Spiegels

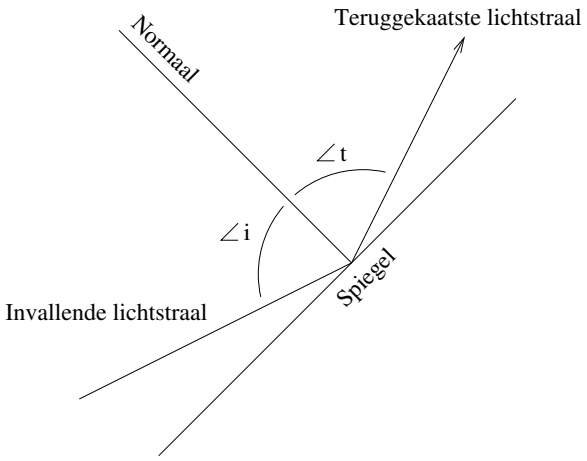
N.G. Schultheiss

1 Inleiding

Deze module is direct te volgen vanaf de derde klas. Deze module wordt vervolgd met de module “Lenzen” of de module “Parabolische spiegels maken”. Uiteindelijk kun je met de opgedane kennis een telescoop bouwen, de werking verklaren of de telescoop als meetinstrument toepassen.

Hieronder volgt een korte samenvatting van de kennis die je al beheerst.

De weerspiegeling van glanzende oppervlakken werkt met de spiegelwet. Deze wet, “De hoek van inval is de hoek van terugkaatsing”, voorspelt hoe het licht wordt weerkaatst.



Figuur 1.1: De stralengang van het licht bij een spiegel

In figuur 1 zie je hoe een gereflecteerde lichtstraal kan worden geconstrueerd. De normaal staat altijd loodrecht op het spiegelend oppervlak. De hoek van inval wordt altijd gemeten tussen de lichtstraal en de normaal. De hoek van terugkaatsing wordt ook gemeten tussen de lichtstraal en de normaal. We meten de hoek met de normaal, omdat we ook reflecties van holle of bolle spiegels willen bepalen.

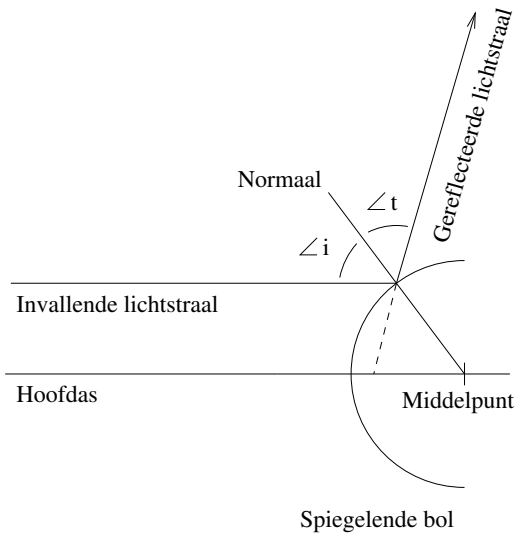
Omdat er getekend en gemeten moet worden, heb je een passer, geodriehoek, potlood, papier en gum nodig.

Opdracht 1: *Meet de hoek van inval in figuur 1.*

CC BY SA

2 Spiegeling aan bolvormige spiegels

In een bolvormig oppervlak, zoals de achterkant van een lepel, zie je de wereld verkleind. Aan de binnenkant van een lepel zie je de wereld vergroot. Omdat een lepel niet precies bolvormig is, wordt de wereld ook niet helemaal netjes afgebeeld. In deze paragraaf gaan we uit van een bolvormige spiegel. De stralengang van het licht dat van buiten op een glimmende bol valt kunnen we ook met de spiegelwet voorspellen. Een dergelijk bol oppervlak heet ook wel "convex".



Figuur 2.1: De stralengang bij een convex oppervlak

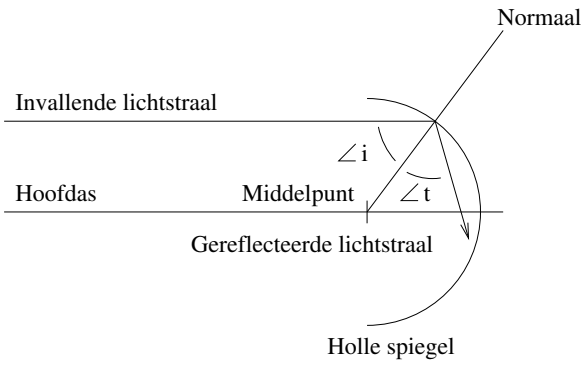
Als je in een spiegelende bol kijkt, zie je een beeld. Dit beeld wordt een virtueel beeld genoemd.

Opdracht 1: *In figuur 2 zie je de normaal getekend. Leg uit waarom de normaal door het middelpunt gaat.*

Opdracht 2: *Er valt een lichtbundel op je oog. Leg uit of je iets met een convergente of een divergente bundel kunt zien.*

Opdracht 3: *Als een evenwijdige bundel op een bolle spiegel valt ontstaat een gereflecteerde bundel. Wat voor soort bundel is deze gereflecteerde bundel en leg uit of je deze kunt zien of niet.*

Een voor vergroting interessantere spiegeling is de stralengang bij spiegeling aan de binnenkant van van een glimmende bol. Dit oppervlak heet ook wel "concaaf". Hieronder zien we een lichtstraal die in een hol oppervlak wordt gereflecteerd.



Figuur 2.2: De stralengang bij een concaaf oppervlak

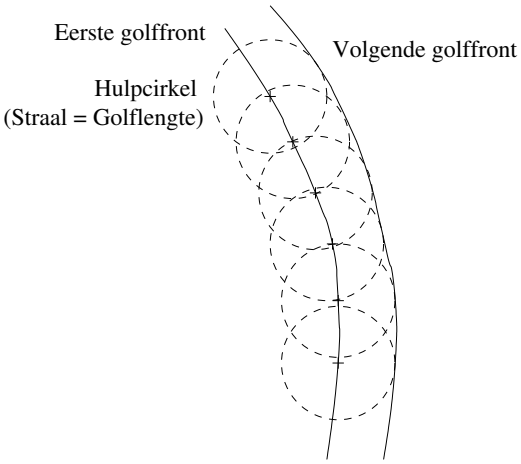
Een scherpe afbeelding is een afbeelding waarbij 1 punt van het voorwerp als 1 punt van het beeld wordt afgebeeld. Er ontstaan lichtvlekjes in het beeld als een afbeelding niet scherp is.

Opdracht 4: *Neem een stuk papier en teken daarop een holle spiegel met straal van 5,0cm. Teken een evenwijdige bundel met vier stralen op 1,0cm, 2,0cm, 3,0cm en 4,0cm van de hoofdas. Construeer met de spiegelwet hoe deze worden weerkaatst. Leg met je tekening / constructie uit of een bolvormige spiegel te gebruiken is om scherpe afbeeldingen te maken.*

3 Parabolische en elliptische spiegels

In paragraaf 2.3 hebben we gezien dat een bolvormige concave of convexe spiegel geen keurig brandpunt oplevert. Bij een goede telescoop hebben we een ander spiegelvorm nodig. In deze paragraaf proberen we te achterhalen wat voor soort spiegelvorm het beste werkt.

We kunnen met het Huygens-principe voorspellen hoe het licht zich als golf voortplant. Huygens beschreef het licht als golf. Een golf kent twee eigenschappen; de golfstraal en het golffront. De golfstraal is te vergelijken met de lichtstraal en geeft de richting aan waarin de golf beweegt. Een golffront is bijvoorbeeld de “top” of het ”dal” van de lichtgolf. Volgens het Huygens-principe is het volgende golffront te vinden door op een golffront cirkeltjes met als straal de golflengte te tekenen. Het volgende golffront is te schetsen door een raaklijn (of rakende kromme) aan de cirkels te trekken.

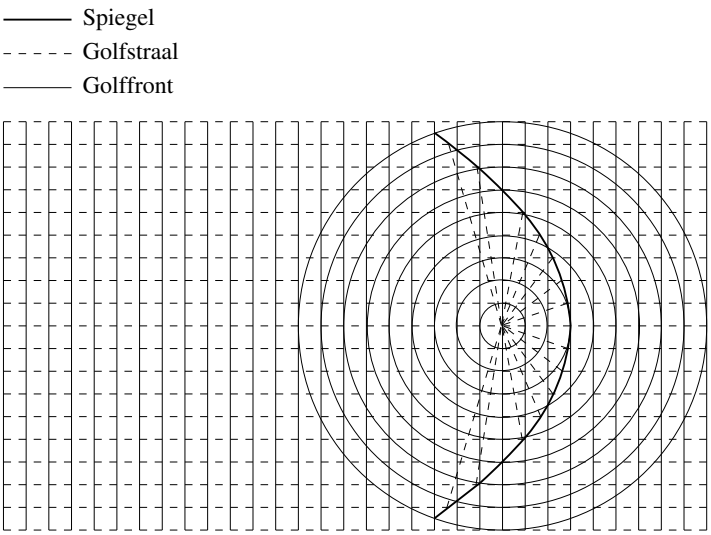


Figuur 3.1: Het Huygens-principe

Opdracht 1: *Leg uit dat het vorige golffront ook aan deze verzameling cirkeltjes raakt.*

Opdracht 2: *Leg uit waarom een golffront altijd loodrecht op een golfstraal staat.*

Een spiegel voor een telescoop moet een evenwijdige lichtbundel in een punt afbeelden. Een evenwijdige lichtbundel is met het Huygens-principe als een ruitjesblaadje voor te stellen. Als de horizontale lijntjes de lichtstralen voorstellen, moeten de de verticale lijntjes de golffronten voorstellen. Het licht gaat uiteindelijk naar 1 punt.



Figuur 3.2: Een Parabolische spiegel

Opdracht 3: *Leg met het Huygens-principe uit dat de golffronten cirkelvormig worden als het licht* vanaf *of* naar *een punt gaat.*

Opdracht 4: *Leg uit dat je de vorm van de spiegel kunt vinden door de snijpunten van de golffronten te verbinden. Wat gebeurd er met het golffront bij de spiegel? Hoeveel golflengten legt het licht af om van*

links tot aan het beeldpunt te komen? Is deze afgelegde weg verschillend voor verschillende stralen?

Opdracht 5: *Controleer of de spiegel parabolisch is.*

Met een spiegel kun je ook een afbeelding van een punt naar een punt maken. In plaats van een evenwijdige invallende bundel hebben we nu een divergente invallende bundel. Als deze divergente bundel uit 1 punt komt, zijn de golffronten weer als cirkels te tekenen.

Opdracht 6: *Teken een lichtpunt en een beeldpunt met de bijbehorende (mogelijke) golffronten. Construeer een spiegel waarmee het lichtpunt op het beeldpunt wordt afgebeeld. Deze spiegel wordt als het goed gaat een elips.*