

LICHT & LENZEN – HAVO

Foton is een opgavenverzameling voor het nieuwe eindexamenprogramma natuurkunde.

Foton is gratis te downloaden via natuurkundeuitgelegd.nl/foton

Uitwerkingen van alle opgaven staan op natuurkundeuitgelegd.nl/uitwerkingen

Videolessen over de theorie zijn te vinden op natuurkundeuitgelegd.nl/videolessen

Theorie bij dit hoofdstuk wordt behandeld in onderstaande videolessen:

[Lichtbundels](#)

[Lenzen](#)

[Virtuele beelden](#)

[Spiegeling](#)

[Constructietekeningen](#)

[Lenswet](#)

[Breking / wet v Snellius](#)

[Positieve lenzen](#)

[Vergroting](#)

[Dispersie](#)

[Beeldvorming](#)

[Lenssterkte](#)

[Totale reflectie](#)



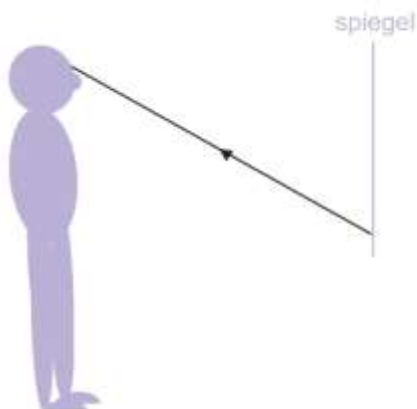
“Licht & Lenzen” is als **keuzeonderwerp** onderdeel van het HAVO schoolexamen.

Voor dit onderwerp is geen gedetailleerde landelijke stofomschrijving. Precieze invulling kan van school tot school verschillen

1 Spiegelbeeld

Antony staat voor de spiegel en kijkt naar zijn eigen spiegelbeeld.

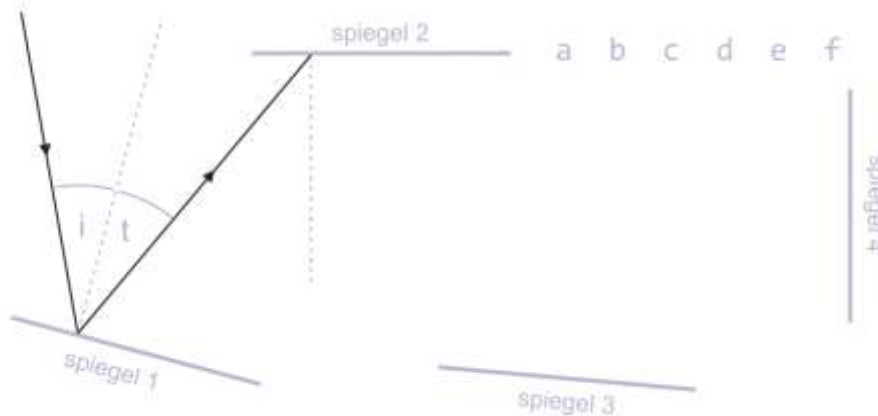
- Teken op de juiste plaats in de tekening hieronder het spiegelbeeld van Antony.
- In de afbeelding staat de lichtstraal die van de spiegel naar zijn oog loopt op het moment dat Antony in de spiegel naar zijn schoenen kijkt. Ga aan de hand van de richting lichtstraal na dat Antony naar het spiegelbeeld van zijn schoenen kijkt.
- In werkelijk komt de lichtstraal van zijn schoenen zelf en niet van het spiegelbeeld. Teken waar de lichtstraal vandaan komt en ga na de spiegelwet ($i=t$) geldt.
- Teken de lichtstraal die via de spiegel naar Antony's oog loopt als hij naar z'n knie kijkt.



2 Spiegelwet

Een lichtstraal valt op spiegel 1 en weerkaatst (zie afbeelding hieronder).

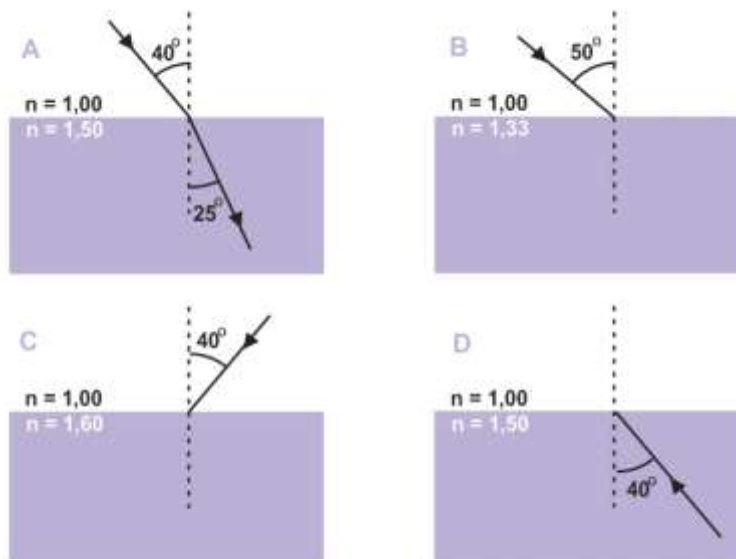
- Ga door meten met je geodriehoek na dat de hoek van inval en de hoek van terugkaatsing hetzelfde zijn.
- De lichtstraal loopt verder via spiegels 2, 3 en 4. Bepaal door het tekenen van het verdere verloop van de lichtstraal op welk van de letters a t/m f de lichtstraal valt.



3 Breking

Een lichtstraal valt vanuit lucht op een stuk glas met $n = 1,50$ onder een hoek van 50° met de normaal. Na breking gaat de lichtstraal binnen het glas verder onder een hoek van 25° met de normaal (zie afbeelding A hieronder).

- Laat met een berekening zien dat de brekingshoek klopt met de wet van Snellius.
- Bereken de brekingshoek in situatie B en teken hoe de lichtstraal verder loopt.
- Bereken de brekingshoek in situatie C en teken hoe de lichtstraal verder loopt.
- Bereken de brekingshoek in situatie D en teken hoe de lichtstraal verder loopt.

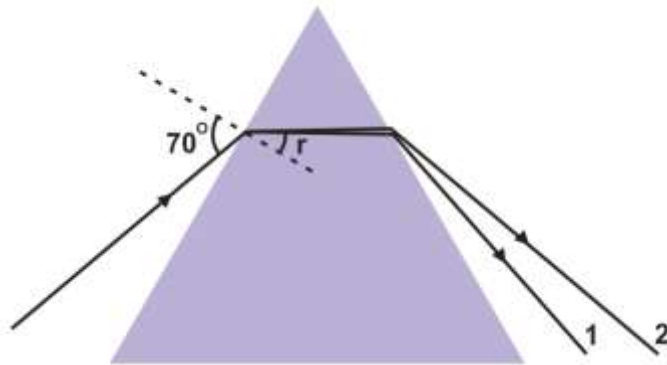


4 Prisma

Gebruik bij deze opgave BINAS tabel 18

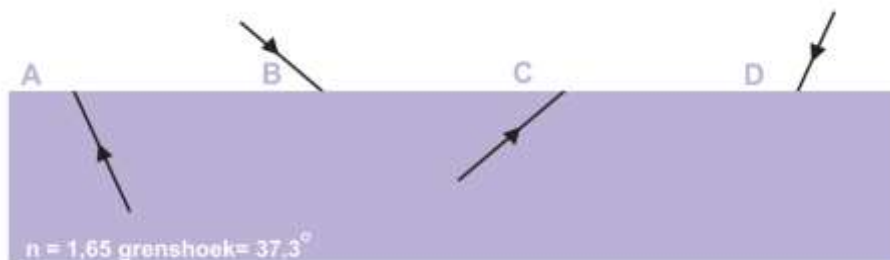
Een lichtstraal valt onder een hoek van 70° met de normaal vanuit lucht op een driehoekig stuk flintglas (zie afbeelding hieronder).

- Bepaal de brekingsindex van de overgang van lucht naar zeer zwaar flintglas op voor rood en blauw licht.
- Bereken de brekingshoek r als je aanneemt dat de lichtstraal rood is.
- Bereken de brekingshoek r als je aanneemt dat de lichtstraal blauw is.
- In de afbeelding hieronder staan twee mogelijkheden voor het verder verloop van de lichtstraal. Beredeneer welke bij de blauwe lichtstraal hoort en welke bij de rode (geen berekening).
- Beredeneer wat er gebeurt als de lichtstraal wit is (=samengesteld uit alle kleuren licht).



5 Totale reflectie

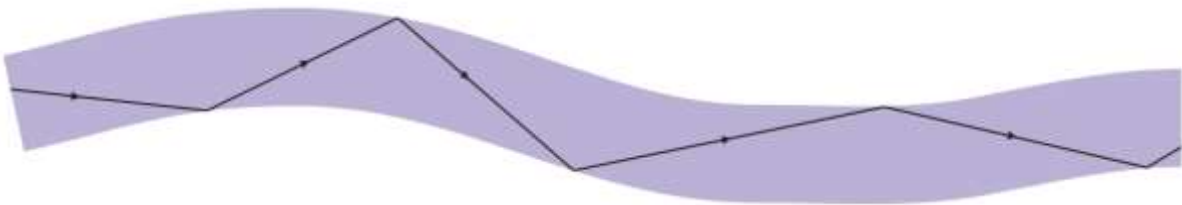
Een lichtstraal valt vanuit glas op een grensvlak met lucht. Normaal gesproken zal de lichtstraal breken volgens de wet van Snellius maar bij een overgang van een grotere naar een kleinere brekingsindex kan er *totale reflectie* plaatsvinden: als de hoek van inval (i) groter is dan een bepaalde grenshoek (g) zal de lichtstraal niet breken maar reflecteren terug het glas in. Bepaal in welk van onderstaande situaties totale reflectie zal optreden.



6 Fiber

Micha doet een proef met een glasvezel of fiber. Een glasvezel is een draadje gemaakt van glas dat zo dun is dat het buigzaam is. Wanneer hij er aan de ene met een laserpointer in schijnt komt het licht er aan de andere kant uit (zie afbeelding hieronder).

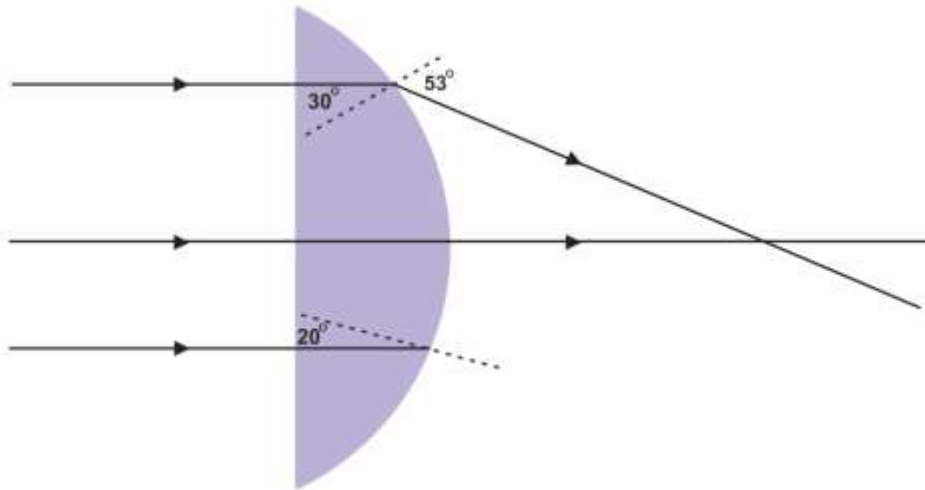
- Leg uit waarom het licht 'gevangen' wordt binnen het fiber.
- Leg uit waarom er niet te scherpe bochten in de fiber mogen zitten.
- Als Micha de hoek waaronder hij de lichtstraal in de fiber schijnt groter maakt komt er op een gegeven moment geen licht meer uit aan de andere kant. Micha denkt dat dit komt omdat er, als de hoek te groot wordt, totale reflectie zal plaatsvinden nog vóóordat de lichtstraal in de fiber komt. Ben jij het met hem eens?



7 Lens

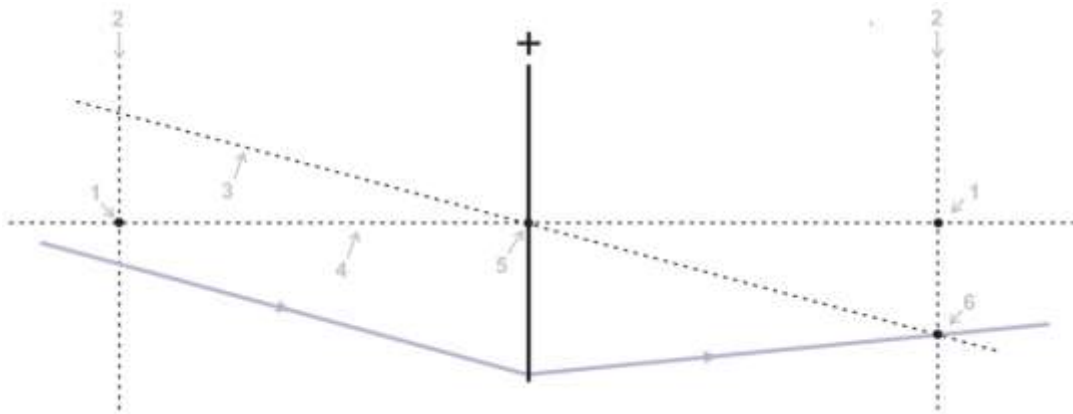
Een lens is een stuk glas dat zo gevormd is dat het parallelle lichtstralen naar één punt afbuigt. In de afbeelding hieronder staat een lens gemaakt van glas met een brekingsindex van 1,60. Er zijn drie parallelle lichtstralen getekend die op de lens vallen.

- Leg aan de hand van de wet van Snellius uit waarom de middelste lichtstraal niet wordt afgebogen.
- De bovenste lichtstraal wordt niet afgebogen als hij het glas in gaat maar wél als hij uit het glas komt. Laat zien dat de hoek van inval en de brekingshoek in overeenstemming zijn met de wet van Snellius.
- Bereken van de onderste lichtstraal de brekingshoek en laat zien dat deze door hetzelfde punt gaat als de andere twee lichtstralen.
- Teken zelf een andere lichtstraal parallel aan de andere drie invallende stralen en teken hoe deze verder loopt.



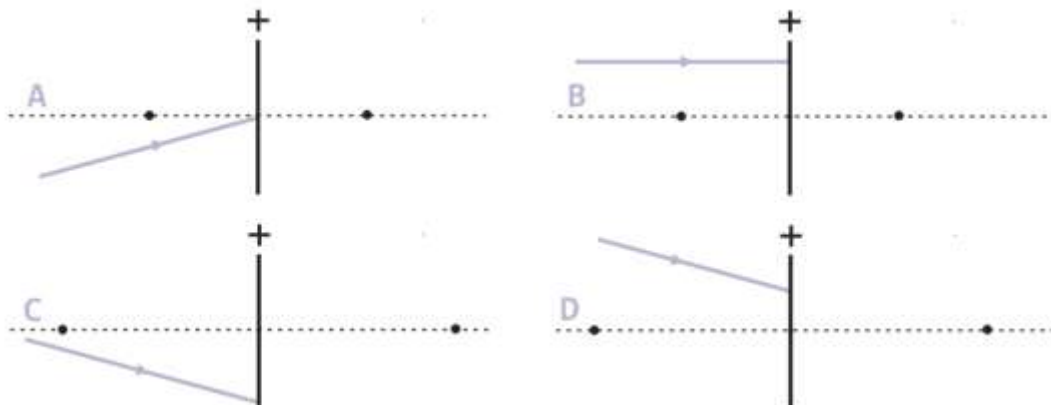
8 Constructietekening

Hieronder staat een constructietekening om te bepalen hoe een op de lens vallende lichtstraal afgebogen wordt. Benoem de verschillende onderdelen van de tekening. Kies uit: *Optisch midden, hoofd-as, bij-as, brandpunt, brandpunt en bijbrandpunt.*



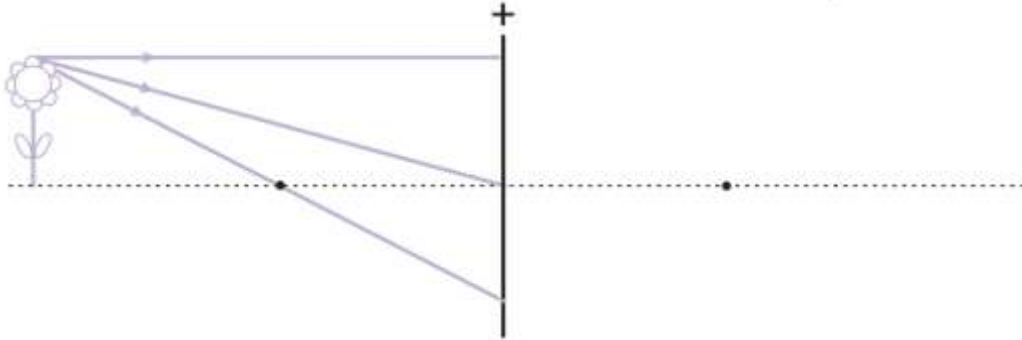
9 Lenswerking

Bepaal in elk van onderstaande situatie hoe de lichtstraal verder loopt.



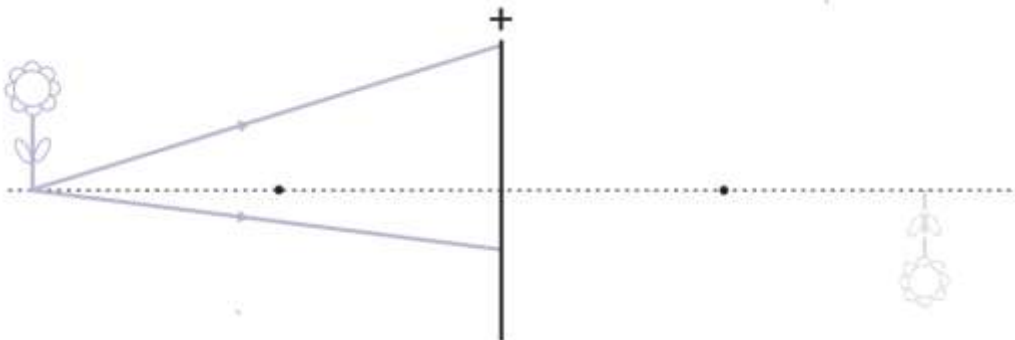
10 Beeldvorming

Met een lens wordt een afbeelding van een bloem gemaakt. Om te bepalen waar het beeld van de bloem komt zijn vanaf de bovenkant van de bloem drie lichtstralen getekend. Deze lichtstralen zijn op zo'n manier gekozen dat makkelijk te bepalen hoe ze door de lens worden afgebogen. Bepaal voor elk van de drie lichtstralen hoe ze verder lopen en bepaal hiermee de plaats van het beeld van de bloem.



11 Twee lichtstralen

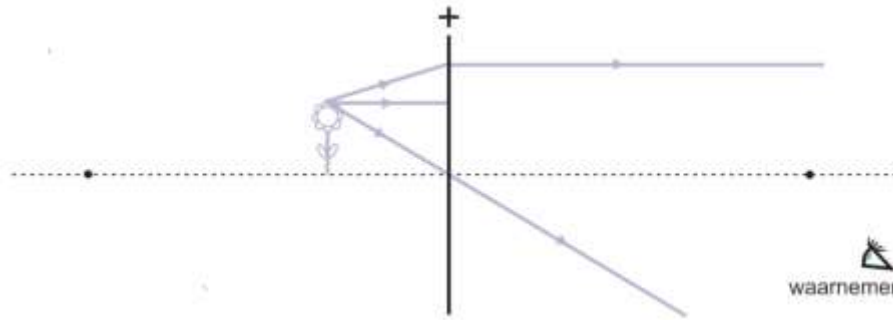
Om te bepalen waar het beeld van komt is het voldoende om twee lichtstralen vanaf elk willekeurig punt van het voorwerp te kiezen en te kijken op welk punt deze elkaar snijden aan de andere kant van de lens. Laat zien dat de twee lichtstralen in onderstaande tekening samenkomen in het beeld.



12 Virtueel beeld

Hieronder staat schematisch wat er gebeurt als een voorwerp dichterbij de lens staat dan het brandpunt. Getekend staan drie lichtstralen afkomstig van één punt van het voorwerp.

- De bovenste lichtstraal loopt na de lens parallel aan de hoofdas. Leg uit waarom.
- Bepaal hoe de middelste lichtstraal verder loopt.
- Leg uit waarom er in deze situatie nooit een beeld zal kunnen ontstaan aan de rechterkant van de lens.
- Leg uit wat je ziet als je vanuit de rechterkant, door de lens heen, naar het voorwerp kijkt.



13 Lenswet

Voor een scherp beeld moet voor de beeld- en voorwerpsafstand de lenswet gelden (zie onder). Gebruik in elk van onderstaande vragen de lenswet.

- Met een lens met $f = 5,0$ cm wordt een afbeelding gemaakt van een beker op een afstand van $8,0$ cm vanaf de voorkant van de lens. Bereken waar het beeld komt.
- Met een andere lens wordt een afbeelding gemaakt van een bloem. De bloem staat op een afstand van $4,0$ cm van de lens en het beeld valt op $4,0$ cm achter de lens. Bereken de brandpuntsafstand van de lens.
- Dezelfde bloem wordt dichterbij de lens geschoven. Bereken of het beeld dichterbij of verder van de lens komt te liggen.

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

f = brandpuntsafstand (m)

b = beeldafstand (m)

v = voorwerpsafstand (m)

14 Onscherp

Joris en Bart willen een afbeelding te maken van een brandend lampje op een wit schermje wat op een afstand van 30 cm van het lampje staat. Ze zetten hiervoor een lens met een brandpuntsafstand van 15 cm precies tussen het lampje en het schermje in.

- Laat aan de hand van de lenswet zien dat er geen scherp beeld zal ontstaan.
- Op het schermje verschijnt een inderdaad een vage lichtvlek in plaats van een scherp beeld van het lampje. Om toch een scherp beeld te krijgen besluiten Joris en Bart met de lens heen en weer te schuiven net zolang tot er een scherp beeld ontstaat. Leg uit waarom dit nooit zal lukken.
- Om toch een scherp beeld te krijgen zetten ze de lens weer terug in het midden en vergroten de afstand tussen het lampje en het scherm. Bij welke afstand tussen het lampje en het scherm ontstaat er een scherp beeld? Ga er hierbij vanuit dat de lens steeds midden tussen het lampje en het schermje blijft staan.

15 Vergroting

Het beeld heeft meestal niet dezelfde grootte als het voorwerp. De mate waarin het beeld vergroot of verkleind is ten opzichte van het voorwerp wordt de *vergroting* genoemd. De

vergroting kan bepaald worden uit de grootte van het voorwerp en het beeld maar ook uit de beeld- en voorwerpsafstand volgens onderstaande formule. Bepaal in elk van onderstaande situaties de vergroting N .

- Een kaars met een lengte van 6,0 cm wordt met een lens afgebeeld op een scherm. De afbeelding van de kaars heeft een lengte van 21 cm.
- Van dezelfde kaars wordt afbeelding gemaakt met lengte van 2,5 cm.
- Met een lens wordt een afbeelding gemaakt van een lampje. De afstand tussen het lampje en de lens bedraagt 12 cm en het beeld verschijnt op 6,0 cm achter de lens.
- Met een lens wordt een afbeelding gemaakt waarbij de lens precies midden tussen het voorwerp en het beeld in staat.

$$N = \frac{\text{Grootte Beeld}}{\text{Grootte Voorwerp}}$$

$$N = \frac{b}{v}$$

N = vergroting

b = beeldafstand (m)

v = voorwerpsafstand (m)

16 Vergrootte bloem

Van een bloem wordt met een lens een beeld gemaakt. In de afbeelding hieronder is het voorwerp en het beeld te zien.

- Bepaal uit de afbeelding de vergrotingsfactor.
- De voorwerpsafstand bedraagt 15 cm. Bereken aan de hand van de vergrotingsfactor de beeldafstand (b).
- Bereken met de lenswet de brandpuntsafstand.
- Bepaal met een constructietekening de plaats van de lens en de hoofdas.
- Bepaal met een constructietekening de ligging van de brandpunten van de lens.
- Ga na dat de brandpuntsafstand in de tekening klopt met je antwoord op vraag c.

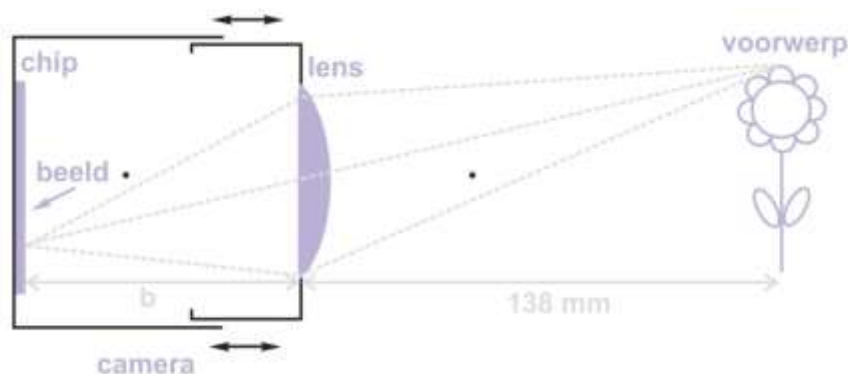


17 Fotocamera

Een fotocamera bestaat uit een lichtdicht gesloten ruimte met daarin een lens. Het beeld wat door de lens gemaakt wordt valt achterin de camera op een lichtgevoelige chip

waarmee het beeld opgenomen wordt. De lens is zo gemonteerd dat hij naar voor en achter bewogen kan worden. In de afbeelding hieronder staat schematisch weergegeven wat er gebeurt als met een camera met een lens met de brandpuntsafstand van 50 mm een foto wordt gemaakt van een voorwerp wat zich op een afstand van 138 mm van de lens bevindt.

- Laat met een berekening zien dat de beeldafstand (b) in deze situatie 78 mm is.
- Bereken de vergrotingsfactor.
- Om ook voorwerpen op andere afstanden scherp te fotograferen kan de lens heen en weer worden bewogen. Om verre voorwerpen scherp af te beelden moet beeldafstand verkleind worden totdat deze gelijk is aan de brandpuntsafstand. Laat met een berekening zien dat in dit geval een voorwerp op een afstand van 6,5 m scherp op de foto komt. Bereken hiervoor de beeldafstand.
- Voor voorwerpen op afstanden groter dan 6,5 m hoeft de beeldafstand niet veranderd te worden. Laat dit zien met een berekening.
- Met de camera wordt een foto gemaakt van een kerktoren met een hoogte van 70 m op een afstand van 180 m. Bereken of de kerktoren op de foto past. Ga er hierbij vanuit dat de beeldchip een hoogte van 20 mm heeft.



18 Kolibri

Hieronder staat een foto van een kolibri. De foto is gemaakt met een lens met een brandpuntsafstand van 135 mm vanaf een afstand van 1,80 m. De beeldchip waarop de foto is opgenomen had een afmeting van 12,8 bij 9,6 mm en is hieronder in zijn geheel weergegeven.

- Bepaal aan de hand van de foto de lengte die de afbeelding van de kolibri op de beeldchip had.
- Bereken de beeldafstand (b) tussen lens en de beeldchip bij het maken van de foto.
- Bereken de vergrotingsfactor van de lens tijdens het maken van de foto.
- Bereken met behulp van je antwoord op vraag a en c de echte lengte van de kolibri.



ANTWOORDEN VAN DE REKENOPGAVEN

Uitwerkingen en uitleg van alle opgaven zijn te vinden op natuurkundeuitgelegd.nl/uitwerkingen

2 Spiegelwet

- a allebei 40°
- b d

3 Breking

- b $r = 35^\circ$
- c $r = 24^\circ$
- d $r = 75^\circ$

4 Prisma

- a 1,88 en 1,92
- b 30°
- c 29°
- d 1=blauw 2=rood

5 Totale reflectie

- a geen reflectie
- b geen reflectie
- c wel reflectie
- d geen reflectie

7 Lens

- c $r = 33^\circ$

13 Lenswet

- a 13 cm
- b verder
- c 2,0 cm

14 Onscherp

- c 60 cm

15 Vergroting

- a 3,5
- b 0,42
- c 1

16 Vergrootte bloem

- a 2,3
- b 35 cm
- c 10 cm

17 Fotocamera

- b 0,57
- c 35 cm
- c 10 cm

18 Kolibri

- a 6,6 mm
- b 146 mm
- c 0,0811
- d 8,1 cm