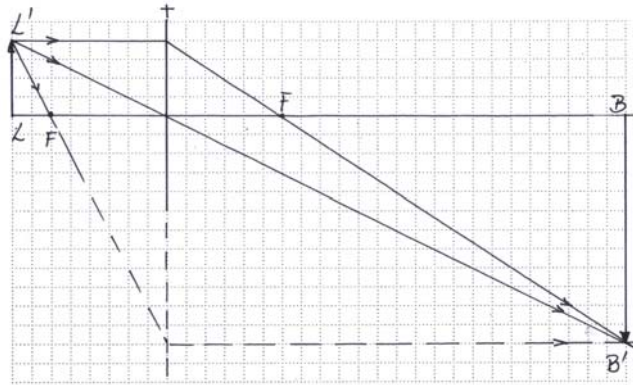
b De bundel die vertrekt uit L komt samen in B. Idem voor L' en B'. Zie figuur.

-

c De lichtstraal die evenwijdig aan de hoofdas vertrekt uit L' en na het lensvlak naar B' gaat, snijdt de hoofdas in het brandpunt F1. Zie figuur. F2 ligt op even grote afstand vóór de lens.

-

32 a



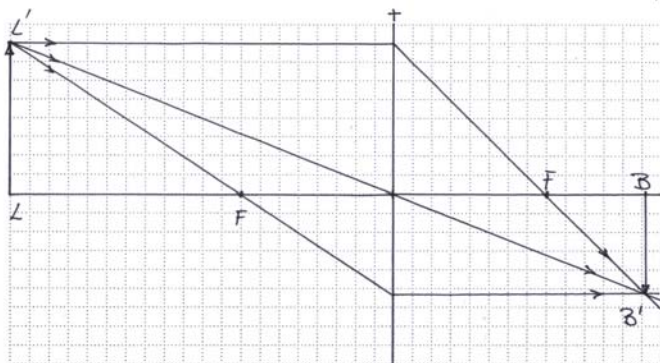
12 cm
6,0 cm

De schaal is 1:2

$$\frac{1}{b} = \frac{1}{f} - \frac{1}{v} = \frac{1}{3,0} - \frac{1}{4,0} = 0,0833.. \Rightarrow b = \frac{1}{0,0833..} = 12 \text{ cm} \Rightarrow N = 3,0$$

$$BB' = N \cdot LL' = 3,0 \cdot 2,0 = 6 = 6,0 \text{ cm}$$

b



6,7 cm
2,7 cm

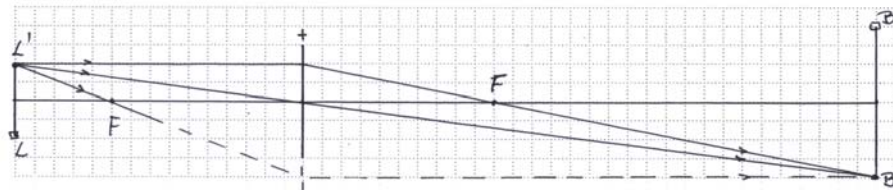
De schaal is 1:2

$$\frac{1}{b} = \frac{1}{f} - \frac{1}{v} = \frac{1}{4,0} - \frac{1}{10,0} = 0,15 \Rightarrow b = \frac{1}{0,15} = 6,66.. = 6,7 \text{ cm} \Rightarrow N = 0,67$$

$$N = \frac{b}{v} = \frac{6,66..}{10,0} = 0,666..$$

$$BB' = N \cdot LL' = 0,666.. \cdot 4,0 = 2,66.. = 2,7 \text{ cm}$$

33 a



-

De schaal is 1:2

b

$$\left. \begin{array}{l} BB' = 40 \text{ mm} \\ LL' = 20 \text{ mm} \end{array} \right\} \Rightarrow N = \frac{BB'}{LL'} = \frac{40}{20} = 2,0$$

$$\left. \begin{array}{l} b = 15 \text{ cm} \\ v = 7,5 \text{ cm} \end{array} \right\} \Rightarrow N = \left| \frac{b}{v} \right| = 2,0$$

2

c

$$\frac{1}{b} = \frac{1}{f} - \frac{1}{v} = \frac{1}{5,0} - \frac{1}{7,5} = 0,0666.. \Rightarrow b = \frac{1}{0,0666..} = 15 \text{ cm}$$

15 cm

$$N = \frac{b}{v} = \frac{15}{7,5} = 2 = 2,0$$

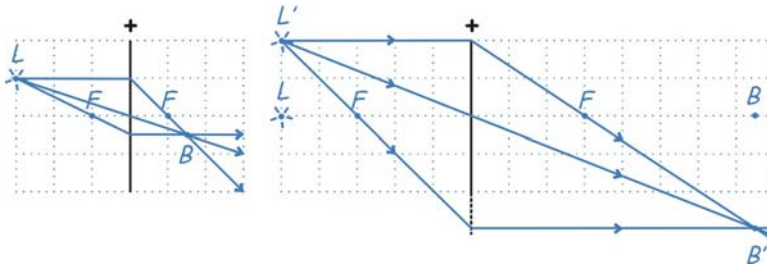
2,0

d

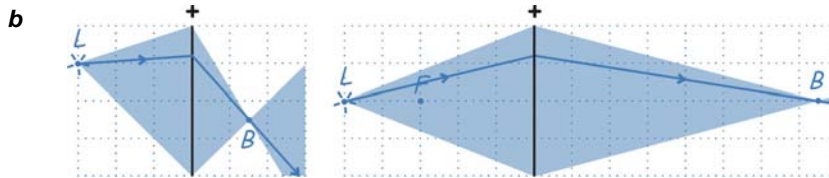
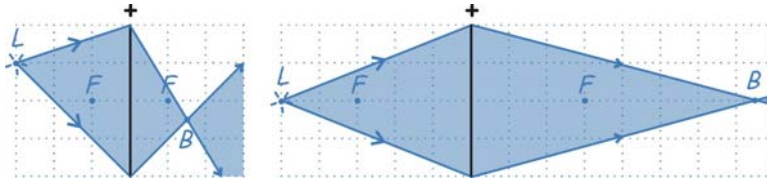
$$b = 7,5 \text{ cm, want in c mag je } b \text{ en } v \text{ verwisselen: } \frac{1}{f} = \frac{1}{v} + \frac{1}{b} = \frac{1}{7,5} + \frac{1}{15} = \frac{1}{15} + \frac{1}{7,5}$$

7,5 cm

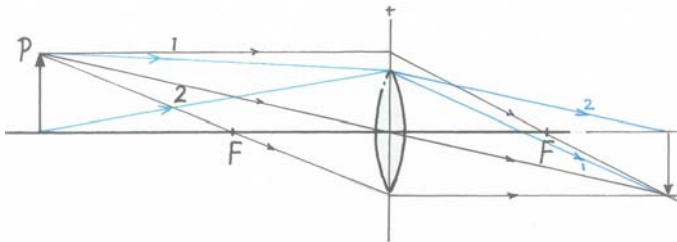
- 34 a Links kun je meteen de drie constructiestralen tekenen.
Rechts moet je eerst een hulppunt L' boven L plaatsen.



Nadat je B en B' gevonden hebt, kun je de bundels afmaken.

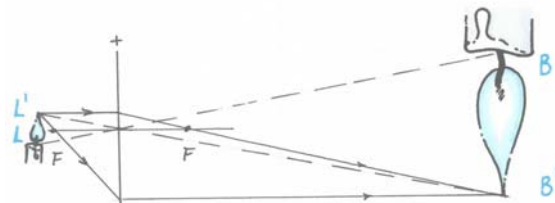


- 35 a
b

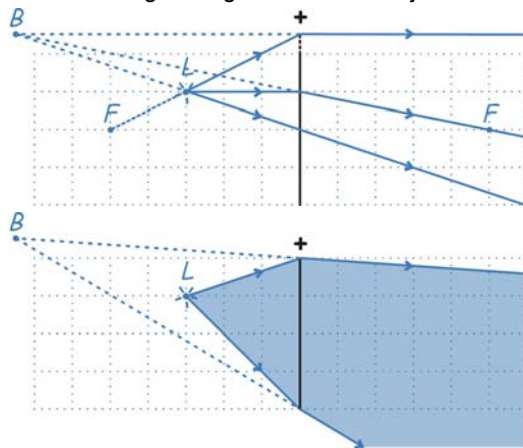


Straal 1 gaat van de top van het voorwerp naar de top van het beeld.
Straal 2 gaat van de voet van het voorwerp naar de voet van het beeld.

- 36 Het snijpunt van LL' en BB' is het optisch middelpunt van de lens.
Teken daar de lens, als een verticale lijn, en de hoofdas.
De lichtstraal die B' bereikt evenwijdig aan de hoofdas, kwam uit L' . In het snijpunt met de hoofdas ligt het brandpunt vóór de lens.
Het andere brandpunt ligt even ver aan de andere kant van de lens.



- 37 a Met de drie constructiestralen vind je het beeldpunt B.
De bundelbegrenzing achter de lens lijkt uit B te komen.

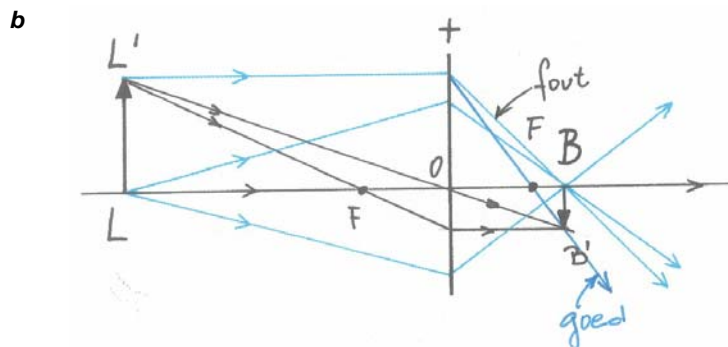


- b Opmeten in figuur:

$$\left. \begin{array}{l} v = 3,0 \text{ cm} \\ f = 5,0 \text{ cm} \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{1}{b} = \frac{1}{f} - \frac{1}{v} = \frac{1}{5,0} - \frac{1}{3,0} \Rightarrow b = \frac{1}{-0,133..} = -7,5 \text{ cm}$$

c $N = \left| \frac{b}{v} \right| = \left| \frac{-7,5 \text{ cm}}{3,0 \text{ cm}} \right| = 2,5$

- 38 a B is het beeldpunt van de voet L van de pijl. Een lichtstraal uit L', de top van de pijl, gaat niet door het beeld van de voet, maar door het beeld B' van de top van de pijl. B' ligt onder B.



Toelichting:

Teken vanuit L' de straal door het midden van de lens.

Teken in B de lijn loodrecht op de hoofdas. In het snijpunt ligt het beeldpunt B'.

Teken vervolgens vanuit L' en B' de stralen evenwijdig aan de hoofdas.

Teken ze verder naar respectievelijk B' en L'. In de snijpunten met de hoofdas liggen de brandpunten.

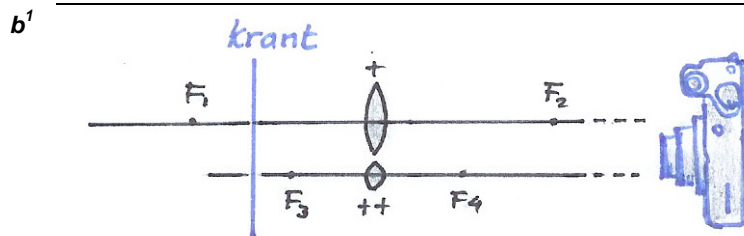
Opgaven hoofdstuk 5

- 39 Het gezicht (en de vingers) is voor de helft 'echt' en voor de helft spiegelbeeld. Met zijn andere hand achter de spiegel houdt de jongen de hoed ondersteboven. De hoed op de foto is ook voor de helft 'echt' en voor de helft spiegelbeeld. -

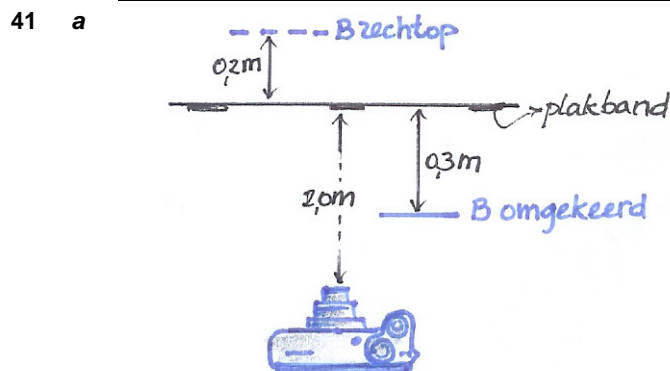
- 40 a¹ Het beeld van het woordje 'de' is rechtopstaand en vergroot. Dat kan bij een bolle lens alleen als het beeld en het voorwerp aan dezelfde kant van de lens liggen, achter de lens. -
Vergroting betekent dat $|b| > v$: het beeld ligt dus verder achter de lens dan de krant.

- a² Een 'd'.
De op de kop staande letter is een reëel beeld.
Bij een reëel beeld van een bolle lens is onder en boven verwisseld: de 'bol' stond onder.
En ook rechts en links is verwisseld: de 'stok' stond rechts. -

- a³ Het reële beeld bevindt zich aan deze kant van de lens, tussen de lens en de camera (het oog). -



- b² Het rechtopstaande beeld achter de krant en het omgekeerde beeld aan deze kant van de lens liggen nogal ver van elkaar, maar zijn allebei tamelijk scherp. De scherptediepte is groot, wat wijst op het gebruik van een klein diafragma. -



De krant staat binnen de brandpuntafstand van het vergrootglas → een virtueel, vergroot en rechtopstaand beeld.
De krant staat dicht buiten de brandpuntafstand van het inzetstukje → een reëel, vergroot en omgekeerd beeld.

- b Het beeld van de hijskraan is links verkleind en rechtopstaand, dus links is er een holle lens.
De lens staat op 2,0 m afstand van de lens, het beeld op 2,2 m.
Dit beeld bevindt zich dus $2,2 - 2,0 = 0,20$ m achter de lens, aan dezelfde kant als het voorwerp: het beeld is virtueel. -

- c Diafragma verkleinen, waardoor de scherptediepte groter wordt.

- d De kraan staat erg ver weg: $v \approx \infty$

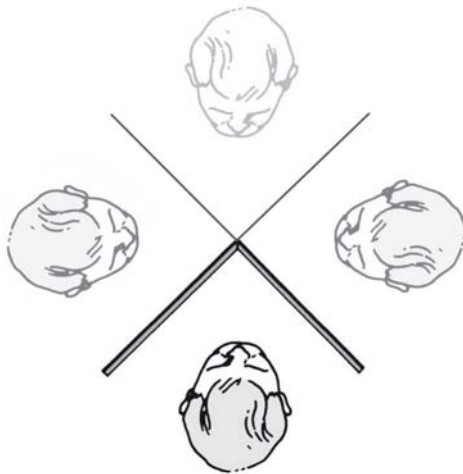
$$\frac{1}{f} = \frac{1}{v} + \frac{1}{b} \approx \frac{1}{\infty} + \frac{1}{b} \Rightarrow f \approx b$$

Links: $b = 2,0 - 2,2 = 0,2 \rightarrow f = -0,2 = -0,20$ m

Rechts: $b = 2,0 - 1,7 = 0,3 \rightarrow f = 0,3$ m

-20 cm
30 cm

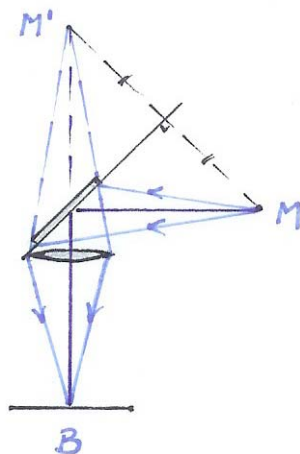
- 42 Als je recht vooruit kijkt, kijk je naar het spiegelbeeld van het spiegelbeeld.
In dat spiegelbeeld zijn links en rechts verwisseld ten opzichte van een 'normaal' spiegelbeeld.



43 a $\frac{1}{v} = \frac{1}{f} - \frac{1}{b} = \frac{1}{31,7} - \frac{1}{40} = 0,00654.. \Rightarrow v = \frac{1}{0,00654..} = 152,.. \text{ cm}$
 $N = \frac{b}{v} = \frac{40}{152,..} = 0,261.. = 0,26$

0,26

- b
- Teken het spiegelbeeld M' van M ten opzichte van de schuine spiegel.
 - Construeer de stralengang van M' naar het beeld op de schrijfplaat.
 - Teken de stralen vanaf het spiegeloppervlak naar M.
 - Zet de juiste richtingpijljes, want je tekent zo achterstevoren.



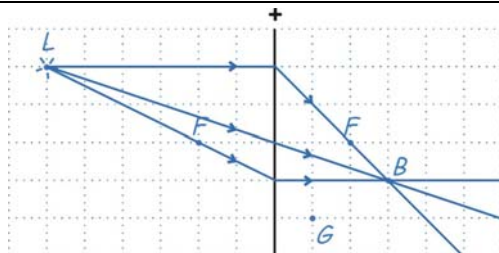
c¹ De grootte van het beeld verandert niet, want v en b veranderen niet.

-

c² De lichtsterkte vermindert met een kwart.
Het oppervlak van een cirkel A is evenredig met het kwadraat d² van de diameter.
De diameter van het schijfje is de helft van die van de lens, zijn oppervlak is een kwart van die van de lens: een kwart van het licht wordt tegengehouden.
De nieuwe lichtsterkte is driekwart van de oude lichtsterkte.

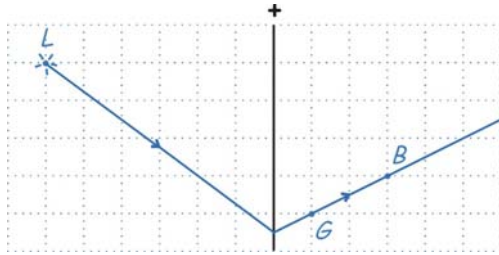
-

- 44 a



-

b

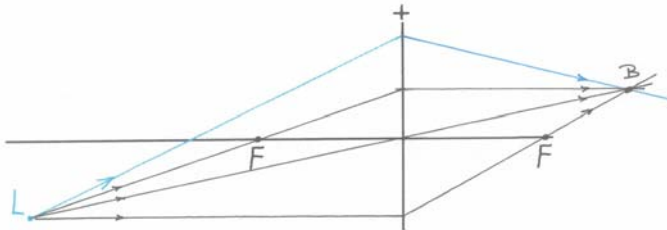


Gebruik de voorgaande figuur om de plaats van B ten opzichte van G te bepalen (twee hokjes naar rechts en één omhoog):

- Teken eerst de lichtstraal vanaf B door G naar de lens.
- Teken daarna de lichtstraal vanaf L naar de lens.
- Zet de goede richtingpijltjes.

45

Construeer eerst het beeld B van L.
Ook de getekende lichtstraal gaat verder door B.

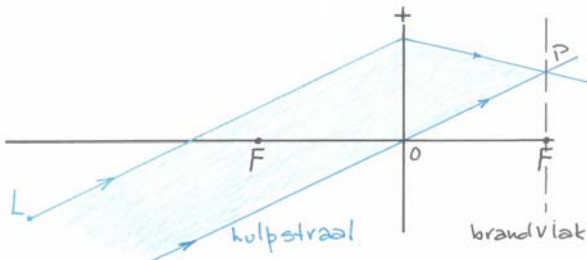


Extra

Stralen die evenwijdig zijn aan de hoofdas gaan naar het brandpunt.

Voor een scheve evenwijdige bundel geldt net zoiets: deze stralen komen samen in een punt van het *brandvlak*.

Als het alleen om de opdracht gaat het verdere verloop van de straal te tekenen, kan het dus ook zo:



46 a [1] is fout: hij moet gaan naar het beeldpunt B' van het de punt van de pijl. B' ligt onder B.

b

[2] kan goed zijn: van de voet L van de pijl naar de voet B van het beeld.

[3] en [4] zijn fout: zie [1].

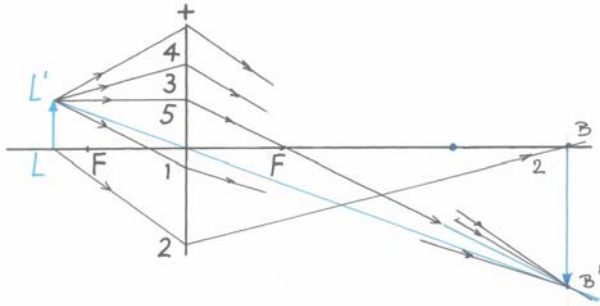
[5] is zeker goed: vóór de lens vanuit de punt L' van de pijl evenwijdig aan de hoofdas, ná de lens door het brandpunt op weg naar B'.

Maar is [2] ook echt goed? Neen.

Want als je v en f opmeet in de figuur en de lensformule toepast, vind je dat B te dichtbij getekend is.

Dus alle stralen waren fout, behalve [5]

Hier volgt de goede constructie:



47 a
$$N = \frac{BB'}{LL'} = \frac{1,20}{0,0100} = 120$$

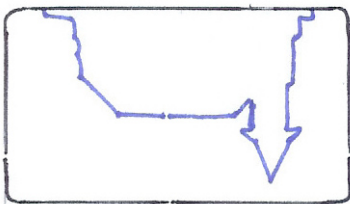
120

b $1,44 \cdot 10^4 \times$ minder.

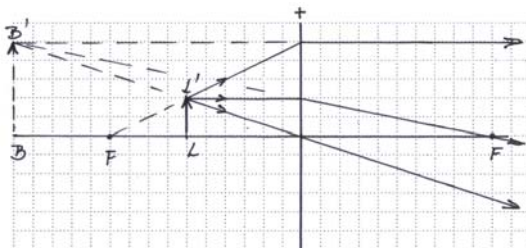
Het licht van de dia wordt verdeeld over een $120 \times 120 = 14400 \times$ zo grote projectie.

$1,44 \cdot 10^4$

c



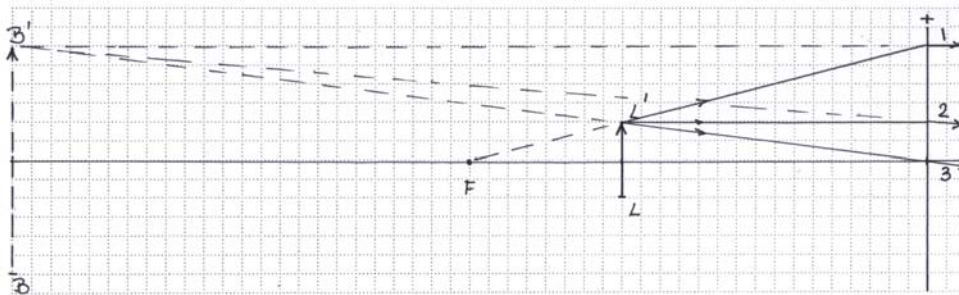
48 a



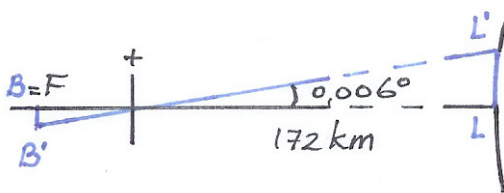
b

$$N = \left| \frac{b}{v} \right| \Rightarrow 3,0 = \frac{|-24|}{v} \Rightarrow v = \frac{24}{3,0} = 8,0 \text{ cm}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{v} + \frac{1}{b} = \frac{1}{8} + \frac{1}{(-24)} = 0,0833.. \Rightarrow f = \frac{1}{0,0833..} = 12 \text{ cm}$$



49 a



b Neen, mensen zijn daarvoor te klein.
 Voor het kleinste detail dat waargenomen kan worden geldt

$$\frac{LL'}{v} = \frac{LL'}{172 \cdot 10^3} = \tan 0,006 \Rightarrow LL' = 172 \cdot 10^3 \cdot \tan 0,006 = 18,0.. = 18 \text{ m}$$

c Op zo grote hoogte is $v \approx \infty$, dus $b \approx f$

$$\frac{BB'}{f} = \frac{BB'}{0,240} = \tan 0,006 \Rightarrow BB' = 0,240 \cdot \tan 0,006 = 2,51.. \cdot 10^{-4} = 0,25 \cdot 10^{-3} \text{ m} \quad \text{0,25 mm}$$

50

$$\left. \begin{aligned} v + b = 6,00 &\Rightarrow v = 6,00 - b \\ \frac{1}{v} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f} = S = 2,0 \end{aligned} \right\} \Rightarrow$$

$$\frac{1}{6-b} + \frac{1}{b} = 2 \Rightarrow \frac{b}{(6-b)b} + \frac{6-b}{(6-b)b} = \frac{b+(6-b)}{(6-b)b} = \frac{6}{6b-b^2} = 2$$

$$\Rightarrow 6 = 2 \cdot (6b - b^2) = 12b - 2b^2 \Rightarrow 2b^2 - 12b + 6 = 0$$

$$\Rightarrow b^2 - 6b + 3 = 0$$

Deze vergelijking heeft twee oplossingen
 - volgens de solver van de GR: $b = 0,550..$ en $b = 5,449..$
 (- volgens de wortelformule: $b = 3 - \sqrt{6}$ en $b = 3 + \sqrt{6}$)

1^e oplossing:

$$b = 0,550.. = 0,55 \text{ m} \quad \text{5,45 m}$$

$$v = 6,00 - b = 6,00 - 0,550.. = 5,449.. = 5,45 \text{ m} \quad \text{0,55 m}$$

$$N = \frac{b}{v} = \frac{0,550..}{5,449..} = 0,101.. = 0,10 \quad \text{0,10}$$

2^e oplossing:

$$b = 5,449.. = 5,45 \text{ m} \quad \text{0,55 m}$$

$$v = 0,550.. = 0,55 \text{ m} \quad \text{5,45 m}$$

$$N = \frac{b}{v} = \frac{5,449..}{0,550..} = 9,89.. = 10 \quad \text{10}$$

Deze tweede oplossing vind je sneller als je in de eerste oplossing v en b verwisselt.
 Dat mag, want de stralengang is omkeerbaar.

51 a

$$N = \frac{b}{v} = \frac{1}{6} \rightarrow v = 6b$$

$$\left. \begin{array}{l} N = \frac{b}{v} = \frac{1}{6} \rightarrow v = 6b \\ \frac{1}{v} + \frac{1}{b} = S = 4,0 \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{1}{6b} + \frac{1}{b} = \frac{1}{6b} + \frac{6}{6b} = \frac{1+6}{6b} = \frac{7}{6b} = 4,0 \Rightarrow 24b = 7$$

0,29 m
1,75 m

$$\Rightarrow b = \frac{7}{24} = 0,291.. = 0,29 \text{ m}$$

$$\Rightarrow v = 6b = 6 \cdot 0,291.. = 1,75 = 1,75 \text{ m}$$

b Het beeld is virtueel.

$$N = \left| \frac{b}{v} \right| = \frac{1}{6} \Rightarrow v = -6b$$

$$\left. \begin{array}{l} N = \left| \frac{b}{v} \right| = \frac{1}{6} \Rightarrow v = -6b \\ \frac{1}{v} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f} = S = -4,0 \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{1}{-6b} + \frac{1}{b} = \frac{1}{-6b} + \frac{(-6)}{-6b} = \frac{1-6}{-6b} = \frac{-5}{-6b} = -4 \Rightarrow 24b = -5$$

1,25 m
-0,21 m

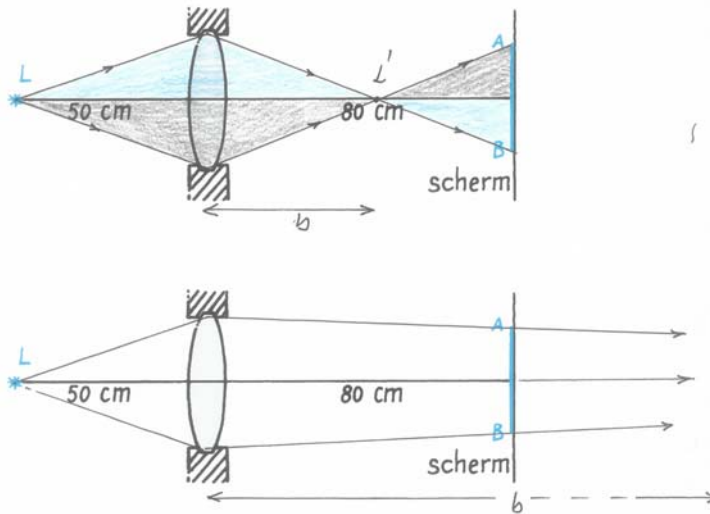
$$\Rightarrow b = \frac{-5}{24} = -0,208.. = -0,21 \text{ m}$$

$$\Rightarrow v = -6b = -6 \cdot -0,208.. = 1,25 \text{ m}$$

52 a Bij een goed gebruik van de loep licht het insect (nagenoeg) in het brandvlak en komen (nagenoeg) evenwijdige lichtbundels in het oog. Dan is het alsof het virtuele beeld in het oneindige ligt. Dat kun je op allerlei afstanden scherp zien, bijna zonder dat je oog hoeft te accommoderen.

b Maar je moet wel steeds door het kleine lensje blijven kijken (als door een sleutelgat). Hoe verder weg je je oog van de lens houdt, des te kleiner is je blikveld op het vergrote beeld.

53 a In het ene geval ligt het beeldpunt tussen de lens en het scherm, in het andere geval ligt het voorbij het scherm



b Dit is het geval als het beeld tussen de lens en het scherm ligt. Je kunt b opmeten in de tekening.

Of je kunt b berekenen met verhoudingen: zie tekening.

$$\frac{b}{80-b} = \frac{5}{4} \Rightarrow 4b = 5(80-b) = 400 - 5b \Rightarrow 9b = 400$$

44 cm

$$\Rightarrow b = \frac{400}{9} = 44,4.. = 44 \text{ cm}$$

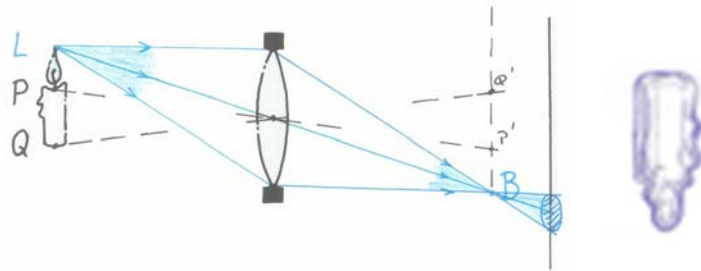
c

$$S = \frac{1}{v} + \frac{1}{b} = \frac{1}{0,50} + \frac{1}{0,444..} = 4,25 = 4,3 \text{ dpt}$$

4,3 dpt

54 a

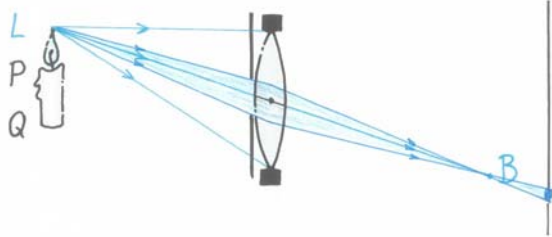
b



-

Het onscherpe beeld van de kaars is opgebouwd uit ronde vlekjes.

c



-

55 a

Het publiek ziet de spiegelbeelden van de zijwanden van de kast.

-

b

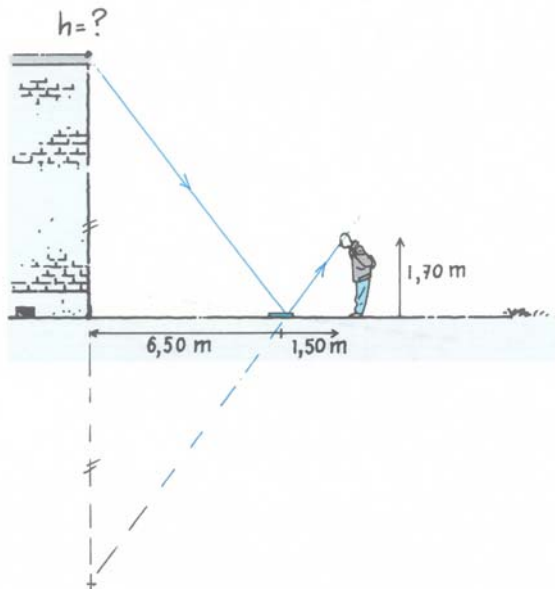
De achterwand en de zijwanden van de kast moeten er precies hetzelfde uitzien.

-

Toets

1 Spiegels

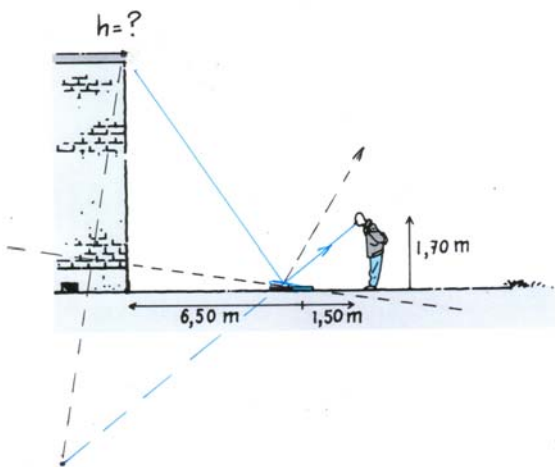
a



7,37 m

$$\frac{h}{6,50} = \frac{1,70}{1,50} \Rightarrow h = 6,50 \cdot \frac{1,70}{1,50} = 7,366.. = 7,37 \text{ m}$$

b



De werkelijke hoogte is groter.

Pas op! Er staat in de tekst dat je bij een scheef spiegelkje op 1,50 m afstand de top ziet. Bij een horizontaal spiegelkje zou de teruggekaatste straal veel steiler lopen. Uit de vorige figuur is de teruggekaatste straal gestreept gekopieerd. Die lichtstraal zou je oog niet bereikt hebben.

Om de top te zien zou je dichterbij het spiegelkje moeten gaan staan.

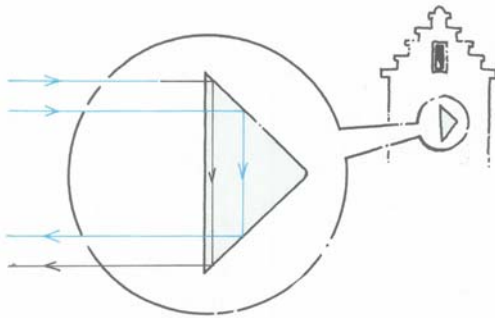
De gemeten afstand 6,50 m is dus eigenlijk te klein of de 1,50 m is eigenlijk te groot.

Je hebt bij **a** dus een te kleine hoogte gevonden.

Gemarkeerde geldt als iemand het spiegelkje verschuift naar de stilstaande waarnemer. Kan. Maar waarschijnlijker is dat hij naar het spiegelkje toeloopt, zoals al beschreven. Dus liever het gemarkeerde weglaten en het woord 'eigenlijk' verplaatsen

c 2 mm.

Als het huis zakt, wordt het prisma hoger getroffen door de lichtstraal. De invallende lichtstraal raakt het bovenste schuine achtervlak 1 mm hoger. De teruggekaatste straal raakt het onderste schuine achtervlak 1 mm lager. De afstand tussen de invallende en de uitredende lichtstraal wordt zo 2 mm groter.



2 mm

2 Een bolle lens

a Als $v \approx \infty$, dan $b \approx f = 30$ cm

De lens staat 70 cm van je oog. Het beeld staat 30 cm dichterbij.
Het beeld staat $70 - 30 = 40$ cm voor je oog.

40 cm

b Als v kleiner wordt, wordt b groter.

Dan wordt ook $N = \frac{b}{v}$ groter.

-

c $\frac{1}{b} = \frac{1}{f} - \frac{1}{v} = \frac{1}{30} - \frac{1}{90} = 0,0222.. \Rightarrow b = \frac{1}{0,0222..} = 45$ cm

$N = \frac{b}{v} = \frac{45}{90} = 0,5 = 0,50$

0,50

d¹ Een rechtopstaand, vergroot beeld.

Nu $v < f$, de lens werkt als een loep.

-

d² $\frac{1}{b} = \frac{1}{f} - \frac{1}{v} = \frac{1}{30} - \frac{1}{20} = -0,0166.. \Rightarrow b = \frac{1}{-0,0166..} = -60$ cm

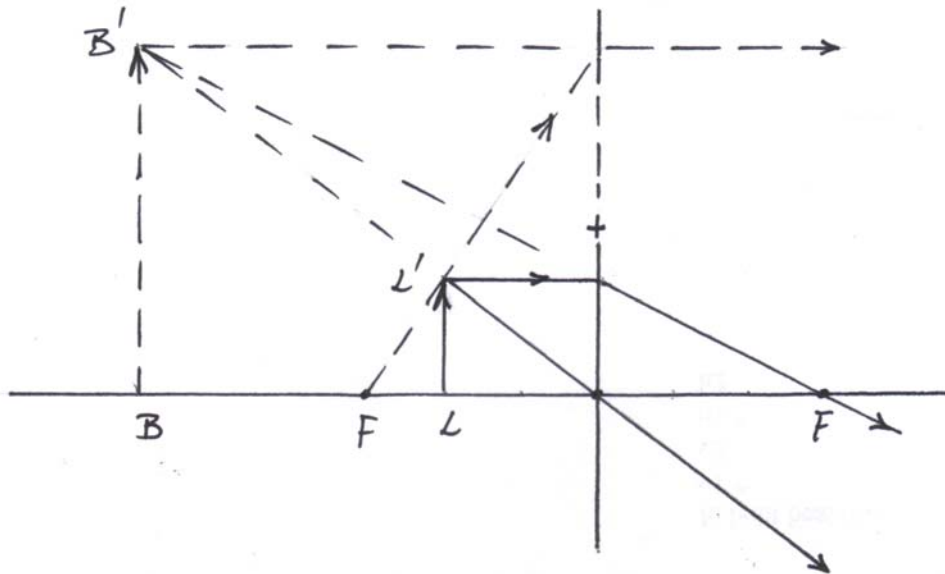
Het beeld ligt aan dezelfde kant van de lens als de poster, dus 60 cm verder weg dan de lens.
De afstand tot je oog is $70 + 60 = 130$ cm.

130 cm

d³ $N = \left| \frac{b}{v} \right| = \left| \frac{-60}{20} \right| = 3 = 3,0$

3,0

d'



schaal 1 : 10.

3

Een scherp beeld

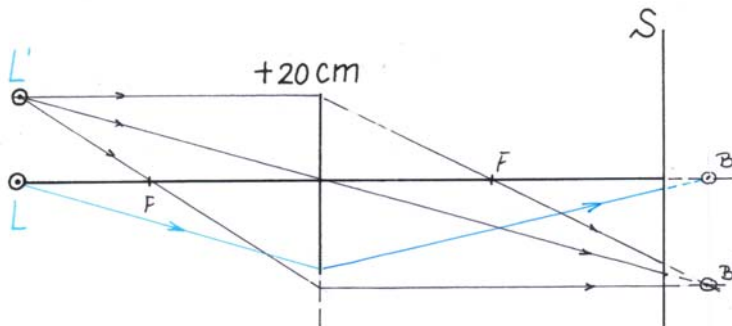
a $f = 0,20 \text{ m}$ en $S = \frac{1}{f} \Rightarrow S = 5,0 \text{ dpt}$

5,0 dpt

b $\frac{1}{35} + \frac{1}{b} = \frac{1}{20} \Rightarrow b = 46,7 \text{ cm}$

Het beeld bevindt zich dus 1,7 cm achter het scherm.

c



Opmerking: in de figuur van het boek is S op 40 cm geplaatst in plaats van op 45 cm. Dat maakt voor het principe van de antwoorden voor b en c niet uit.