

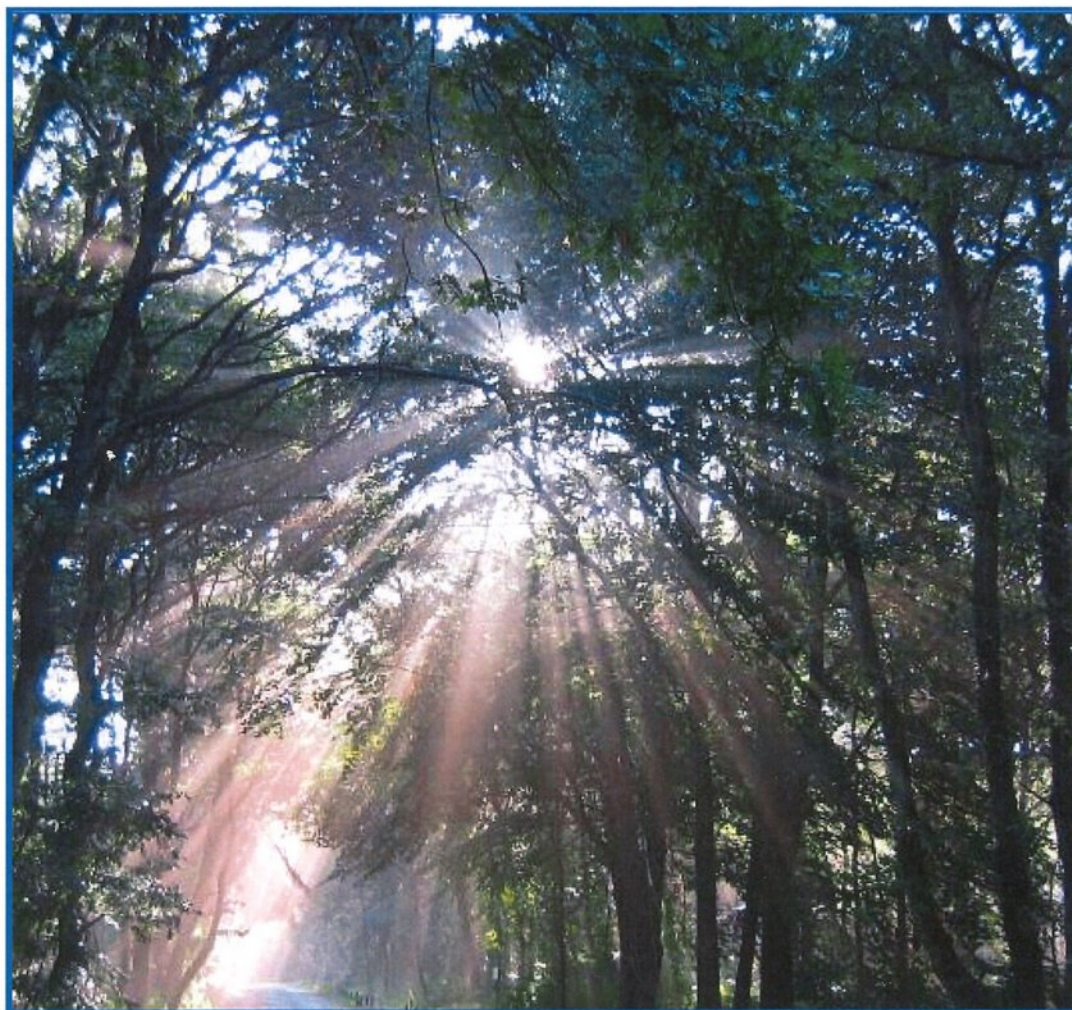
**Naam:**

Antwoordenboekje

# Natuurkundeleergang

PVO Deventer  
3<sup>e</sup> jaar havo/vwo

Themaboekje: Licht



PVO Deventer

schooljaar 2024-2025

## Inhoudsopgave

<b><u>THEORIE DEEL 1: LICHT EN SCHADUW.....</u></b>	<b><u>3</u></b>
<b><u>WERKBLAD 1: LICHT EN SCHADUW.....</u></b>	<b><u>4</u></b>
<b><u>THEORIE DEEL 2: SPIEGELBEELDEN.....</u></b>	<b><u>15</u></b>
<b><u>WERKBLAD 2: SPIEGELBEELDEN.....</u></b>	<b><u>16</u></b>
<b><u>THEORIE DEEL 3, LICHT EN KLEUR.....</u></b>	<b><u>25</u></b>
<b><u>WERKBLAD 3: LICHT EN KLEUR.....</u></b>	<b><u>26</u></b>
<b><u>THEORIEDEEL 4: LENZEN EN LICHTSTRALEN.....</u></b>	<b><u>33</u></b>
<b><u>WERKBLAD 4: LENZEN EN LICHTSTRALEN.....</u></b>	<b><u>34</u></b>
<b><u>THEORIEDEEL 5: HET MENSELIJK OOG.....</u></b>	<b><u>39</u></b>
<b><u>WERKBLAD 5: HET MENSELIJK OOG.....</u></b>	<b><u>40</u></b>
<b><u>THEORIE DEEL 6 INFRAROOD EN ULTRAVIOLET.....</u></b>	<b><u>45</u></b>
<b><u>WERKBLAD 6: INFRAROOD EN ULTRAVIOLET.....</u></b>	<b><u>46</u></b>

# Theorie deel 1: Licht en schaduw

**Lichtstralen** komen van heel ver weg, bijvoorbeeld van de zon, of zelfs van een verre ster. Zo'n ding dat licht uitstraalt noemen we een **lichtbron**. Een LED-lamp is ook een lichtbron. En een kaars ook. Alleen noem je de zon en een ster een natuurlijke lichtbron, want die zijn niet door de mens gemaakt. Een kaars en een LED-lamp noem je kunstmatige lichtbronnen, want die zijn juist wel door de mens gemaakt.

Het bijzondere van lichtstralen is dat ze van zichzelf alleen maar **rechtuit gaan**. Ze maken nooit een bocht. Wel kunnen ze **weerkaatst** worden als ze ergens tegenaan botsen. Een lichtstraal die op een voorwerp valt, gaat dan niet dwars door dat voorwerp heen, maar wordt teruggestuurd. Het is zoals een bal die je tegen een muur aan kaatst. Die gaat ook niet door de muur heen, maar wordt door de muur weer teruggekaatst.

Als een lichtstraal bijvoorbeeld op een tennisbal valt, dan weerkaatst die tennisbal het licht. Het licht wordt door de tennisbal naar alle kanten weerkaatst. Dat noemen we **diffuse weerkaatsing**. Dat is de reden waarom alle toeschouwers de bal zien vliegen. Doordat de lichtstralen vanaf de bal alle kanten op weerkaatst worden, komen ze ook in jouw oog. En dat is de reden waarom je de bal kunt **zien**. De lichtstraal komt vanaf de bal bij jouw oog.

Omdat lichtstralen van zichzelf alleen maar rechtuit gaan, kunnen ze dus niet in een bocht om een voorwerp heen. Als je een lamp aanzet en je gaat zelf tussen de lamp en een muur staan, dan gaan de lichtstralen niet door jou heen en ook niet om jou heen. Dat is de reden waarom je een **schaduw** op de muur gaat zien. Overal waar het licht niet komt, doordat jij voor de lamp staat, ontstaat die schaduw.

Als je een tweede lamp aanzet krijg je een heel leuk effect. Op sommige plaatsen op de muur zie je het licht van beide lampen, daar is geen schaduw. Op andere plaatsen zie je het licht van maar één lamp, dat noemen we de **halfschaduw**. Op weer andere plaatsen op de muur zie je helemaal geen licht van de lampen. Daar zit de **kernschaduw**.

## EXTRA

Bij een **zonsverduistering** kan het overdag ineens volledig donker worden. De zon verdwijnt dan voor korte tijd. Vroeger dacht men dat enge geesten de zon opslokten. Tegenwoordig weten we dat de maan dan voor de zon langs beweegt. Daardoor valt er een schaduw op de aarde. Als je in de kernschaduw van de maan zit heb je een **volledige zonsverduistering** en dan kan het ineens helemaal donker worden, alsof het nacht is. Als je in de halfschaduw van de maan zit, heb je een **gedeeltelijke zonsverduistering**.

Nu weet je gelijk waarom het handig is om het verschil tussen halfschaduw en kernschaduw te snappen. Je begrijpt dan ineens veel beter hoe dingen in je omgeving werken, zoals een zonsverduistering.

# Werkblad 1: licht en schaduw

De leraar benoemt de leerdoelen.

Kort klassikaal: De leraar licht de theorie toe. Hij demonstreert lichtstralen (F1)

Verlengd klassikaal: de leraar tekent de zon- en maansverduistering op het bord.

Aan het eind word je gevraagd welke van de leerdoelen jij denkt dat je gehaald hebt!

Aan het eind van de les kun je:

- onderscheid maken tussen licht van lichtbronnen en weerkaatst licht
- uitleggen wat het verschil is tussen natuurlijke en kunstmatige lichtbronnen
  - uitleggen hoe schaduwen ontstaan
- onderscheid maken tussen een kernschaduw en een halfschaduw

Extra:

- uitleggen hoe een zonsverduistering ontstaat

L  
e  
e  
r  
d  
o  
e  
l  
e  
n

## Opdracht 1: Lichtbronnen

Om te kunnen zien, is licht nodig, en daarvoor gebruiken we lichtbronnen. De beste lichtbron die we kennen, is natuurlijk de zon.



De maan kan 's nachts genoeg licht leveren om zonder lamp te kunnen zien, maar we noemen de maan geen lichtbron omdat de maan zelf geen licht uitzendt.

a. Hoe weet je zeker dat de maan zelf geen licht uitzendt? Waar komt het licht vandaan?

Je ziet een schaduw op de maan. Die zou er niet zijn als de maan zelf licht gaf. De maan wordt verlicht door de zon.

Als een voorwerp heet wordt, gaat het licht uitzenden. Zo werken een kaars en een gloeilamp.

b. Wat wordt er heet in een gloeilamp?

de gloeidraad

c. Wat geeft er bij de kaars licht, de lont of het gas?

het gas





Bij een TL-buis gaat er een elektrische stroom door een gas. Het gas gaat licht uitzenden. Op de linkerfoto zie je een plasmabool en een TL-buis. De elektrische stroom gaat zowel door de plasmabool als door de TL-buis als door het jongetje.

d. Is een plasmabool ook een lichtbron? Hoe ontstaat het licht?

Ja, doordat er een elektrische stroom doorheen gaat.

### Opdracht 2: Temperatuur en kleur

De zon is zeer heet, en het licht dat de zon uitzendt, noemen we dan ook wit licht. Lichtbronnen die minder heet zijn, zenden licht uit dat niet meer wit genoemd wordt.

a. Welke kleur is de vlam van een kaars?

geel

b. Is de temperatuur van een kaarsvlam hoger of lager dan de temperatuur van de gloeidraad van een lamp? Leg uit.

Lager, want het licht van een gloeidraad is witter.

c. De gloeidraad van een broodrooster zendt ook licht uit. Welke kleur licht is dat?

Rood.



### Opdracht 3: Lichtbundels zien (demo F1)

De lichtstralen van een lamp gaan door de lucht, maar meestal kun je de lichtstralen zelf niet zien. Op de onderstaande foto's zie je een bundel zonlicht in een grot en laserbundels tijdens een lasershow.



a. Waardoor kun je de lichtbundels op de foto's wel goed zien?

er zitten waterdruppels in de lucht.

In de klas staat een laser die een bundel rood licht uitzendt.

b. Waarom kun je de bundel niet zien? Hoe kun je de bundel zichtbaar maken?

door er houtzaagsel of een poeder door te strooien.

c. Hoe noemen we de manier waarop het licht weerkaatst wordt?

diffuse weerkaatsing

#### Opdracht 4

Denk goed na over wat hieronder in de open plekken moet staan. Lees eventueel het theoriedeel bij dit werkblad nog eens na. Vul het ontbrekende woord in.

a. Om een voorwerp te kunnen zien, is het nodig dat een lichtstraal vanaf dit voorwerp in je .....ogen..... terecht komt.

b. Als het voorwerp zelf de lichtstraal uitzendt, noemen we het een .....lichtbron.....

c. Lichtstralen planten zich voort in .....rechte..... lijnen

d. De zon is een .....natuurlijke..... lichtbron.

e. Een muur beperkt je .....gezichtsveld.....

#### Opdracht 5

Leg in je eigen woorden uit hoe het komt dat je voorwerpen kan zien:

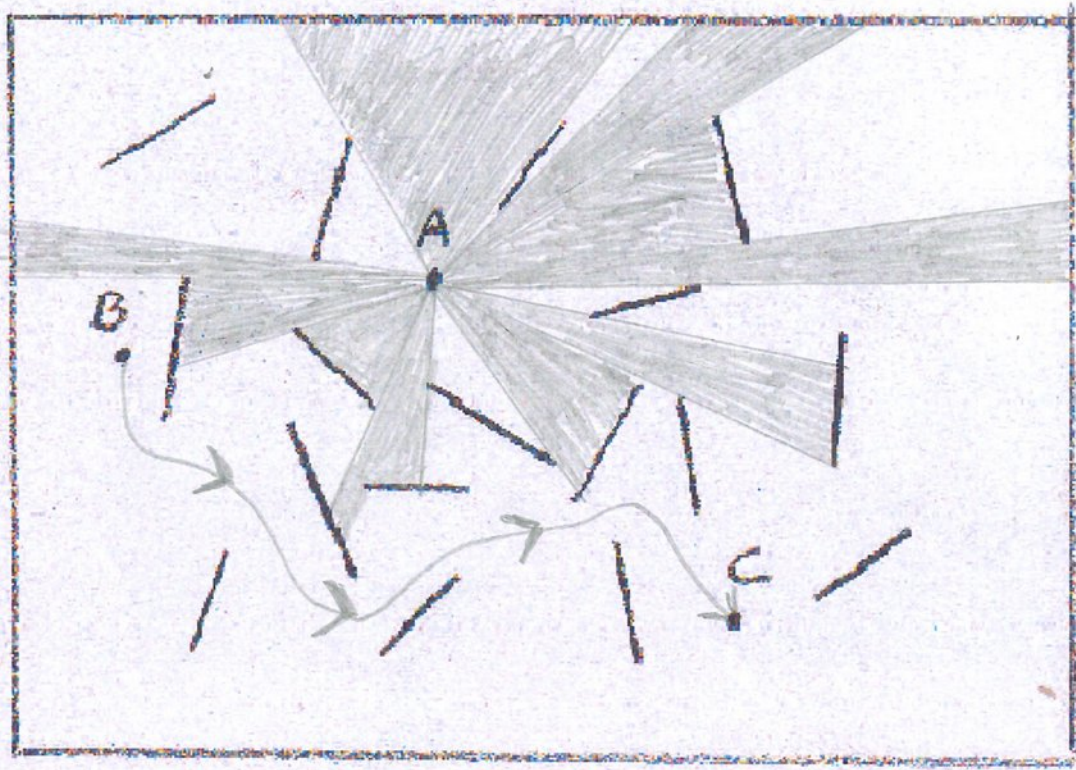
Het licht van een lichtbron wordt door een voorwerp weerkaatst en komt zo bij je oog.

Je oog zendt dan signalen naar je hersenen zodat je het voorwerp ziet.

## Opdracht 6

In onderstaande tekening zie je een schematische weergave van een terrein voor lasergamen.

a. Geef in deze tekening het gezichtsveld van speler A duidelijk aan.



b. Geef ook aan welke route speler B kan nemen om naar speler C te komen zonder door speler A gezien te worden.

## Opgave 7

In de krant staat het volgende bericht : A.s. zaterdag 23.00 uur zal er een lichtshow worden gehouden bij de plaatselijke voetbalvereniging. Komt allen kijken ! Bij heel helder weer gaat deze show helaas niet door.

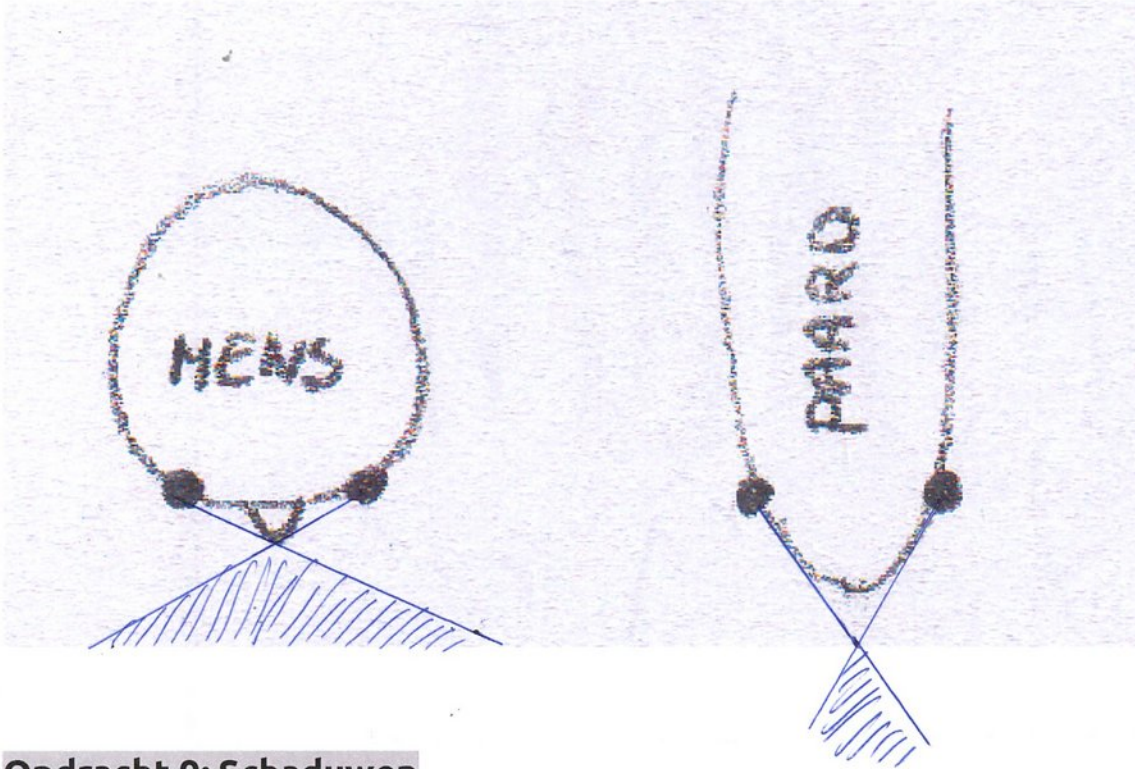
a. Leg uit waarom de show niet doorgaat bij heel helder weer.

Je kan de lichtstralen alleen zien als er deeltjes in de lucht zitten die het licht diffuus weerkaatsen. Bij helder weer zitten die deeltjes niet in de lucht.

## Opgave 8

Hieronder staan twee schematische tekeningen. Eén van een mens en één van een paard. Om diepte te kunnen zien, heb je twee ogen nodig.

a. Arceer in beide tekeningen het gebied waar ze diepte kunnen zien

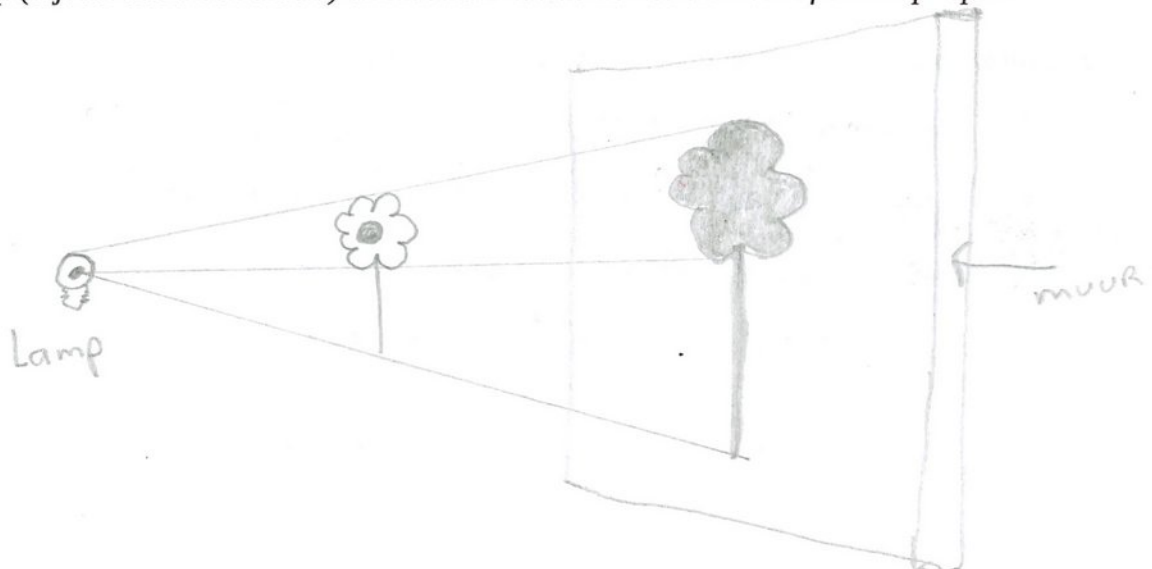


## Opdracht 9: Schaduwen

Met licht kun je schaduwen maken. Het onderstaande plaatje noemen we een schaduwbeeld omdat de schaduw dezelfde vorm heeft als het voorwerp.



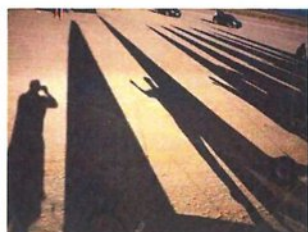
a. Hoe wordt zo'n schaduwbeeld gemaakt? Maak hieronder een tekening van een lamp en een voorwerp (bijvoorbeeld een bloem) en laat zien hoe de lichtstralen vanaf de lamp lopen.





## Opdracht 10: Scherpe en onscherpe schaduwbeelden

De schaduw van de zon kan heel scherp zijn, maar in andere gevallen zijn de contouren soms erg vaag. We gaan onderzoeken hoe dat werkt.

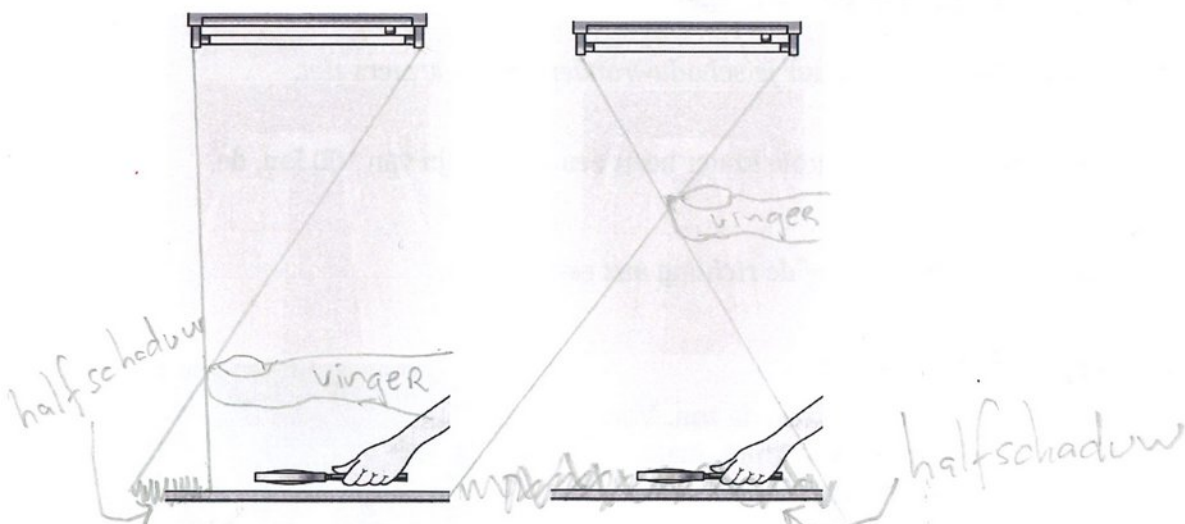


Houd je hand boven de tafel en kijk naar de schaduw van je hand op de tafel in het licht van de TL-buis. Beweeg je hand naar boven en naar beneden.

- a. Wanneer is de schaduw van je hand scherp, als je je hand dichtbij de tafel houdt of veraf? Laat in onderstaande tekening met de twee TL buizen zien wat er aan de hand is. Teken je hand erin met de schaduw.

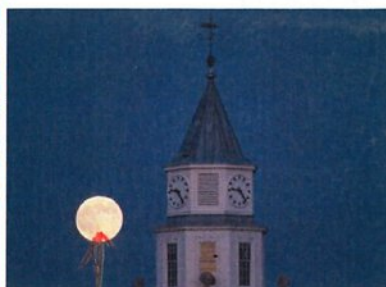
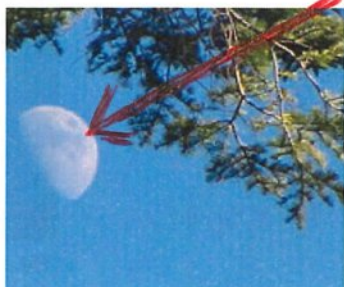
Hand dichtbij

Hand veraf:



## Opdracht 11: De schaduw en de maan

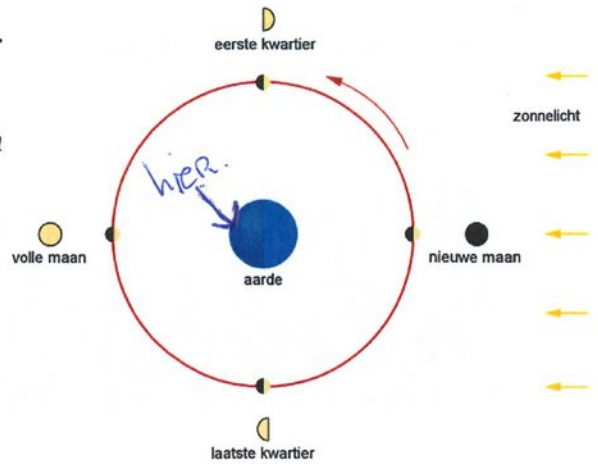
Bij helder weer kun je soms overdag zowel de zon als de maan zien. Op de linkerfoto zie je een mooi beeld van de maan bij daglicht.



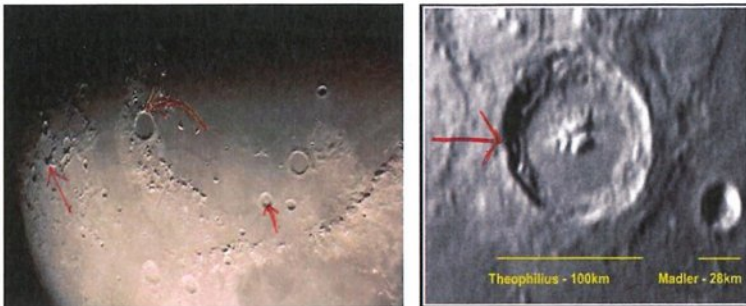
- a. In welke richting staat de zon? Geef de richting in beide foto's met een pijl aan.

Op de rechterfoto zie je de volle maan naast een kerktoren. De volle maan is vaak de hele nacht goed zichtbaar.

b. In welke richting staan de zon en de maan dan? Geef in de tekening hiernaast aan waar je zelf op de wereldbol (aarde) staat als het volle maan is.



Op de maan zelf zijn ook schaduwen te zien. De schaduwen worden veroorzaakt door kraters op de maan die ontstaan zijn door de inslag van meteorieten.



c. Geef op de linkerfoto enkele plaatsen aan waar je schaduwranden van de kraters ziet.

Op de rechterfoto zie je twee maankraters. De grote krater heeft een middellijn van 100 km, de kleine is 28 km.

d. Vanuit welke richting komt het zonlicht? Geef de richting met een pijl aan.

### Opdracht 12: De aarde en de maan

De maan is kleiner dan de aarde en veel kleiner dan de zon. Vanaf de aarde gezien zijn de maan en de zon vrijwel even groot, maar dat komt omdat de maan veel dichterbij staat dan de zon. De twee foto's hiernaast zijn genomen vanuit de ruimte.

a. Geef op beide foto's aan vanuit welke richting het zonlicht komt.

b. Zal de aarde gezien vanaf de maan even groot lijken als de maan vanaf de aarde gezien? Leg uit.

Nee, de afstand is dan even groot terwijl de aarde groter is. Daarom moet de aarde ook groter lijken



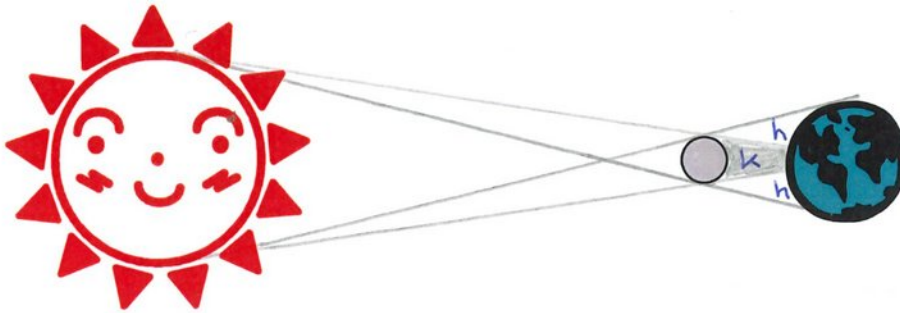
De aarde en de maan vanuit de ruimte gezien



De aarde gezien vanaf de maan

In de onderstaande tekening zijn de zon, de maan en de aarde weergegeven. Het licht van de zon zorgt dat er een schaduw van de maan ontstaat.

c. Teken de kernschaduw en de halfschaduw van de maan.



Op de foto hiernaast zie je de schaduw van de maan op de aarde. In de kernschaduw is een totale zonsverduistering te zien.



De schaduw van de maan op de aarde:  
Zonsverduistering

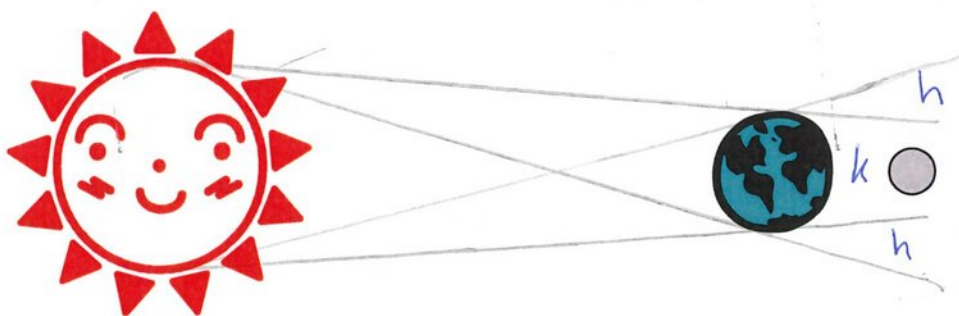
d. Een totale zonsverduistering is lang niet overal op aarde te zien. Leg uit waarom de zonsverduistering niet overal te zien is.

Dat komt doordat de kernschaduw veel kleiner is dan de aarde

Een maansverduistering treedt op wanneer de maan door de schaduw van de aarde gaat.

e. Teken de kernschaduw en de halfschaduw van de aarde.

f. Is de maan in de tekening volledig verduisterd?  ja



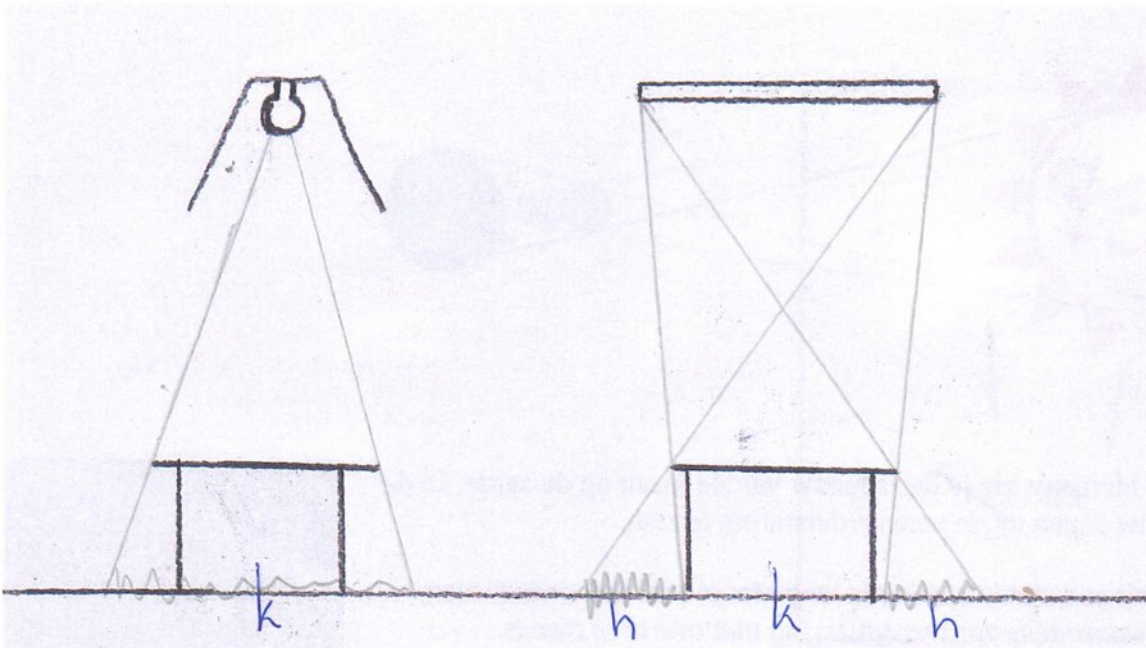
g. De schaduw van de kaars is op de tafel zichtbaar. In welke richting staat de lichtbron?

De lichtbron staat rechts voor de kaars.



### Opdracht 13: halfschaduwen

a. Teken in de figuur hieronder de schaduw van de tafel die ontstaat door de gloeilamp



b. Teken in de figuur hierboven de schaduw van de tafel die ontstaat door de TL-buis

c. Geef in de figuur aan wat de kern- en de halfschaduw is.

d. Leg uit hoe het komt dat de halfschaduw van de TL-buis veel groter is dan de halfschaduw van de gloeilamp.

De gloeilamp is kleiner. Daardoor komt het licht meer vanuit één punt.

### Extra opdracht A: schaduwlengtes

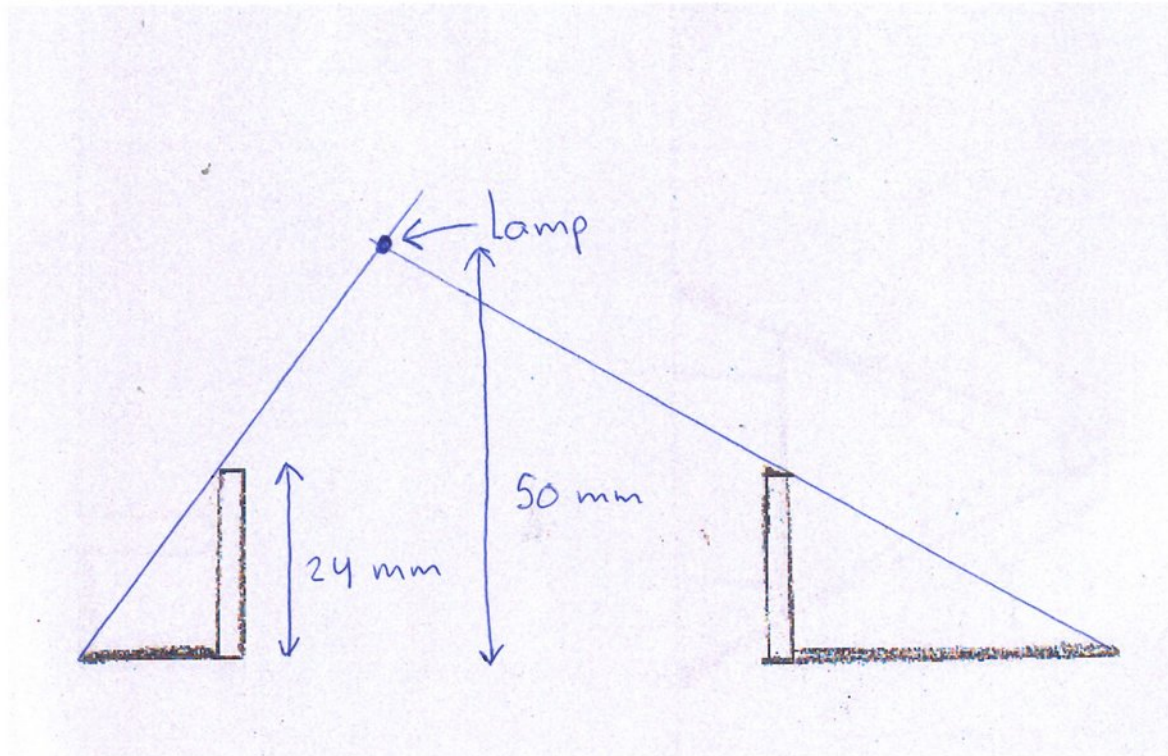
Marieke wil op een zonnige dag de hoogte van haar school meten. Ze meet hiervoor de lengte van de schaduw van haar school op. Deze is 60 meter. Vervolgens zet ze ergens in het gras een stok van 1,20 meter rechtop en meet de lengte van de schaduw. Deze is 90 centimeter.

e. Bereken hoe hoog de school is volgens deze meting. Leg duidelijk uit hoe je dit hebt berekend.

$$\begin{aligned} \text{Schaduw school} : \text{hoogte school} &= \\ = \text{Schaduw stok} : \text{hoogte stok} & \\ 60 : h &= 90 : 120 \\ h &= 80 \end{aligned}$$

### Extra opdracht B

- a. In de tekening hieronder zie je de schaduw van 2 paaltjes. Construeer waar de lichtbron zich volgens jou moet bevinden.



- b. Je weet dat het linkerpaaltje 50 cm hoog is, hoe hoog hangt dan de lichtbron boven de grond? Geef een duidelijke berekening.

De lichtbron is ruim twee keer zo hoog als het paaltje. Als het linkerpaaltje 50 cm hoog is, dan hangt de lichtbron dus ruim 1 m hoog.

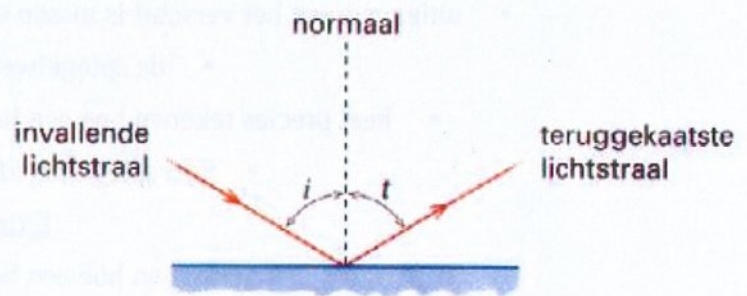


## Theorie deel 2: Spiegelbeelden

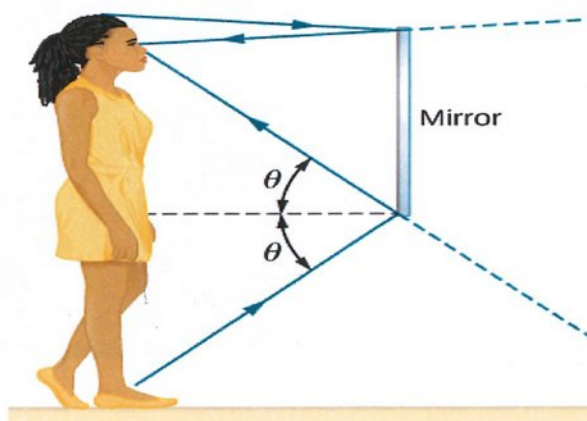
In het vorige theorie-deel hebben we het al gehad over **diffuse terugkaatsing**. Dan komt er een lichtstraal op een voorwerp en die lichtstraal wordt naar alle kanten weerkaatst. Je kan dat vergelijken met balletjes gooien naar een muur die van grote keien is gemaakt. De balletjes kaatsen dan niet steeds op dezelfde manier terug maar gaan alle richtingen op.

Er is ook een andere manier van terugkaatsing. Die noemen we **spiegeling**. Een lichtstraal die op een spiegellend voorwerp valt, wordt maar in één richting weerkaatst.

Je ziet hier hoe zo'n lichtstraal spiegellend wordt weerkaatst. De lichtstraal die naar de spiegel toegaat noemen we de **invallende lichtstraal**. De straal die wordt weerkaatst noemen we de **teruggekaatste lichtstraal**. Je ziet ook een hulplijn die we de **normaal** noemen. Dat is het gestippelde lijn. Die staat "haaks" of "loodrecht" op de spiegel. Je kan nu een hoek opmeten tussen de normaal en de invallende lichtstraal. Die hoek noemen we de **hoek van inval**. Die is hier in de tekening afgekort met de letter  $i$ . Je kan ook een hoek opmeten tussen de normaal en de teruggekaatste lichtstraal. Die hoek noemen we de **hoek van terugkaatsing** en die is hier afgekort met de letter  $t$ .



De natuur zit echt heel bijzonder in elkaar. Want wat blijkt? Bij een spiegel is de hoek van inval altijd gelijk aan de hoek van terugkaatsing. We noemen dat de **spiegelwet**. Is dat niet wonderlijk?



Deze spiegelwet zorgt er ook voor dat de mevrouw die voor de spiegel staat, zichzelf ziet alsof ze achter de spiegel staat. Dat dit door de spiegelwet komt kun je zien aan de hoek van inval en de hoek van terugkaatsing die hier zijn getekend. Kun je die in de tekening aanwijzen? Meet ze maar eens op en kijk of ze even groot zijn. Je ziet ook dat **spiegelbeeld** en mevrouw precies even ver van de spiegel af staan. Het is belangrijk dat je dat goed onthoudt, want dat is de manier waarop je een **spiegelbeeld** tekent.

### EXTRA

In dit plaatje zie je een rechte spiegel. Maar er zijn ook **bolle spiegels**. Bij een bolle spiegel is het beeld kleiner dan het voorwerp. Bij een **holle spiegel** is dat juist andersom. Als je dus in een holle spiegel kijkt zie je jezelf groter dan je bent. Als je wilt weten hoe dat werkt, dan moet je het bovenstaande plaatje zelf nog maar eens tekenen, maar dan met een holle of bolle spiegel. Als je dan de spiegelwet goed toepast, zie je verrassende resultaten!

# Werkblad 2: Spiegelbeelden

De leraar benoemt de leerdoelen.

Kort klassikaal: De leraar licht de theorie toe. Hij demonstreert hoe spiegeling werkt (F2) en laat zien hoe je de spiegelwet toepast.

Verlengd klassikaal: de leraar laat zien hoe je een spiegelbeeld construeert.

Tijdens het maken van de opgaven ga je zelf ook met een spiegel aan de slag ((F3)

Aan het eind word je gevraagd welke van de leerdoelen jij denkt dat je gehaald hebt!

Aan het eind van de les kun je:

- uitleggen wat het verschil is tussen diffuse terugkaatsing en spiegeling
  - de spiegelwet toepassen
- heel precies tekenen hoe een lichtstraal wordt teruggekaatst
  - een spiegelbeeld reconstrueren

Extra:

- uitleggen hoe een bolle spiegel werkt

## Opdracht 1: Demonstratie spiegeling F2

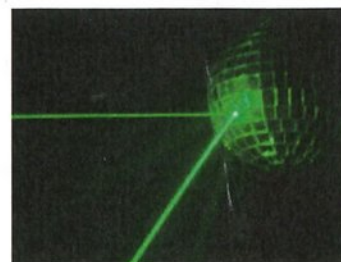
In een spiegel kun je je spiegelbeeld zien omdat de spiegel het licht op een speciale manier terugkaatst. Ook stilstaand water kan een mooi spiegelbeeld opleveren. Spiegeling ontstaat doordat de lichtstralen van het oppervlak terugkaatsen. Als de terugkaatsing diffuus is, ontstaat er geen spiegeling.



a. Wat is het verschil tussen een spiegelend oppervlak en een oppervlak dat het licht diffuus terugkaatst?

Een diffuus oppervlak weerkaatst een opvallende lichtstraal naar alle kanten en een spiegelend vlak maar naar één kant

Bij een lasershow worden ook spiegels gebruikt om de laserbundel van richting te veranderen.



b. Hoe weerkaatst een laserbundel tegen een spiegel? Kijk naar de demonstratie in de klas en beschrijf in je eigen woorden hoe een lichtstraal weerkaatst aan een spiegel.

"eigen woorden"

In het theorie-deel bij deze les lees je over de spiegelwet.

c. Hoe luidt de spiegelwet?

De hoek van inval is gelijk aan de hoek van terugkaatsing

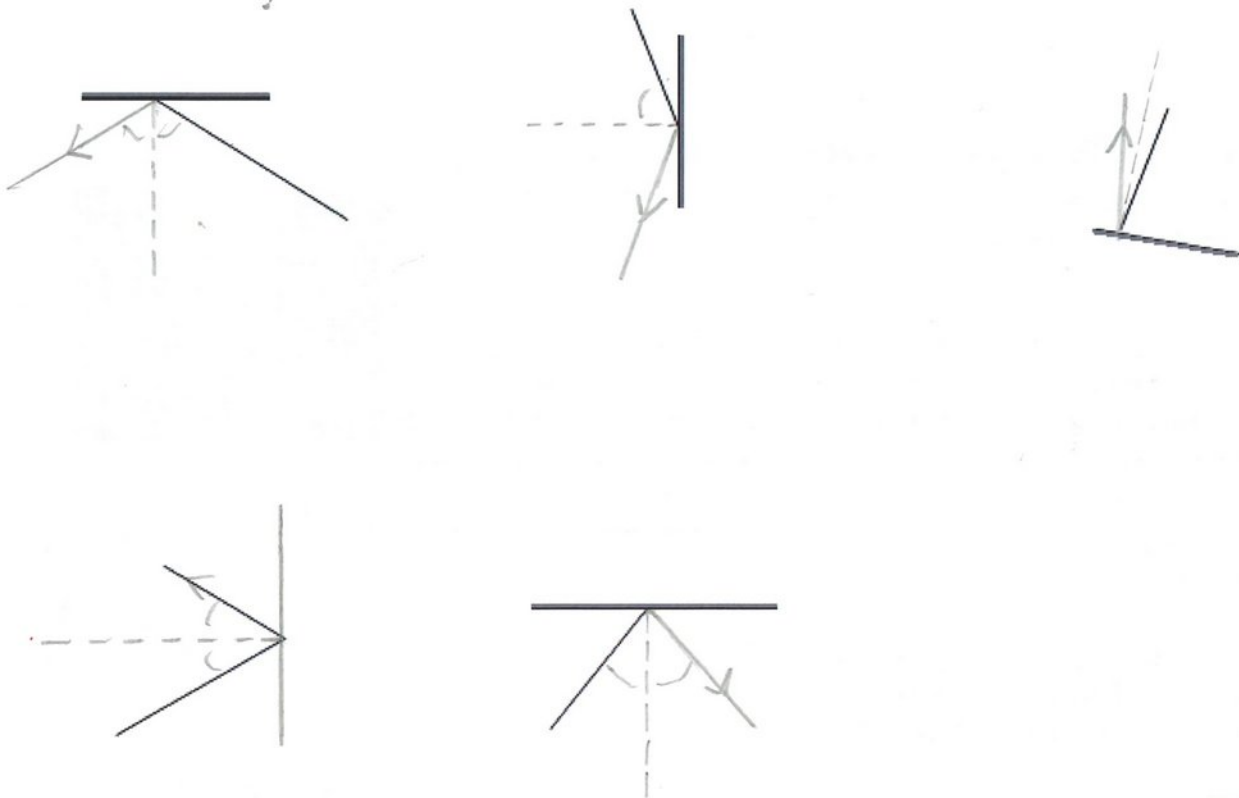
Met een aantal tekeningen kun je zien hoe je de teruggekaatste lichtstraal kunt tekenen. Daarbij wordt ook een lijn getekend die de *normaal* genoemd wordt.

d. Wat is een normaal? Een hulplijn die loodrecht op de spiegel staat.



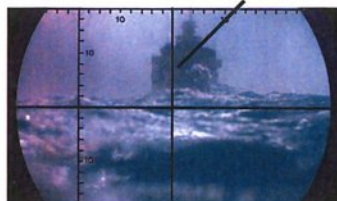
In onderstaande figuren worden lichtstralen getekend als dunne zwarte strepen. Een wat dikkere streep met een grijze rand is een spiegel. **Let op tekenen doe je met potlood en geodriehoek!**

e. Teken in onderstaande figuren de normaal (je tekent de normaal als een stippellijn) en de ontbrekende lichtstraal of de ontbrekende spiegel.



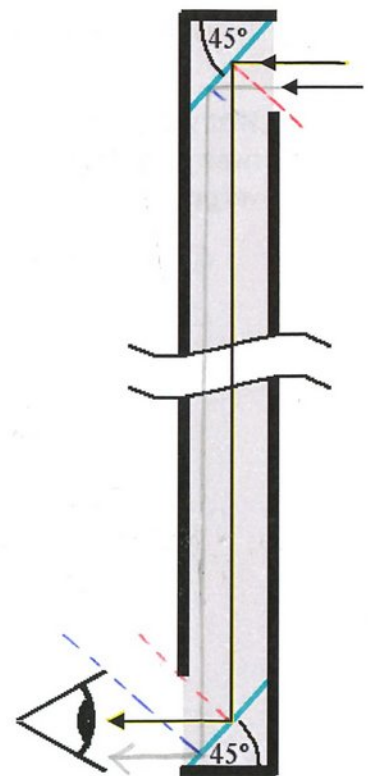
## Opdracht 2: Periscoop

Een periscoop wordt in een onderzeeboot gebruikt om boven het wateroppervlak te kunnen kijken zonder dat de boot boven water hoeft te komen.



Een periscoop bestaat uit een lange buis met twee spiegeltjes.

- De lichtstraal wordt twee keer weerkaatst. Teken bij beide spiegels de normaal.
- Teken hoe de tweede lichtstraal (evenwijdig aan de eerste) weerkaatst wordt.



### Opdracht 3 : Waar zit het spiegelbeeld?

In het stilstaande water zie je een mooi spiegelbeeld van een gebouw. Op welke plek zit het spiegelbeeld eigenlijk? Zit het spiegelbeeld op het wateroppervlak, vlak onder het oppervlak, recht onder het gebouw of vlak boven het water?



- a. Schrijf op waar jij denkt dat het spiegelbeeld zit (je hoeft het niet uit te leggen).

### Opdracht 4 : Spiegeltje en spiegelbeeld F3

Je krijgt van je docent een spiegeltje. Plaats het spiegeltje op deze bladzijde op de dikke zwarte lijn. Leg een potlood in het langwerpige vakje.



- a. Schrijf je naam in de rechthoek zodanig dat je naam in de spiegel goed leesbaar is. (als het niet goed lukt kan je eerst je naam goed (in blokletters) schrijven en vervolgens wat je in de spiegel ziet overschrijven)



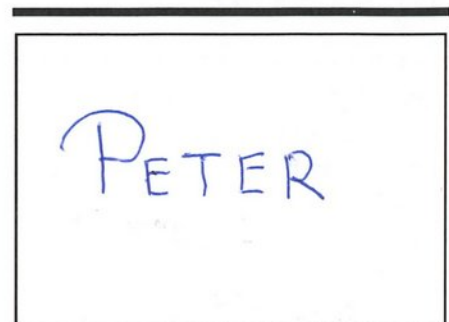
Kijk in de spiegel naar het spiegelbeeld van het potlood.

Spiegelbeeld  
potlood

- b. Leg een tweede potlood ergens op dit blad zodat het potlood precies op het spiegelbeeld van het eerste potlood ligt.
- c. Teken het tweede potlood op dit blad
- d. Wat valt je op als je de afstand van de twee potloden tot de spiegel met elkaar vergelijkt?

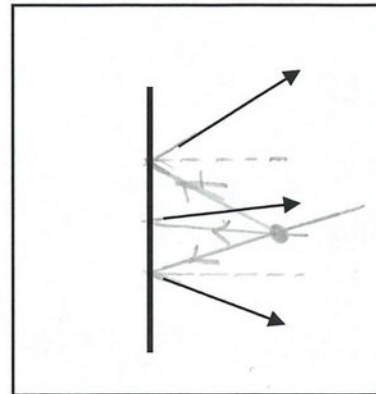
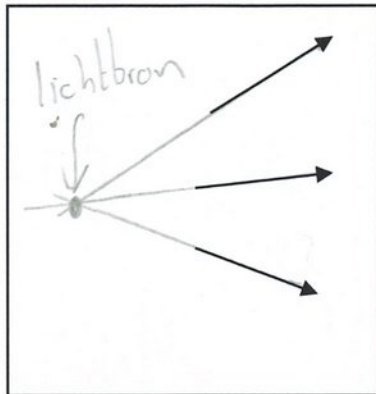
PETER

afstanden zijn gelijk aan elkaar.



## Opdracht 5: Waarom zit het spiegelbeeld recht achter de spiegel?

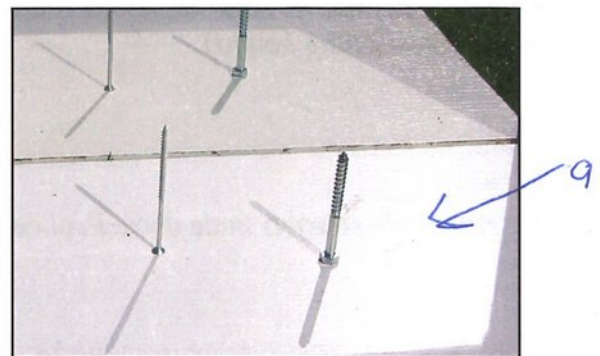
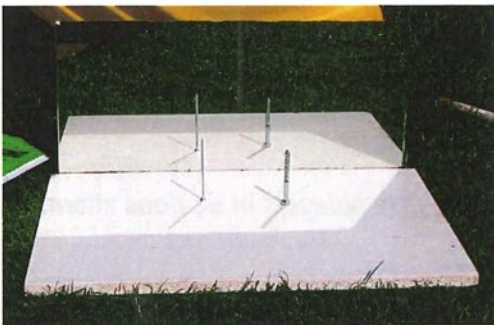
- a. In de linkertekening zie je drie lichtstralen die van dezelfde lichtbron afkomen. Teken de plek waar de lichtbron staat.



- b. In de rechterfiguur zie je drie lichtstralen die door de spiegel teruggekaatst zijn. Teken de plek waar de lichtbron staat.

## Opdracht 6: Spiegel en zon

Op de onderstaande foto's zie je een spiegel met daarvoor twee schroeven die rechtop staan op een witte ondergrond. Het zonlicht schijnt op de schroeven, het licht wordt weerkaatst door een spiegel die achter de schroeven staat opgesteld. Het zonlicht weerkaatst in de spiegel en valt op de plank.

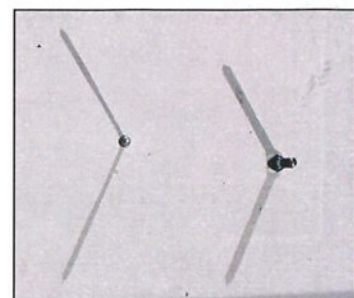


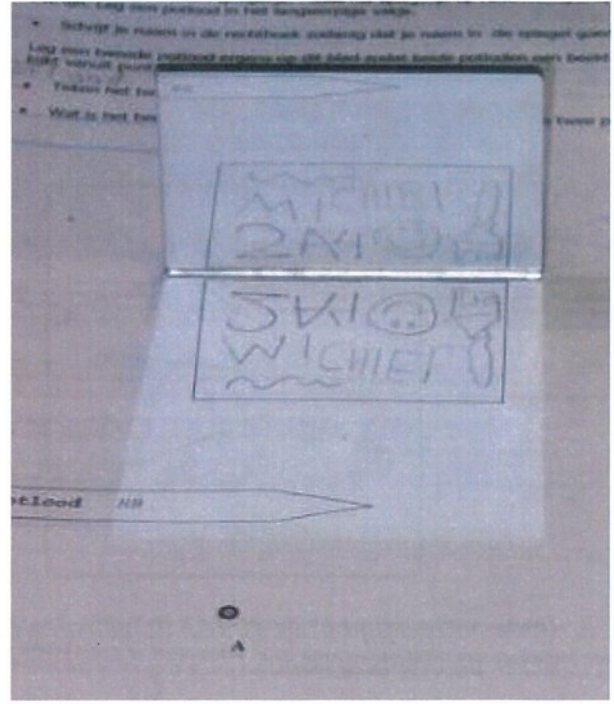
- a. Teken in de rechterfoto waar het weerkaatste zonlicht op de plank valt.
- b. Van welke kant komt het zonlicht? Van schuin achter of schuin voor de spiegel? **VOOR**
- c. Van links of van rechts? **rechts**

De foto in de kantlijn geeft een bovenaanzicht van de twee schroeven met schaduw. Elke schroef heeft twee schaduwen.

- d. Waarom heeft elke schroef twee schaduwen?  
 één vanwege het directe zonlicht en  
 één vanwege het weerkaatste licht.
- e. Welke schaduw is rechtstreeks van de zon?

Die welke naar achter/naar de spiegel wijst.





**Opdracht 7: (indien beschikbaar)**

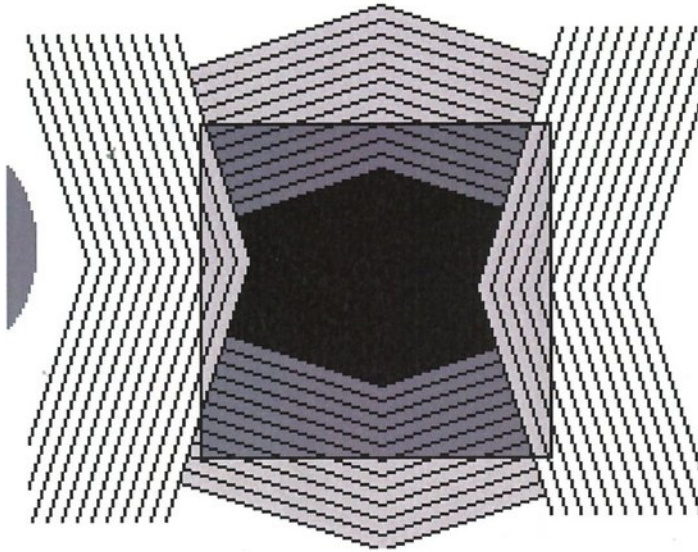
Je krijgt een doosje waar je doorheen kunt kijken. Kijk nu naar het hoofd van een klasgenoot door het doosje, draai het doosje een halve slag en kijk opnieuw.

- a. *Kijk door het doosje naar het hoofd van een klasgenoot. Beschrijf wat je ziet. (Let goed op dat je het doosje rechtop houdt!)*
  
- b. *Er zitten drie spiegels in de doos. Probeer te bedenken waar de drie spiegels in de doos zitten.*

### Opdracht 8: gezicht(sbedrog)

a. is de figuur in het midden een vierkant?

Ja zeker, leg er maar eens een lineaal langs.

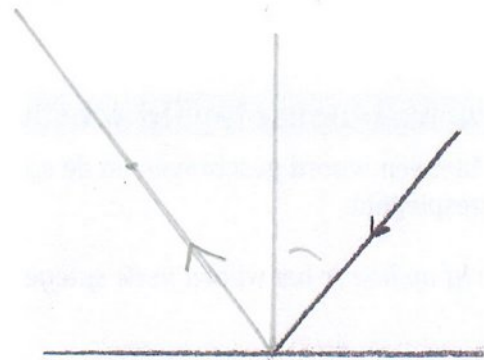


### Opdracht 9: teruggekaatste lichtstraal

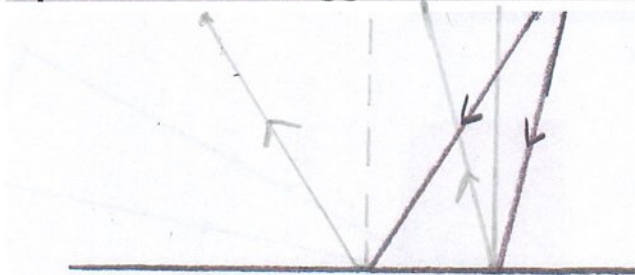
a. Teken in de figuur de normaal.

b. Meet de hoek van inval.

c. Teken de teruggekaatste lichtstraal



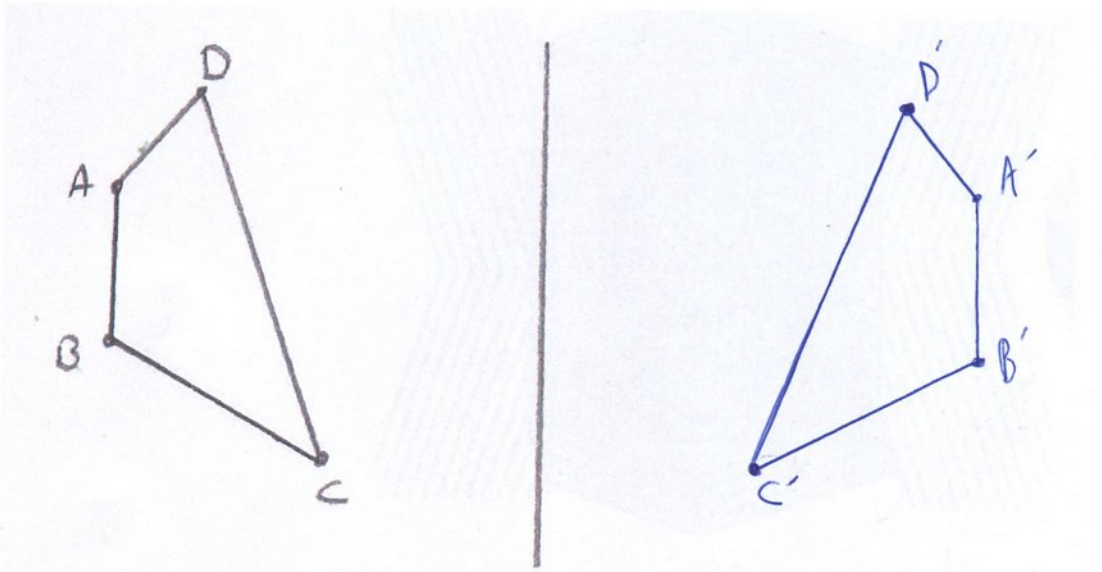
### Opdracht 10: teruggekaatste lichtbundel



a. Op de spiegel in de figuur valt een "divergente" lichtbundel (meerdere lichtstralen die uit elkaar lopen). Teken de teruggekaatste lichtbundel.

### Opdracht 11: spiegelbeeld reconstrueren

a. Teken het spiegelbeeld van het voorwerp voor de spiegel. Laat duidelijk zien hoe je de constructie hebt gemaakt.



### Opdracht 14: gespiegeld schrijven

Je ziet hier een woord geschreven en de spiegel waar het woord in wordt gespiegeld.

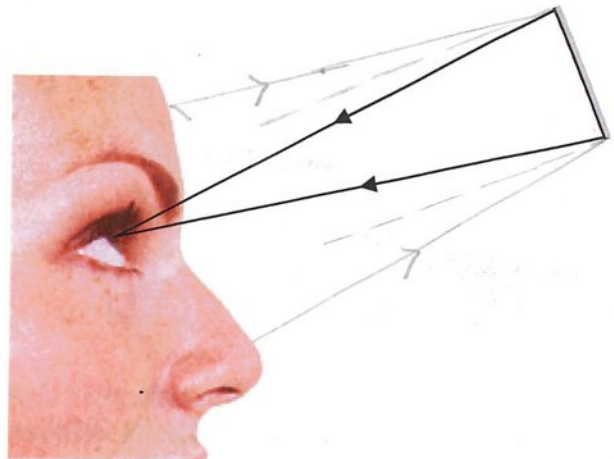
a. Schrijf op hoe je het woord in de spiegel ziet.

2BIEEƆEƆ  
-----  
SPIEGEL

### Opdracht 15: Gezichtsveld van een vlakke spiegel

Evelien kijkt in het spiegeltje. Twee teruggekaatste lichtstralen vallen in haar oog.

- Herken je het spiegeltje in de tekening?
- Teken nu eerst bij elke lichtstraal de normaal.
- Teken bij elke lichtstraal de invallende lichtstraal. (Kun je nu zien waar die vandaan komen?)
- Welk deel van haar gezicht kan ze zien in de spiegel?



## Opdracht 16: Passpiegel

Op de foto hiernaast zie je een passpiegel. De spiegel loopt echter niet door tot de grond, en bovendien staat de spiegel een beetje schuin naar achteren. Kun je dan wel je voeten zien?



- a. Kan de vrouw in de onderstaande tekening haar voeten in de spiegel zien? Teken daarvoor het gezichtsveld. (Vergeet niet de normaal op de juiste plaats van de spiegel te tekenen)



Ma, ze kan haar voeten zien.





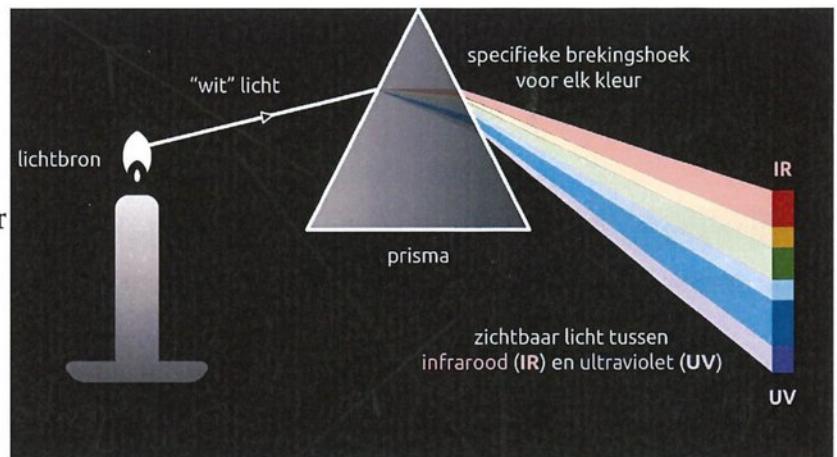
# Theorie deel 3, licht en kleur

We praten bij licht vaak over **lichtstralen**. Maar zo'n lichtstraal bestaat eigenlijk uit een heleboel kleine deeltjes die snel door de ruimte bewegen. Doordat ze achter elkaar aan bewegen, lijkt het alsof ze aan elkaar vast zitten en een "straal" vormen, zoals een straal water uit de kraan. Wie nauwkeuriger kijkt, ziet deeltjes die achter elkaar aan bewegen.

Die kleine lichtdeeltjes noemen we ook wel **fotonen**. En het bijzondere is dat die fotonen niet alleen in een rechte lijn voortbewegen, maar dat ze ook heel snel **trillen**. Dat trillen zien wij mensen als de "kleur" van het licht. Als een foton snel trilt, zien we het als blauw licht en als hij langzamer trilt, zien we het als rood licht.

Het mooie van onze ogen is dat we alle kleuren door elkaar heen kunnen zien. Er komen fotonen in je ogen die snel trillen, maar ook die minder snel trillen. Alles door elkaar. Je oog ziet dat dan als **wit licht**. Wit licht is dus eigenlijk een soort licht waarbij alle kleuren door elkaar heen zitten. Het licht van de zon is bijvoorbeeld wit.

Er bestaan apparaten die wit licht uit elkaar kunnen halen. Dat is bijvoorbeeld een **prisma** zoals hiernaast getekend. Of een **spectroscoop**. Die maken van één witte lichtstraal meerdere lichtstralen die elk een eigen kleur hebben. Zo'n apparaat stuurt fotonen die snel trillen dus een andere kant op dan fotonen die langzamer trillen.



In het vorige theoriedeel werd over **weerkaatsing** van licht gesproken.

Niet al het licht dat op een voorwerp

valt wordt weerkaatst. Vaak worden de fotonen ook gewoon door het voorwerp opgenomen. We noemen dat **absorptie**.

Hoe kan het ene voorwerp een andere kleur hebben dan een ander voorwerp? Waarom is een rode pen rood? Nou, dat komt doordat rode fotonen door de pen weerkaatst worden, terwijl dezelfde pen andere kleuren juist absorbeert. Nog een voorbeeld. Een groen boek weerkaatst groene fotonen. Die komen bij je oog. Andere kleuren, zoals rood en blauw, worden door het boek geabsorbeerd. Die andere kleuren komen dus niet bij je oog. Je ziet dus alleen de groene fotonen vanaf het boek in je oog komen. Het boek is daardoor groen.

## EXTRA

Joris heeft drie lampen met verschillende kleuren, namelijk geel, blauw en rood. We noemen dat de **basiskleuren**. Hij schijnt ze tegelijk op een witte muur. Op de muur komen alle basiskleuren bij elkaar en dan heb je wit licht. Door veel te experimenteren, hebben mensen ontdekt dat je met deze basiskleuren alle andere kleuren kunt maken door ze te mengen. Zo gebeurt dat ook bij de **kleuren van een televisie**. In het scherm van de televisie zitten duizenden hele kleine rode, gele en blauwe lampjes. In de televisie zit een computer die de helderheid van alle lampjes afzonderlijk regelt. Daardoor kun je dus kleuren mengen. Door alle lampjes allemaal precies de goede helderheid te geven, ga je heel veel verschillende kleuren zien.

# Werkblad 3: Licht en kleur

De leraar benoemt de leerdoelen.

Kort klassikaal: De leraar licht de theorie toe. Hij demonstreert onder andere hoe een regenboog ontstaat (F5).

Verlengd klassikaal: De leraar legt het verschil uit tussen licht mengen en verf mengen.

Tijdens het maken van de opgaven ga je zelf ook met kleuren aan de slag (F6 en F7)

Aan het eind word je gevraagd welke van de leerdoelen jij denkt dat je gehaald hebt!

Aan het eind van de les kun je:

- uitleggen waar wit licht uit bestaat
- uitleggen wat een prisma en een spectroscop met wit licht doen
- het verschil tussen absorptie en terugkaatsing van licht uitleggen
- redeneren hoe absorptie van licht de kleur van een voorwerp bepaalt

Extra:

- beschrijven hoe kleuren in een kleurentelevisie gemengd worden

## Opdracht 1: De regenboog F5 – Klassikaal

Je docent laat zien hoe je een regenboog kan maken met een prisma.

- a. Beschrijf de proef
- Wit licht gaat aan de ene kant de prisma in en er komt een regenboog van kleuren uit de andere kant
- b. Waar denk je dat de kleuren vandaan komen?

Die zaten al in het witte licht.

- c. Welke kleuren zie je allemaal?

groen geel rood paars blauw en zo meer.

## Opdracht 2: kleuren licht mengen F5 – Klassikaal

De docent laat zien wat er gebeurt als we de hoofdkleuren van licht met elkaar mengen.

- a. Wat zijn de drie hoofdkleuren van licht?

rood, groen, blauw

### Opdracht 3: Kleuren mengen met een draaischijf F5: – Klassikaal

Je ziet een draaischijf waarop aan beide kanten verschillende kleurtjes geplakt zijn. Door de schijf snel rond te draaien neem je een kleur waar. Op deze manier kun je kleuren mengen.

a. Probeer eens uit te leggen hoe dat kan.

De kleuren draaien zo snel dat het oog ze niet meer los van elkaar kan zien. Het oog mengt de kleuren door elkaar.

### Opdracht 4: Zonlicht en kleur (F7 door CD kijken)

Het licht van de zon noemen we wit licht. Eigenlijk is wit geen 'echte' kleur. Zonlicht bestaat namelijk uit heel veel kleuren licht bij elkaar. Bij een regenboog krijg je al die kleuren te zien.

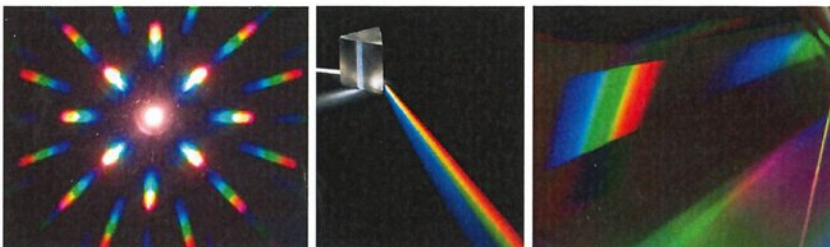


b. In paragraaf 3 zie je de kleuren van de regenboog. Zet de zes kleuren van de regenboog in de juiste volgorde, begin bij rood.

Groen -- Geel -- Blauw -- Rood -- Violet -- Oranje

rood - oranje - geel - groen - blauw - violet

De kleuren van de regenboog vormen bij elkaar het spectrum van licht. Met een prisma, een CD of een tralie kun je van het licht van een lamp een spectrum maken



Kleuren bij een tralie, een prisma en een CD

c. Kijk door een CD naar een gloeilamp. Zendt een gloeilamp ook alle kleuren van de regenboog uit?

niet alle wel veel

Een TL-buis of spaarlamp zendt niet alle kleuren uit, toch lijkt het licht van de lamp wit.

d. Kijk door een CD naar een spaarlamp of een TL-buis. Noem twee of drie kleuren die overheersen.

## Opdracht 5: Kleuren in het zonlicht

Als het zonlicht wit is, hoe komen de voorwerpen dan aan hun kleur? Waarom is het gras groen en een tomaat rood? Dat kan alleen als die voorwerpen niet alle kleuren weerkaatsen.



- a. Gras weerkaatst groen licht, wat gebeurt er met de andere kleuren?

die worden geabsorbeerd.

- b. Welke kleuren worden niet weerkaatst door een rode tomaat?

rood wel, alle andere kleuren niet.

## Opdracht 6: Voorwerpen in gekleurd licht

In gekleurd licht ziet alles er net iets anders uit dan normaal. Als je bijvoorbeeld een rood-wit gestreept shirt draagt terwijl je in het licht van een rode lamp staat, zie je de strepen op het shirt niet meer.

- a. Welke kleur heeft het shirt dan?

Rood.

- b. Waarom zie je de strepen niet meer? omdat het witte deel net zoveel rood licht weerkaatst als de rode strepen.



Als je met hetzelfde rood-witte shirt in blauw licht gaat staan, zie je iets heel anders.

- c. Wat zie je als je een rood-wit gestreept shirt in blauw licht houdt?

blauwe en zwarte strepen.

## Opdracht 7: lichtkleuren mengen

Ga naar <https://www.natuurkunde.nl/opdrachten/1774/kleurmengen> of installeer op je Android telefoon de app "RGB – colors mixer". (alternatieve site: <https://home.kpn.nl/h.bruning/applets/kleurenmengen/kleurenmengen.htm> )

Kijk wat er gebeurt als je de kleuren door elkaar mengt. Je kan van rood groen en blauw de intensiteit variëren.

- a. Onderzoek de hieronder gegeven combinaties:

rood en blauw maakt.....Roze.....

rood en groen maakt:.....geel.....

blauw en groen maakt:.....lichtblauw.....

rood en groen en blauw maakt:.....wit.....

## Opdracht 8: verf mengen

Op de site <https://www.natuurkunde.nl/opdrachten/1774/kleurmengen> kun je ook verf mengen. Het mengen van verf werkt anders dan het mengen van licht. Dat komt omdat verf het licht absorbeert. Als je allerlei kleuren verf bij elkaar gooit, krijg je zeker geen witte verf.

a. Welke kleuren zijn de hoofdkleuren van verf?

blauw, geel, magenta.  
 lichtblauw, ook wel Cyan genoemd.

b. Schrijf op welke kleuren we nog meer kunnen maken door steeds twee kleuren te mengen. Schrijf ook op welke kleuren je daarvoor nodig hebt.

Kleur 1	Kleur 2	mengkleur
geel	blauw	groen
magenta	geel	Rood
blauw	magenta	donkerblauw

c. Wat valt je nu op als je het mengen van licht en verf met elkaar vergelijkt?

Er ontstaan heel andere mengkleuren

## Opdracht 9: hoe zien we kleuren?

Installeer de app "Liver Color Picker & Color Extractor" op je Android telefoon.

a. Stel de app in op "Live beelden" en bepaal van twee van je kledingstukken de verhouding tussen de kleuren Rood (R), Groen (G) en Blauw (B)

Kledingstuk of voorwerp	Rood (R)	Groen (G)	Blauw (B)

Zelf in te vullen!

b. Probeer nu uit te leggen hoe wij kleuren zien.

## **Opdracht 10: kleurchromotografie F6**

Zet op een stukje filterpapier een zwarte stip. Houd de onderkant van dit filterpapier vervolgens in de vloeistof zonder dat de stippen onder zijn. Wacht nu een tijdje. De vloeistof zal optrekken in het filterpapier en een spoor achterlaten.

- a. *Beschrijf wat je ziet als je water als vloeistof gebruikt.*
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
- b. *Beschrijf wat je ziet als je alcohol als vloeistof gebruikt*
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
- c. *Probeer nu uit te leggen hoe kleuren ontstaan bij verf.*

## **Opdracht 11: Spectrometer F7**

Kijk door de spectrometer naar buiten, naar een TL-buis en naar een gloeilamp (om dit goed te kunnen zien, moet je een beetje naast de gloeilamp richten met de spectrometer).

- a. *Wat zie je als je naar buiten kijkt?*
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
- b. *Wat zie je bij de TL-buis?*
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
- c. *Wat zie je bij het licht van de gloeilamp?*
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
- d. *Zie je ook verschillen?*
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
- e. *Zie je de kleuren anders in TL-licht, bij een gloeilamp en in daglicht?*

## Opdracht 12

a. In gekleurd licht ziet alles er heel anders uit. Leg uit hoe dit komt.

Je ziet de juiste kleuren alleen bij wit licht.  
Bij gekleurd licht "verkleuren" de voorwerpen die je ziet.

Een kamer wordt verlicht met blauw licht. Welke kleur heeft dan:

- b. Een banaan      zwart
- c. Een blauw t-shirt      blauw
- d. Een roze (magenta) bal      zwart
- e. Een rode roos      zwart

## Opdracht 13

Nu wordt de kamer verlicht met groen licht. Er komt een persoon binnen met een wit t-shirt met rode letters.

a. Leg uit hoe dat shirt eruit ziet.

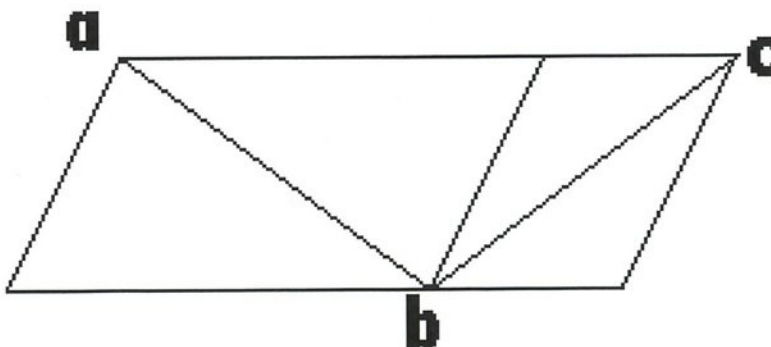
groen shirt met zwarte letters.

b. Welke kleur moeten de letters hebben zodat je de tekst niet meer kan zien? Leg uit hoe dit werkt.

Rood licht. Het rode licht wordt door het witte shirt en de ~~zwarte~~ rode letters even sterk weerkaatst.

## Opdracht 14

Optisch tussendoortje. Welk lijnstuk is langer: van b naar a of van b naar c?



Meet maar eens op.

Kijk voor meer optische tussendoortjes op: <http://www.skytopia.com/project/illusion/illusion.html>

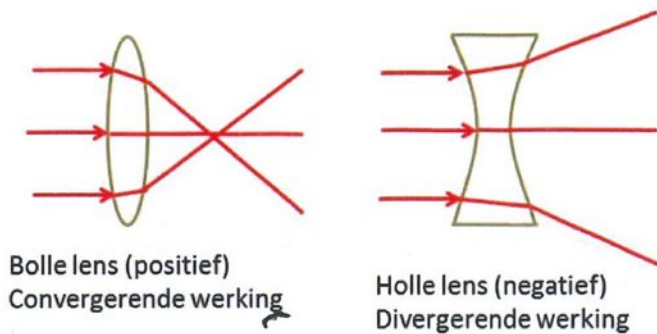




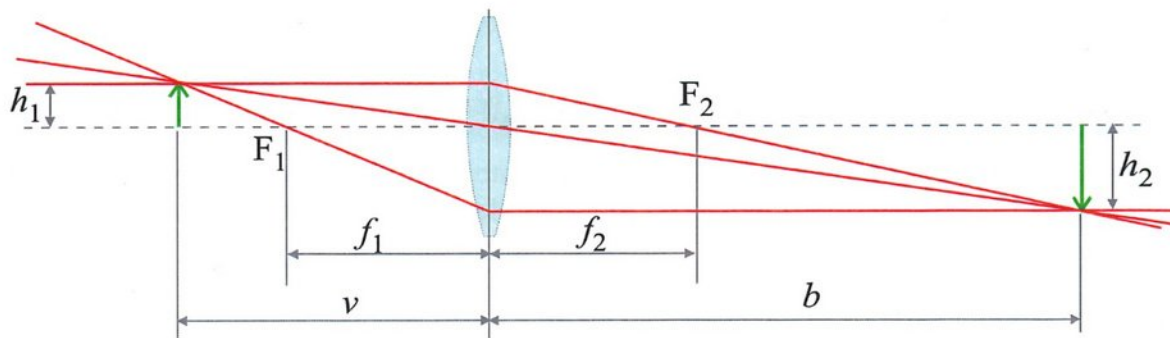
# Theoriedeel 4: Lenzen en lichtstralen

Lenzen zijn voorwerpen die het licht op een handige manier **breken**. Ze worden gebruikt in camera's, in brillen, in beamers, in verrekijkers, etc.. Bijzonder nuttige dingen dus.

Er bestaan **bolle** en **holle** lenzen. Bolle lenzen worden ook wel **positief** genoemd en holle lenzen **negatief**. Bolle lenzen buigen de lichtstralen naar elkaar toe. Dat noemen we een "**convergerende**" werking. Holle lenzen buigen de lichtstralen van elkaar af. Dat noemen we een "**divergerende**" werking.



Als er in een positieve lens een **evenwijdige lichtbundel** binnenkomt, dan komen die lichtstralen na de lens op één heel specifiek punt bij elkaar. Dat noemen we het **brandpunt F**. De afstand van het midden van de lens tot het brandpunt noemen we de **brandpuntsafstand f**. Bij een negatieve lens heb je ook een soort brandpunt, alleen ligt dat voor de lens. We spreken daarom ook van een negatief of **virtueel brandpunt**. Je kunt het vinden door de gebroken lichtstralen door te trekken en te kijken waar die lijnen elkaar "voor" de lens kruisen.



In deze figuur zie je hoe zo'n lens een beeld op een scherm kan maken. Door de lens loopt een stippelijntje die we de **hoofdas** noemen. We plaatsen een pijltje met een hoogte van  $h_1$  links van de lens of een voorwerpsafstand  $v$ . We zien dan op een beeldafstand  $b$  een beeld ontstaan met een hoogte  $h_2$ . Je kunt het beeld zelf "**construeren**" door de roodgekleurde **constructiestralen** te tekenen die je ook in bovenstaande figuur ziet. Teken dan in ieder geval de volgende twee:

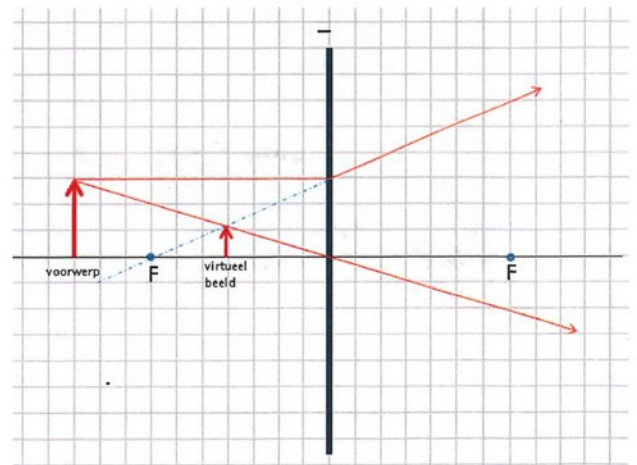
- De lichtstraal die evenwijdig aan de hoofdas de lens nadert. Na de lens gaat die door het brandpunt.
- De lichtstraal die dwars door het middelpunt van de lens loopt. Die gaat steeds ongebroken verder.

We kunnen nu de verhoudingen tussen de verschillende afstanden berekenen met de zogenaamde

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

We kunnen de **vergroting** vervolgens berekenen met

de zogenaamde vergrotingsformule:  $\frac{v}{b} = \frac{h_1}{h_2}$



Afbeelding 1: constructiestralen bij een negatieve lens

# WERKBLAD 4: Lenzen en lichtstralen

De leraar benoemt de leerdoelen.

Kort klassikaal: De leraar licht de theorie toe. Hij demonstreert onder andere hoe een lens een beeld maakt (F8).

Verlengd klassikaal: De leraar licht de vergrotingsformules toe.

Tijdens het maken van de opgaven ga je zelf ook met lenzen aan de slag (F9 en F10) \*\*\*\*\*

Aan het eind word je gevraagd welke van de leerdoelen jij denkt dat je gehaald hebt!

Aan het eind van de les kun je:

- de drie constructiestralen benoemen
- de begrippen reëel beeld en virtueel beeld toelichten
- Je kan met behulp van de 3 constructiestralen het beeld van een positieve lens construeren van een voorwerp als de brandpuntsafstand en beeldafstand bekend zijn
- Je weet in welke situatie je een reëel beeld krijgt en in welke situatie je een virtueel beeld krijgt en kan beide constructies goed maken.
- van een willekeurige lichtstraal construeren hoe deze verder loopt na de positieve lens
- je kan de lenzenformule of vergrotingsformules gebruiken om je constructie te controleren

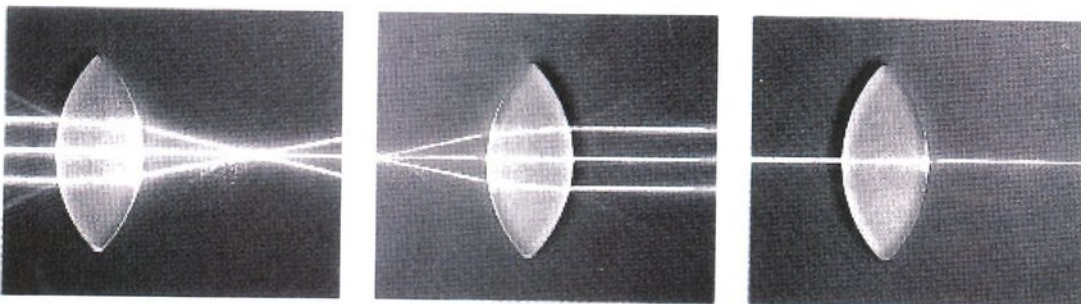
L  
e  
r  
d  
o  
e  
l  
e  
n

## Opdracht 1: Hoe gaan de lichtstralen door de lens? DEMO breking licht

In het theoriedeel is uitgelegd hoe een lens werkt: de lichtbundel van het voorwerp wordt door de lens naar elkaar toegebogen. Op de plek waar de lichtstralen bij elkaar komen ontstaat een scherp beeld.

a. Hoe heet de plaats waar de lichtstralen (van het voorwerp) na de lens bij elkaar komen?

De lichtbundel wordt naar elkaar gebogen. We gaan nu kijken naar de individuele lichtstralen. In de plaatjes hieronder zie je nog eens wat een lens met lichtstralen doet.



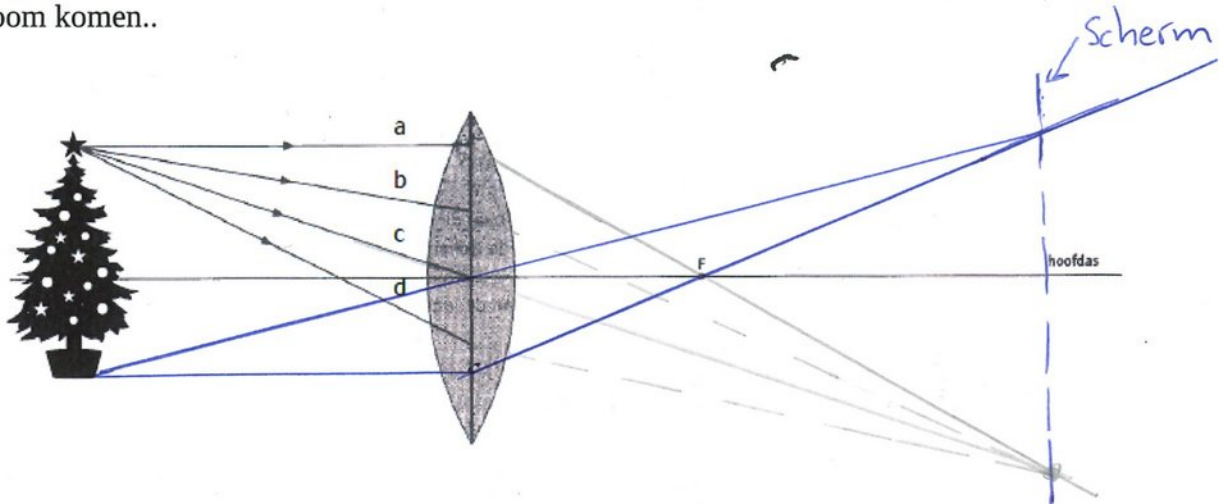
Vul in:

- b. Lichtstralen die voor de lens horizontaal lopen, gaan na de lens ... door het brandpunt
- c. Lichtstralen die voor de lens door het brandpunt gaan, gaan na de lens ... evenwijdig aan de hoofdas verder.

d. Lichtstralen die door het midden van de lens gaan, gaan na de lens *ongebogen verder*.

## Opdracht 2: De plaats van het beeld tekenen

Als we weten hoe de lichtstralen verder gaan, dan kunnen we ook tekenen waar het beeld komt. In de tekening hieronder zien we een lens en vier lichtstralen a, b, c en d die van de piek van de kerstboom komen..



Van lichtstraal a en c weten we hoe die verder gaan na de lens. (Vergelijk met de lichtstralen op de foto's). Vul in:

- a. lichtstraal a gaat na de lens *door brandpunt* omdat *... hij evenwijdig aan de hoofdas loopt*
- b. lichtstraal c gaat na de lens *recht door* omdat *... hij door het midden van de lens gaat*
- c. Teken hoe de vier lichtstralen a, b, c en d verder gaan.
- d. Teken twee lichtstralen vanaf de onderkant van de kerstboom.
- e. Teken waar het scherm neergezet moet worden om een scherp beeld te krijgen.

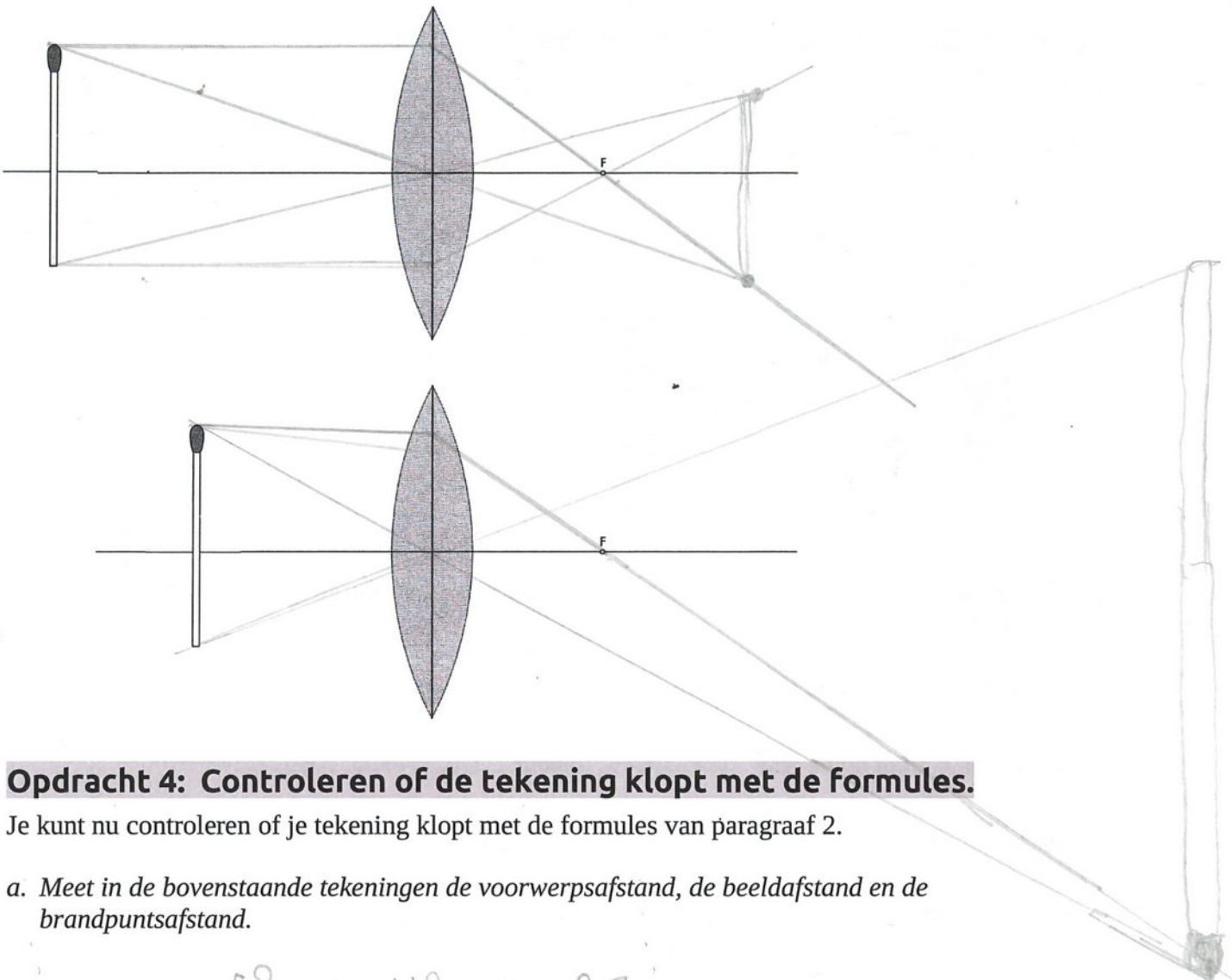
## Opdracht 3: Verschillende beelden tekenen

Nu we weten hoe de individuele lichtstralen lopen kunnen we ook bekijken wat er gebeurt als het voorwerp dichterbij de lens of verder van de lens af staat. Doe eerst een voorspelling.

- a. Als het voorwerp dichterbij de lens staat zal de beeldafstand .....
- b. Als het voorwerp dichterbij de lens staat zal de vergroting .....

In de onderstaande tekening is de lucifer op twee verschillende plaatsen gezet. Bovendien is het brandpunt van de lens getekend.

- c. Teken in beide figuren het beeld van de lucifer. Gebruik daarvoor de drie 'bijzondere' lichtstralen. (Let op: Teken nauwkeurig en met potlood, anders lukt het niet om de lichtstralen in één punt te krijgen)



#### Opdracht 4: Controleren of de tekening klopt met de formules.

Je kunt nu controleren of je tekening klopt met de formules van paragraaf 2.

- a. Meet in de bovenstaande tekeningen de voorwerpsafstand, de beeldafstand en de brandpuntsafstand.

tekening 1:  $v = 5,8$      $b = 4,8$      $f = 2,7$

tekening 2:  $v = 3,6$      $b = 11,7$      $f = 2,7$

- b. Controleer met een berekening of dit klopt met de lenzenformule.

$$t_1: \frac{1}{2,7} = \frac{1}{5,8} + \frac{1}{4,8}$$

$$0,37 = 0,17 + 0,21 = 0,38$$

← klopt ongeveer →

$$t_2: \frac{1}{2,7} = \frac{1}{3,6} + \frac{1}{11,7}$$

$$0,37 = 0,28 + \cancel{0,09} = 0,37$$

← klopt →

c. Meet in de bovenstaande tekeningen de hoogte van het voorwerp en de hoogte van het beeld.

tekening 1: hoogte voorwerp = 3,3      hoogte beeld = 2,8

tekening 2: hoogte voorwerp = 3,3      hoogte beeld = 11

d. Controleer met een berekening of dit klopt met de vergrotingsformule.

$$t_1 \quad \frac{v}{b} = \frac{h_1}{h_2} \Rightarrow \frac{5,8}{4,8} = \frac{3,3}{2,8}$$

1,21 = 1,18      klopt ongeveer.

$$t_2 \quad \frac{v}{b} = \frac{h_1}{h_2} \Rightarrow \frac{3,6}{11,7} = \frac{3,3}{11}$$

0,31 = 0,30      klopt ongeveer.

### Opdracht 5: Berekeningen met de vergroting

Een lens heeft een brandpuntsafstand  $f = 20$  cm. Voor de lens staat een dia op een voorwerpsafstand  $v = 30$  cm. De dia is 24 bij 36 mm.

a. Op welke afstand moet het scherm dan staan?

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{v} + \frac{1}{b} \Rightarrow \frac{1}{b} = \frac{1}{f} - \frac{1}{v} = \frac{1}{20} - \frac{1}{30} = \frac{3}{60} - \frac{2}{60} = \frac{1}{60} \Rightarrow b = 60 \text{ cm}$$

b. Wat is dan de vergrotingsfactor?

$$\frac{b}{v} = \frac{60}{30} = 2$$

c. Bereken hoe groot het beeld van de dia op het scherm is.

voorwerp:  $h \times b = 24 \times 36$   
beeld:  $2h \times 2b = 48 \times 72$

Een diaprojector is zo ingesteld dat de dia 50 maal vergroot op het scherm komt. Het projectiescherm staat op 2,50 m afstand.

d. Hoe groot is dan de voorwerpsafstand?

$$\frac{250 \text{ cm}}{50} = 5 \text{ cm}$$

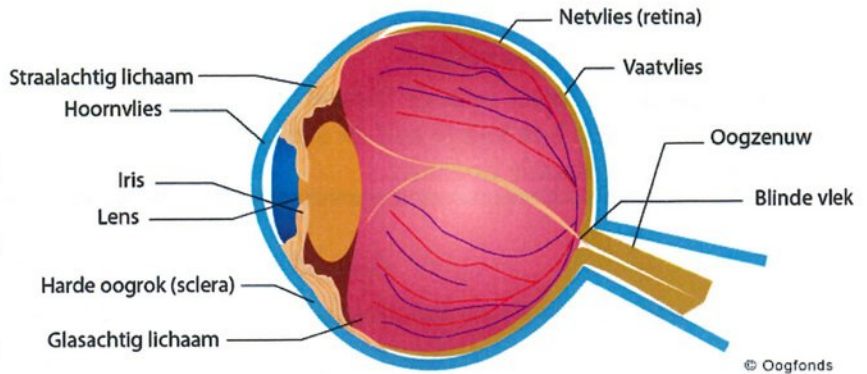
e. Bereken de brandpuntsafstand van de lens.

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{250} + \frac{1}{5} = \frac{51}{250} \Rightarrow f = \frac{250}{51} = 4,9 \text{ cm}$$

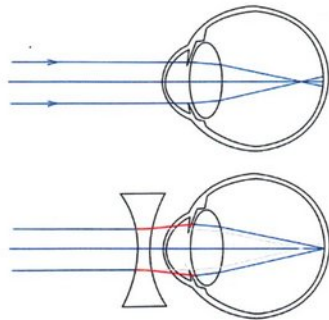


# Theoriedeel 5: het menselijk oog

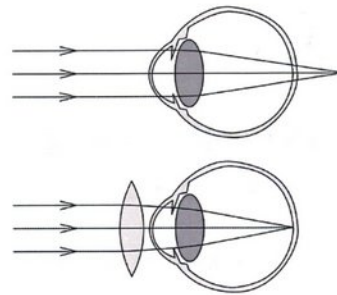
Het menselijk oog bevat een **lens**. En ook een scherm. Dat scherm is het zogenaamde **netvlies**. Daarin zitten een grote hoeveelheid lichtgevoelige cellen. Als daar een beeld op valt, dan geeft elke cel zijn signalen via de **oogzenuw** aan de hersenen worden doorgegeven.



Het scherpstellen van het beeld op het netvlies noemen we bij het oog **accommoderen**. Het oog doet dat met behulp van de lens. Als die boller staat, dan worden de lichtstralen die in het oog vallen sterker afgebogen. Als die minder bol staat, dan worden de lichtstralen juist minder sterk afgebogen.



Afbeelding 3: Bijziend



Afbeelding 2: Verziend

In de bovenstaande afbeeldingen worden twee manieren uitgebeeld waarop dat accommoderen fout kan gaan bij het oog. Een oog wordt **verziend** genoemd als het beeld voor het netvlies valt en **bijziend** als het beeld achter het netvlies valt. In beide gevallen valt er een onscherp beeld op het netvlies en zie je dus “wazig”.

Als je bijziend bent, dan zie je vooral dingen die ver verwijderd zijn wazig en als je verziend bent dan zie je juist de dingen die dichtbij zijn wazig.

Om het beeld weer scherp te stellen kun je voor je oog een “hulplens” plaatsen. Dat is een brillenglas of een zogenaamde “netvlieslens”. In de afbeeldingen kun je ook zien dat je bijziendheid met een negatieve lens moet corrigeren en dat je verziendheid met een positieve lens moet corrigeren. Deze lenzen zorgen er dan voor dat het beeld weer netjes scherp op het netvlies valt zodat je niet meer wazig ziet.

We meten de sterke van zo’n brillelens in de eenheid “dioptrie”. De dioptrie hangt sterk samen met het brandpunt van een lens. Je kunt de dioptrie als volgt berekenen:

$$S = \frac{1}{f}$$

Daarbij is S de sterkte van de lens in Dioptrie en f de brandpuntsafstand van de lens in **meters**. Voorbeeld: een lens met een brandpuntsafstand van 25 cm heeft een sterkte van  $1/0,25 = 4$  dioptrie.

# WERKBLAD 5: het menselijk oog

De leraar benoemt de leerdoelen.

Kort klassikaal: De leraar licht de theorie toe.

Verlengd klassikaal: hoe kun je zelf de sterkte van je eigen brillenglazen bepalen?

Je maakt de onderstaande opgaven

Aan het eind van de les kun je:

- uitleggen welke functies de verschillende onderdelen van het menselijk oog hebben
  - het begrip accommodatie uitleggen en toepassen
- het begrip bijziend uitleggen, wat er dan met je oog aan de hand kan zijn en wat voor soort bril je hiervoor nodig hebt
- het begrip verziend uitleggen, wat er dan met je oog aan de hand kan zijn en wat voor soort bril je hiervoor nodig hebt
  - Je kan rekenen met de formule  $S = \frac{1}{f}$

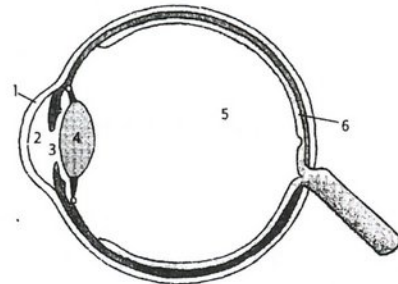
## Opdracht 1: De lens in je oog

Je oog heeft onder andere een lens en een netvlies.

a. Welk onderdeel in de tekening is het netvlies? 6

b. Welk onderdeel in de tekening is de oog lens? 4

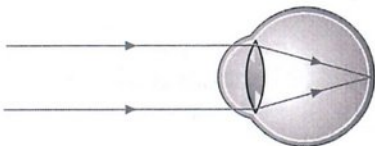
c. Welk onderdeel in de tekening is de pupil? 3



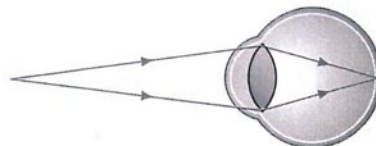
Bij een fototoestel kun je scherpstellen door de lens te verschuiven. Bij het oog werkt dat iets anders. Kijk afwisselend naar je vinger en naar het bord.

d. Kun je twee dingen op verschillende afstand tegelijk scherp zien? Nee.

e. Wat verandert er in je oog als je scherp stelt op iets dat dichtbij is?



Het oog kijkt naar een voorwerp ver weg.



Het oog kijkt naar een voorwerp dichtbij.

De oog lens wordt bolker of vlakker.



In het theorieeldeel heb je gelezen over accommoderen en brillen. In de tekening hierboven zie je hoe accommoderen (het aanspannen van de oogspier) werkt.

- f. Om iets dichtbij goed te kunnen zien moet je je oogspieren dan aanspannen of ontspannen? Wordt je ooglenzen dan sterker of zwakker?

Spiereen ontspannen  
ooglenzen wordt dan sterker.

## Opdracht 2: Welke bril heb je nodig?



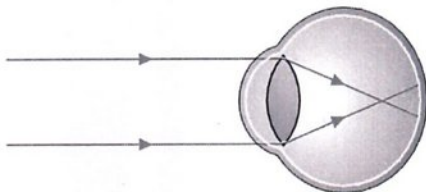
Hiernaast zie je twee personen met een bril; het meisje heeft een andere bril dan de man.

- a. Wie heeft negatieve glazen? Hoe kun je dat zien?

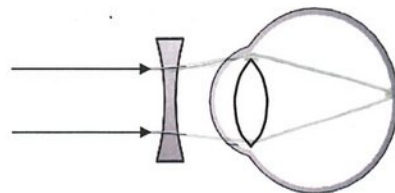
De man, Verkleinde ogen.



Jonge mensen hebben soms iets te sterke ooglenzen, en ook goede oogspieren. Ze kunnen dus hun ooglenzen nog wel veel sterker maken door hun spieren aan te spannen, maar zwakker maken is natuurlijk niet mogelijk. Daarvoor is een negatieve lens nodig.



De lens is te sterk, de lichtstralen komen voor het netvlies bij elkaar.



Wat doet een negatieve lens?

- b. Laat in de rechtersketching zien hoe met een negatieve lens wel een beeld op het netvlies ontstaat.

- c. Noemen we deze oogafwijking bijziend of verziend?

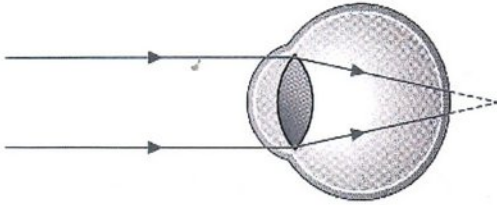
bijziend.

- d. Heb je bij deze oogafwijking meer moeite om naar een voorwerp dichtbij te kijken dan met normale ogen? Leg uit.

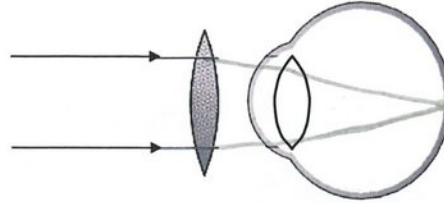
Nee juist niet. Je hoeft niet zo veel aan te spannen / mindes te ontspannen.

### Opdracht 3: Te zwakke ooglenzen

Een andere vorm van oogafwijking is als je ooglenzen te zwak is (of de afstand tussen je ooglenzen en je netvlies is te kort). In principe heb je een extra (positieve) lens nodig om je oog wat sterker te maken. In de onderstaande tekening zie je wat er dan gebeurt als je naar een voorwerp ver weg kijkt.



De lens is te zwak, de lichtstralen komen achter het netvlies bij elkaar.



Wat doet een positieve lens?

a. Laat in de rechttekening zien hoe de lichtstralen met een positieve bril wel op het netvlies bij elkaar komen.

b. Noemen we deze oogafwijking bijziend of verziend? *verziend.*

c. Heb je bij deze oogafwijking moeite om naar een voorwerp dichtbij te kijken? Leg uit.

*Ja want je kunt je spieren niet zodanig ver ontspannen dat je ooglenzen bol genoeg wordt.*

Met deze oogafwijking kun je in principe best naar voorwerpen op grote afstand kijken. Door de oogspier iets te spannen wordt het beeld wel scherp.

d. Leg uit dat het toch beter is om een bril te dragen.

*Je spieren worden oververmoeid.*

### Opdracht 4: Een leesbril

Bij oudere mensen is vaak de oogspier niet sterk genoeg meer. Zij kunnen hun oogspier dus niet meer zoveel aanspannen.

▪ Hebben zij dan moeite met dichtbij kijken of veraf?

*dichtbij*

▪ Zijn de glazen van een leesbril positief of negatief?

*positief*



### Opdracht 5: De sterkte van een bril

De sterkte van een bril wordt bepaald door de brandpuntsafstand. Een sterke bril heeft een kleine brandpuntsafstand. Bij brillen wordt meestal alleen de sterkte op de verpakking vermeld. De sterkte van een lens kun je uitrekenen met een formule:

$$S = \frac{1}{f} \quad (S \text{ is in dioptrie, } f \text{ in meter}).$$

a. Bereken de sterkte van de lenzen met brandpuntsafstanden  $f = +50 \text{ mm}$  en  $f = +100 \text{ mm}$ .

$$S = \frac{1}{f} = \frac{1}{0,05} = 20$$

$$S = \frac{1}{f} = \frac{1}{0,1} = 10$$

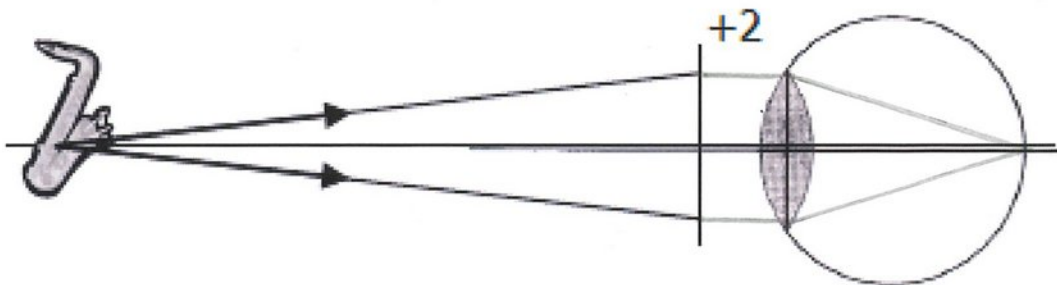
Een leesbril heeft vaak een sterkte van +2 dioptrie. Zo'n bril is voor (bijna) alle mensen met leesproblemen voldoende.

b. Bereken de brandpuntsafstand (in cm) voor een lens met  $S = +2,0 \text{ D}$ .

$$f = \frac{1}{S} = \frac{1}{2} = 50 \text{ cm}$$

### Opdracht 6: Door een bril kijken

Je hebt normale ogen, en kijkt door een bril naar een saxofoon. De saxofoon staat op 50 cm van de lens. De lens heeft een sterkte van + 2,0 D. Je ziet de saxofoon door de bril scherp.



c. Waarom lopen de lichtstralen na de lens horizontaal?

Omdat de lens een brandpuntsafstand van 50 cm heeft en de saxofoon dus precies in het brandpunt staat.

d. Teken hoe de lichtstralen naar het netvlies lopen.

e. Moet je nu je oogspieren aanspannen of ontspannen? Leg uit.

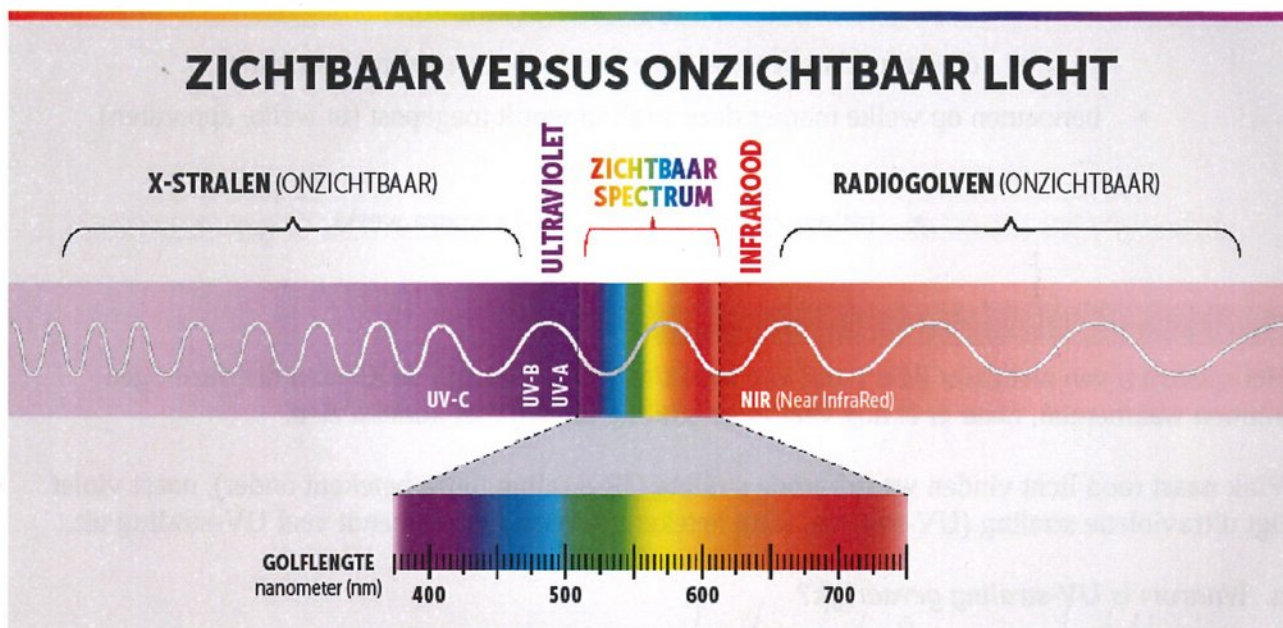
Ontspannen, want je kijkt naar de saxofoon alsof hij op grote afstand staat. De lichtstralen komen immers evenwijdig in het oog binnen?



# Theorie deel 6 infrarood en ultraviolet

In de theorie van het vorige deel is al gesproken over verschillende kleuren. Die ontstaan doordat het ene foton sneller trilt dan het andere foton. Ons oog ziet dat sneller trillen namelijk als een andere kleur.

Bij de opgaven van het vorige werkblad is ook al gesproken over een **spectrum** aan kleuren. Daarmee bedoelen we dat de kleuren langzaam in elkaar over lopen. Je ziet dat spectrum in een regenboog. In onderstaande figuur zie je de kleuren van zichtbaar licht getekend. Je ziet ook hoe de ene kleur langzaam maar zeker in de andere kleur overloopt.



Er zijn echter ook “kleuren” die je niet kunt zien. Als een foton te langzaam trilt, dan kun je hem niet meer zien. We noemen deze “onzichtbare kleur” **infra-rood**. Als een foton te snel trilt, noemen we de onzichtbare kleur **ultra-violet**. Je kunt ook zien dat het zichtbare deel van het spectrum maar een klein deel is. Gelukkig hebben we daar genoeg aan om alles goed te kunnen zien.

Infra-rood licht is licht dat van warme dingen afkomt. Een kachel zendt bijvoorbeeld veel infra-roe straling uit. Maar jij doet dat als mens ook. Een huis dat in de schaduw staat, zendt veel minder infrarood licht uit dan de straat ernaast die vol in de zon staat.

Er zijn dieren die infrarood licht wel kunnen zien. Sommige slangen kunnen dat. En omdat alle warmbloedige wezens infrarode stralen uitzenden, kunnen die slangen in het donker een muis zien die langs loopt.

Ultra-violet licht is schadelijk voor de huid. Als je te veel ultra-violet op je huid krijgt kan je huid verbranden en als dat vaak gebeurt kun je op latere leeftijd zelfs huidkanker krijgen. Ultra-violet licht kan dus het weefsel van levende wezens beschadigen.

Er zijn ook vogels die ultraviolet licht kunnen zien. Daardoor kunnen ze beter de verschillen tussen soorten vlinders zien. Mensen kunnen iets vergelijkbaars, met behulp van apparaten. Zo kan men bijvoorbeeld aan bankbiljetten herkenningstekens mee geven die je alleen met een speciale ultra-violette lamp kunt zien.

# werkblad 6: infrarood en ultraviolet

De leraar benoemt de leerdoelen.

Kort klassikaal: De leraar licht de theorie toe.

Verlengd klassikaal: De leraar legt het verschil uit tussen UV (ultra-violet) en IR (infra-rood).

Je maakt de onderstaande opgaven (waaronder een zelftest en een afvinklijst van de leerdoelen van deze leerlingenbundel).

Aan het eind van de les kun je:

- uitleggen waarom niet alle elektromagnetische straling zichtbaar is
  - het verschil tussen ultra-violet en infra-rood uitleggen
  - de eigenschappen van deze twee soorten straling benoemen
- benoemen op welke manier deze straling wordt toegepast (in welke apparaten)

Extra:

- uitleggen hoe een infra-rood camera werkt.

## Opdracht 1: Ultraviolet en infrarood

Het spectrum van zichtbaar licht loopt van rood t/m violet. Dat zijn de kleuren die onze ogen kunnen waarnemen, maar er is nog veel meer straling die wij niet kunnen zien.

Vlak naast rood licht vinden we infrarode straling (IR-straling, infra betekent onder), naast violet ligt ultraviolette straling (UV-straling, ultra betekent boven). De zon zendt veel UV-straling uit.

a. *Waarom is UV-straling gevaarlijk?*

*Het kan weefsel beschadigen*

b. *Noem een ander voorwerp dat UV-straling uitzendt.*

*Zonnebank*

Sommige stoffen lichten op als ze beschienen worden met UV-licht. Sommige disco-lampen (blacklights) zenden UV-licht uit.

c. *Wat zie je als je onder een blacklight staat?*

*witte kleding licht zelf licht te geven.*



Met een nachtkijker (zie foto) kun je 's nachts goed zien. De sensoren in de kijker registreren de straling die voorwerpen uitzenden.

d. *Welke soort straling registreert een nachtkijker?*

*infra-rood*

e. *Welke voorwerpen zenden veel van deze soort straling uit?*

*warme voorwerpen*

f. *Sommige dieren kunnen deze soort straling ook goed waarnemen.*

*Om wat voor soort dieren gaat het dan? (zoek dit eventueel op het internet op)*

*slangen, muggen, sommige kikkers*



g. Noem een ander voorwerp dat IR-straling gebruikt of uitzendt.

barbecue

## Opdracht 2: de plek van IR en UV in het spectrum

a. Teken hieronder het spectrum van het zichtbare licht. Geef ook de namen van de kleuren op de goede volgorde.

UV - violet - blauw - groen - geel - oranje - Rood - IR

b. Geef vervolgens in deze tekening aan waar IR-straling en UV-straling zich ten op zichte van dit zichtbare licht bevinden.

## Opdracht 3: Straatverlichting en kleur

Neonlampen worden vaak gebruikt voor lichtreclame. Neon is een gas dat verschillende kleuren licht kan uitzenden. De kleur van het licht van een gaslamp hangt af van het soort gas dat in de lamp zit. Kwiklampen geven wit licht en worden vaak gebruikt om planten harder te laten groeien of voor straatverlichting in een woonwijk.



Lagedruk kwiklampen



Lagedruk natriumlampen

Natriumlampen worden vaak gebruikt op de snelweg.

a. Welke kleur licht zenden natriumlampen uit?

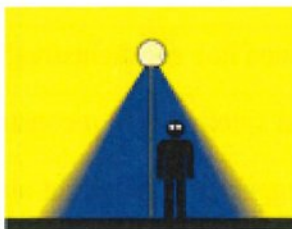
geel



The Good



The Bad



The Ugly

Voor straatverlichting kun je verschillende lampen gebruiken. Het linkerplaatje laat zien wat een goede manier van verlichten is.

b. Wat is er slecht aan de verlichting op het middelste plaatje?

het licht wordt verspild naar boven

c. Wat is er dan zo lelijk aan de verlichting op het rechterplaatje?

Daar waar je het licht het meest nodig hebt, daar schijnt het niet.

## Opdracht 4: enkele toepassingen

a. Geef steeds aan welke soort straling door de hieronder genoemde voorwerpen wordt uitgezonden, leg ook uit waarom je voor deze straling kiest. Je mag steeds kiezen uit IR-straling, UV-straling, beide of geen van beiden.

- Een hete radiator IR, warmte straling
- De zon beide, de zon zendt alle kleuren uit
- Een laser kan beide, maar meestal maar één kleur.
- Een gloeilamp IR, veel warmte, naast zichtbaar licht,

b. Een warm voorwerp zendt ook onzichtbare straling uit. Hoe noemen we die straling?

## Opdracht 5: Overzicht van alle leerdoelen

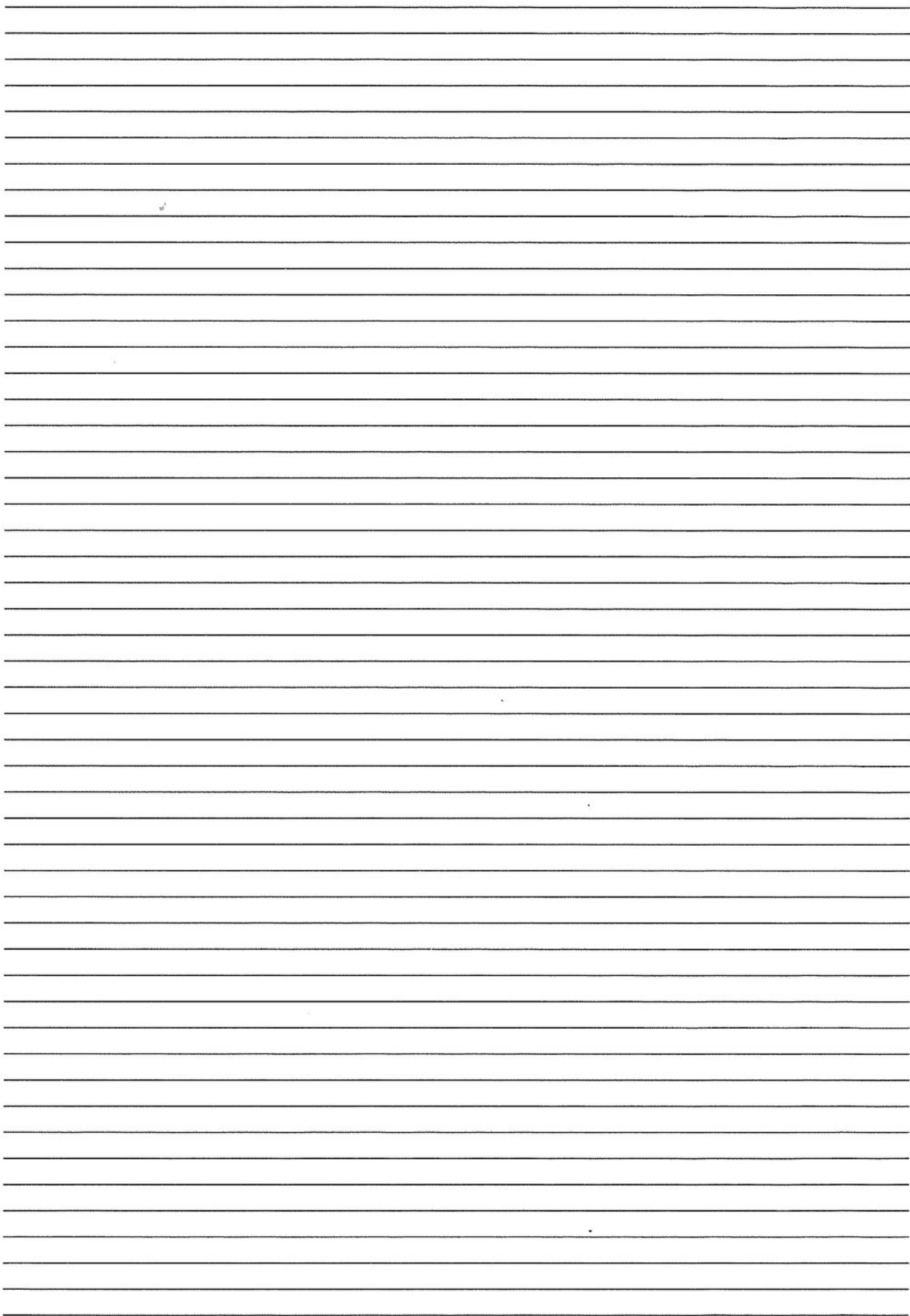
Geef aan welke leerdoelen je al wel gehaald hebt en welke nog niet:

<u>Aan het eind van alle lessen in deze bundel kun je:</u>	<u>Wel</u>	<u>Niet</u>
onderscheid maken tussen licht van lichtbronnen en weerkaatst licht		
uitleggen wat het verschil is tussen natuurlijke en kunstmatige lichtbronnen		
uitleggen hoe schaduwen ontstaan		
onderscheid maken tussen een kernschaduw en een halfschaduw		
uitleggen wat het verschil is tussen diffuse terugkaatsing en spiegeling		
de spiegelwet toepassen		
heel precies tekenen hoe een lichtstraal wordt teruggekaatst		
een spiegelbeeld reconstrueren		
uitleggen waar wit licht uit bestaat		
uitleggen wat een prisma en een spectroscop met wit licht doen		
het verschil tussen absorptie en terugkaatsing van licht uitleggen		
redeneren hoe absorptie van licht de kleur van een voorwerp bepaalt		
de drie constructiestralen benoemen		
de begrippen reëel beeld en virtueel beeld toelichten		
Je kan met behulp van de 3 constructiestralen het beeld van een positieve lens construeren van een voorwerp als de brandpuntsafstand en beeldafstand bekend zijn		
Je weet in welke situatie je een reëel beeld krijgt en in welke situatie je een		



virtueel beeld krijgt en kan beide constructies goed maken.		
van een willekeurige lichtstraal construeren hoe deze verder loopt na de positieve lens		
de lenzenformule of vergrotingsformules gebruiken om je constructie te controleren		
uitleggen welke functies de verschillende onderdelen van het menselijk oog hebben		
het begrip accommodatie uitleggen en toepassen		
het begrip bijziend uitleggen, wat er dan met je oog aan de hand kan zijn en wat voor soort bril je hiervoor nodig hebt		
het begrip verziend uitleggen, wat er dan met je oog aan de hand kan zijn en wat voor soort bril je hiervoor nodig hebt		
Je kan rekenen met de formule $S = \frac{1}{f}$		
uitleggen waarom niet alle elektromagnetische straling zichtbaar is		
het verschil tussen ultra-violet en infra-rood uitleggen		
de eigenschappen van deze twee soorten straling benoemen		
benoemen op welke manier deze straling wordt toegepast (in welke apparaten)		





Deze leerlingenbundel is tot stand gekomen door Peter Schuttevaar, voor het PVO te Deventer, gebruik makend van een origineel idee van het St. Bonifatiuscollege te Utrecht, Nederland en van aanvullingen en aanpassingen zoals eerder uitgevoerd in opdracht van het Hermann Wesselink College te Amstelveen, Nederland en van het MPC te Sint Maarten.

*Nothing ignites learning more than the desire to live life to the fullest.*

*Peter Schuttevaar  
maart 2025*