

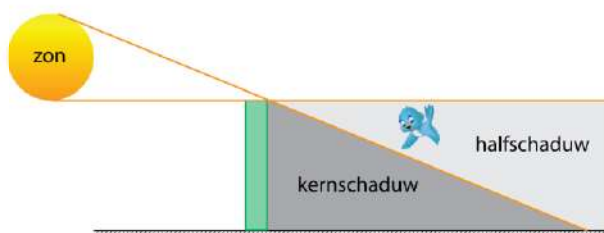
8 Licht

3 havo

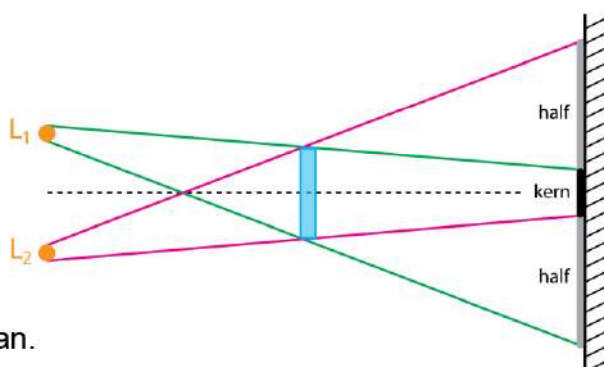
8.1 Voortplanting en weerkaatsing van licht

Voortplanting van licht

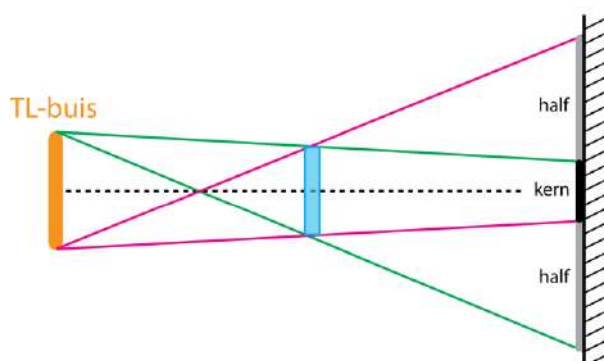
- 1***
- Kleur het gebied waarin het vogeltje in de kernschaduw vliegt.
 - Kleur het gebied waarin het vogeltje in de halfschaduw vliegt.



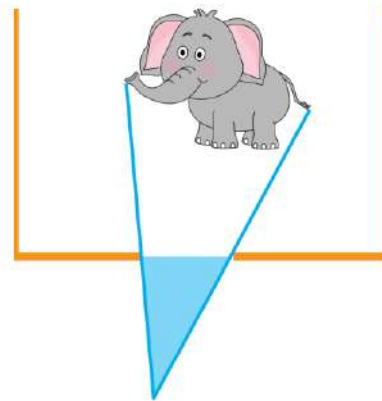
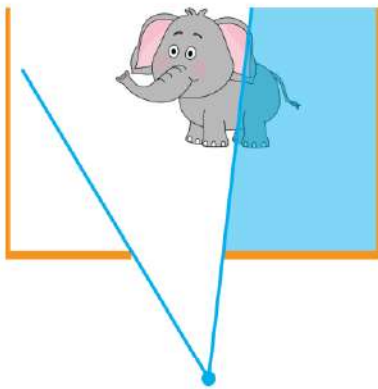
- 2****
- Geef met een kleur aan waar op het scherm een schaduw ontstaat als alleen L_1 brandt.
 - Geef met een andere kleur aan waar op het scherm een schaduw ontstaat als alleen L_2 brandt.
 - Geef de kernschaduw op het scherm aan.
 - Geef de halfschaduw op het scherm aan.



- 3****
- Geef de kernschaduw op het scherm aan.
 - Geef de halfschaduw op het scherm aan.



- 4****
- Geef in de linker figuur aan in welk gebied je de olifant in zijn geheel kunt zien.
 - Geef in het rechter figuur aan wel deel van de olifant het kind NIET kan zien.

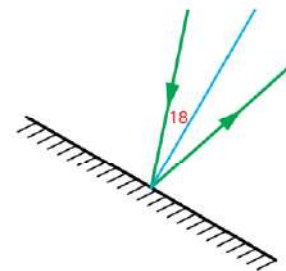
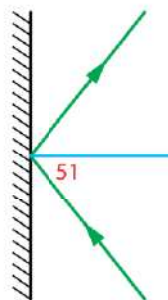
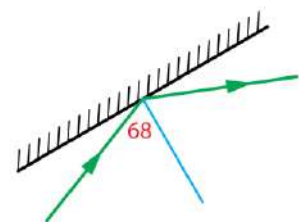
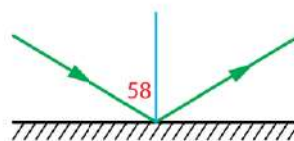


Weerkaatsing van licht (spiegelwet)

5**

- a Teken bij ieder spiegel hoe de lichtstraal wordt weerkaatst.

HINT teken eerst de normaal.



- b Meet bij iedere spiegel de hoek van inval.

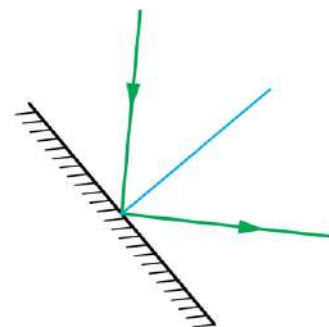
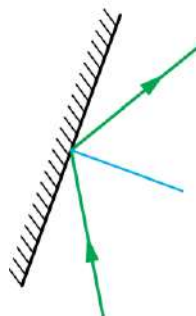
HINT dit is de hoek tussen de normaal en de lichtstraal.

- linksboven: 58 graden
- linksonder: 51 graden
- rechtsboven: 68 graden
- rechtsonder: 18 graden

6**

- a Teken bij iedere spiegel waar de lichtstraal vandaan is gekomen en hoe de lichtstraal op de spiegel weerkaatst.

HINT verleng de lichtstraal tot aan de spiegel en teken daarna de normaal.



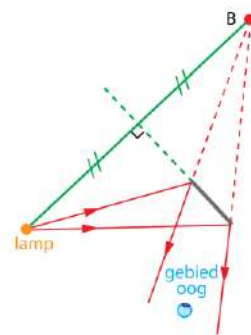
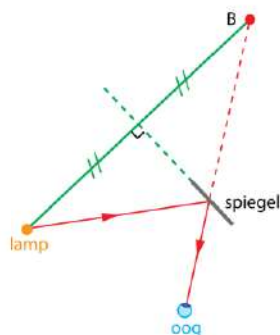
7***

a Teken de lichtstraal die van de lamp via de spiegel in het oog valt.

- zie figuur links

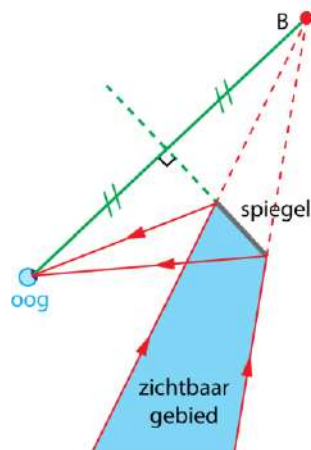
b Teken het gebied waarin het oog zich moet bevinden om de lamp in de spiegel te kunnen zien.

- zie figuur rechts



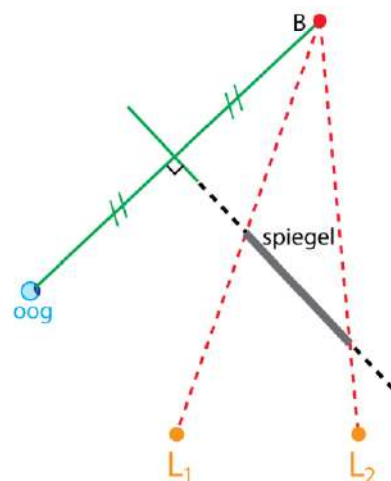
8***

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



9***

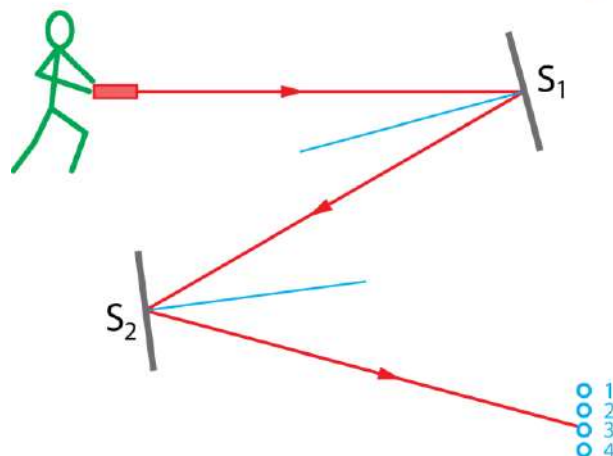
a Teken hoe groot de spiegel minstens moet zijn om beide lampjes in de spiegel te kunnen zien.



10****

a Welk doel raak je?

- doel 3

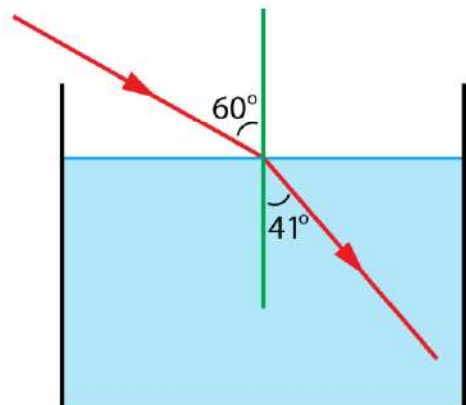


8.2 Breking van licht

- 1*
- a Wat is breking van licht?
 - bij het passeren van een grensvlak verandert de richting van het licht
 - b Wat is de normaal?
 - de lijn loodrecht op het oppervlak op de plaats waar de lichtstraal invalt
 - c Wat is de hoek van inval?
 - de hoek tussen de invallende lichtstraal en de normaal
 - d Wat is de hoek van breking?
 - de hoek tussen de gebroken lichtstraal en de normaal
 - e Wanneer breekt licht naar de normaal toe?
 - als de brekingsindex van de stof van breking groter is dan de brekingsindex van de stof van inval: $n_r > n_i$ (het licht vertraagt)
 - f Wanneer breekt licht van de normaal af?
 - als de brekingsindex van de stof van breking kleiner is dan de brekingsindex van de stof van inval: $n_r < n_i$ (het licht versnelt)

- 2*
- a Hoe luidt de wet van Snellius als licht van stof A naar stof B gaat?
 - $n_i \cdot \sin i = n_r \cdot \sin r$
 - b Waar staan de letters i en r voor in de wet van Snellius?
 - i staat voor inval
 - r staat voor breking (Engels: "refractie")

- 3**
- a Bereken de hoek van breking en teken hoe de lichtstraal in het water verdergaat.
 - $i = 60^\circ \quad | \quad n_i = 1,0 \quad | \quad n_r = 1,330 \quad | \quad r = \dots^\circ$
 - $n_i \cdot \sin i = n_r \cdot \sin r$
 - $1 \cdot \sin 60 = 1,330 \cdot \sin r$
 - $\sin r = \frac{0,8660}{1,330} = 0,65115$
 - $r = \sin^{-1}(0,65115) = 40,628 = 41^\circ$



4***

a Teken de normaal

b Bepaal de hoek van inval.

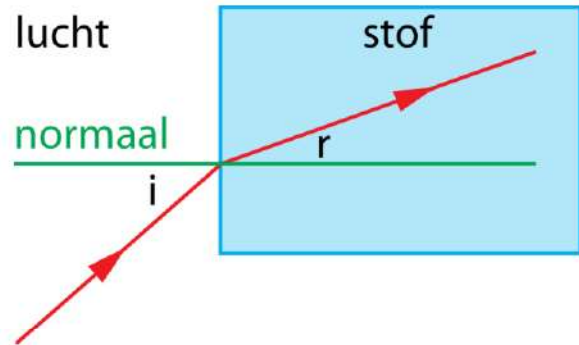
- opmeten: 41°

c Bepaal de hoek van breking.

- opmeten: 20°

d Bereken de brekingsindex van de stof.

- $n_i \cdot \sin i = n_r \cdot \sin r$
- inval door lucht: $n_i = 1$
- $1 \cdot \sin 41 = n_r \cdot \sin 20 \rightarrow n_r = \frac{\sin 41}{\sin 20} = \frac{0,656}{0,342} = 1,9$



5***

a Bepaal de hoek van inval.

- teken de normaal
- opmeten $i = 33^\circ$

b Bereken de hoek van breking.

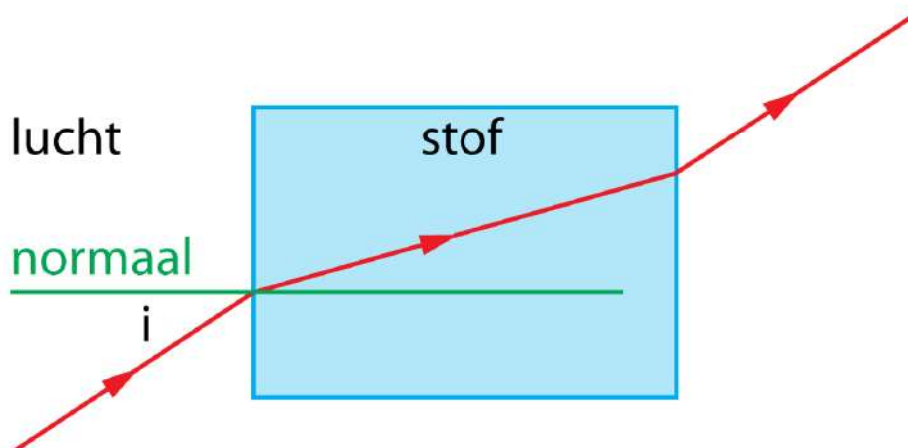
- inval door lucht: $n_i = 1$
- $i = 33^\circ \mid n_i = 1,0 \mid n_r = 2,0 \mid r = \dots^\circ$
- $n_i \cdot \sin i = n_r \cdot \sin r$
- $1 \cdot \sin 33 = 2,0 \cdot \sin r \rightarrow \sin r = \frac{\sin 33}{2,0} = \frac{0,54464}{2,0} = 0,27232$
- $r = \sin^{-1} 0,27232 = 15,8^\circ$

c Teken de gebroken lichtstraal.

- zie figuur

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

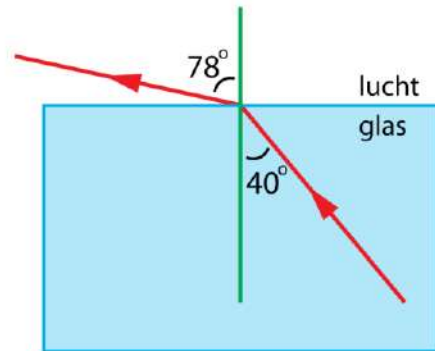
- zie figuur



6***

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

- $i = 40^\circ$ | $n_i = 1,52$ | $n_r = 1,0$ | $r = \dots^\circ$
- $n_i \cdot \sin i = n_r \cdot \sin r$
- $1,52 \cdot \sin 40 = 1,0 \cdot \sin r$
- $\sin r = \frac{0,97704}{1,0} = 0,97704$
- $r = \sin^{-1}(0,97704) = 77,698 = 78^\circ$



7***

a Bepaal de hoek van inval.

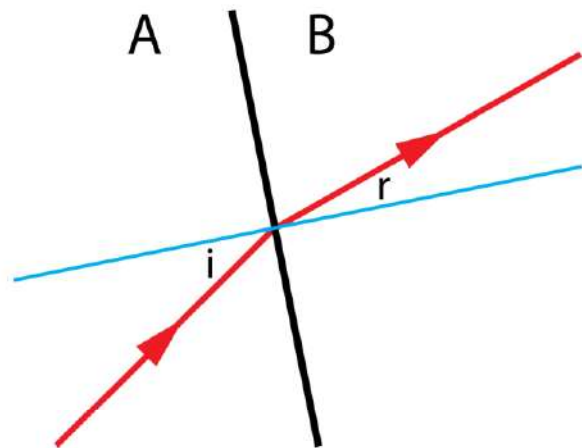
- opmeten: $i = 33^\circ$ (marge 1°)

b Bepaal de hoek van breking.

- opmeten: $r = 18^\circ$ (marge 1°)

c Bereken de brekingsindex $n_{A \rightarrow B}$.

- $n_i \cdot \sin i = n_r \cdot \sin r$
- $n_i = 1,20$
- $1,2 \cdot \sin i = n_r \cdot \sin r \rightarrow n_r = \frac{1,2 \cdot \sin i}{\sin r}$
- $n_r = n_B = \frac{1,2 \cdot \sin 33}{\sin 18} \rightarrow n_B = 2,115 = 2,1$



8***

a Bepaal de hoek van breking.

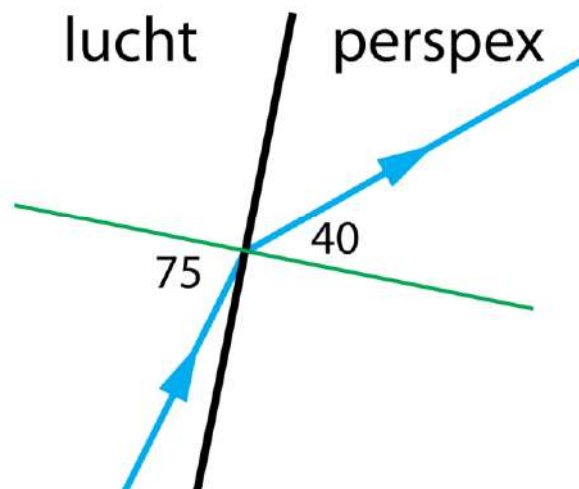
- opmeten: $r = 40^\circ$ (marge 1°)

b Bereken de hoek van inval.

- $n_i = 1,0$ | $n_r = 1,50$ | $r = 40^\circ$
- $n_i \cdot \sin i = n_r \cdot \sin r$
- $1 \cdot \sin i = 1,5 \cdot \sin 40$
- $\sin i = 1,5 \cdot \sin 40 = 0,9642$
- $i = \sin^{-1} 0,9642 = 74,6 = 75^\circ$

c Teken de invallende lichtstraal.

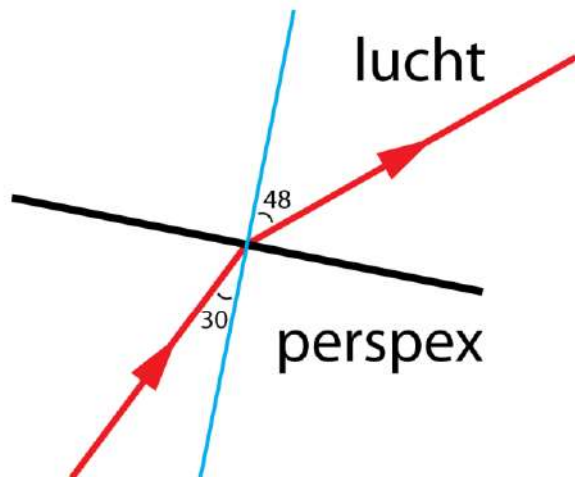
- $i = 75^\circ$



9***

- a Bepaal de hoek van inval.
- opmeten: $r = 48^\circ$ (marge 1°)
 - $n_i = 1,49$ | $n_r = 1,0$ | $r = 48^\circ$
 - $n_i \cdot \sin i = n_r \cdot \sin r$
 - $1,49 \cdot \sin i = 1 \cdot \sin 48$
 - $\sin i = \frac{1 \cdot \sin 48}{1,49} = 0,4988$
 - $i = \sin^{-1} 0,4988 = 29,92 = 30^\circ$

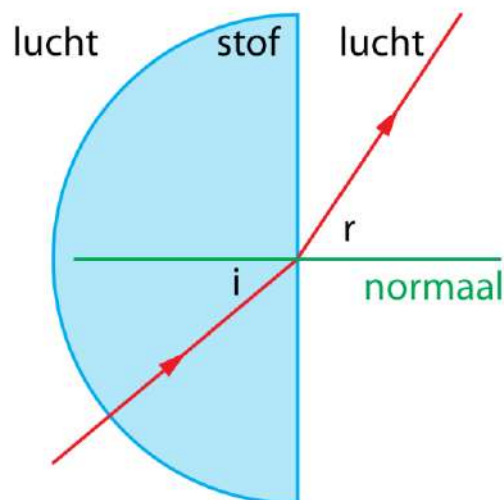
- b Teken de invallende lichtstraal.
- $i = 29,92 = 30^\circ$



10***

- a Leg uit waarom dat het geval is.
- de hoek van inval is 0 graden $\rightarrow \sin 0 = 0$
 - $n_i \cdot \sin i = n_r \cdot \sin r$
 - $n_i \cdot 0 = n_r \cdot \sin r \rightarrow \sin r = 0 \rightarrow r = 0$
 - $i = 0$ en $r = 0 \rightarrow$ de lichtstraal wordt niet gebroken

- b Bepaal de hoek van inval bij het tweede grensvlak stof – lucht.
- teken de normaal
 - opmeten: $i = 39^\circ$
- c Bepaal de hoek van breking bij het tweede grensvlak stof – lucht.
- opmeten: $r = 56^\circ$

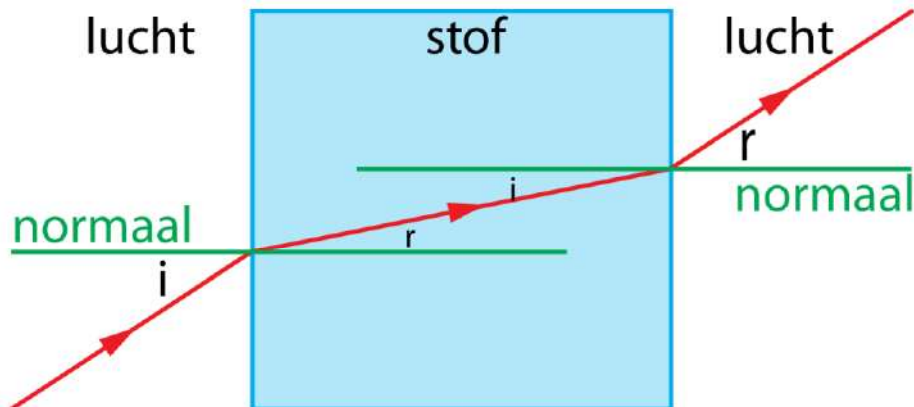


- d Bereken de brekingsindex van de stof.
- $n_i \cdot \sin i = n_r \cdot \sin r$
 - van stof naar lucht: $n_r = 1$
 - $n_i \cdot \sin 39 = 1 \cdot \sin 56 \rightarrow n_i = \frac{\sin 56}{\sin 39} = \frac{0,829}{0,629} = 1,3$

11***

- a Bepaal de hoek van inval bij het eerste grensvlak lucht – stof.
- teken de normaal
 - opmeten: $i = 33^\circ$
- b Bepaal de hoek van breking bij het tweede grensvlak stof – lucht.
- teken de normaal
 - opmeten: $r = 33^\circ$

c Teken de lichtstraal in de stof.



d Bereken de brekingsindex van de stof.

- opmeten grensvlak lucht – stof: $r = 11^\circ$
- $n_i \cdot \sin i = n_r \cdot \sin r$
- van lucht naar stof: $n_i = 1$
- $1 \cdot \sin 33 = n_r \cdot \sin 11 \rightarrow n_r = \frac{\sin 33}{\sin 11} = \frac{0,5446}{0,1908} = 2,854 = 2,9$

OOK GOED

- opmeten grensvlak stof – lucht: $i = 11^\circ$
- $n_i \cdot \sin i = n_r \cdot \sin r$
- van stof naar lucht: $n_r = 1$
- $n_i \cdot \sin 11 = 1 \cdot \sin 33 \rightarrow n_i = \frac{\sin 33}{\sin 11} = \frac{0,5446}{0,1902} = 2,854 = 2,9$

12** a Leg uit wat de brekingsindex van stof A is. (Geen berekening)

- lichtstraal wordt niet gebroken
- hoek i = hoek r
- $n_i \cdot \sin i = n_r \cdot \sin i$
- links en rechts van = teken $\sin i$ wegstrepen $\rightarrow n_i = n_r$
- stof A heeft dezelfde brekingsindex als stof B $\rightarrow n_A = n_B = 2,0$

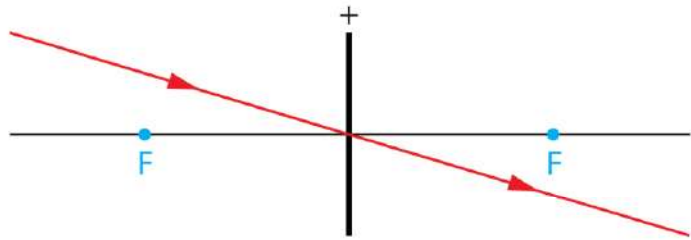
8.3 Lenzen

GEEN OPGAVEN

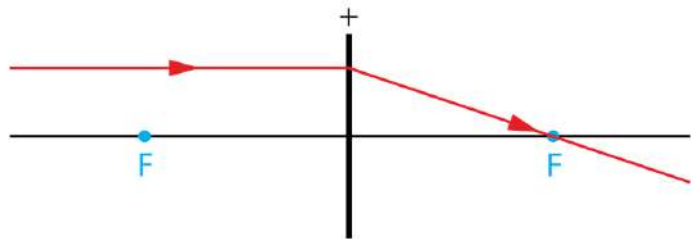
8.4 De plaats van het beeld construeren

1**

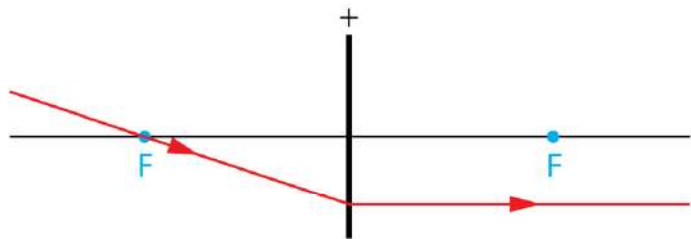
door optisch middelpunt →
wordt niet gebroken



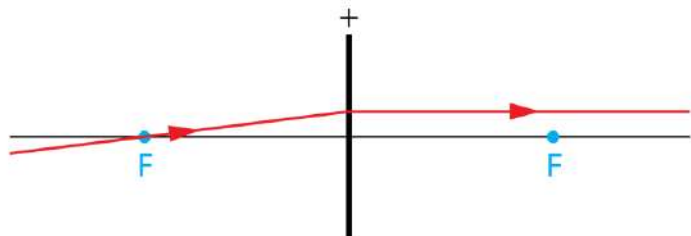
evenwijdig aan hoofdas →
na de lens door het brandpunt



door het brandpunt →
na de lens evenwijdig aan
de hoofdas

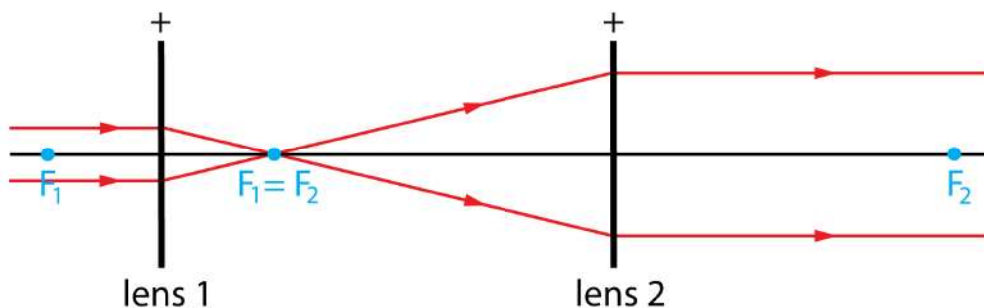


door het brandpunt →
na de lens evenwijdig aan
de hoofdas



2***

a Teken hoe de lichtstralen door het stelsel van lenzen gaat.

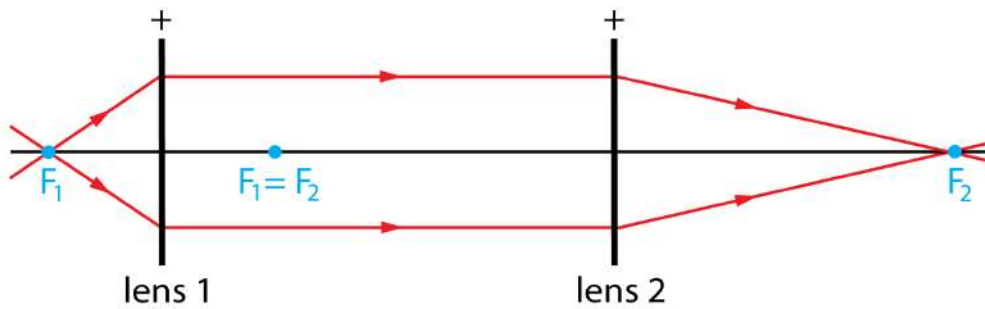


b Leg uit waarvoor je zo'n stelsel van lenzen kunt gebruiken.

- dit stelsel van twee lenzen wordt gebruikt om van een smalle lichtbundel een brede lichtbundel te maken
- wordt vaak bij lasers gebruikt en heet een "beam expander".

3***

a Teken hoe de lichtstralen door het stelsel van lenzen gaat.



b Leg uit waarvoor je zo'n stelsel van lenzen kunt gebruiken.

- dit stelsel van 2 lenzen wordt gebruikt om een divergerende lichtbundel uit een puntbron te verplaatsen
- de lichtbron wordt als het ware verplaatst van plaats F_1 naar plaats F_2 .

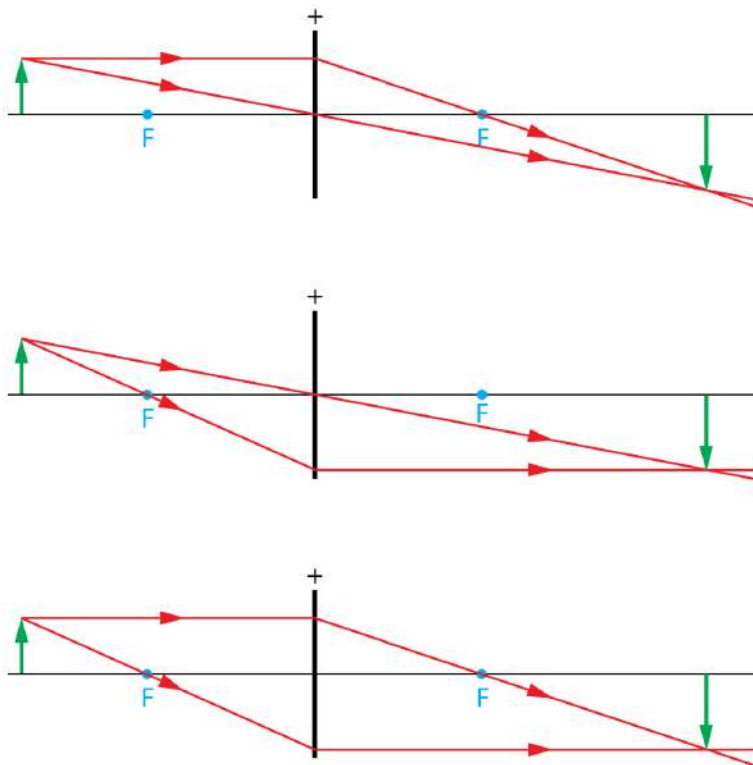
4**

a Teken hoe de lichtstralen na de lens verdergaan.

b Teken het reële beeld B van de pijl.

c Meet de lengte van het voorwerp én de lengte van het beeld.

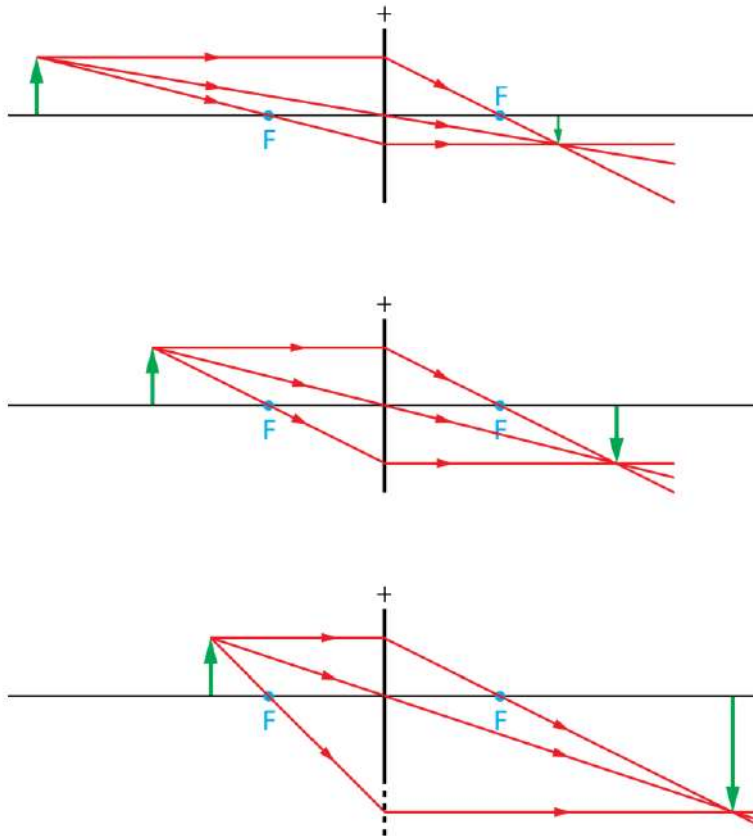
- lengte voorwerp is 1,2 cm | lengte beeld is 1,6 cm



5***

a Teken hoe de constructiestralen 1,2 en 3 door de lens gaan.

b Teken het reële beeld B van de pijl.



c Meet de lengte van het voorwerp én de lengte van het beeld.

- lengte voorwerp is 12 mm
- BOVEN: lengte beeld is 0,6 cm
- MIDDEN: lengte beeld is 1,2 cm
- ONDER: lengte beeld is 2,4 cm

d Bereken de vergroting. Dat is de lengte van het beeld gedeeld door de lengte van het voorwerp.

- BOVEN: vergroting is $0,6 / 1,2 = 0,5$
- MIDDEN: vergroting is $1,2 / 1,2 = 1$
- ONDER: vergroting is $2,4 / 1,2 = 2$

e Deel de afstand van het reële beeld B tot de lens door de afstand van het voorwerp tot de lens en vergelijk je antwoord met de vorige vraag. Welke conclusie kun je trekken?

- de afstand van het beeld tot de lens gedeeld door de afstand van het voorwerp tot de lens geeft ook de vergroting
- BOVEN 0,5 | MIDDEN 1 | ONDER 2

8.5 De plaats van het beeld berekenen

Vergrotingsformule

1*

a Leg uit wat met L_B , L_V , b en v wordt bedoeld.

- L_B de lengte van het beeld
- L_V de lengte van het beeld
- b de afstand tussen het beeld en de lens (de beeldafstand)
- v de afstand tussen het voorwerp en de lens (de voorwerpsafstand)

b Wie heeft er gelijk, Kiki, David of geen van beiden.

- met de formule bereken je de breuken $L_B : L_V$ en $b : v$
- het maakt niet uit welke eenheid je gebruikt als het in de teller en de noemer maar dezelfde eenheid is
- geen van beiden heeft gelijk

2**

a Bereken de vergroting.

- $L_V = 8,0 \text{ cm}$ | $L_B = 60 \text{ cm}$ | $N = \dots$
- $N = \frac{L_B}{L_V} = \frac{b}{v}$
- $N = \frac{60}{8} = 7,5$

b Bereken de lengte van het beeld.

- $L_V = 5,0 \text{ cm}$ | $L_B = \dots \text{ cm}$ | $N = 7,5$
- $N = \frac{L_B}{L_V} = \frac{b}{v}$
- $7,5 = \frac{L_B}{5} \rightarrow L_B = 5 \cdot 7,5 = 37,5 \text{ cm}$

c Bereken de lengte van het voorwerp.

- $L_V = \dots \text{ cm}$ | $L_B = 90 \text{ cm}$ | $N = 7,5$
- $N = \frac{L_B}{L_V} = \frac{b}{v}$
- $7,5 = \frac{90}{L_V} \rightarrow L_V = \frac{90}{7,5} = 12 \text{ cm}$

3****a** Bereken de vergroting.

- $L_V = 30 \text{ cm} \quad | \quad L_B = 1,8 \text{ mm} = 0,18 \text{ cm} \quad | \quad N = \dots$

- $N = \frac{L_B}{L_V} = \frac{b}{v}$

- $N = \frac{0,18}{30} = 0,0060$

b Bereken de afstand tussen de lens en de beeldsensor in je telefoon.

- $v = 70 \text{ cm} \quad | \quad b = \dots \text{ cm} \quad | \quad N = 0,006$

- $N = \frac{L_B}{L_V} = \frac{b}{v}$

- $0,006 = \frac{b}{70} \rightarrow b = 70 \cdot 0,006 = 0,42 \text{ cm}$

4****a** Bereken de afstand van de kaars tot de lens.

- $v = \dots \text{ m} \quad | \quad b = 1,5 \text{ m} \quad | \quad N = 3$

- $N = \frac{L_B}{L_V} = \frac{b}{v}$

- $3 = \frac{1,5}{v} \rightarrow v = \frac{1,5}{3} = 0,5 \text{ m}$

b Leg uit wie er gelijk heeft, Jasmijn, Katja of geen van beiden.

- als je alleen de kaars dichterbij de lens zet ontstaat er een onscherp beeld
- de kaars is dan zichtbaar als een vage vlek
- om een scherp beeld te krijgen moet je ook de afstand tussen de lens en het scherm veranderen
- Katja heeft gelijk

c Als je vindt dan geen van beide gelijk heeft, hoe zit het dan wel volgens jou?

- zie het antwoord op b

5****a** Bereken de afmetingen van de geprojecteerde dia op het scherm.

- $L_V = 24 \text{ mm} \text{ (36 mm)} \quad | \quad L_B = \dots \text{ cm} \quad | \quad N = 50$

- $N = \frac{L_B}{L_V} = \frac{b}{v}$

- $50 = \frac{L_B}{24} \rightarrow L_B = 24 \cdot 50 = 1200 \text{ mm} = 1,2 \text{ m}$

- $50 = \frac{L_B}{36} \rightarrow L_B = 36 \cdot 50 = 1800 \text{ mm} = 1,8 \text{ m}$

b Bereken de lengte van de Eiffeltoren op de dia.

- $L_V = \dots \text{ cm} \quad | \quad L_B = 80 \text{ cm} \quad | \quad N = 50$

- $N = \frac{L_B}{L_V} = \frac{b}{v}$

- $50 = \frac{80}{L_V} \rightarrow L_V = \frac{80}{50} = 1,6 \text{ cm}$

c Bereken de verkleining die de lens heeft gemaakt.

- $L_V = 300 \text{ m} \quad | \quad L_B = 1,6 \text{ cm} = 0,016 \text{ m} \quad | \quad N = \dots$

- $N = \frac{L_B}{L_V} = \frac{b}{v}$

- $N = \frac{0,016}{300} = 0,0000533 \quad (5,33 \cdot 10^{-5})$

Lensformule

6*

a Leg uit wat met v , b en f wordt bedoeld.

- v is de afstand tussen het voorwerp en de lens (de voorwerpsafstand)
- b is de afstand tussen het beeld en de lens (de beeldafstand)
- f is de afstand tussen het brandpunt en de lens (de brandpuntsafstand)

7**

a Vul de tabel in. Volg het voorbeeld van de eerste rij.

v	b	f
3 cm	6 cm	2 cm
3 cm	2 cm	1,2 cm
12 cm	8 cm	4,8 cm
30 cm	6 cm	5 cm
650 cm	26 cm	25 cm
120 cm	240 cm	80 cm
7 cm	42 cm	6 cm
30 cm	60 cm	20 cm
30 cm	15 cm	10 cm
10 cm	-50 cm	12,5 cm

8*****a** Bereken de afstand tussen de lens en de beeldsensor.

- $v = 10 \text{ m} \quad | \quad b = \dots \text{ m} \quad | \quad f = 20 \text{ cm} = 0,20 \text{ m}$

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

- $\frac{1}{10} + \frac{1}{b} = \frac{1}{0,2} \rightarrow \frac{1}{b} = \frac{1}{0,2} - \frac{1}{10}$

- $\frac{1}{b} = 5 - 0,1 = 4,9$

- $b = \frac{1}{4,9} = 0,20408 = 0,204 \text{ m}$

b Bereken de lengte van het beeld van de leeuw op de beeldsensor.

- $v = 10 \text{ m} \quad | \quad b = 0,20408 \text{ m} \quad | \quad L_v = 1,6 \text{ m}$

- $N = \frac{L_B}{L_v} = \frac{b}{v}$

- $\frac{L_B}{1,6} = \frac{0,20408}{10} \rightarrow L_B = \frac{1,6 \cdot 0,20408}{10} = 0,03265 = 0,0327 \text{ m}$

c Bereken op welke afstand je het scherm moet plaatsen om een scherp beeld van de leeuw te krijgen.

- $v = 8,4 \text{ cm} \quad | \quad b = \dots \text{ cm} \quad | \quad f = 8 \text{ cm}$

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

- $\frac{1}{8,4} + \frac{1}{b} = \frac{1}{8} \rightarrow \frac{1}{b} = \frac{1}{8} - \frac{1}{8,4}$

- $\frac{1}{b} = 12,5 - 11,90476 = 0,595238$

- $b = \frac{1}{0,595238} = 168 \text{ cm}$

d Bereken hoe groot de leeuw op het scherm wordt afgebeeld.

- $v = 8,4 \text{ cm} \quad | \quad b = 168 \text{ cm} \quad | \quad L_v = 3,5 \text{ cm}$

- $N = \frac{L_B}{L_v} = \frac{b}{v}$

- $\frac{L_B}{3,5} = \frac{168}{8,4} \rightarrow L_B = \frac{3,5 \cdot 168}{8,4} \rightarrow L_B = 70 \text{ cm}$

9*****a** Bereken de brandpuntsafstand van de lens.

- $v = 1,0 \text{ m} = 100 \text{ cm} \quad | \quad b = 5 \text{ cm} \quad | \quad f = \dots \text{ cm}$

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

- $\frac{1}{100} + \frac{1}{5} = \frac{1}{f}$
- $0,01 + 0,2 = 0,21 = \frac{1}{f}$
- $\frac{1}{f} = 0,21 \rightarrow f = 4,7619 = 4,8 \text{ cm}$

b Bereken de lengte van het beeld van het hoofd op de beeldchip.

- $v = 100 \text{ cm} \mid b = 5 \text{ cm} \mid L_v = 15 \text{ cm} \mid L_B = \dots \text{ cm}$
- $N = \frac{L_B}{L_v} = \frac{b}{v}$
- $\frac{L_B}{15} = \frac{5}{100} \rightarrow L_B = \frac{15 \cdot 5}{100} \rightarrow L_B = 0,75 \text{ cm}$

c Bereken de afstand tussen de lens en het hoofd van je broertje.

- het hele hoofd zo groot mogelijk op de beeldchip $\rightarrow L_B = 24 \text{ mm}$
- $v = \dots \text{ cm} \mid b = 5 \text{ cm} \mid L_v = 15 \text{ cm} \mid L_B = 2,4 \text{ cm}$
- $N = \frac{L_B}{L_v} = \frac{b}{v}$
- $\frac{2,4}{15} = \frac{5}{v}$
- kruislings vermenigvuldigen
- $\frac{2,4}{15} = \frac{5}{v} \rightarrow 2,4 \cdot v = 15 \cdot 5$
- $v = \frac{15 \cdot 5}{2,4} = 31,25 = 31 \text{ cm}$