Het heelal vanuit een brandpunt

STEM

Werkbundel + oplossingen

Doelgroep

Basis K 1 2 3 4 5 6

Secundair 1 2 3 4 5 6

Uitgave 21 november 2022

Cursus kenmerken

Samenvatting

Dit STEM-lespakket werd ontworpen in een co-creatietraject waarbij vakdidactici, lerarenopleiders, leerkrachten in opleiding, leerkrachten, en wetenschappers betrokken waren.
STEM is in opmars in Vlaamse scholen en de ESERO-samenwerking draagt bij tot stimulerende **STEM-lesmodules over de ruimte(vaart)** die leerkrachten in de interdisciplinaire context van STEM-lessen kunnen inzetten op school.

Dit lespakket kan worden ingezet in de **eerste** graad van het secundair onderwijs in de context van lessen **STEM**, waarbij elementen ook vroeger of later aan bod zullen komen in specifieke vakken zoals fysica, techniek en biologie. Dit project heeft als uitdaging het bouwen en onderzoeken van een refractortelescoop en een reflectortelescoop.

Leeftijd doelgroep 13-14 jaar;

Werkvorm Begeleid zelfstandig leren / demonstratie / groepswerk / practicum / ~~excursie~~ / les + oefeningen / ~~zelfstudiepakket~~ / ~~hoekenwerk~~ / ~~huistaken~~

Vereiste lestijd Tijdsbesteding voor het totale lespakket is 10 uur.

Lesdoelen Omdat het hier gaat om een expliciete STEM-lesmodule, is de aansluiting bij de leerplannen en eindtermen van één enkel jaar (of een graad) geen prioriteit, maar wordt er gekeken naar het volledige plaatje en dusdanig de aansluiting bij leerplannen en eindtermen van verschillende vakken doorheen het huidige Vlaamse secundaire onderwijs.

Leerplandoelen / eindtermen

LPD S7	De leerlingen ontwerpen een oplossing voor een probleem aan de hand van natuurwetenschappen, technologie en wiskunde.
LPD S8	De leerlingen beargumenteren vanuit verschillende invalshoeken en criteria keuzes bij het ontwerp en het gebruik van technische systemen en andere STEM-oplossingen.
LPD S1	De leerlingen onderzoeken natuurlijke, ruimtelijke en technische systemen in STEM-contexten.
LPD S2	De leerlingen onderzoeken de invloed van eigenschappen van materie, materialen en grondstoffen in functie van een vraag of probleemstelling.
LPD S3	De leerlingen passen wetenschappelijke vaardigheden toe.
LPD S4	De leerlingen gebruiken doelgericht hulpmiddelen om te onderzoeken, te ontwerpen of te realiseren al dan niet aan de hand van technisch-wetenschappelijke informatie.
LPD S5	De leerlingen beargumenteren keuzes bij het oplossen van problemen in STEM-contexten.
LPD S10	De leerlingen zetten aangereikte coöperatieve werkvormen in om een opdracht te realiseren.
LPD S11	De leerlingen onderzoeken behoeften, vragen, problemen en randvoorwaarden om een oplossing te ontwikkelen binnen een relevante STEM-context.
LPD S12	De leerlingen ontwerpen een oplossing in functie van behoeften, vragen, problemen, eisen en beperkingen.
LPD S13	De leerlingen bepalen een productieproces om een technisch systeem te realiseren op basis van een ontwerp.
LPD S14	De leerlingen testen een technisch systeem in functie van behoeften en criteria en doen voorstellen om het gerealiseerde ontwerp of productieproces te verbeteren.

Colofon

Uitgave november 2022

Laatste update 21 november 2022

Gebruik en beschikbaarheid Dit materiaal mag gratis gebruikt worden voor niet-commerciële, educatieve doeleinden. Wie fragmenten eruit overneemt dient de bron te vermelden.
Het lesmateriaal kan gedownload worden op www.esero.be > Nederlandstalig > lesmateriaal

Auteurs en partners

UCLL

- Ontwikkeld in de lerarenopleiding fysica van UCLL (University College Leuven Limburg), Campus Diepenbeek.
- Ontwikkeld door: Julie Loyen, Jarne Symons en Kobe Roex (leerkrachten in opleiding UCLL)
- Onder begeleiding van: Mieke Schuermans en Erica Andreotti (docenten lerarenopleiding en vakdidactici UCLL)

ESERO Belgium

- Vormgeving van dit lespakket voor gebruik in het Vlaamse onderwijs

ESA

Feedback Cursussen van ESERO Belgium worden online aangeboden in dynamische vorm. Dit betekent dat elke zinvolle feedback van gebruikers onmiddellijk leidt tot de publicatie van een aangepaste uitgave op www.esero.be. Help toekomstige gebruikers door uw opmerkingen of aanvullingen per email op te sturen (www.esero.be > contact).

Inhoud van dit lespakket

Module 1: Een blik buiten de aarde

1.1 Telescopisch zicht

1.2 Satellieten

1.3 Stellarium

Module 2: Telescopen

2.1 Wat zijn telescopen?

2.2 Werking van een telescoop

2.2.1 Licht

2.2.2 Spiegels

2.2.3 Lenzen

2.3 Soorten telescopen

2.3.1 Refractortelescoop

2.3.2 Reflectortelescoop (spiegeltelescoop)

Module 3: Telescoop bouwen

3.1 Hoe gebruik je de reflectortelescoop?

3.2 Uit welke onderdelen bestaat de reflectortelescoop?

3.3 Hoe bouw je de reflectortelescoop?

3.4 Afstellen reflectortelescoop

3.5 Hoe gebruik je de refractortelescoop?

3.6 Uit welke onderdelen bestaat de refractortelescoop?

3.7 Hoe bouw je de refractortelescoop?

3.8 Afstellen refractortelescoop

Module 4: Onderzoek met de telescoop

4.1 Onderzoeksopdracht: lezen met de telescoop

4.2 Onderzoeksopdracht: spiegelvorming met meerdere spiegels

4.3 Onderzoeksopdracht: weerkaatsing van lichtstralen

4.4 Onderzoeksopdracht: verschillende soorten lenzen

4.5 Onderzoeksopdracht: zwarte binnenkant van een telescoop

4.6 De slechtvalk en de telescoop

Module 5: Ons zonnestelsel

5.1 Acht planeten in een baan rond de zon

5.2 Ontdekkingen in het heelal

5.2.1 Geocentrisme

5.2.2 Heliocentrisme

5.2.3 Beweging van planeten (Kepler) (Tweede graad)

5.2.4 Door de telescoop van Galilei

5.2.5 Newton – Ontdekker van de zwaartekracht

5.3 Kruiswoordraadsel: Ons zonnestelsel

Eindconclusie

Module 1: Een blik buiten de aarde

The great ocean of truth lay all undiscovered before me.
- Isaac Newton

De sterrenhemel, we weten er zoveel van maar toch schuilen er nog zoveel geheimen boven ons. Iedereen kijkt wel eens naar boven tijdens een donkere heldere nacht om het sterrendeken te bewonderen. Wat speelt zich daar allemaal af? Met een paar ogen valt al veel te ontdekken, maar wanneer we kijken door een telescoop gaat pas echt een nieuwe "wereld" voor ons open!

Wist Je dat? Ons Melkwegstelsel telt naar schatting zo'n vijfhonderd miljard sterren! Dat is een heel zwaar sterrendeken dat boven op ons ligt.

Niet enkel telescopen kunnen heel ver inzoomen... Er zijn ook dieren die met hun eigen ogen voorwerpen op verre afstanden heel gedetailleerd kunnen waarnemen. Hier gaan we verder in de cursus dieper op in.

1.1 Telescopisch zicht

Wat is telescopisch zicht?

Telescopisch zicht *is de mogelijkheid om met de ogen voorwerpen op verre afstanden vergroot te kunnen waarnemen.*

Opdracht: In het dagelijkse leven bestaan er organismen met een telescopisch zicht en voorwerpen die enorm ver kunnen inzoomen om voorwerpen op verre afstanden waar te nemen.

Som enkele organismen en voorwerpen op die gebruik maken van telescopisch zicht.

Roofvogels, satellieten, verrekijkers

Opdracht: Bekijk het filmpje door op de onderstaande link te drukken of de QR-code te scannen. Wat heb je waargenomen?

Link filmpje: https://www.youtube.com/watch?v=legzXQlFNjs

Proefje: Evenaren van telescopisch zicht

→ *Onderzoeksvraag:*

- Kunnen we voorwerpen op verre afstanden met onze eigen ogen vergroot waarnemen?

→ *Hypothese:*

_____

→ *Benodigdheden:*
  - Krant

→ *Werkwijze:*
  - Een leerling gaat aan de achterkant van het klaslokaal staan en houdt de krant omhoog. De andere leerlingen gaan aan het bord staan en proberen de krant te lezen.

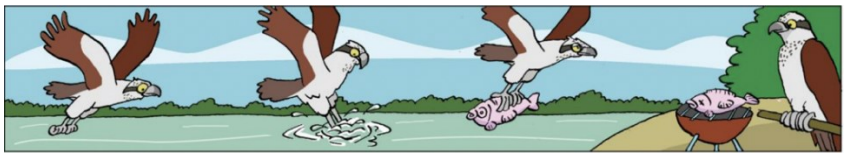
→ *Waarneming:*

Je kan de krant niet lezen op verre afstand.

→ *Besluit:*

We kunnen voorwerpen op verre afstand met onze eigen ogen niet vergroot waarnemen.

Klopt je hypothese? Ja / nee



Denkvraag: Op welke manier zouden we even ver als een roofvogel kunnen kijken? Wat hebben we hiervoor nodig?

1.2 Satellieten

Wat is een satelliet?

Satellieten *zijn door de mens gemaakte objecten die in een baan om een planeet zweven. Er bestaan diverse soorten satellieten zoals: ruimtetelescopen, communicatiesatellieten, navigatiesatellieten, spionagesatellieten, weersatellieten en observatiesatellieten.*

Met een ***observatiesatelliet*** *kan je met een hoge nauwkeurigheid foto's maken van bovenaf, maar er zijn gebieden die België niet graag openbaar maakt. De Belgische overheid heeft gevraagd aan Google om deze gebieden in België 'vaag' (slecht zichtbaar) te maken.*

Opdracht: Noem enkele gebieden in België die Google vaag heeft gemaakt. Zoek op Google Maps naar een van deze gebieden.

Op welke manier heeft Google deze gebieden moeilijker zichtbaar gemaakt?

De pixels van het stuk grond zijn veel groter gemaakt, hierdoor zien we grote gekleurde vierkantjes.

Gebieden:

Militaire gebieden: de Kleine Brogel
Kerncentrales: Kerncentrale van Engie
Koninklijk paleis van Brussel

Probeer ook eens naar je eigen school te kijken. Heb je hem gevonden? Schrijf dit hieronder op:

_____

Wist dat je? De meeste satellieten vliegen op een hoogte van enkele honderden kilometers binnen de aardatmosfeer

Opdracht: Er gebeuren soms vreemde dingen op de wereld! Benieuwd? Bekijk op Instagram de pagina "hidden.on.google.earth". Zouden al deze video's echt zijn? Schrijf hieronder wat je hierover denkt:

_____

Opdracht: Ga thuis eens aan de slag, probeer 's nachts de ISS te zoeken met het blote oog. Met het softwarepakket 'Stellarium' kan je opzoeken wanneer en hoe laat deze satelliet zal passeren. Heb je hem gevonden?

_____

Als we op en rond de aarde alles vergroot kunnen waarnemen, dan kunnen we ook planeten en sterren vanaf de aarde vergroot waarnemen!

Maar wat valt er allemaal waar te nemen? En hoever moeten we vergroten om alles gedetailleerd waar te nemen?

1.3 Stellarium

Wat is Stellarium?

Stellarium *is een online planetarium op je computer. Met deze tool kan je het universum ontdekken zonder professionele telescoop. Het is ook mogelijk om het tijdstip aan te passen. Je kan voorbije zonsverduisteringen opzoeken of de stand van de sterren bekijken op de dag van je geboorte.*

Opdracht: Scan de QR-code en bekijk het fragment. Wat zweeft er allemaal in het zonnestelsel? Kan je dit terugvinden op Stellarium?

Planeten van ons zonnestelsel:

Maan
Zon
Venus
Mars
Jupiter
Saturnus

Wist dat je? De afstand van de aarde en de maan neemt jaarlijks toe met 4 centimeter.

De afstand tussen de aarde en planeten uitgedrukt in kilometers en in aantal dagen dat we moeten rijden met de auto om tot de planeten te geraken.

Naar de Maan	118 dagen	285.000 km
Naar de Zon	62500 dagen – 171 jaren	150 miljoen km
Naar Mercurius	38204 dagen – 104 jaren	92 miljoen km
Naar Venus	17250 dagen – 47 jaren	42 miljoen km
Naar Mars	32641 dagen – 89 jaren	78 miljoen km
Naar Jupiter	261666 dagen – 716 jaren	628 miljoen km
Naar Saturnus	531250 dagen – 1455 jaren	1275 miljoen km
Naar Uranus	1133750 dagen – 3106 jaren	2721 miljoen km
Naar Neptunus	1812916 dagen – 4966 jaren	4351 miljoen km

Experiment voor thuis

Proefje: Afstand aarde - maan

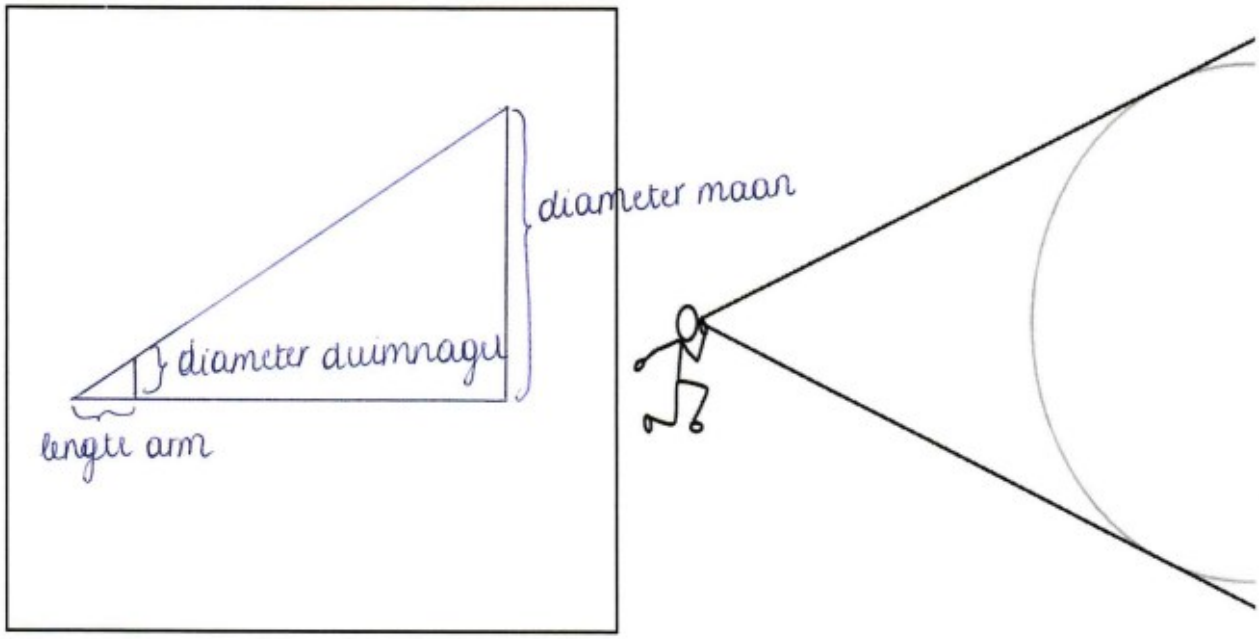
**Dit experiment is enkel mogelijk wanneer de maan ook zichtbaar is*

→ *Benodigdheden:*
- Lintmeter

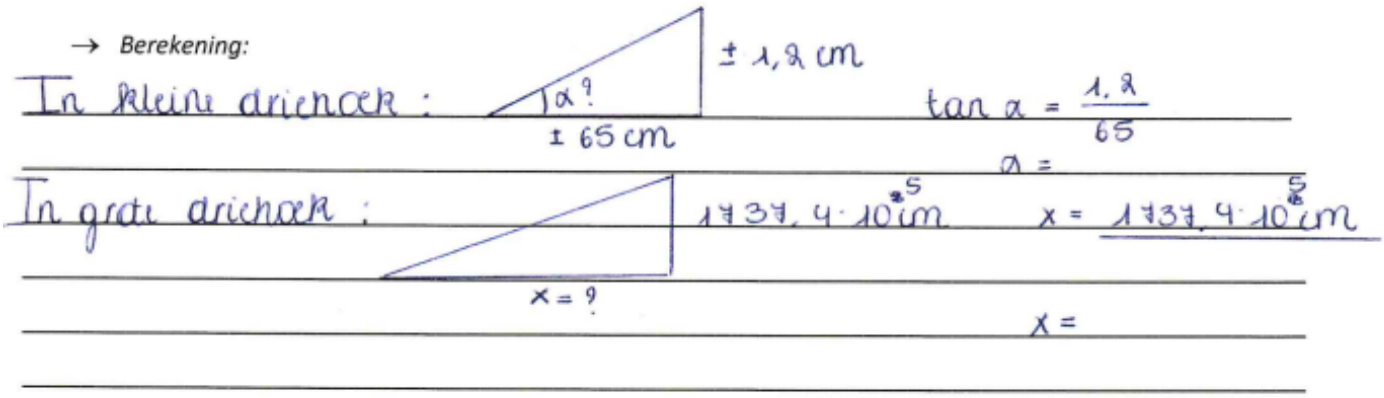
→ *Werkwijze:*
- Een leerling strekt zijn arm uit met zijn duim omhoog.
- Een andere leerling meet de lengte van de gestrekte arm en de diameter van de duimnagel.
- Als de leerling (die zijn arm uitstrekt) naar zijn/haar vingernagel kijkt, dan dekt zijn/haar nagel de maan af.
- De diameter van de maan bedraagt 1 737, 4 km → **$1737{,}4 \cdot 10^3$ m**
  $1737{,}4 \cdot 10^5$ cm
- Maak een tekening van de opstelling.
- Bereken de afstand van de aarde tot de maan met driehoeksmeetkunde.

→ *Tekening:*

* Deze cartoon helpt je bij het opstellen van de tekening



→ *Berekening:*



→ *Waarneming:*

_____

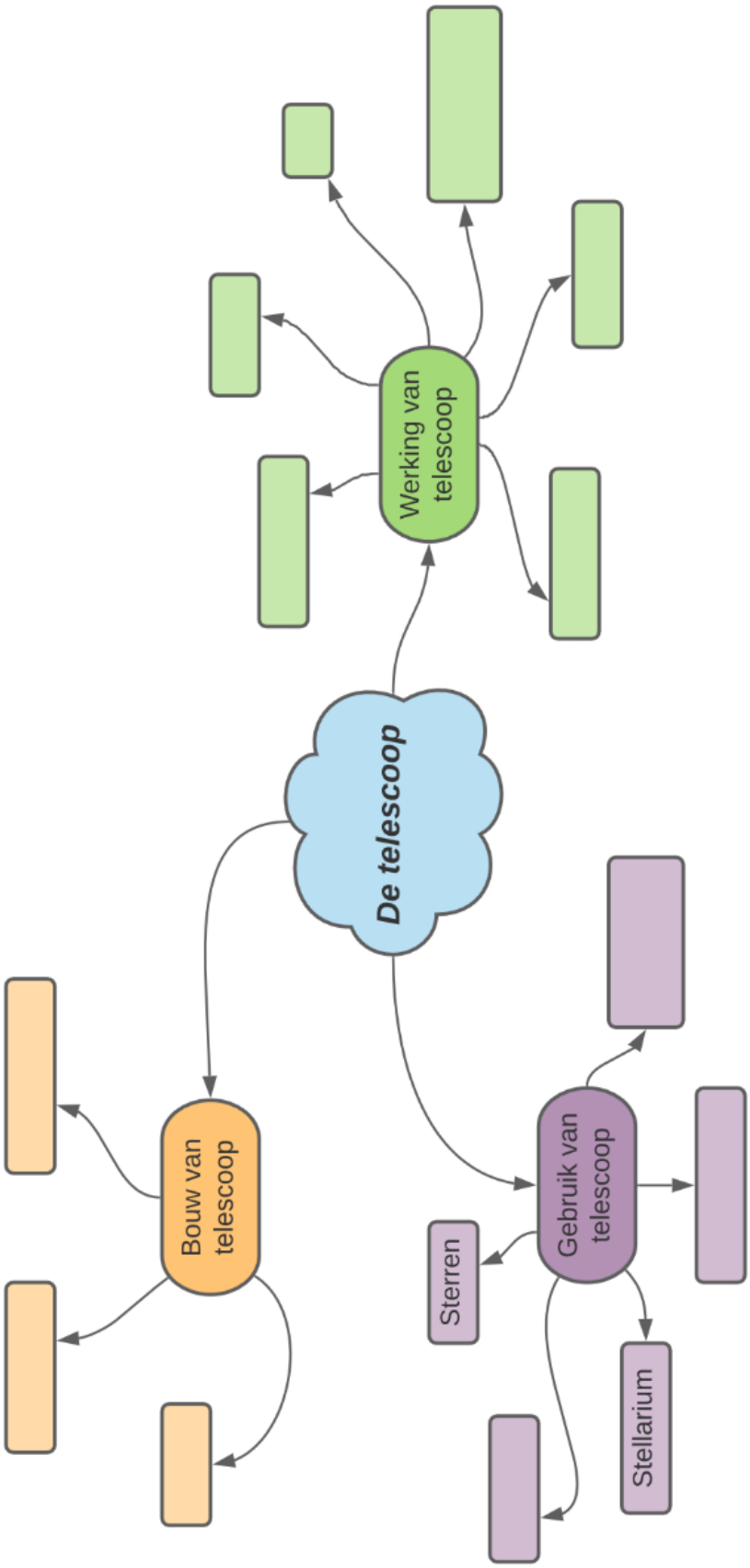
→ *Besluit:*

_____

_____

We moeten alles heel goed vergroten om gedetailleerd waar te nemen, dit kunnen we niet met het blote oog, maar met behulp van een telescoop.

Ben je klaar om je eigen telescoop te maken? Geduld! Eerst moet je weten hoe een telescoop werkt.


De telescoop
Werking van telescoop
Bouw van telescoop
Gebruik van telescoop
Sterren
Stellarium

Module 2: Telescopen

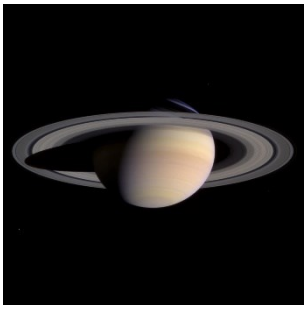
The history of astronomy is a history of receding horizons
- Edwin Powell Hubble

2.1 Wat zijn telescopen?

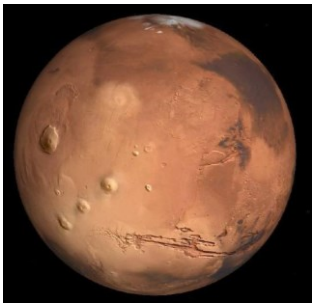
Het woord **telescoop** komt uit de Griekse taal. *Tele* betekent 'ver' en *scoop* 'kijken'. Een telescoop is dus een **object om ver te kunnen kijken**. Het **vergroot** voorwerpen die zich veraf bevinden, zodat deze voorwerpen tot in detail bestudeerd kunnen worden. Denk maar aan foto's van de maan waarop de kraters zichtbaar zijn.

Oriënteringsopdracht:
Schrijf de juiste benaming onder elk ruimteobject.

Jupiter



Saturnus



Mars

Maan

Bron: www.urania.be

Hubbletelescoop

De ruimtetelescoop Hubble is een enorm grote telescoop. In 1990 werd deze telescoop in een baan rond de aarde gelanceerd, waardoor het net zoals de maan draait rond de aarde. Doordat er geen atmosfeer is in de ruimte, kan deze telescoop enorm scherpe foto's trekken van objecten in het heelal. Het maakt foto's van planeten, sterren en Galaxy's die zich tot miljarden lichtjaren* ver bevinden. De moderne wetenschap leerde veel bij over het heelal door de observaties van deze telescoop.
De naam 'Hubble' komt van de Amerikaanse astronoom Edwin Hubble, een astronoom die baanbrekend onderzoek leverde in het begin van de 20ste eeuw.

Planetaire ringnevel **Galaxy** **Melkwegstelsel**

*Lichtjaren: afstand van licht doorheen vacuüm in een periode van 1 jaar.

Bron: nasa.gov

2.2 Werking van een telescoop

Om de werking van een telescoop te begrijpen bestuderen we eerst de voortplanting van lichtstralen. Het onderdeel binnen de fysica dat zich bezighoudt met het gedrag van licht krijgt de naam 'optica'. Een opticien maakt gebruik van deze kennis van wetenschappers en houdt zich bezig met het afstellen van brillen en lenzen. Deze cursus beschrijft enkel de basis van optica, de studie van het licht, die nodig is om de werking van de telescoop te begrijpen.

2.2.1 Licht

2.2.1.1 Licht opvangen

Onze ogen zijn de zintuigen die het mogelijk maken om te kunnen zien, maar om te kunnen zien moet er ook licht zijn. In een donker lokaal is alles niet zichtbaar. Dat wil niet zeggen dat in een verlicht lokaal elk object licht uitstraalt. Wanneer er een lichtbron aanwezig is, bijvoorbeeld de lamp, dan weerkaatsen de lichtstralen op de banken in dat lokaal. De weerkaatsing van lichtstralen is ook de reden waarom we voorwerpen in een bepaalde kleur zien.

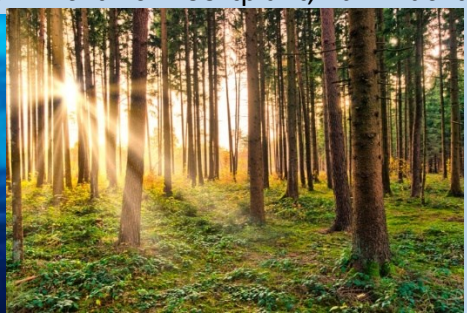
Wat doen onze ogen dus om te kunnen zien? In een ruimte waar een lichtbron aanwezig is schijnen de lichtstralen van deze bron op de voorwerpen die aanwezig zijn in de ruimte. Diezelfde lichtstralen weerkaatsen in onze ogen. Op deze manier wordt het mogelijk om de voorwerpen te zien.

Opdracht: Geef enkele voorbeelden van lichtbronnen.

De zon
Een lamp
Vuur
Vuurvliegje/glimworm

Een middenstof

Een middenstof is de omgeving waarin licht zich voortplant, vb. in lucht of in water.



2.2.1.2 Voortplanting van licht

Onderzoeksvraag:

Hoe plant licht zich voort in eenzelfde middenstof?

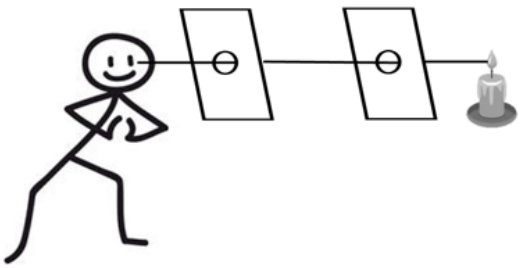
Hypothese:

Het licht plant zich rechtlijnig voort.

Experiment: voortplanting licht

→ *Benodigdheden:*

- Kaars/ lamp
- 2 papiertjes
- Schaar



→ *Uitvoering:*

1. Knip een klein gaatje in het eerste papiertje
2. Knip op dezelfde hoogte een klein gaatje in het tweede papiertje
3. Houd de papiertjes op een afstand van 10cm van elkaar op dezelfde hoogte zodat je vanuit één punt doorheen beide gaatjes kan kijken
4. Plaats de kaars op dit punt

→ *Waarneming:*

Een deel van de lichtstralen gaat door beide gaatjes.

Door welke middenstof plant het licht zich voort in deze proef?

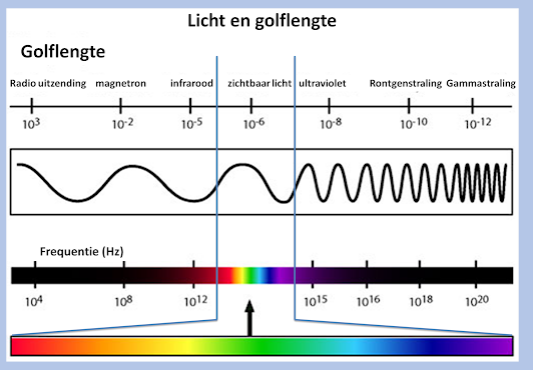
Lucht

Antwoord onderzoeksvraag:
Hoe plant licht zich voor in eenzelfde middenstof?
Licht plant zich rechtlijnig voort in eenzelfde middenstof.

Klopt je hypothese? Ja / Nee

Zichtbaar licht

Zichtbaar licht is het gedeelte van het elektromagnetisch golfspectrum dat gezien kan worden door het menselijk oog. Dit zijn alle kleuren van de regenboog van rood tot paars.
Het elektromagnetisch golfspectrum is de verzameling van alle mogelijke golftrillingen van straling, van radiogolven tot microgolven.



Bron: www.wtnschp.be

2.2.2 Spiegels

In een telescoop zitten verschillende spiegels. Deze spiegels zorgen ervoor dat de lichtstralen in de juiste richting worden gestuurd, namelijk naar het oog waarmee je door de telescoop kijkt. Maar hoe kunnen de lichtstralen met behulp van een spiegel richting het oog worden gestuurd?

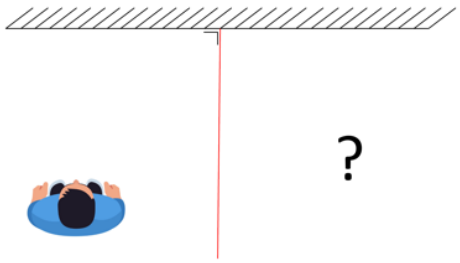
Opdracht: Kan jij jouw medeleerling vinden?

→ *Opstelling:*

- De leerkracht hangt een spiegel aan het bord
- Op de grond tekent de leerkracht een rode lijn, loodrecht op de spiegel.

→ *Werkwijze:*

- Twee leerlingen komen naar voor
- Een leerling gaat in de buurt van de spiegel staan
- De andere leerling zoekt het spiegelbeeld van de leerling.



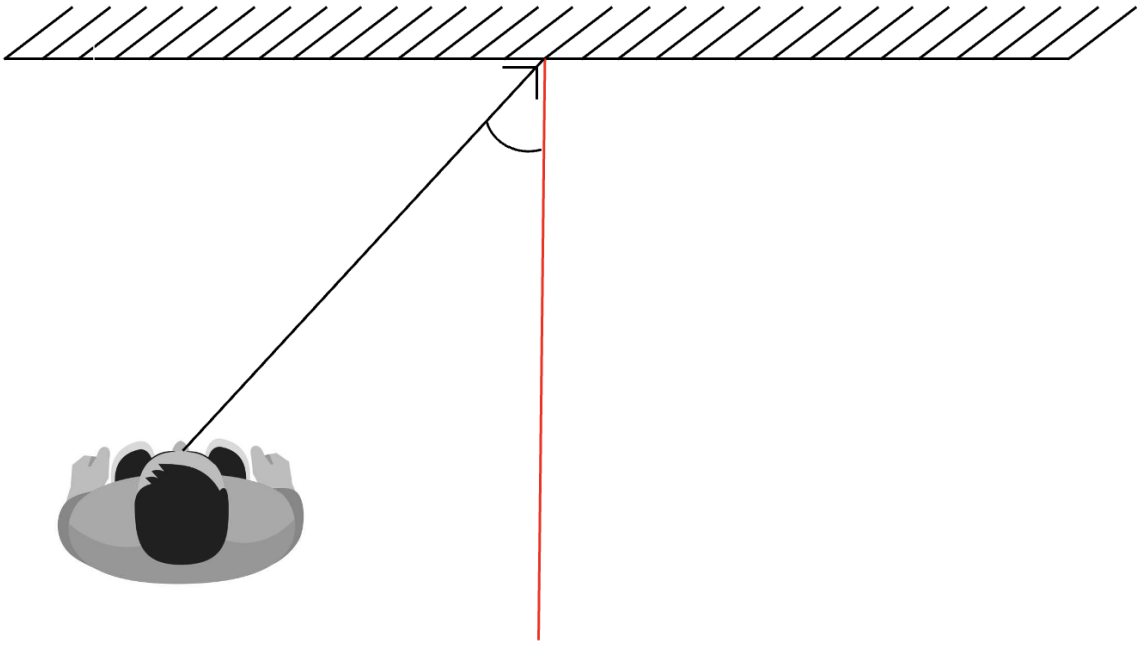
→ *Waarneming:*

Hoe staan beide leerlingen ten opzichte van de loodrechte lijn? Kunnen beide leerlingen elkaar zien of kan maar één leerling de andere leerling zien?

_____

_____

Duid op onderstaande tekening de tweede leerling aan met een bolletje. Teken nu vanuit dit bolletje een rechte naar het snijpunt van de spiegel en de loodrechte lijn op de spiegel.



Wat valt erop aan beide hoeken die gevormd zijn door de leerlingen en de loodrechte lijn?

_____

Experiment: licht zien door weerkaatsing

Onderzoeksvraag:

Wat gebeurt er met de lichtstralen die invallen op een spiegel?

Hypothese:

De lichtstralen zullen terugkaatsen. De invalshoek is gelijk aan de terugkaatsingshoek.

→ *Benodigdheden:*

- Spiegel
- Optische schijf
- Zichtbaar licht

→ *Uitvoering 1:*

1. Verduister het lokaal
2. Laat de lichtstraal onder een schuine hoek invallen op de spiegel

→ *Waarneming:*

Wat valt je op aan de lichtstraal nadat ze de spiegel geraakt hebben?

Een spiegel weerkaatst het licht.

→ *Uitvoering 2:*

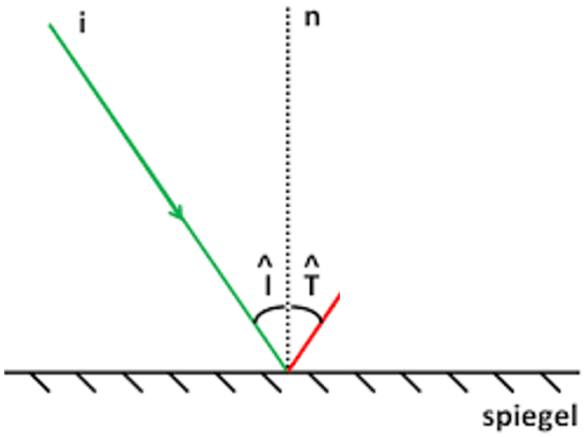
1. Verduister het lokaal.
2. Plaats de spiegel op de optische schijf.
3. Laat de lichtstralen onder een schuine hoek invallen op de spiegel.
4. Bepaal de hoek tussen het invallende licht en de spiegel.
5. Bepaal de hoek tussen de terugkaatsende lichtstraal en de spiegel.

→ *Waarneming:*

Wat valt op aan beide hoeken?

Een spiegel kaatst het licht terug onder een even grote hoek als de invallende hoek.

→ *Tekening:*



Antwoord onderzoeksvraag:

Hoe wordt licht weerkaatst wanneer het op de spiegel valt?

Een spiegel weerkaatst licht zodat de invalshoek gelijk is aan de terugkaatsingshoek.

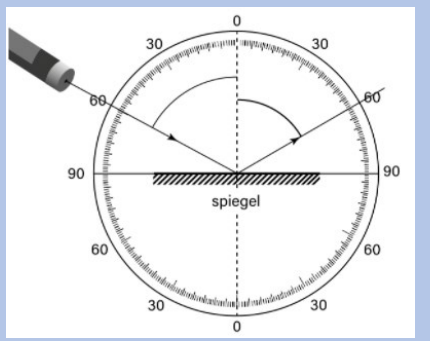
Klopt je hypothese? Ja / Nee

Terugkaatsing van licht bij vlakke spiegels

De invallende straal, de teruggekaatste straal en de normaal, de loodrechte op de spiegel in het spiegelmiddelpunt liggen in een vlak.

De terugkaatsingshoek is gelijk aan de invalshoek.

De stralengang is omkeerbaar.



2.2.3 Lenzen

In een telescoop zitten verschillende lenzen. Deze lenzen zorgen ervoor dat de lichtstralen juist invallen op het netvlies van het oog. Maar hoe kunnen de lichtstralen met behulp van een lens invallen op het oog?

Opdracht: Bekijk de cartoon. Wie heeft gelijk? Omcirkel het antwoord.

Jongen links - meisje - jongen rechts

Wat is er zo kenmerkend aan de vorm van een lens?

Een lens heeft een gebogen oppervlak.

Experiment: licht zien door breking

Onderzoeksvraag:

Wat gebeurt er met de lichtstralen die invallen op een lens?

Hypothese:

De lichtstralen zullen breken.

→ *Benodigdheden:*

- Een evenwijdige lichtbundel of 3 evenwijdige lichtstralen
- Bolle lens

→ *Uitvoering:*

1. Richt de evenwijdige lichtstralen op de bolle lens

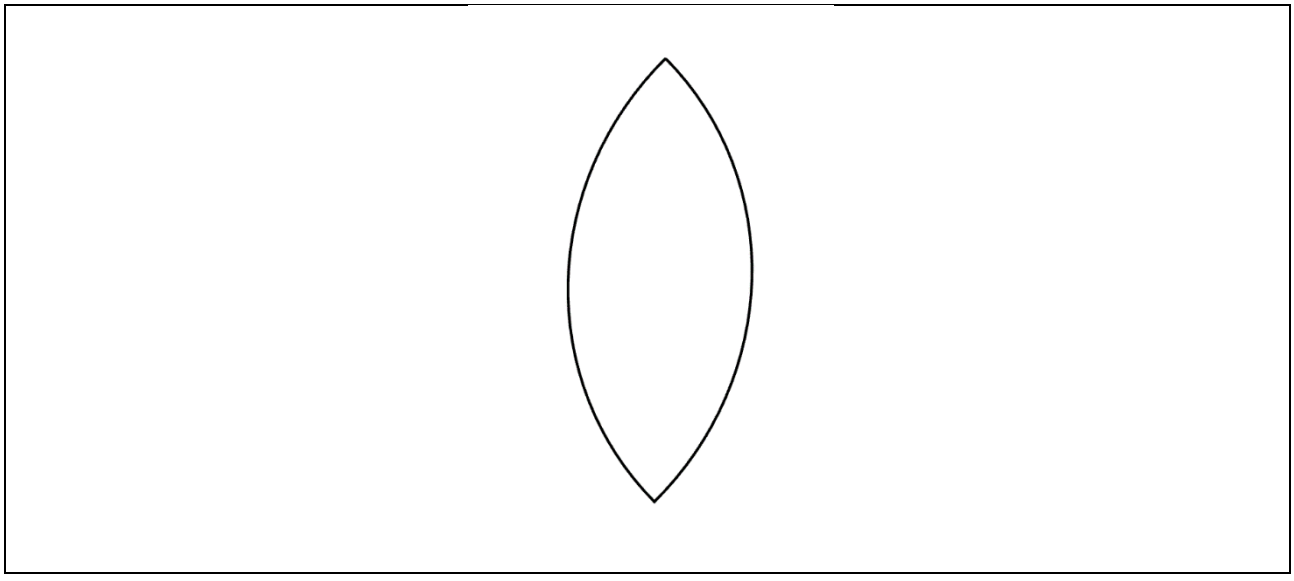
→ *Waarneming:*

Hoe lopen de stralen?

Hoe lopen de stralen na doorgang door de lens?

De lens zorgt ervoor dat de lichtstralen van richting veranderen. Dit wordt lichtbreking genoemd.

→ *Tekening:*



Antwoord onderzoeksvraag:

Wat gebeurt er met de lichtstralen die invallen op een lens?

Een bolle lens breekt de lichtstralen zodat deze samenkomen in een punt, het brandpunt.

Klopt je hypothese? Ja / Nee

Het brandpunt van de lichtstralen gevormd door lenzen van een bril moet precies op het netvlies van het oog vallen. Als dit niet het geval is kunnen wij het beeld dat de lichtstralen vormen niet scherp waarnemen.

Thuisopdracht: Neem een blad papier en een vergrootglas.

Probeer het brandpunt te zoeken van het vergrootglas op het blad papier door het licht van een lamp op te vangen met het vergrootglas. Wat gebeurt er na een tijdje met het papier?

_____

Een vergrootglas vangt het zonlicht op. Het glas is een bolle les, hierdoor zullen de zonnestralen naar een punt worden gestuurd, het brandpunt. Zonnestralen zijn enorm krachtig waardoor ze iets in brand kunnen zetten als ze geconcentreerd worden in een punt.

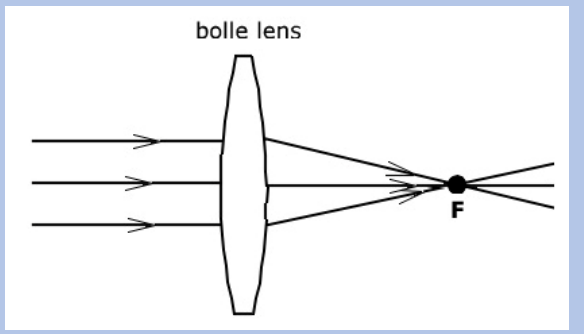
Samengevat:

Een **spiegel weerkaatst** lichtstralen. De invalshoek van lichtstralen is gelijk aan de terugkaatsingshoek. Een **lens breekt** lichtstralen, **lichtbreking** genoemd. Een bolle lens breekt de lichtstralen, zodat deze samenkomen in één punt, het brandpunt.

Breking van licht bij bolle lenzen

Een bolle lens bestaat uit een optische middenstof. Het heeft een gebogen oppervlak en is in het midden dikker dan aan de rand.

- Een lichtstraal die loodrecht op de lens invalt, door het midden van de lens ondervindt geen breking en blijft in dezelfde richting verdergaan.
- Een lichtstraal die loodrecht op de lens invalt, maar niet door het midden van de lens ondervindt een breking naar de middelste lichtstraal toe.
- De lichtstralen snijden elkaar in het brandpunt, dit punt noemen we F.

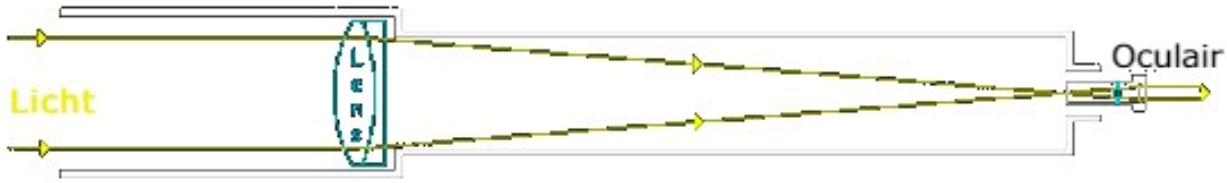


2.3 Soorten telescopen

Er bestaan diverse soorten telescopen. Het verschil zit telkens in de bouw van de telescoop en de manier waarop het licht omzet in een beeld.

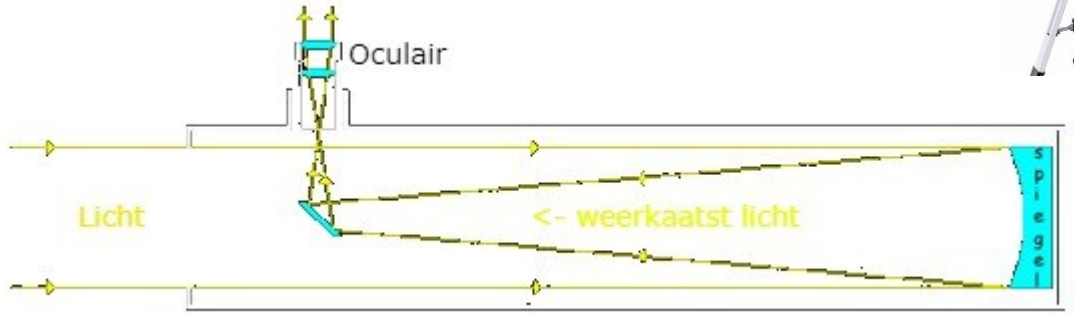
2.3.1 Refractortelescoop

Bij een refractortelescoop worden de binnenkomende lichtstralen **gebroken** door een bolle lens om een beeld te vormen. Refractortelescopen hebben een langere buis en zijn handig voor planetaire observaties van bijvoorbeeld de maan of van planeten.



2.3.1 Reflectortelescoop (spiegeltelescoop)

Bij een reflectortelescoop worden de lichtstralen **opgevangen** door een holle* spiegel en weerkaatst op een kleinere vangspiegel. Deze vangspiegel buigt de lichtstralen om naar het oculair, dat zich in een buisje buiten de telescoop bevindt.

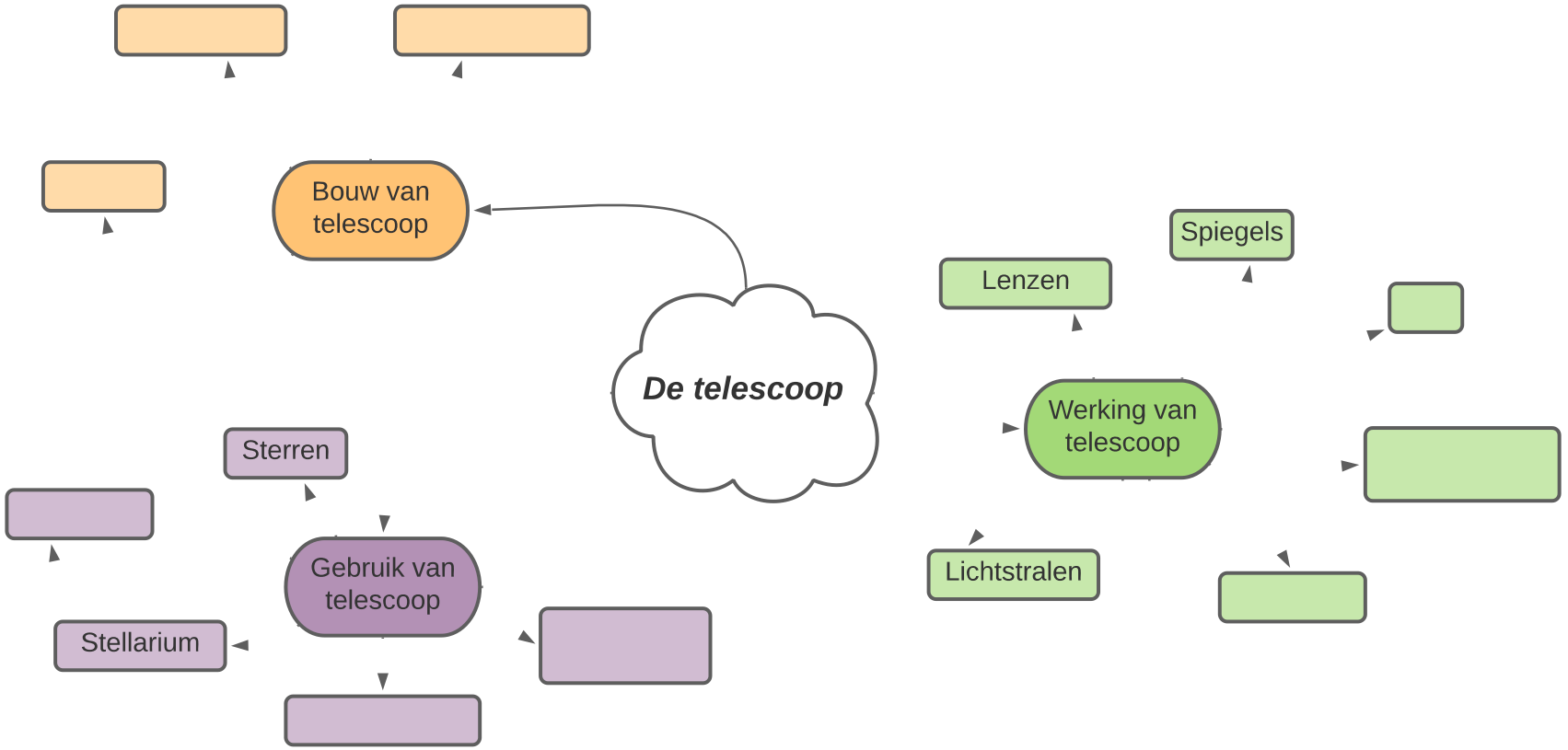


*Een holle spiegel weerkaatst de lichtstralen naar een brandpunt, zoals te zien is op bovenstaande tekening.

Wist dat je?

De reflectortelescoop wordt ook de Newtontelescoop genoemd, naar de Britse fysicus Isaac Newton. Newton werd vooral bekend door zijn beschrijving van zwaartekracht.

Eindelijk! We weten hoe de telescoop werkt, nu kunnen we aan de slag gaan en onze eigen telescoop bouwen.



Belgium
esero

Module 3: Telescoop bouwen

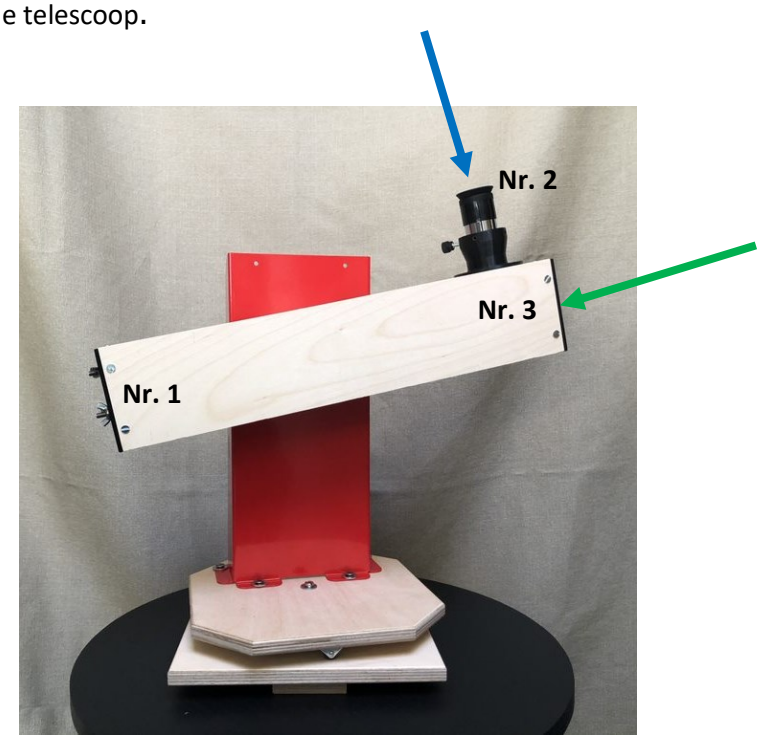
"Science is made up of mistakes, but they are mistakes which it is useful to make, because they lead little by little to the truth."
- *Jules Verne*

3.1 Hoe gebruik je de reflectortelescoop?

Om de planeten, manen, zon en andere objecten op grote afstand te kunnen observeren maken we zelf een telescoop. De telescoop is afgebeeld op onderstaande afbeelding. Voer de opdracht uit. Nadat je de opdracht hebt uitgevoerd ga je kijken op het model in de klas, indien nodig verander je dan je antwoord.

Opdracht:

- Duid met een **blauwe pen** aan waar men volgens jou in de telescoop moet kijken met het blote oog.
- Duid met een **groene pen** aan waarlangs het beeld van het hemellichaam volgens jou zal binnenkomen in de telescoop.

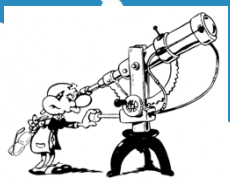


→ *Besluit:*

- Om objecten te kunnen waarnemen moet ik via nummer …**2**…… in de telescoop kijken.
- Het beeld komt via nummer …..**3**… in de telescoop binnen.

(Noteer het juiste nummertje op de stippellijn)

3.2 Uit welke onderdelen bestaat de reflectortelescoop?



Opdracht: Om onze telescoop te bouwen is het belangrijk om te weten welke onderdelen we nodig hebben.

Bekijk het filmpje van Jean-Pierre Grootaerd door op de onderstaande link te drukken of de QR-code te scannen. Hij legt je stap voor stap uit hoe we de reflectortelescoop bouwen. In het filmpje worden de namen van alle onderdelen benoemd.

Link naar filmpje: https://www.youtube.com/watch?v=mgMhrjSCKqM

Opdracht: Schrijf onder elk afgebeeld onderdeel de correcte naam.
Kies uit: Plankjes / Spiegelcel met spiegel en collimatieboutjes / Vangspiegelhouder met spider
Focuser / Collimatiekap / Zonnefilter / Oculair / Voet / Bouten

Plankjes	**Vangspiegelhouder met spider**	**Focuser**

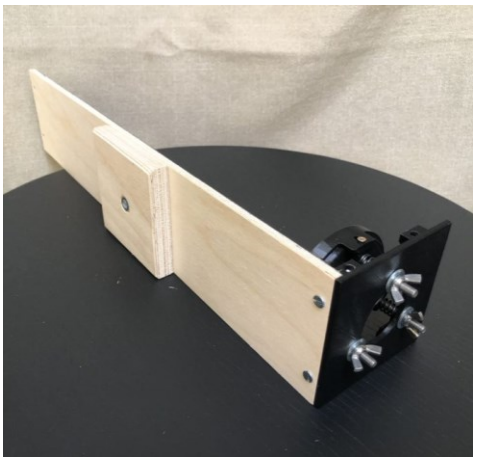
Oculair	**Spiegelcel met spiegel en collimatieboutjes**	**Voet**

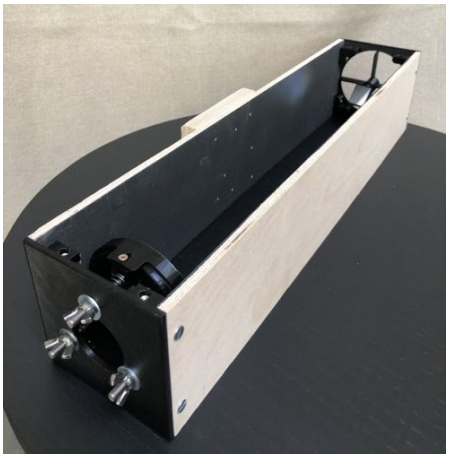
Bouten	Collimatiekap	Zonnefilter

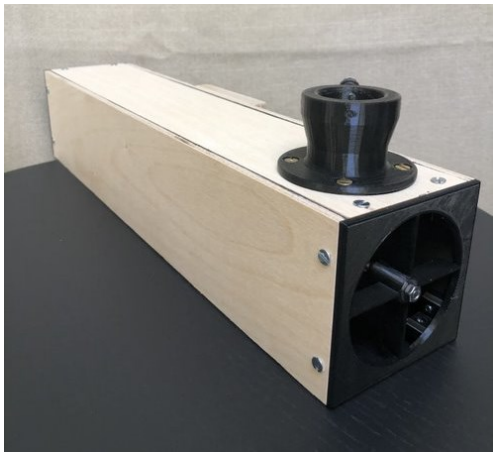
3.3 Hoe bouw je de reflectortelescoop?

Op onderstaande afbeeldingen staat in verschillende stappen getoond hoe we een reflectortelescoop moeten bouwen. Er is één probleem: de afbeeldingen zijn door elkaar geschud en moeten terug in de juiste volgorde gerangschikt worden. Help jij de telescoop op de juiste manier te bouwen?

Opdracht: Knip de acht afbeeldingen op pagina 28 & 30 langs de stippenlijnen uit en rangschik ze in de juiste volgorde. Plak vervolgens de afbeeldingen in de witte vakjes op pagina 32 & 33.





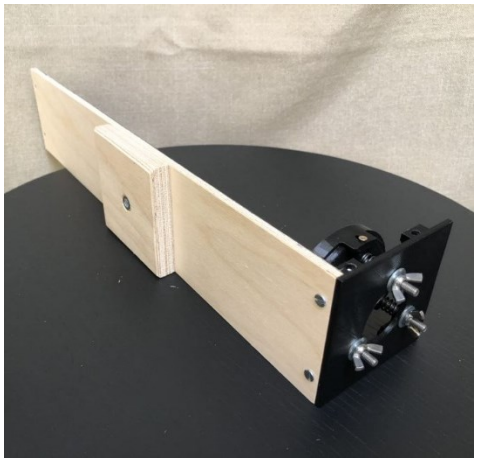


Opdracht: Plak in de kaders de afbeeldingen die je op pagina 28 & 30 hebt uitgeknipt. Laat dan de volgorde controleren door je leerkracht vooraleer je de afbeeldingen in de kaders plakt!

Bij het monteren van de spiegelcel met collimatiebouten kan je best de collimatiebout die in het midden van het gat staat naar boven richten. Dit zal het afstellen van de telescoop vereenvoudigen!

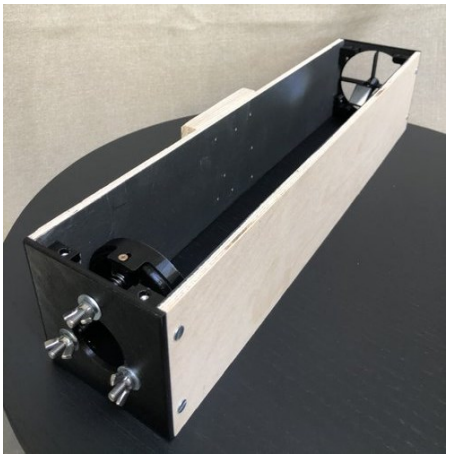
STAP 1

STAP 2

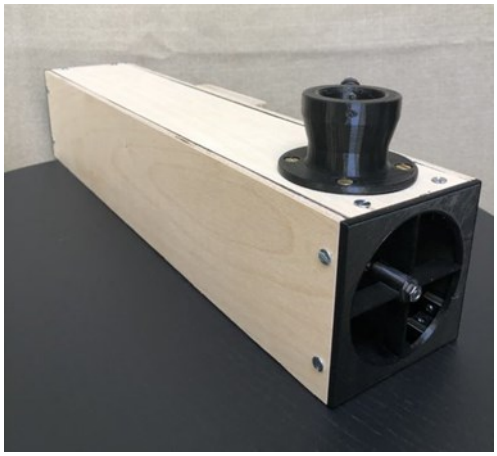


STAP 3

STAP 4



STAP 5



STAP 6

STAP 7

STAP 8

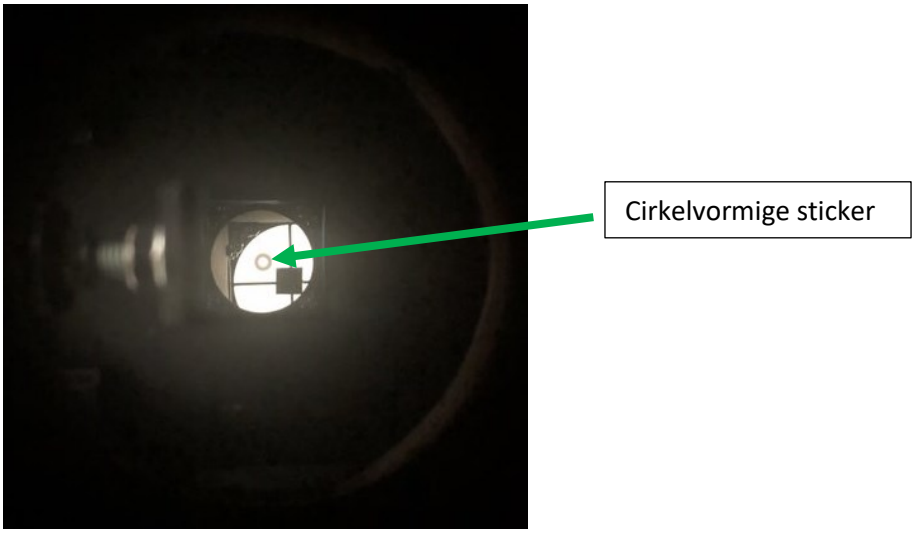
LET OP !

Als je met de telescoop naar de zon wil kijken MOET je een zonnefilter gebruiken! Als je geen zonnefilter gebruikt kan dit leiden tot onherstelbare oogschade. Als je rechtstreeks in de zon kijkt zal er al na 100 seconden permanente netvliesschade optreden. Met een telescoop naar de zon kijken maakt de blootstelling aan gevaar nog gevaarlijker! Je ogen zullen namelijk in een kortere tijd beschadigd kunnen geraken. Beter voorkomen dan genezen! Gebruik dus een zonnefilter!

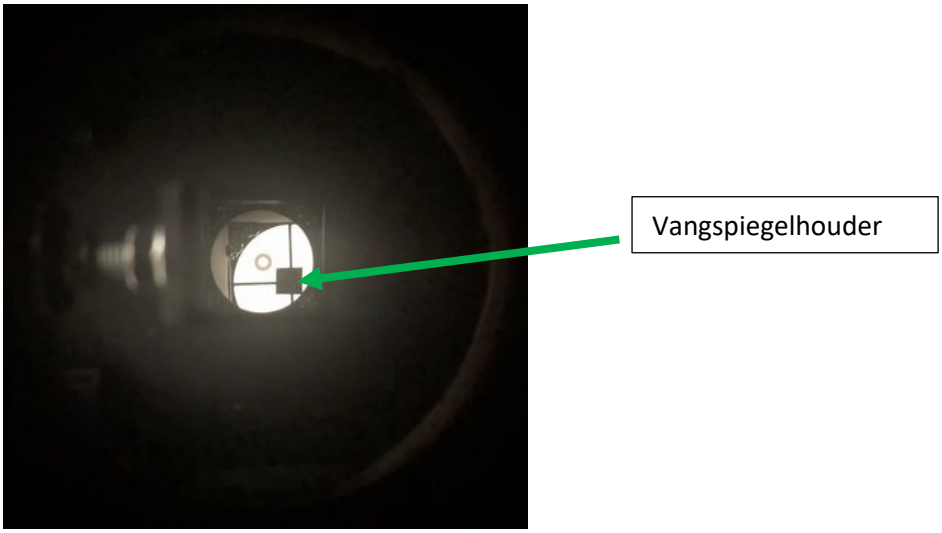
3.4 Afstellen reflectortelescoop

Het bouwproces van de reflectortelescoop is achter de rug. Je ziet op dit moment nog geen mooi afgesteld beeld door de telescoop. Dit verkrijg je door onderstaande stappen uit te voeren.

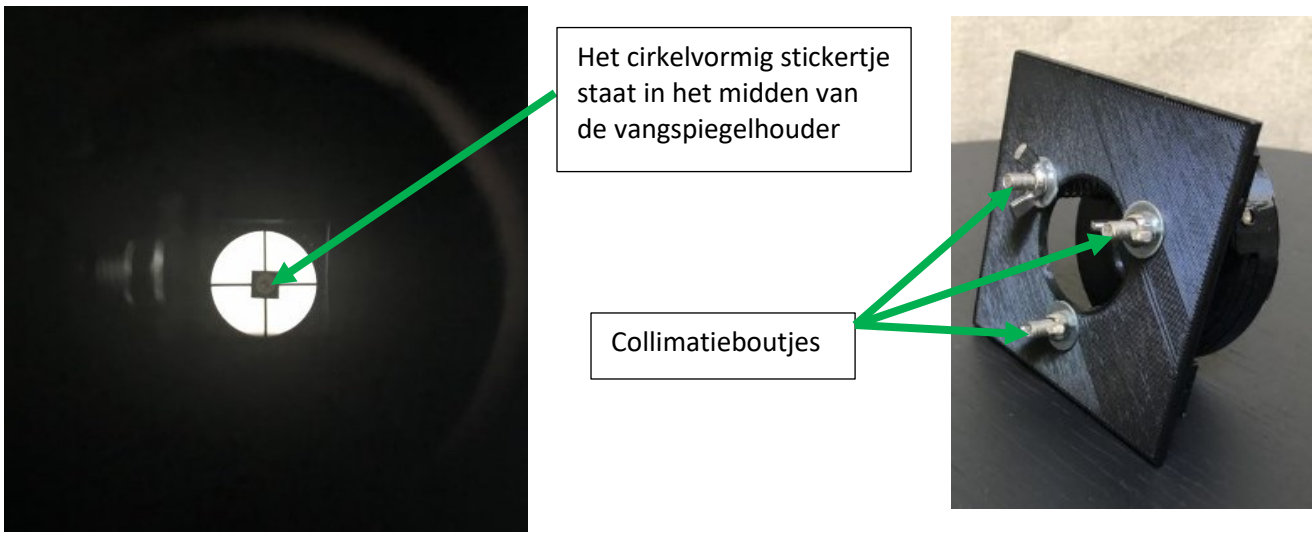
Stap 1: Monteer de collimatiekap in de focuser. Als je door het kleine gaatje in de collimatiekap kijkt, kijk je op het vangspiegeltje dat onder de focuser is gemonteerd. In het vangspiegeltje krijg je een witte cirkel te zien.



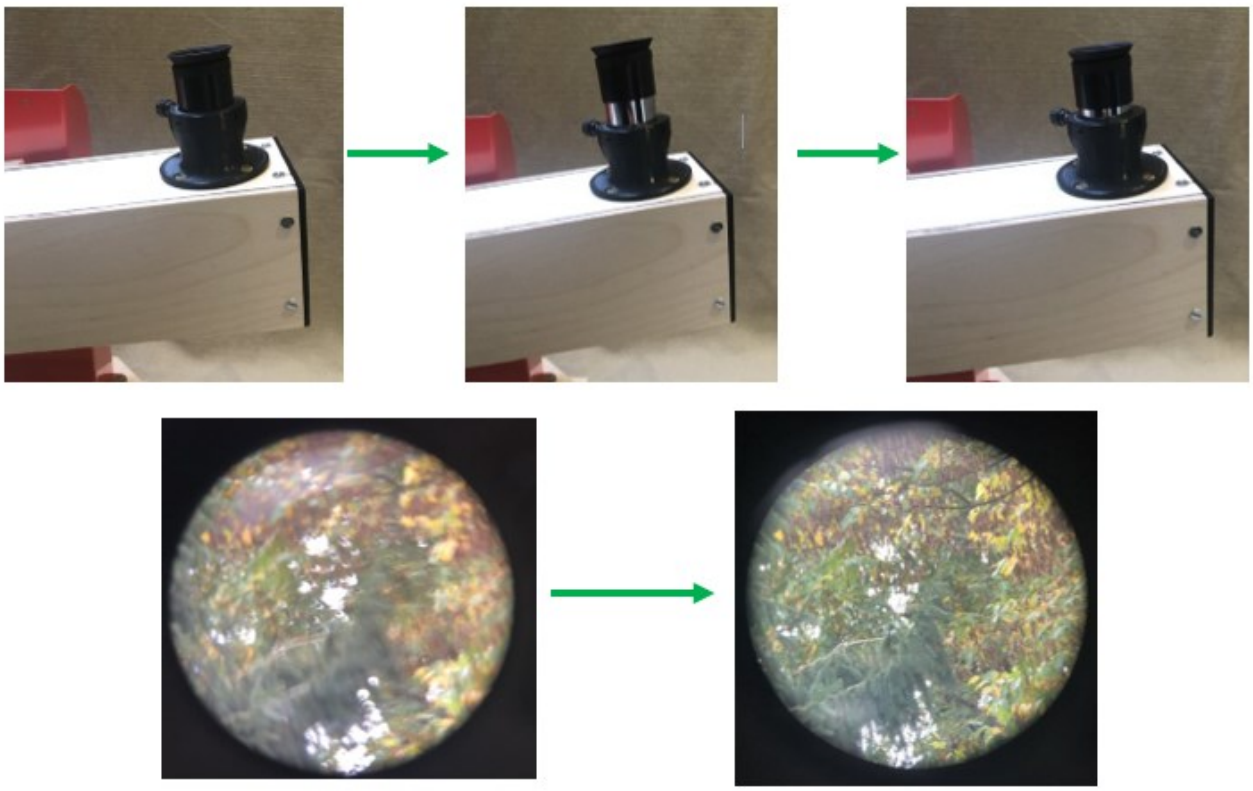
Stap 2: De spiegelcel bevat in het middelpunt een wit cirkelvormige stickertje. Je kan in de vangspiegel echter nog onderdelen herkennen, namelijk de vangspiegelhouder. Dit is het onderdeel dat een kruis en een vierkant vakje weerspiegelt in de vangspiegel.



Stap 3: Om met de telescoop een beeld te kunnen waarnemen moet je ervoor zorgen dat het cirkelvormig stickertje in het midden van de vangspiegelhouder staat. Om het cirkeltje in het midden van de vangspiegelhouder te krijgen moet je gebruik maken van de collimatieboutjes.



Stap 4: Na het afstellen van de spiegels kan je al wazige beelden waarnemen. Om een scherp beeld te verkrijgen moet je nu het oculair afstellen. Probeer te focussen op een welbepaald object (dit kan een gebouw of een boom zijn) en breng het oculair meer in of uit de focuser totdat je een scherp beeld van het object krijgt. Draai het oculair vast met de schroef zodat het scherp beeld behouden blijft.

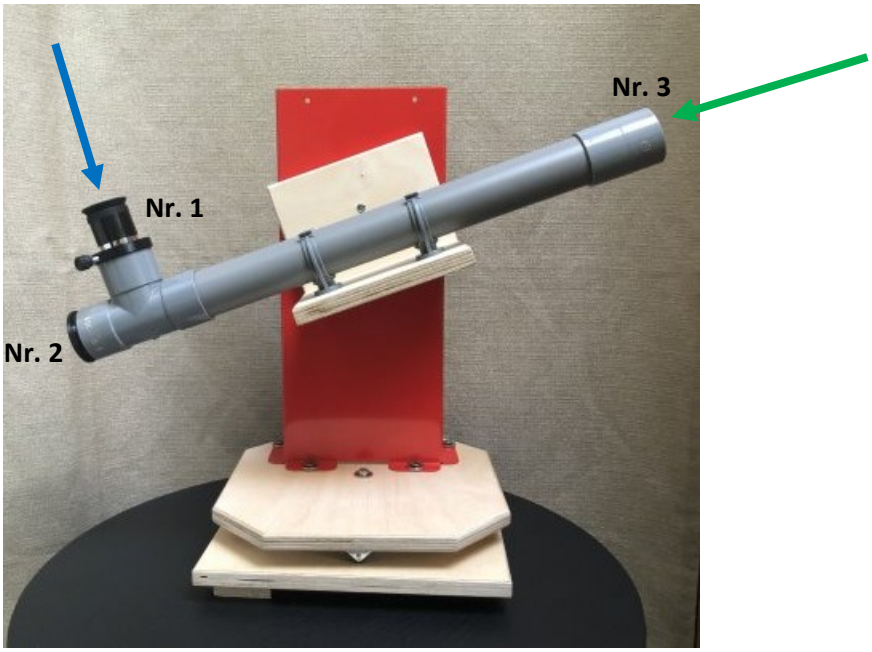


3.5 Hoe gebruik je de refractortelescoop?

Ook met deze telescoop kan je planeten, manen, zon en andere objecten op grote afstand observeren. De telescoop is afgebeeld op onderstaande afbeelding. Voer de opdracht uit. Nadat je de opdracht hebt uitgevoerd ga je kijken op het model in de klas, indien nodig verander je dan je antwoord.

Opdracht:

- Duid met een **blauwe pen** aan waar men volgens jou in de telescoop moet kijken.
- Duid met een **groene pen** aan waarlangs het beeld van het hemellichaam volgens jou zal binnenkomen in de telescoop.



→ *Besluit: (noteer het juiste nummertje op de stippellijn)*

Om objecten te kunnen waarnemen moet ik via nummer ……**1**… in de telescoop kijken.

Het beeld komt via nummer ….**3**…. in de telescoop binnen.

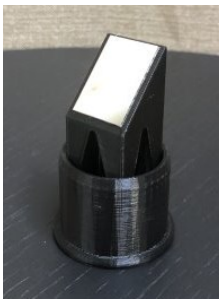
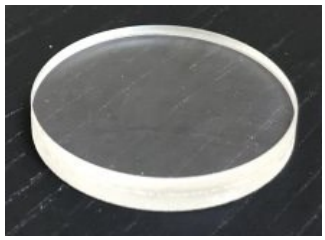
3.6 Uit welke onderdelen bestaat de refractortelescoop?

Opdracht: Om onze telescoop te bouwen is het belangrijk om te weten welke onderdelen we nodig hebben. Schrijf onder elke afbeelding de correcte naam van het getoonde onderdeel.

Kies uit: Oculair / voet / plankjes / buishouders / tussen verbinding / T-stukverbinding / buis / lens / spiegeltje op voet / focuser

Buishouders	T-stukverbinding	Tussen verbinding

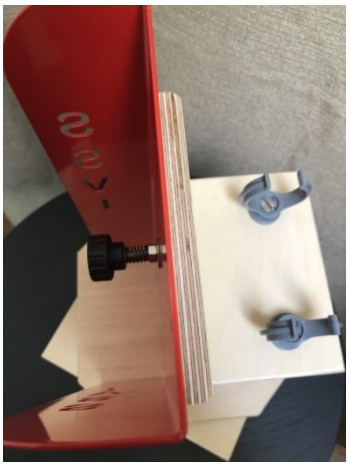
Oculair	Plankjes	Voet

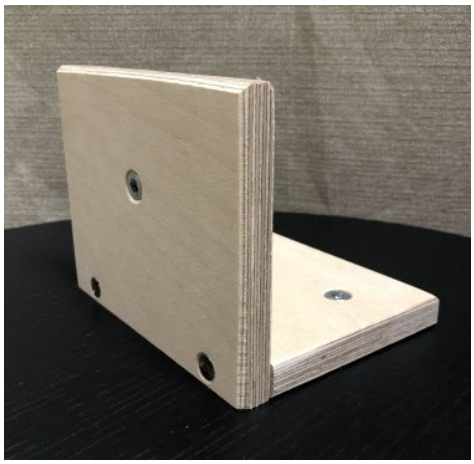
		
Buis	Spiegeltje op voet	Lens

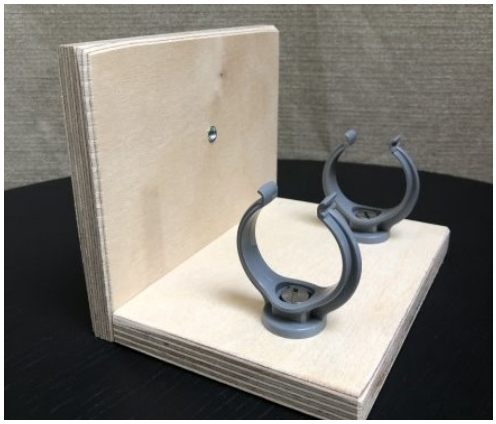
3.7 Hoe bouw je de refractortelescoop?

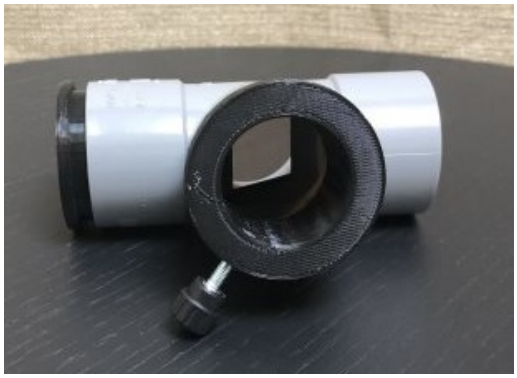
Op onderstaande afbeeldingen staan de verschillende stappen afgebeeld hoe we een refractortelescoop moeten bouwen. Ook deze afbeeldingen zijn door elkaar geschud en moeten terug in de juiste volgorde gerangschikt worden. Help jij de telescoop op de juiste manier te bouwen?

Opdracht: Knip de elf afbeeldingen op pagina 40 & 42 langs de stippenlijnen uit en rangschik ze in de juiste volgorde. Plak ze vervolgens in de witte vakjes op pagina 44, 45 & 46.

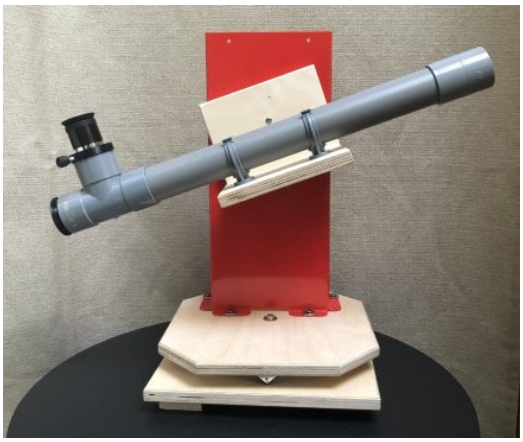






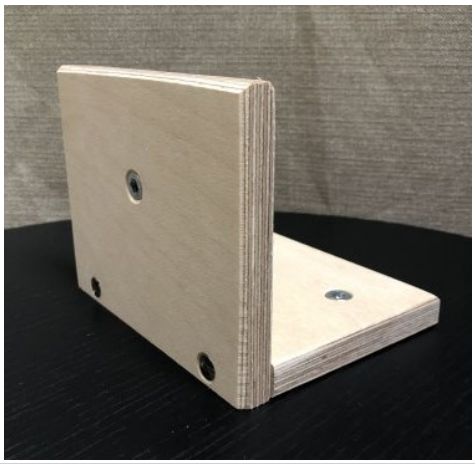


S
S
V
I



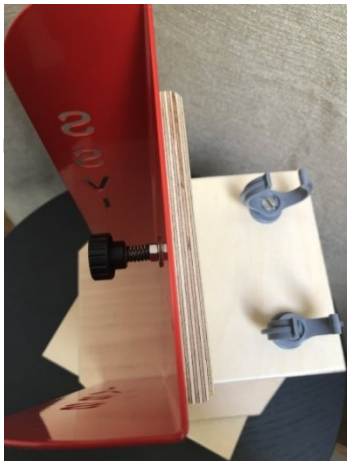
Opdracht: Plak in de kaders de afbeeldingen die je op pagina 40 & 42 hebt uitgeknipt. Laat de volgorde controleren door je leerkracht vooraleer je de afbeeldingen in de kaders plakt!

STAP 1



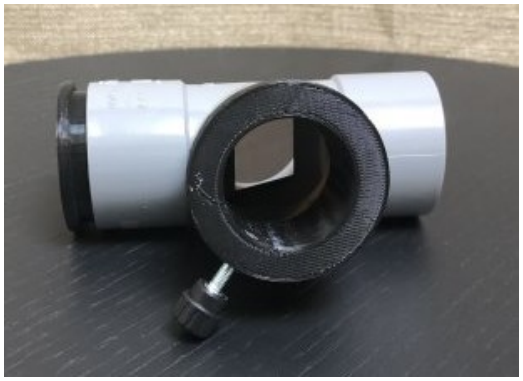
STAP 2

STAP 3



STAP 4

STAP 5



STAP 6

STAP 7

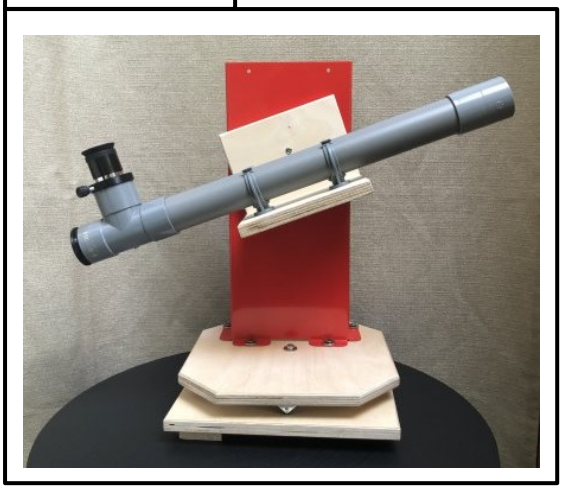
STAP 8

nipte afbeelding

STAP 9

STAP 10

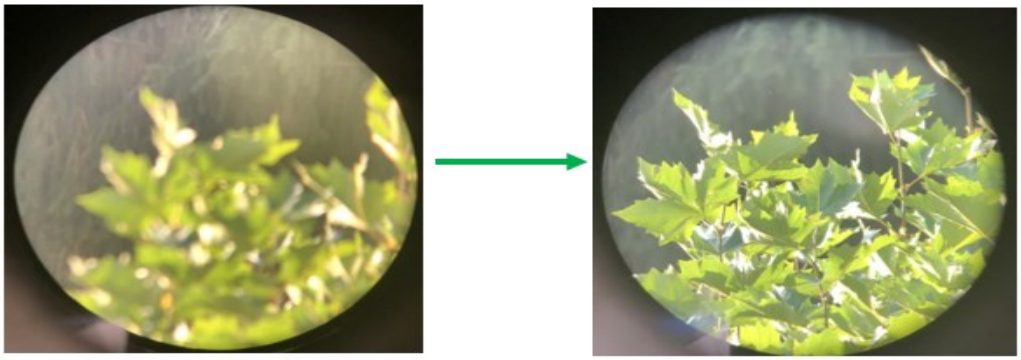
STAP 11

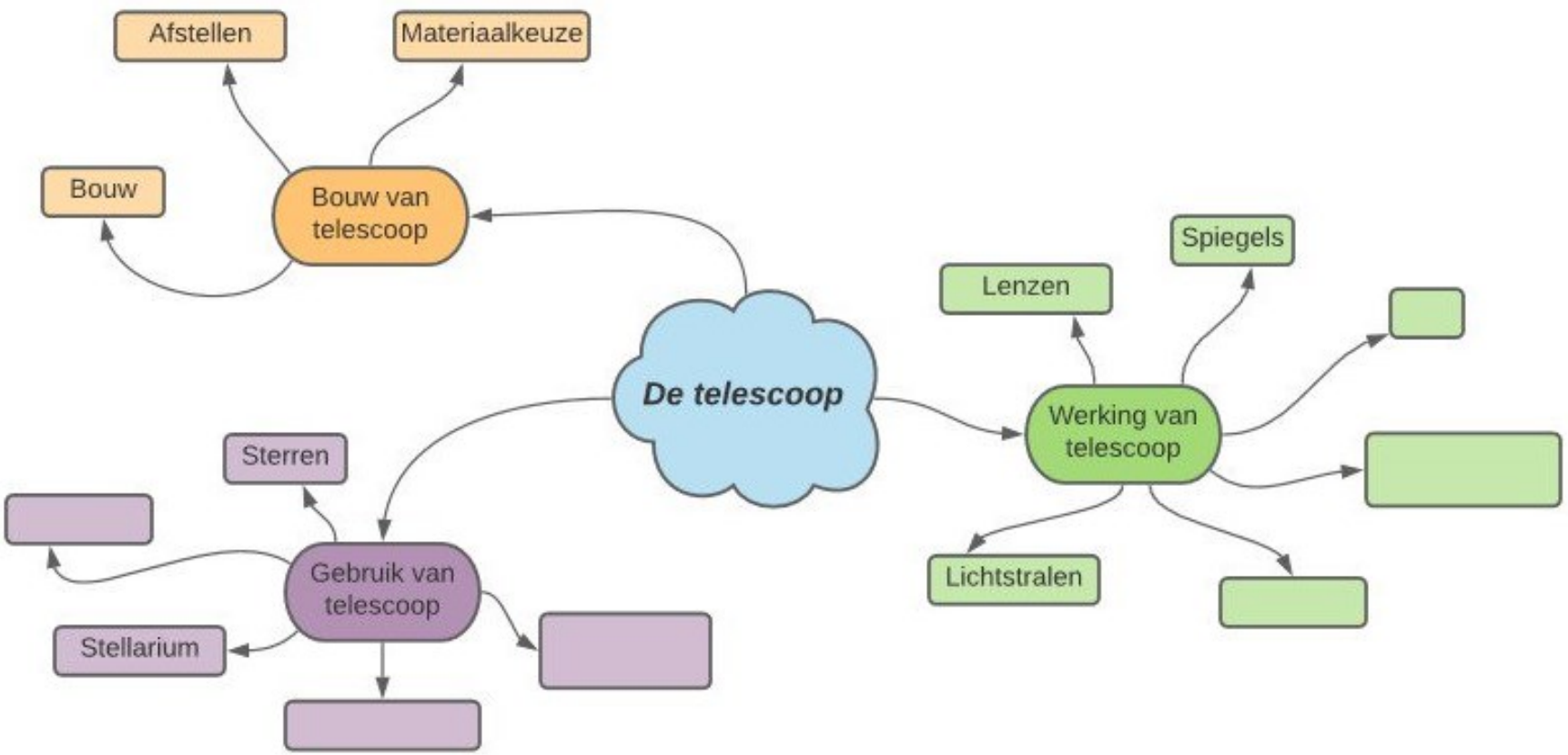


3.8 Afstellen refractortelescoop

Om een scherp beeld te krijgen moet je het oculair afstellen. Probeer te focussen op een welbepaald object (dit kan een gebouw of een boom zijn) en breng het oculair meer in of uit de focuser totdat je een scherp beeld van het object krijgt. Draai het oculair vast met de schroef zodat het scherp beeld behouden blijft.

Als je na het afstellen van het oculair nog steeds geen scherp beeld krijgt, kan het zijn dat je de lens moet omdraaien. Zorg ervoor dat de bolle zijde naar buiten gericht is!





Belgium
esero

Module 4: Onderzoek met de telescoop

"There is no such thing as a failed experiment, only experiments with unexpected outcomes."

- *R. Buckminster Fuller*

Ondertussen heb je geleerd hoe je de twee soorten telescopen moet bouwen en afstellen. Nu begint het echte werk! Voer de onderstaande onderzoeksopdrachten uit om te leren werken met de telescoop.

4.1 Onderzoeksopdracht: Lezen met de telescoop

Onderzoeksvraag:
Met welke telescoop kan je woorden op verre afstand het beste lezen?

Hypothese:

_____
_____

→ *Benodigdheden:*

- Fiche nr. _____
- Telescoop (reflectortelescoop & refractortelescoop)
- Rolmeter

→ *Uitvoering:*

1. Neem de fiche en ga op een afstand van 20 meter van elkaar staan. Gebruik een rolmeter om de afstand te bepalen.
2. De persoon zonder fiche probeert de woorden op de fiche te lezen. (Hiervoor gebruik je nog GEEN telescoop!)
3. Vervolgens neem je de telescoop en probeer je de woorden van de fiche te lezen. Stel je telescoop correct af! (Zie hoofdstuk 3.4 & 3.8)
4. Herhaal stap 3 ook met de andere telescoop.
5. Duid je waarnemingen aan en noteer ook wat je gezien en gelezen hebt op het fiche.

→ *Waarnemingen:*

Telescoop 1: Reflectortelescoop

(Doorstreep het foutieve antwoord)

- Zonder telescoop kon ik de woorden wel / niet lezen.
- Met de telescoop kon ik de woorden wel / niet lezen.
- Wat is er gebeurd met de woorden op het fiche?
  Niets (Ze worden vergroot)

Telescoop 2: Refractortelescoop

(Doorstreep het foutieve antwoord)

- Zonder telescoop kon ik de woorden wel / niet lezen.
- Met de telescoop kon ik de woorden wel / niet lezen.
- Wat is er gebeurd met de woorden op het fiche?
  De woorden op de fiche zijn gespiegeld (en vergroot)

Antwoord onderzoeksvraag:

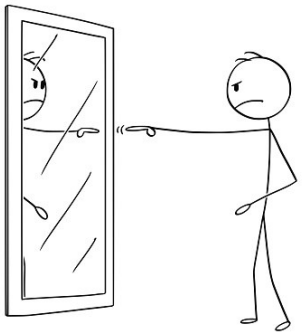
→ *Besluit:*

Met welke telescoop kan je woorden op verre afstand het beste lezen? Waarom kan je met die bepaalde telescoop de woorden het beste lezen?
Met de reflectortelescoop kan je de woorden op verre afstand het beste lezen. Bij de refractortelescoop werden de woorden gespiegeld waardoor je de woorden niet meer kon lezen.

Klopt je hypothese? Ja / Nee

4.2 Onderzoeksopdracht: Spiegelvorming met meerdere spieg

Wanneer je in de spiegel kijkt zie je jezelf in spiegelbeeld. Wanneer jij je linkerhand in de lucht steekt, steekt jouw spiegelbeeld zijn rechterhand in de lucht.



Onderzoeksvraag:

Hoe wordt het spiegelbeeld gevormd van een woord op een papier wanneer we het woord twee keer spiegelen met behulp van twee spiegels?

Hypothese:

_____

_____

→ *Benodigdheden:*

- Meerdere spiegels
- Een papier

→ *Uitvoering:*

1. Vouw het papier dubbel.
2. Schrijf op een zijde van het paper het woord: telescoop
3. Plaats één spiegel op de tafel en het papier tegenover de spiegel zodat je het woord in de spiegel kan bekijken.
4. Plaats een tweede spiegel op de tafel loodrecht op de eerste spiegel. Bekijk het woord in de tweede spiegel.

→ *Waarneming:*

- Bij één spiegel staat het woord **in spiegelbeeld** / in de juiste volgorde.
- Bij twee evenwijdige spiegels staat het woord in spiegelbeeld / **in de juiste volgorde.**

(Doorstreep het foutieve antwoord)

Antwoord onderzoeksvraag:

→ *Besluit:*

Wat gebeurt er met het woord of een object wanneer het één keer wordt gespiegeld?
Het woord of het object staat in spiegelbeeld, hierdoor kan je het woord niet meer lezen.

Wat zou er gebeuren met het woord of een object wanneer het een oneven aantal keer wordt gespiegeld?
Het woord of object is gespiegeld.

Wat gebeurt er met het woord of een object wanneer het twee keer wordt gespiegeld?
Het woord of het object wordt twee keer gespiegeld, hierdoor kan je het woord wel lezen.

Wat zou er gebeuren met het woord of een object wanneer het een even aantal keer wordt gespiegeld?
Het woord of object is niet gespiegeld.

Klopt je hypothese? Ja / Nee

Opmerkingen: Gespiegelde woorden bij refractortelescoop.

In de refractortelescoop zit er maar één spiegel in tegenstelling tot de reflectortelescoop waar er twee spiegels aanwezig zijn. Met de reflectortelescoop zijn de woorden niet gespiegeld zoals bij de refractortelescoop wel het geval is.

4.3 Onderzoeksopdracht: Weerkaatsing van lichtstralen

Onderzoeksvraag:

Wat gebeurt er met de lichtstralen die invallen op meerdere spiegels?

Hypothese:

_____

_____

→ *Benodigdheden:*

- Hoekspiegel
- Vlakke spiegel
- Laser
- Krijtstof

→ *Uitvoering 1:*

1. Plaats de **vlakke spiegel** met smalle zijde op de tafel, hou de spiegel vast indien nodig.
2. Een leerling maakt beide handen stoffig door middel van krijtstof.
3. Schijn met de laser op de spiegel.
4. De leerling met de bestofte handen klapt in zijn handen.
   LET OP: Dit dient dicht bij de spiegel en laser te gebeuren.
5. De lichtstraal van de laser komt tevoorschijn.

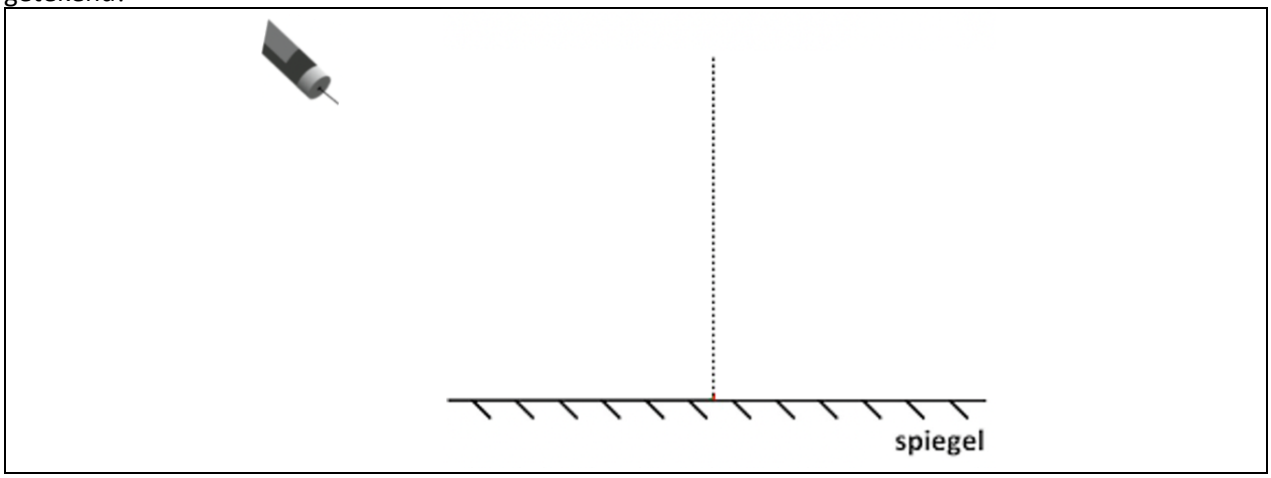
→ *Waarneming 1:*

Wat gebeurt er met de lichtstraal van de laser?

Tip: hoek van invallende lichtstraal vs. hoek van teruggekaatste lichtstraal

De hoek van de invallende lichtstraal is gelijk aan de hoek van de teruggekaatste straal.

Maak een tekening van de invallende en teruggekaatste lichtstraal. De spiegel en de laser zijn al getekend!

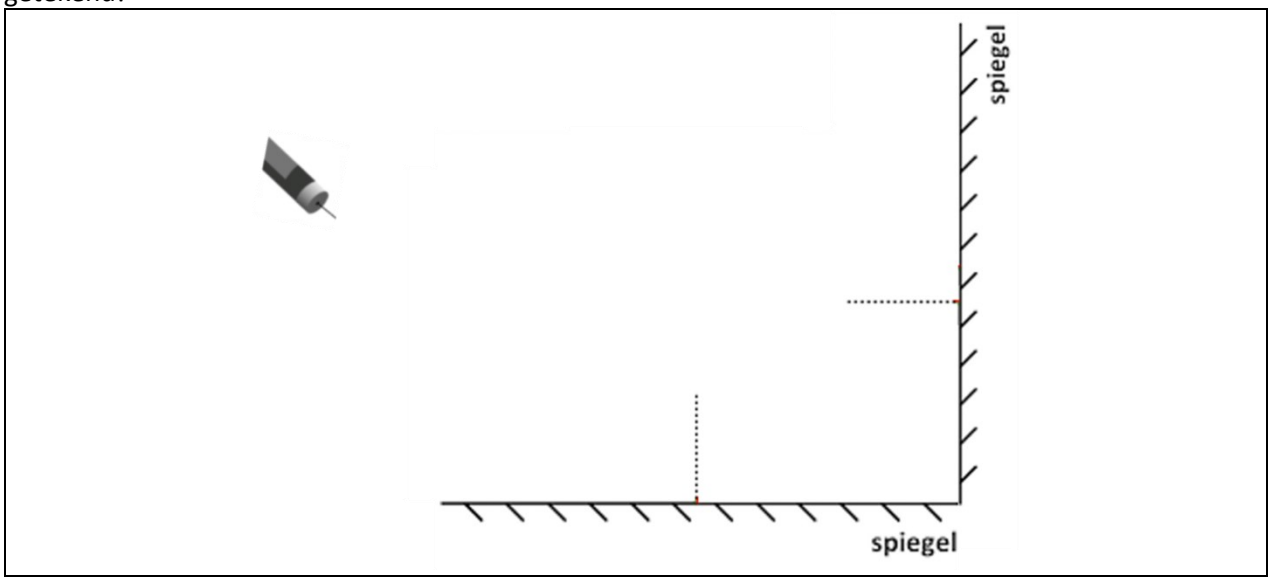


→ *Uitvoering 2:*

1. Plaats de **hoekspiegel** met smalle zijde op de tafel, hou de spiegel vast indien nodig.
2. Een leerling maakt beide handen stoffig door middel van krijtstof.
3. Schijn met de laser op een van de spiegels.
4. De leerling met de bestofte handen klapt in zijn handen.
   LET OP: Dit dient dicht bij de spiegel en laser te gebeuren.
5. De lichtstraal van de laser komt tevoorschijn.

→ *Waarneming 2:*

Maak een tekening van de invallende en teruggekaatste lichtstraal. De hoekspiegel en de laser zijn al getekend!



Antwoord onderzoeksvraag:

→ *Besluit:*

Wat gebeurt er met de lichtstralen die invallen op meer dan een spiegel?

De lichtstralen weerkaatsen terug, waarbij steeds de hoek van de invallende lichtstraal gelijk is aan de hoek van de teruggekaatste straal.

Klopt je hypothese? Ja / Nee

4.4 Onderzoeksopdracht: Verschillende soorten lenzen

Onderzoeksvraag 1:

Wat gebeurt er met de lichtstralen die invallen op een bolle lens?

Hypothese:

De bolle lens breekt de lichtstralen naar eenzelfde punt, het brandpunt.

→ *Benodigdheden:*

- Bolle lens
- 3 Lasers

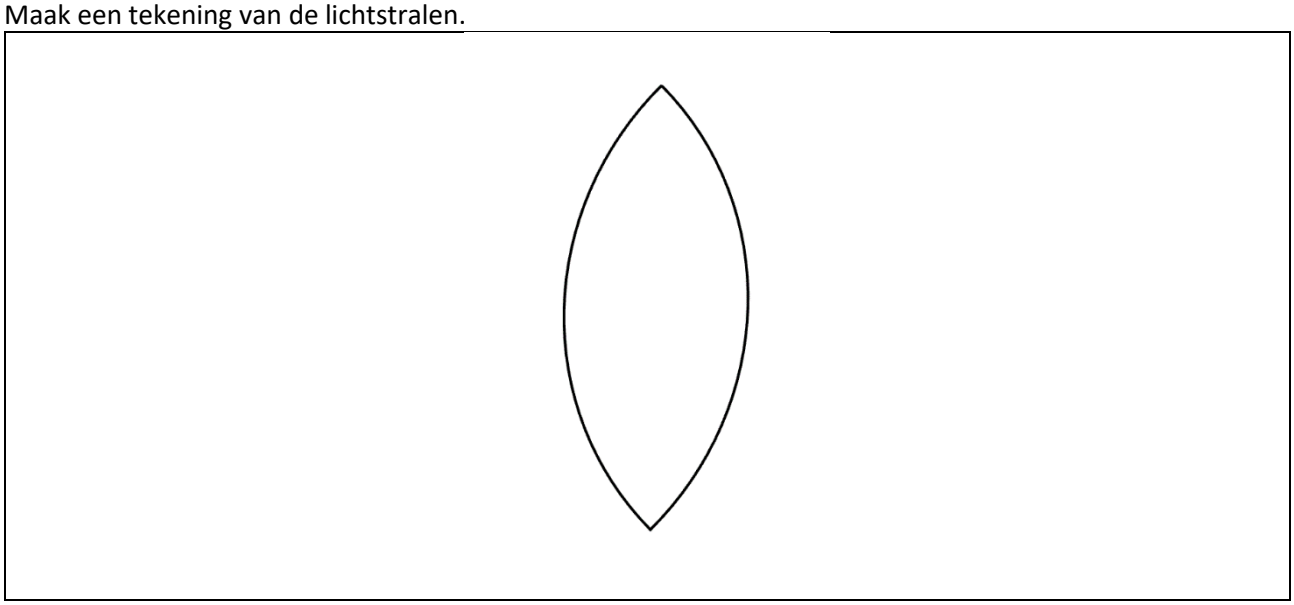
→ *Uitvoering:*

1. Leg de lens op tafel
2. Schijn een laser loodrecht door het midden van de bolle lens.
3. Schijn een laser loodrecht op de bovenste helft van de lens.
4. Schijn een laser loodrecht op de onderste helft van de lens.

→ *Waarnemingen:*

De lichtstralen worden gebroken. De lichtstralen komen samen in één punt.

Maak een tekening van de lichtstralen.



Antwoord onderzoeksvraag 1:

→ *Besluit:*

De bolle lens breekt de lichtstralen naar eenzelfde punt, het brandpunt.

Klopt je hypothese? Ja / Nee

Onderzoeksvraag 2:

Wat gebeurt er met de lichtstralen die invallen op een prismavormige lens? Wordt er hier ook een brandpunt gevormd?

Hypothese:

Een prisma breekt de lichtstralen, er wordt geen brandpunt gevormd.

→ *Benodigdheden:*

- Prismavormige lens
- 3 Lasers

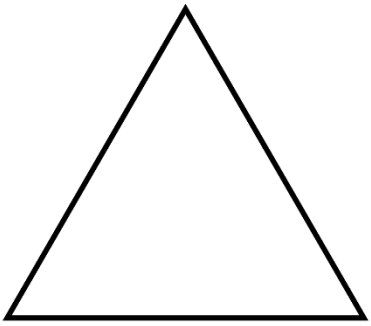
→ *Uitvoering:*

1. Plaats de lens op tafel.
2. Schijn met een laser loodrecht op een zijde van de prisma.
3. Schijn met een laser schuin op een zijde van de prisma.
4. Schijn hierna ook eens op een hoekpunt van de prisma.

→ *Waarnemingen:*

De lichtstralen breken. Lichtstralen die naar boven schijnen worden naar onder gebroken.

Maak een tekening van de lichtstralen.



Antwoord onderzoeksvraag 2:

→ *Besluit:*

Een prisma breekt de lichtstralen. Er wordt geen brandpunt gevormd.

Klopt je hypothese? Ja / Nee

4.5 Onderzoeksopdracht: Zwarte binnenkant van een telescoop

Onderzoeksvraag:

Waarom is de binnenkant van een telescoop zwart gekleurd?

Hypothese:

→ *Benodigdheden:*

- Telescoop (Refractortelescoop)
- Zwart papier

→ *Uitvoering:*

1. Neem de refractortelescoop en focus op een voorwerp in de klas.
2. Probeer het beeld dat je ziet goed te onthouden.
3. Haal de tussenverbinding met lens er voorzichtig af.
4. Haal het zwarte papier eruit.
5. Kijk nog eens door de telescoop en probeer op hetzelfde voorwerp te focussen.
6. Noteer je waarnemingen.

→ *Waarnemingen:*

Welk verschil merkte je op bij de aan- of afwezigheid van het zwarte papier?
Bij de afwezigheid van het zwarte papier is er meer reflectie in de telescoop. Als er een zwarte kleur of papier in de telescoop aanwezig is dan treedt er minder reflectie op.

Antwoord onderzoeksvraag:

→ *Besluit:*

Waarom gebruiken we een zwarte kleur aan de binnenzijde van de telescoop?
De zwarte kleur in de telescoop gebruiken we om reflecties in de telescoop tegen te gaan. We krijgen zo een zuiverder beeld.

Klopt je hypothese? Ja / Nee

4.6 De slechtvalk en de telescoop

In het begin van dit project heb je gezien dat sommige roofvogels vanop een verre afstand kleine details kunnen waarnemen, dit noemden we telescopisch zicht. Helaas kunnen wij mensen met onze ogen geen details waarnemen op verre afstanden. Tijdens deze oefening kom je meer te weten over de slechtvalk die voordeel haalt uit zijn telescopisch zicht.

Opdracht: Bekijk het filmpje door op de onderstaande link te drukken of de QR-code te scannen en beantwoord de onderstaande vragen. Maak ook gebruik van de infofiches om volgende vragen te beantwoorden!

Via de vragen kom je te weten welke bijzondere kenmerken de slechtvalk bezit.

Link filmpje: https://www.youtube.com/watch?v=legzXQlFNjs

→ *Vragen:*

1. Wat is de functie van de kegeltjes in de neus van de slechtvalk?

De slechtvalk heeft in beide neusgaten een kegeltje. De stuwkracht die een grote druktoename veroorzaakt tijdens een duik wordt door de kegeltjes geregeld. De kegeltjes zorgen ervoor dat de luchtdruk die inspeelt op de vogel beter wordt gestroomlijnd. Zo wordt schade aan de longen van de slechtvalk vermeden.

2. Wat doet de slechtvalk op de afbeelding hierlangs?

De slechtvalk maakt een duikvlucht.

3. De slechtvalk staat bekend als de snelste vogel. Wat zou de topsnelheid van deze vogelsoort kunnen zijn? Schrijf bij letter A welke snelheid de vogel behaalt volgens jou en noteer bij letter B de snelheid die experimenteel is vastgelegd.

A. _____ km/h

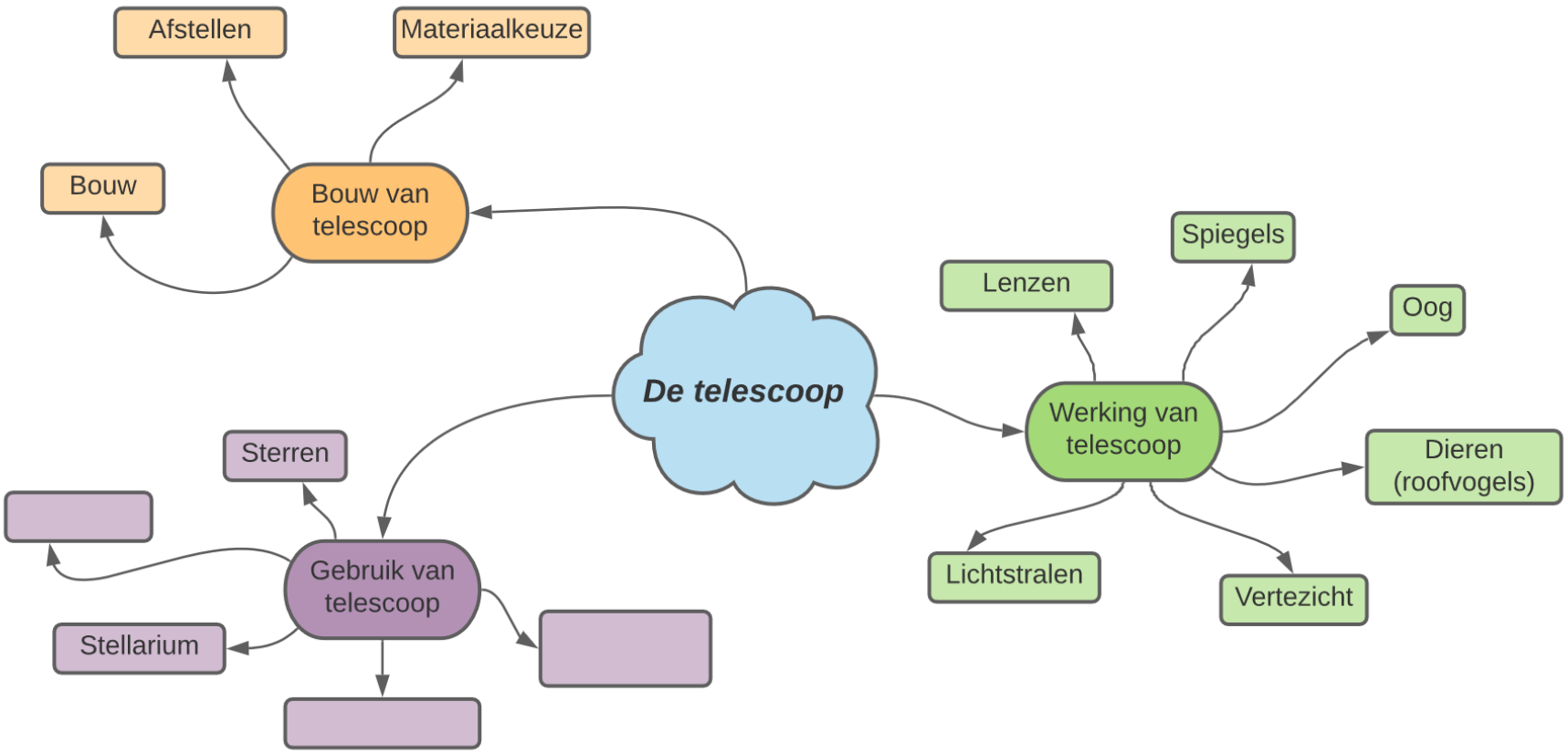
B. **389** km/h

Besluit: *Telescopisch zicht/ duikvlucht/ kegeltjes*

(Vul aan.)

Het belangrijkste zintuig van de slechtvalk is natuurlijk het gezichtsvermogen. Zij kunnen met hun ogen 3 keer zo ver zien dan de mens, dit ingezoomde zicht noemen we het **telescopisch zicht**.

De slechtvalk is een vogeljager. Ze houden hun prooi in de gaten en na een snelle berekening vallen ze de prooi aan door een **duikvlucht** te maken. De stuwdruk die de valk tijdens de vlucht ondervindt wordt geregeld door de **kegeltjes** in de neus.

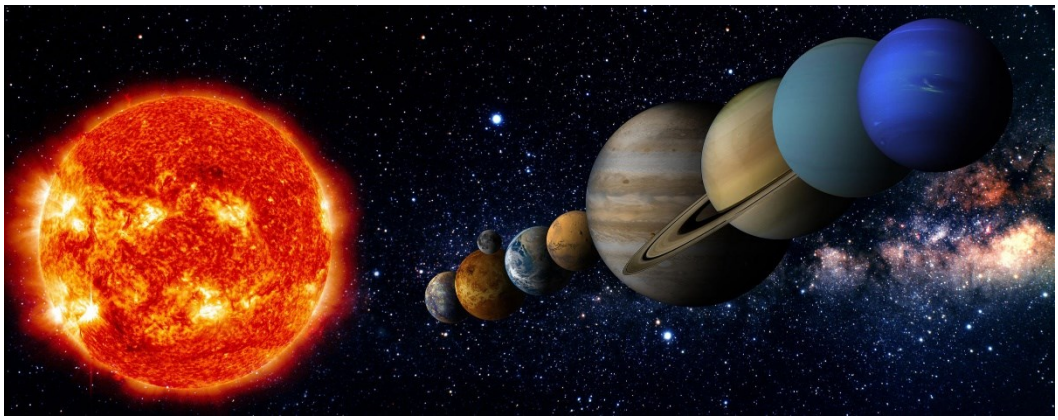


Belgium
esero

Module 5: Ons zonnestelsel

"We are just an advanced breed of monkeys on a minor planet of a very average star. But we can understand the Universe. That makes us something very special."
- Stephen Hawking

5.1 Acht planeten in een baan rond de zon



Bron: Janez Volmajer

Opdracht: Ons zonnestelsel telt 8 planeten. Bekijk het filmpje door op de onderstaande link te drukken of de QR-code te scannen en ontdek de planeten. Som de planeten hieronder op.

Link website: https://quiz.ntr.nl/quiz/start/quiz_id/266

Mercurius, venus, aarde, mars, jupiter, saturnus, uranus, neptunus

***Opdracht Stellarium**

Ga 's avonds naar buiten en probeer jupiter, saturnus en nog andere ruimteobjecten waar te nemen. Gebruik stellarium als gids om de juiste locatie te bepalen.
Beschrijf je waarnemingen.

Afhankelijk van de tijd zijn jupiter en saturnus heel klein zichtbaar en vallen ze niet op tussen de sterren.

5.2 Ontdekkingen in het heelal

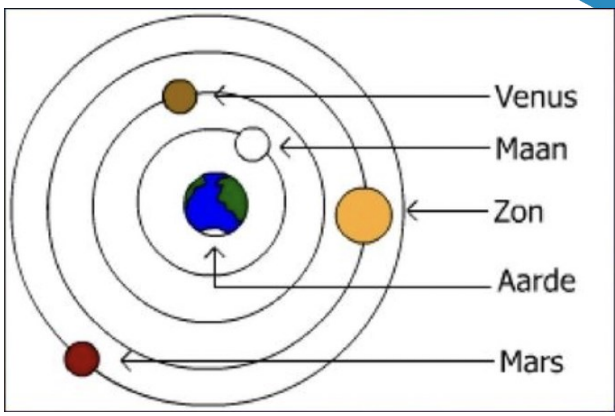
5.2.1 Geocentrisme

Opdracht: Bekijk de website door op de onderstaande link te drukken of de QR-code te scannen. Vul de onderstaande tekst in en ontdek zelf wat geocentrisme is.

Link website: https://galileicopernicus.weebly.com/geocentrisme.html

Geocentrisme is de leer die stelt dat de **aarde** het middelpunt van het universum is. **Geocentrisme** is de voorganger van het **Heliocentrisme** . Het geocentrische wereldbeeld is ontstaan in de **Griekse** oudheid onder invloed van **Aristoteles** en later door Ptolemaeus. Onder leiding van de **kerk**.

De **aarde** wordt omringd (en is dus het **Middelpunt**) door zeven planeten: Saturnus, Mercurius, Venus, Mars, Jupiter, Uranus, Neptunus. Hoe **verder** een planeet van de aarde staat, hoe **volmaakter** deze is. De **maan** staat naast de aarde, wat betekent dat deze dus nauwelijks volmaakt is.



Het katholieke geloof was in de **16e** en de **17e** eeuw heel belangrijk en de **kerk** had veel macht en invloed. Wanneer je tegen de **geocentrische** theorie was, sprak je in feite de **Bijbel** tegen en dus keerde je je tegen de kerk.

Pas toen meer en meer theorieën kwamen over het **Heliocentrisme** , met argumenten en theorieën waar geen mens en zelfs de **kerk** niet omheen kon, veranderde het **wereldbeeld** radicaal.

Geocentrisme is een leer waarvan ze later ontdekten dat deze niet meer helemaal klopte.

5.2.2 Heliocentrisme

Opdracht: Bekijk de website door op de onderstaande link te drukken of de QR-code te scannen. Vul de vragen in en ontdek zelf wat Heliocentrisme is.

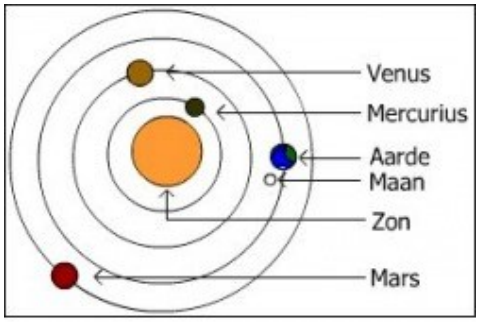
Link website: https://osr.org/nl/blog/osr-nl/copernicus-en-het-heliocentrische-wereldbeeld/

→ *Vragen:*

1. Wie zorgde ervoor dat het geocentrische wereldbeeld veranderde?

   Nicolas Copernicus

2. Deze man ontwikkelde een eigen theorie, namelijk het heliocentrisme. Geef een korte omschrijvingvan het heliocentrisme.



Het heliocentrisme is een theorie die ervan uitgaat dat de zon centraal staat en dat de planeten rond de zon draaien

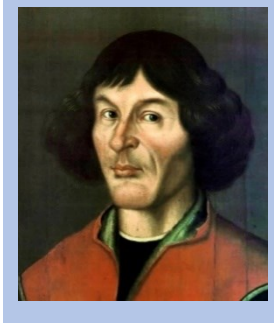
3. Hij durfde zijn boek Revolutionibus Obrium Cealestium niet te publiceren. Waarom?

   Hij sprak de kerk tegen en hij was bang om opgesloten of gestraft te worden.

4. Wanneer durfde hij het boek wel te publiceren? *(Geen datum, maar een tijdstip in zijn leven)*

   Pas op zijn sterfbed durfde hij het boek te publiceren.

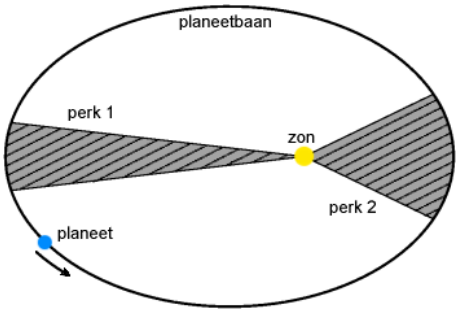
Nicolaas Copernicus (1473 - 1543)



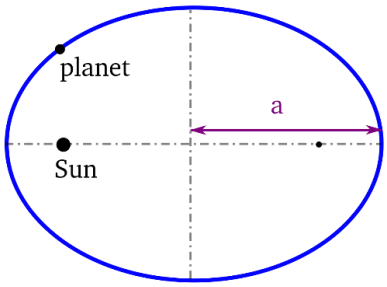
Copernicus was een wiskundige en astronoom die een heliocentrisch model van het universum opstelde. Deze theorie vormde de basis voor Galileo Galilei om tot verdere bevindingen te komen.

*5.2.3 Beweging van planeten (Kepler) (Tweede graad)

Kepler bestudeerde de beweging van planeten en ontwikkelde 3 wetten, de wetten van Kepler. In zijn eerste wet formuleert hij dat de baan van de planeten rond de zon niet cirkelvormig is, maar ellipsvormig.



Perkenwet Kepler



Harmonische wet Kepler

Johannes Kepler (1571 - 1630)

Kepler vormde **3 wetten** voor de beschrijving van planeetbewegingen:
1. Alle planeten bewegen in elliptische banen rond de zon
2. Perkenwet: Een planeet verandert van snelheid tijdens zijn beweging. Kortbij de zon beweegt de planeet sneller dan ver van de zon af. (Zie afbeelding)
3. Harmonische wet: Het kwadraat van de omlooptijd T* is evenredig met de derde macht van haar lange as *a* (zie afbeelding)

$$\frac{T^2}{a^3} = constant$$

*Omlooptijd: tijd nodig om een volledige baan af te leggen.

5.2.3 Door de telescoop van Galilei

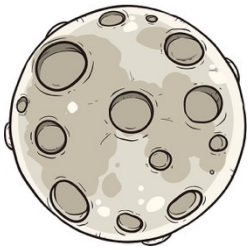
Opdracht: Bekijk het filmpje door op de onderstaande link te drukken of de QR-code te scannen. Vul de onderstaande tekst in en ontdek zelf waarom de telescoop van Galilei zo speciaal is.

Link website: https://www.youtube.com/watch?v=K5vezYaOpC4&ab_channel=CornerstonesEducation

Galileo Galilei is in de 16de eeuw geboren en is een astronoom, wiskundige en een **wetenschapper / fysicus** . Vandaag wordt hij beschouwd als de **vader** van de **Moderne** wetenschap. Maar vroeger was Galileo Galilei niet populair, hij sprak namelijk de **kerk** tegen.

Maar wat had hij dan gevonden en waarom werd de kerk daar zo boos door?

De maan:



De kerk dacht dat de maan **glad** was. Maar Galilei keek door zijn **telescoop** en zag dat de maan vol met **kraters** en bergen bedekt was. Hij publiceerde deze bevindingen, in ongeloof van de kerk.

De zon:

De kerk dacht dat de zon **glad** was. Maar Galileo Galilei keek door zijn telescoop en zag dat de zon bedekt was met **donkere** gebieden genaamd *zonnevlekken*. Ook ontdekte hij dat de zon rond zijn as **draait.**

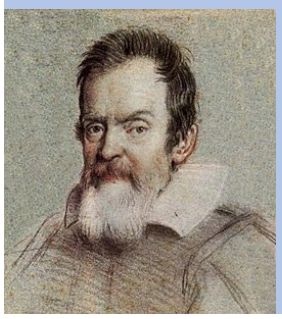
Het heliocentrisme:

Net zoals Nicolas Copernicus geloofde Galileo Galilei niet dat de planeten rond de aarde draaiden, dit noemen we **geocentrisme** . Maar hij geloofde dat de planeten rond de **zon** draaien, dit noemen we heliocentrisme.

De kerk had er genoeg van en besloot Galileo Galilei op te sluiten.

Tijdens deze gevangenschap kon hij nog steeds met zijn telescoop de planeten observeren.

Galileo Galilei (1564 - 1642)



Galilei maakte niet enkel waarnemingen maar bestudeerde ook de aardse fysica. Zo kwam hij bijvoorbeeld met een traagheidswet, die zegt dat de snelheid van een voorwerp constant blijft als er geen krachten op inwerken. Deze wet vormde de basis voor de zwaartekrachtswetten van Newton.

5.2.4 Newton – Ontdekker van de zwaartekracht

Opdracht: Bekijk de website door op de onderstaande link te drukken of de QR-code te scannen. Vul de onderstaande tekst in en ontdek zelf de bewegingswetten van Newton.

Link website: https://historiek.net/isaac-newton-1642-1727/8/

De Britse geleerde ontwikkelde drie belangrijke bewegingswetten. Uit deze wetten is de gehele mechanica opgebouwd.

Wet 1: Wet van traagheid / inertie

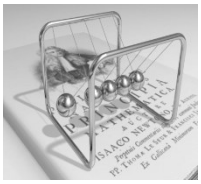
Deze wet houdt in dat een voorwerp in rust verkeert, als er geen **kracht** op wordt uitgeoefend. Het voorwerp ligt dan stil of beweegt zich met een **constante snelheid** Om beweging te creëren is kracht nodig. Inwendige kracht door middel van eigen stuwkracht of een uitwendige kracht.

Wet 2: Kracht en beweging

In deze wet stelt Newton dat de verandering van een **beweging** evenredig is aan de **kracht** die op het voorwerp wordt uitgeoefend. Bijvoorbeeld de krachtfactoren: luchtweerstand en zwaartekracht.

Wet 3: Actie – reactie

Deze wet stelt dat de kracht dat een voorwerp uitoefent op een ander voorwerp, een gelijke, maar **tegengestelde** reactie oproept. Denk bijvoorbeeld aan een bal die tegen een doel wordt geschoten: de bal kaatst terug met dezelfde kracht als waarmee hij het doel heeft geraakt. Deze derde wet is goed te zien in de zogenaamde 'Wieg van Newton'.



Bron: Dominique Toussaint

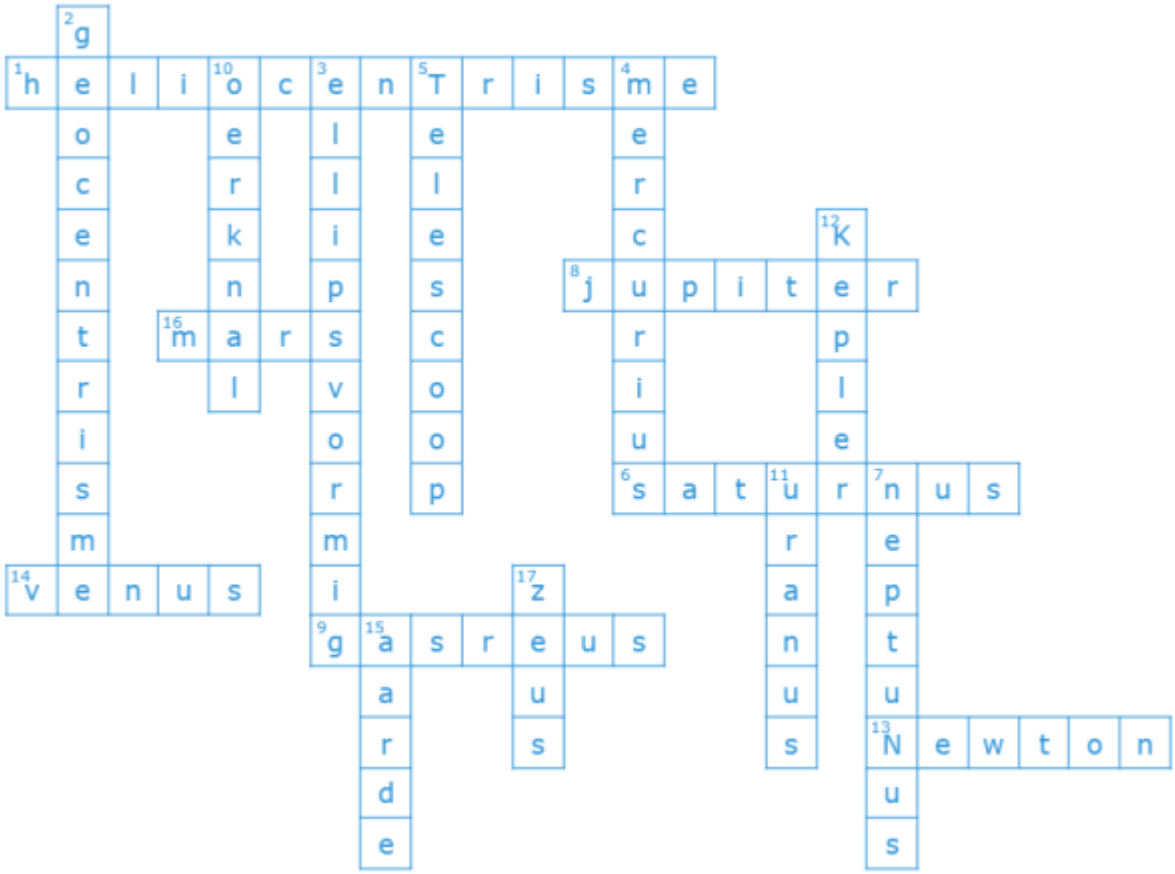
Nadat Newton deze wetten had opgesteld, hield hij zich bezig met de vraag **waarom voorwerpen uit de ruimte vallen en waarom hemellichamen in hun baan blijven**. De Britse geleerde stelde dat de bewegingswetten ook van toepassing waren in **de ruimte**. Hemellichamen zouden **zwaartekracht** op elkaar uitoefenen. Newton was de eerste die het begrip in beeld bracht.

Isaac Newton (1643 - 1727)

Newton werd bekend door zijn 3 fundamentele natuurwetten over krachten:
1. Wet van traagheid: Als de som van de krachten op een voorwerp nul is, dan ondervindt het voorwerp geen versnelling.
2. Hoofdwet van mechanica: De grootte van de kracht is gelijk aan de massa maal de versnelling van het object, oftewel in formulevorm: F = m . a
3. Wet van actie en reactie: Als een voorwerp A een kracht uitoefent op voorwerp B, oefent B een even grote maar tegengestelde kracht uit op voorwerp A.

5.3 Kruiswoordraadsel: ons zonnestelsel

Test je kennis van het zonnestelsel door het kruiswoordraadsel in te vullen.

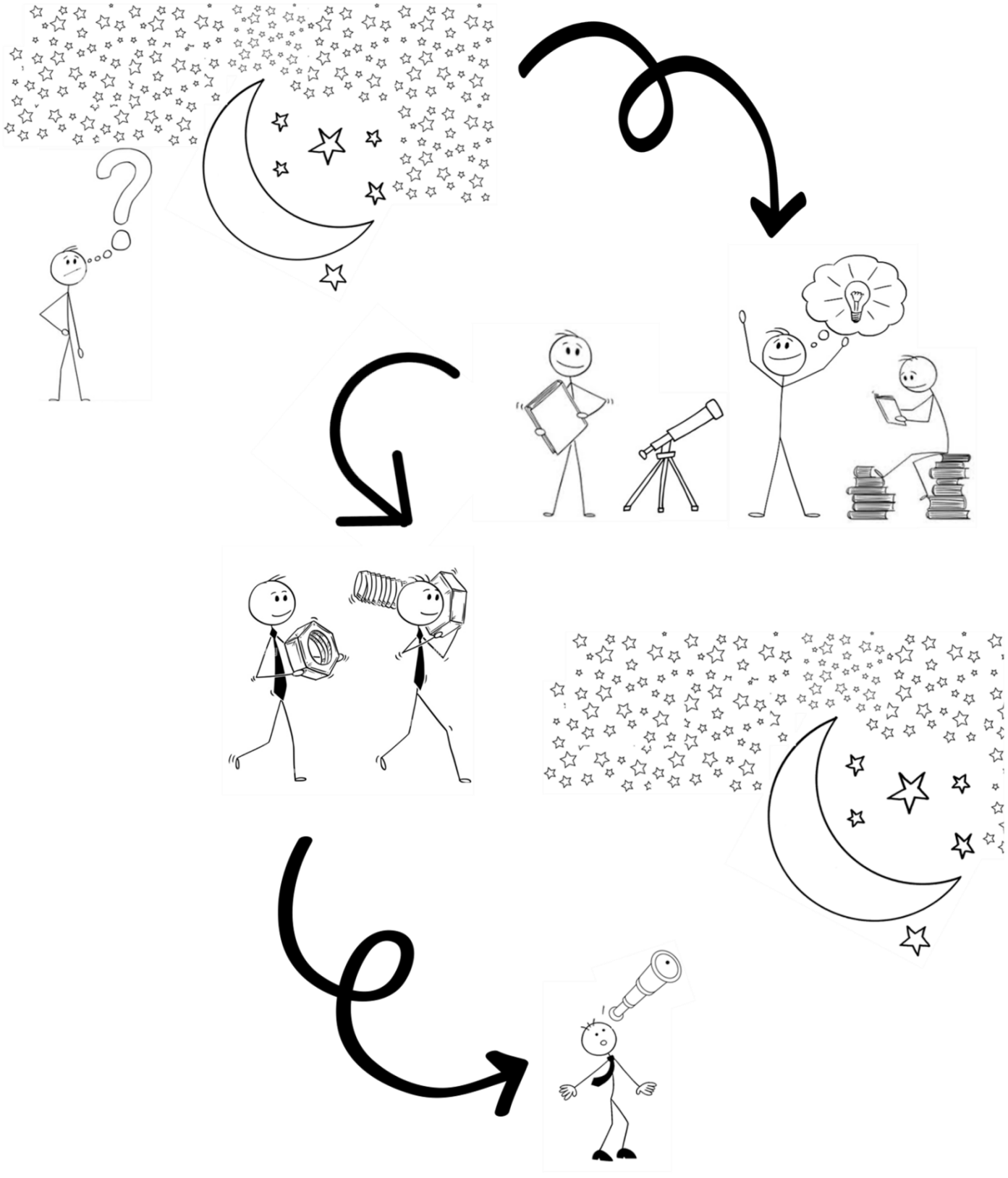


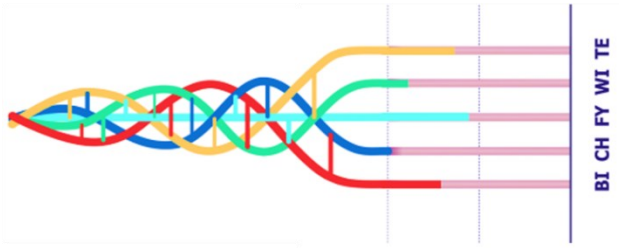
Verticaal	Horizontaal
2. Aarde centraal in heelal. **3.** Baan van planeten rond de zon zijn niet rond, maar … **4.** Kleinste planeet van zonnestelsel. **5.** Galilei deed als een van de eersten waarnemingen met een … **7.** Verst gelegen planeet in zonnestelsel. **10.** Ontstaan van het heelal. **11.** Zevende planeet van zonnestelsel. **12.** Hij stelde drie wetten op over de beweging van planeten. **15.** Planeet voor 70% bedekt met water. **17.** Griekse oppergod.	**1.** Zon centraal in zonnestelsel. **6.** Planeet met kenmerkende ring. **8.** Romeinse oppergod. **9.** Naam voor een gigantische planeet uit gas (vb. Jupiter). **13.** Hij introduceerde de formule F = m . g **14.** Romeinse godin van schoonheid. **16.** Meest bewoonbare planeet.

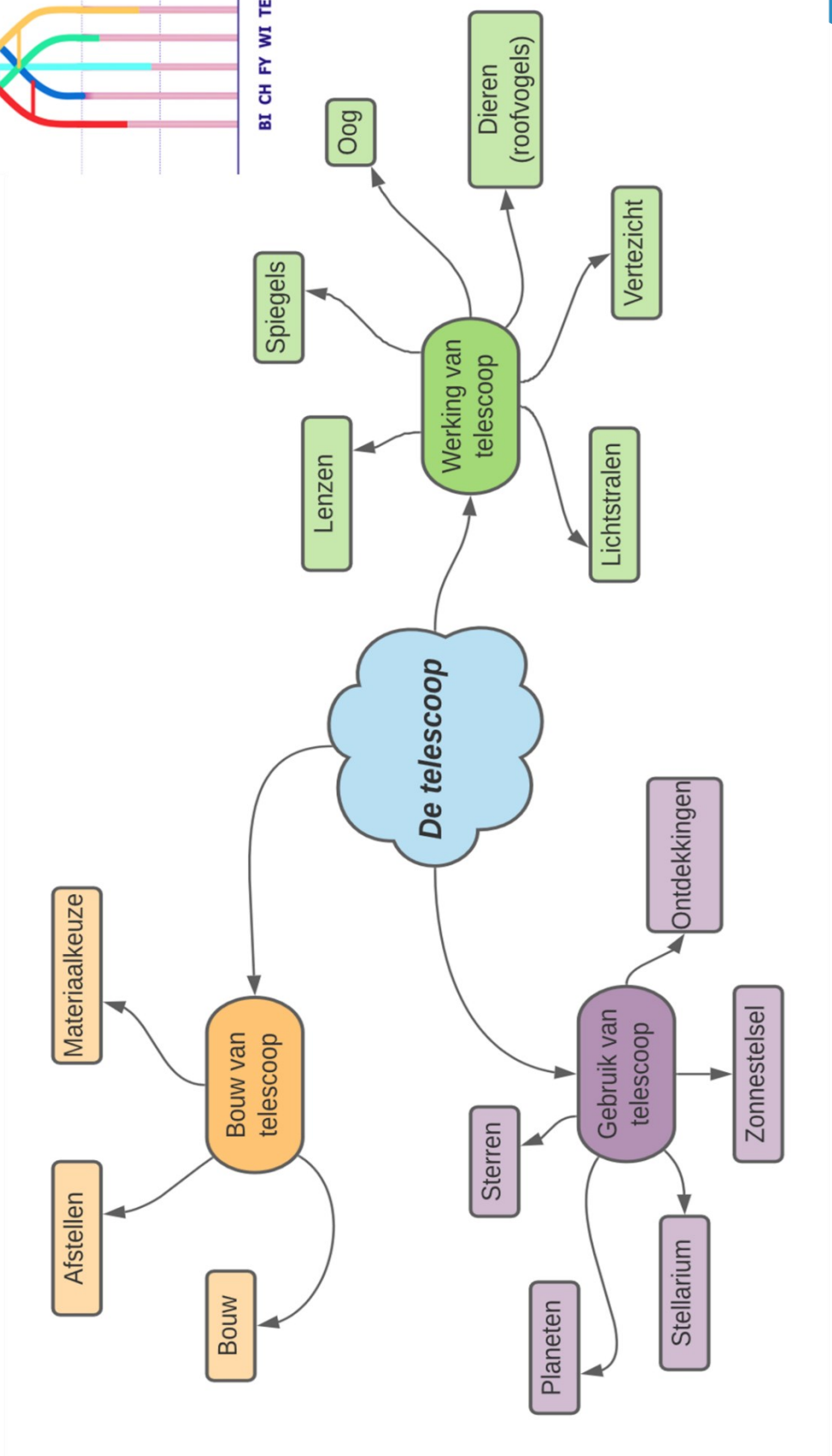
Scan de QR-code om je kruiswoordraadsel te verbeteren!

Eindconclusie

Doelen bereikt? Korte herhaling…




BI CH FY WI TE


De telescoop
Werking van telescoop
Oog
Dieren (roofvogels)
Spiegels
Vertezicht
Lenzen
Lichtstralen
Bouw van telescoop
Materiaalkeuze
Afstellen
Bouw
Gebruik van telescoop
Ontdekkingen
Zonnestelsel
Sterren
Planeten
Stellarium