

5.1 Voortplanting en weerkaatsing van licht

Opgave 10 a afstand = lichtsnelheid · tijd; $s = c \cdot t \rightarrow t = \frac{x}{c} = \frac{4,03 \cdot 10^{16}}{2,9979 \cdot 10^8} = 1,34 \cdot 10^8 \text{ s}$

b *Eerste manier*

1 lichtjaar = $9,461 \cdot 10^{15} \text{ m}$ (BINAS tabel 5)

$$\rightarrow \text{aantal lichtjaar } n = \frac{4,03 \cdot 10^{16}}{9,461 \cdot 10^{15}} = 4,26$$

Tweede manier

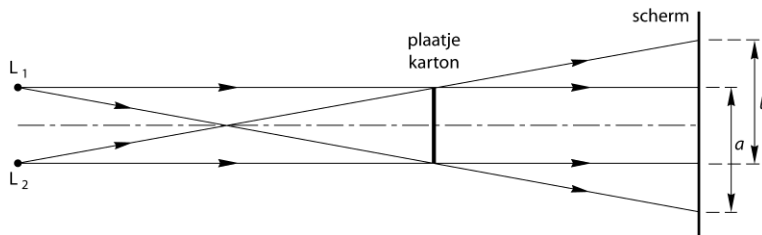
1 jaar = 365 dagen = $365 \times 24 \text{ uur} = 365 \times 24 \times 3600 \text{ s} = 3,154 \cdot 10^7 \text{ s}$

1 lichtjaar = $3,154 \cdot 10^7 \times 2,9979 \cdot 10^8 = 9,455 \cdot 10^{15} \text{ m}$

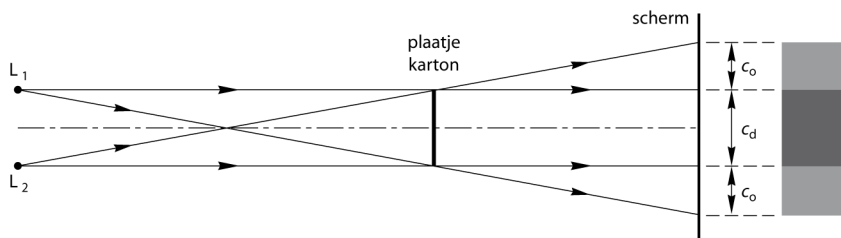
$$\rightarrow \text{aantal lichtjaar } n = \frac{4,03 \cdot 10^{16}}{9,455 \cdot 10^{15}} = 4,26$$

Opgave 11 a Zie figuur 5.1a, pijl a.

b Zie figuur 5.1a, pijl b.

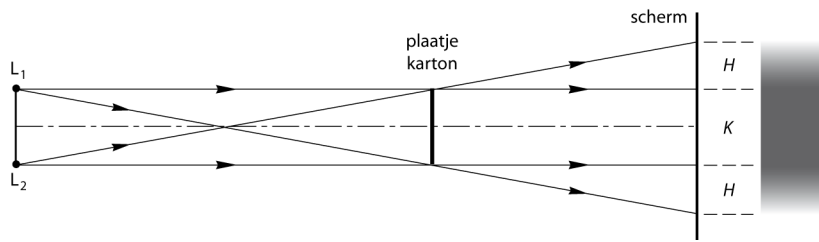


Figuur 5.1a



Figuur 5.1b

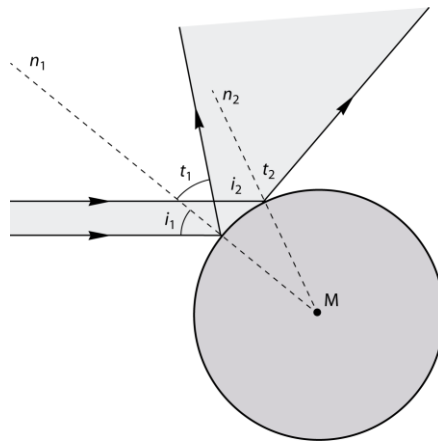
- c Als L_1 en L_2 beide branden, dan zie je als schaduwbeeld een middengedeelte (c_d) waar het helemaal donker is. Dat gebied is even groot als het kartonnetje. Zie figuur 5.1b. Verder zie je aan de boven- en onderkant van het gebied c_d een egaalgrijze rand. In de figuur zijn dat de gebieden c_o .
- d Zie figuur 5.1b. De kernschaduw bestrijkt het gebied c_d . De pijlen c_o geven de gebieden met halfschaduw aan.
- e Ja, de halfschaduwen zijn veranderd. De grijze rand boven en onder de kernschaduw verloopt van donker naar licht gezien vanaf de kernschaduw naar buiten. Zie figuur 5.1c.



Figuur 5.1c

Opgave 12

Zie figuur 5.2.



Figuur 5.2

Teken de normaal n_1 bij de onderste randstraal.

Meet de hoek van inval i_1 .

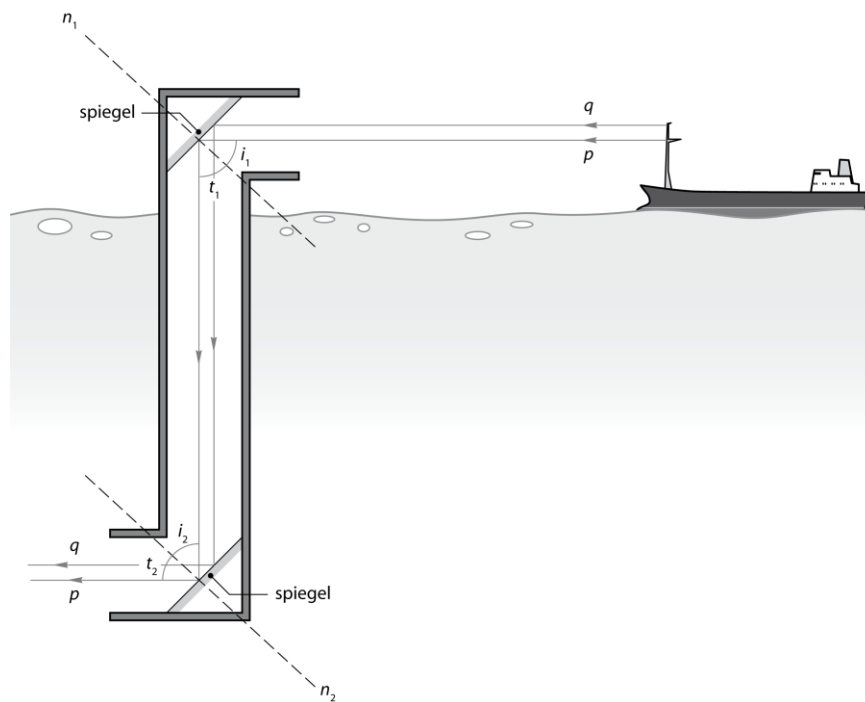
Zet de even grote hoek van terugkaatsing t_1 uit aan de andere zijde van de normaal.

Teken de teruggekaatste straal.

Herhaal de procedure voor de andere straal.

Opgave 13

a Zie figuur 5.3.



Figuur 5.3

- b Zie figuur 5.3.
Lichtstraal q komt van de bovenzijde van de boot; lichtstraal p komt van een lager gelegen punt van de boot. Na weerkaatsing door de beide spiegels ligt lichtstraal q nog steeds boven lichtstraal p . Een waarnemer die door de periscoop naar de boot kijkt, ziet de boot rechtop.

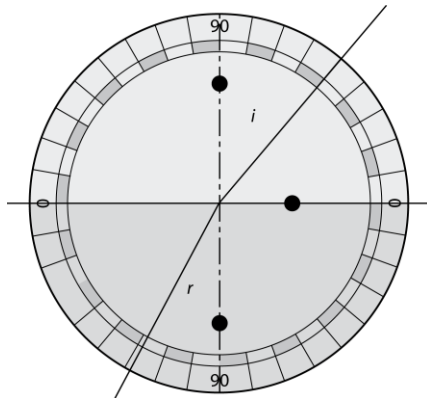
5.2 Breking van licht

Opgave 18

Zie figuur 5.4.

Opmeten: $i = 39^\circ$ en $r = 28^\circ$

$$\rightarrow n_{\text{lucht} \rightarrow \text{stof}} = \frac{\sin i}{\sin r} = \frac{\sin(39^\circ)}{\sin(28^\circ)} = 1,3$$



Figuur 5.4

Opgave 19

- a $i = 35^\circ$ en $n_{\text{lucht} \rightarrow \text{glassoort}} = 1,60$

$$\rightarrow n_{\text{lucht} \rightarrow \text{glassoort}} = \frac{\sin i}{\sin r}$$

$$\rightarrow \sin r = \frac{\sin i}{n_{\text{lucht} \rightarrow \text{glassoort}}} = \frac{\sin(35^\circ)}{1,60} \rightarrow r = 21^\circ$$

- b $n_{\text{glassoort} \rightarrow \text{lucht}} = \frac{1}{n_{\text{lucht} \rightarrow \text{glassoort}}} = \frac{1}{1,60} = 0,625$

- c $n_{\text{glassoort} \rightarrow \text{lucht}} = \frac{\sin i}{\sin r}$

$$\rightarrow \sin r = \frac{\sin i}{n_{\text{glassoort} \rightarrow \text{lucht}}} = \frac{\sin(35^\circ)}{0,625} \rightarrow r = 67^\circ$$

Opgave 20

- a Zie figuur 5.5.

Opmeten: $i_1 = 25^\circ$

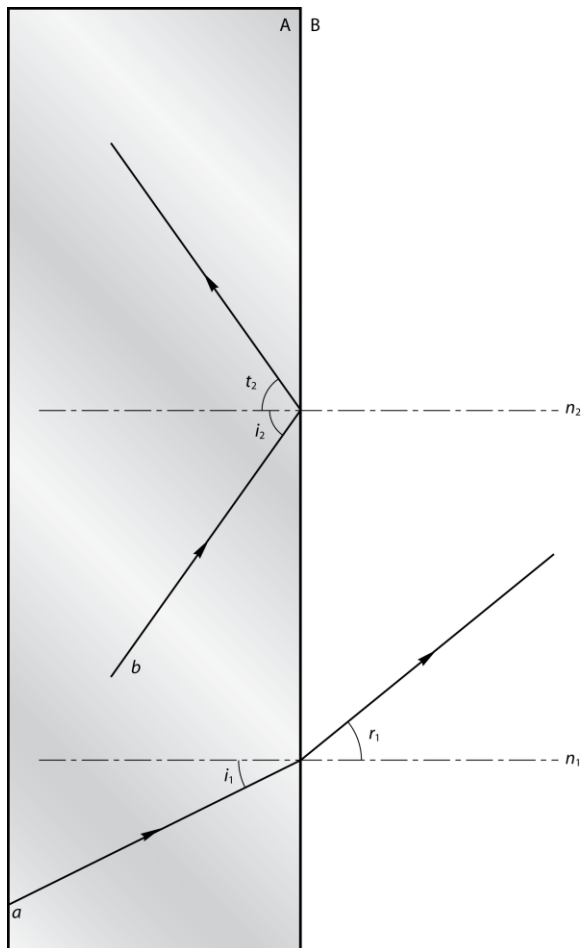
- b Er treedt breking op van de normaal af, want de brekingsindex is kleiner dan 1.

- c Zie figuur 5.5.

$i_1 = 25^\circ$ en $n_{A \rightarrow B} = 0,671$

$$n_{A \rightarrow B} = \frac{\sin i_1}{\sin r_1}$$

$$\rightarrow \sin r_1 = \frac{\sin i_1}{n_{A \rightarrow B}} = \frac{\sin(25^\circ)}{0,671} \rightarrow r_1 = 39^\circ$$



Figuur 5.5

- d Bepaling grenshoek g : $\sin g = 0,671 \rightarrow g = 42,1^\circ$
 Zie figuur 5.5.
 Opmeten: $i_2 = 55^\circ$
 $\rightarrow i_2$ is groter dan de grenshoek \rightarrow totale terugkaatsing $\rightarrow i_2 = t_2$
 Zie figuur 5.5.

Opgave 21

Zie figuur 5.6.
 Bij A geen breking.
 $i = 0^\circ \rightarrow r = 0^\circ$
 Bij B terugkaatsing.
 $i_1 = 30^\circ \rightarrow t_1 = 30^\circ$
 Bij C breking van water naar lucht.

$$n_{\text{water} \rightarrow \text{lucht}} = \frac{1}{n_{\text{lucht} \rightarrow \text{water}}}$$

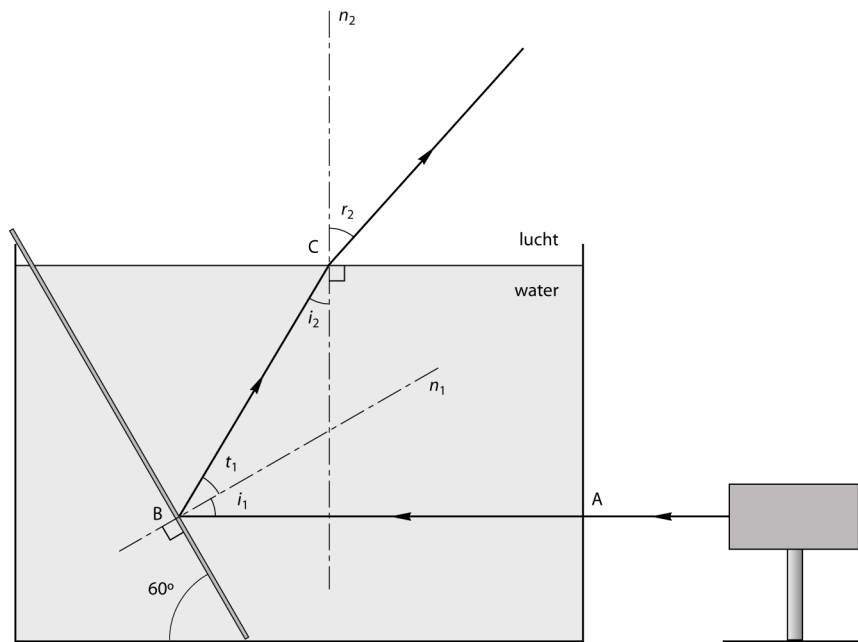
$$n_{\text{water} \rightarrow \text{lucht}} = \frac{1}{1,33} = 0,752$$

$$i_2 = 30^\circ$$

$$n_{\text{water} \rightarrow \text{lucht}} = \frac{\sin i_2}{\sin r_2}$$

$$\rightarrow \sin r_2 = \frac{\sin i_2}{n_{\text{water} \rightarrow \text{lucht}}} = \frac{\sin(30^\circ)}{0,752}$$

$$\rightarrow r_2 = 42^\circ$$



Figuur 5.6

Opgave 22

a Zie figuur 5.7.

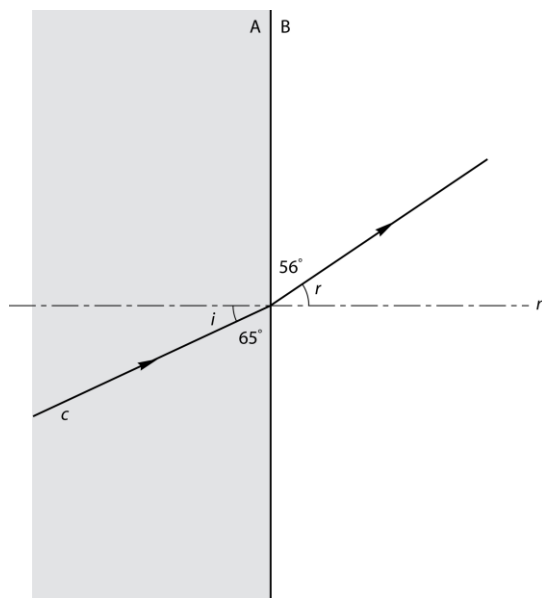
$$\left. \begin{aligned} i &= 90^\circ - 65^\circ = 25^\circ \\ r &= 90^\circ - 56^\circ = 34^\circ \end{aligned} \right\} \rightarrow i < r$$

→ bij breking van stof A naar stof B treedt breking op van de normaal af
 → stof B is lucht en stof A is vloeistof.

b $i = 25^\circ$ en $r = 34^\circ$

$$\rightarrow n_{A \rightarrow B} = n_{\text{vloeistof} \rightarrow \text{lucht}} = \frac{\sin i}{\sin r} = \frac{\sin(25^\circ)}{\sin(34^\circ)} = 0,756$$

$$n_{\text{lucht} \rightarrow \text{vloeistof}} = \frac{1}{n_{\text{vloeistof} \rightarrow \text{lucht}}} = \frac{1}{0,756} = 1,3$$



Figuur 5.7

c Water heeft de brekingsindex die het dichtst bij 1,3 ligt.

5.3 Toepassingen van breking

Opmerking

Overal waar stralen getekend worden naar 'het oog' zijn de stralen niet getekend naar de pupil maar naar het 'gehele' oog. Dit is gedaan voor de duidelijkheid, omdat de bundeltjes anders te smal getekend moeten worden.

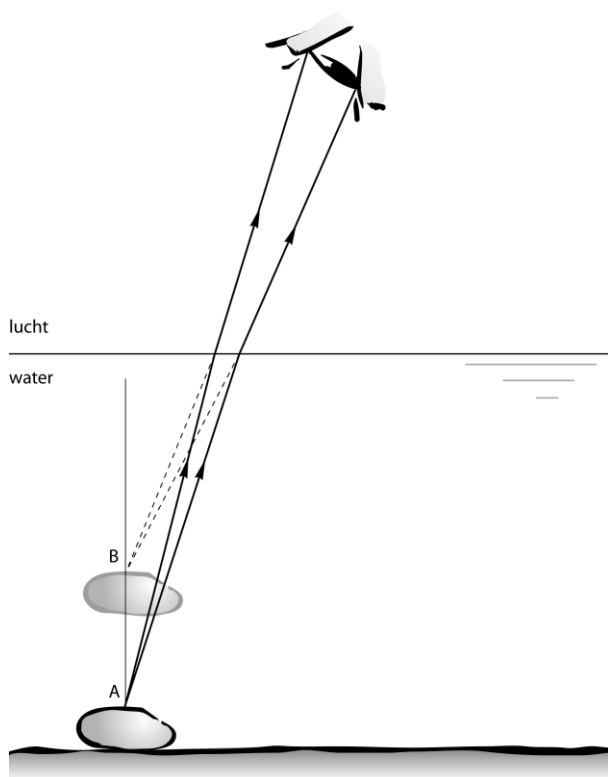
Opgave 27

Zie figuur 5.8.

Teken de lichtstralen vanaf het wateroppervlak naar de linker- en rechterkant van het oog.

Verleng de getekende lichtstralen tot ze elkaar snijden onder het wateroppervlak.

Voor de waarnemer lijkt het steentje, dat op de bodem ligt in punt A, in punt B te liggen en dus minder diep dan in werkelijkheid.



Figuur 5.8

Opgave 28

- Drie factoren waarvan de grootte van de evenwijdige verschuiving afhangt zijn: de hoek van inval, de dikte van de glasplaat en de brekingsindex ofwel het materiaal.
- Zie ook vraag a. Dit is het geval
 - als de hoek van inval klein is, dus bij een vrijwel loodrechte inval op het glasoppervlak;
 - als de glasplaat zeer dun is;
 - als de brekingsindex van het doorzichtige materiaal dicht bij 1 ligt.

Opgave 29

- Zie figuur 5.9. Uit de figuur mag je afleiden dat de lichtstraal bij P loodrecht op het grensvlak invalt. De invalshoek is 0° , de hoek van breking dus ook. Er treedt dus geen breking op in P.

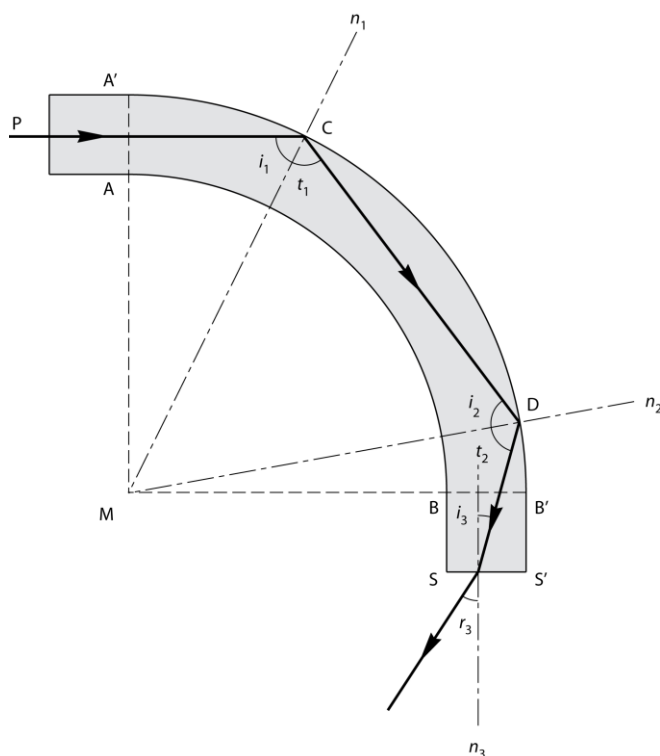
b Zie figuur 5.9, punt C.

Opmeten: $i_1 = 63^\circ$

Bij C breking van glasvezel naar lucht \rightarrow breking van de normaal af

$$\sin g = \frac{1}{n_{\text{lucht} \rightarrow \text{glasvezel}}} = \frac{1}{1,71} \rightarrow g = 36^\circ$$

$\rightarrow i_1$ is groter dan de grenshoek \rightarrow totale terugkaatsing



Figuur 5.9

c Zie figuur 5.9.

Bij punt C: totale terugkaatsing $\rightarrow i_1 = t_1$.

Bij punt D: opmeten: $i_2 = 63^\circ$

$\rightarrow i_2$ is groter dan de grenshoek \rightarrow totale terugkaatsing $\rightarrow i_2 = t_2$

Bij punt E: opmeten: $i_3 = 18^\circ$ $\rightarrow i_3$ is kleiner dan de grenshoek

\rightarrow bij punt E treedt breking op.

$$n_{\text{glasvezel} \rightarrow \text{lucht}} = \frac{1}{n_{\text{lucht} \rightarrow \text{glasvezel}}} = \frac{1}{1,71} = 0,5848$$

$$\left. \begin{array}{l} i_3 = 18^\circ \\ n_{\text{glasvezel} \rightarrow \text{lucht}} = \frac{\sin i_3}{\sin r_3} \end{array} \right\} \rightarrow \sin r_3 = \frac{\sin i_3}{n_{\text{glasvezel} \rightarrow \text{lucht}}} = \frac{\sin(18^\circ)}{0,5848} \rightarrow r_3 = 32^\circ$$

Opgave 30

a De kwaliteit van het tv-sigitaal is beter.

Het straatbeeld wordt niet ontsierd door allerlei uitsteeksels.

b De kabelmaatschappij heft abonnementsgeld.

De kabelmaatschappij bepaalt welke zenders worden doorgegeven.

c De gemiddelde prijs van coaxkabel is ongeveer € 1 per meter. De gemiddelde prijs van glasvezelkabel is € 7 per meter. Een glasvezelnetwerk aanleggen is duurder.

- d Voor het aanleggen van een netwerk moet de straat opengebroken worden. Het vervangen van de kabels levert overlast op voor de omgeving. Verder moeten de verdeelkasten in de wijk aangepast worden. Dit levert nog meer kosten op.
- e De coaxkabels voldoen niet meer aan de huidige technische eisen. Er is bijvoorbeeld geen internet over de kabel mogelijk. Ook kunnen van te weinig zenders de signalen tegelijk getransporteerd worden. Daardoor kun je te weinig zenders ontvangen.
De coaxkabels zijn al zo oud, dat de signalen niet meer goed worden doorgegeven.