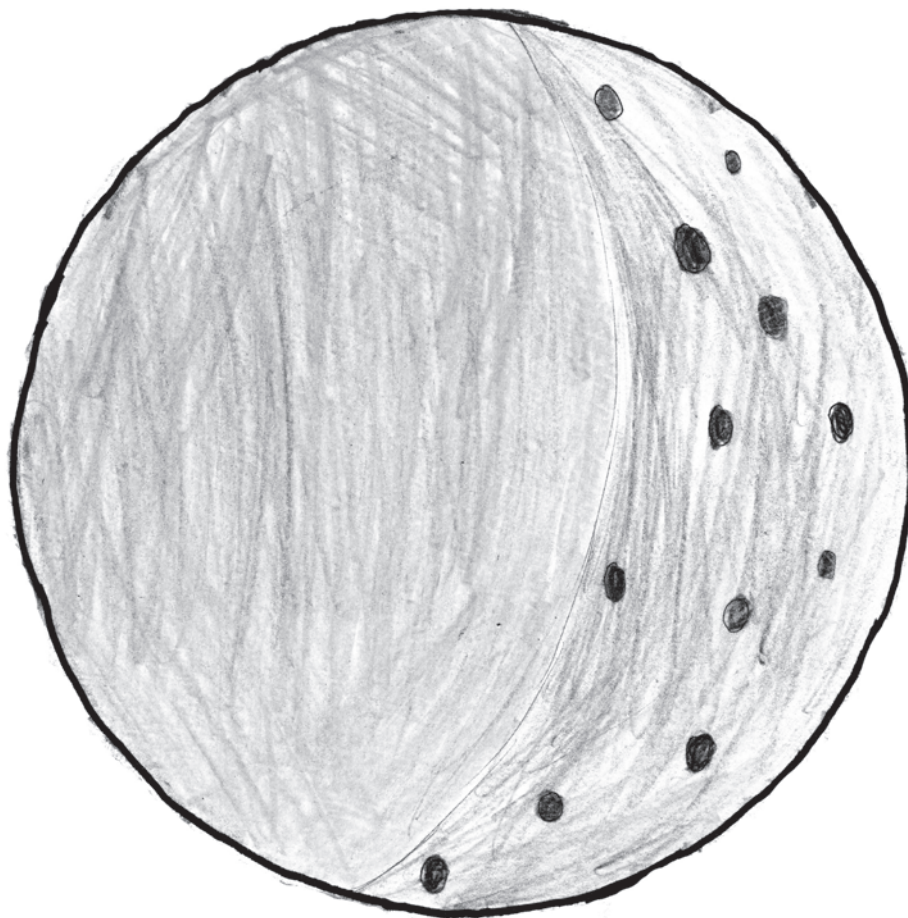


# *Hoofdstuk*



## *De maan*



## Bereikte eindtermen

### Belangrijkste bereikte eindtermen

- Wereldoriëntatie 1.10: De leerlingen kunnen tonen hoe de aarde om zichzelf en de aarde, de zon en de maan ten opzichte van elkaar bewegen.
- Wereldoriëntatie 1.12: De leerlingen kunnen gericht waarnemen met al hun zintuigen en kunnen waarnemingen op een systematische wijze noteren.

### Andere bereikte eindtermen

|                               |                                                                                          |
|-------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| Muzische vorming              | 6.1, 6.4, 6.5                                                                            |
| Nederlands                    | 1.5, 1.8, 1.9, 2.5, 2.9, 2.10, 3.1, 3.2, 3.4, 4.6                                        |
| Wereldoriëntatie              | 1.12, 1.13, 2.4, 5.2, 5.9, 6.10, 7                                                       |
| Wiskunde                      | 1.4, 1.5, 1.10, 1.11, 1.13, 1.15, 1.18, 1.21, 1.26, 1.28, *1.29, 2.1, 2.2, 2.4, 2.7, 4.2 |
| V.O.E.T. Leren leren          | 1, 2, 3, 4, 5, 6                                                                         |
| V.O.E.T. Sociale vaardigheden | 1.5, 1.6, 2, 3                                                                           |

## Ideeën voor lagere graden

- **Maanfasen**

Maak een flipboekje van de maanfasen. Wanneer de leerlingen dit doorbladeren zien ze hoe de vorm van de maan verandert in een maand.

- **Sta versteld van je eigen kracht**

Op de maan weegt alles 6 keer minder. Weeg een aantal voorwerpen met verschillend gewicht. Wat kan je allemaal optillen op aarde? En wat zou je op de maan kunnen optillen?

- **Lucht**

Op de maan is geen lucht. Waarvoor heb je lucht nodig? Kunnen planten en dieren overleven op de maan?

### **De Halvemaanvis**

De halvemaanvis  
Heeft toch zo'n verdriet,  
Omdat niemand hem ooit eens  
Voor vol aanziet.

Hij houdt zich stilletjes  
Schuil tussen 't wier,  
En denkt: was het vast maar  
Mijn laatste kwartier.

Soms rolt er een traan  
Langs zijn neus naar benee;  
Maar wat wil één zo'n traan  
In die eindeloze zee?

Cornelis (Kees) Buddingh', Gedichten 1938 – 1970, De Bezige Bij Amsterdam, 1971





## Inleiding

Sinds het ontstaan van de menselijke intelligentie tracht de mens logica te scheppen in de wereld om zich heen. Jagen, voedsel verzamelen en de ontwikkeling van nederzettingen zijn ontstaan uit de wens om te begrijpen en zaken te controleren. De mens leerde de migratiepatronen van zijn prooi kennen, bestudeerde de rijping van bessen en granen en observeerde de banen van de hemellichamen. Al heel vroeg legde de mens verbanden tussen de beweging van de hemellichamen en veranderingen op aarde. Ze groepeerden de sterren in sterrenbeelden die leken op beren, leeuwen, mensen,... Het vriendelijke gezicht van de maan kreeg bij vele volkeren de naam van een voorouder of god. De melkweg, gezien als een zwak oplichtende band aan de hemel, werd gezien als een stroom melk die door de hemelse moeder werd gegeven om de aarde te voeden.



Een 360°-beeld van Racetrack Playa in Death Valley (USA) met zicht op de melkweg.  
© National Park Service

In dit hoofdstuk bestuderen de leerlingen eerst de maan van op aarde. Daarna nemen ze een close-up om de structuur van de maan te bestuderen. Tenslotte volgen ze in een stukje geschiedenis de race van de mens naar de maan.



Compositie van een aantal manen van ons zonnestelsel © NASA



## Bestuderen van de maan



### Bespreking

Van vele culturen kreeg de maan een speciale naam en betekenis. De Grieken bv. noemden haar Artemis, de godin van de jacht. Vele culturen zagen de maan als een god die aan de hemel opgejaagd werd door de zonnegodin. Sommige culturen trachtten de verschillende schijngestalten van de maan te verklaren. Zij zagen de maancyclus als het verhaal van leven en dood. De wassende maan is het kind dat groeit tot de volwassenheid dat het bereikt bij volle maan. Hierna wordt de maan steeds zwakker tot zij sterft bij nieuwe maan, om hierna terug te worden geboren. De oude Egyptenaren noemden de maan Khonser, wat 'reizend door het moeras' betekent. Iemand die door het moeras waadt zal het grootste deel van de tijd gedeeltelijk verborgen zijn achter het moerasgras, net zoals de maan niet de hele tijd zichtbaar is.



Apollo en Artemis (vaas, ca. 470 v.C.) – Musée du Louvre – © Jastrow; RMN  
Bron: <http://commons.wikimedia.org> (Public Domain)

Ongeveer 2000 jaar geleden verklaarden de Grieken de schijngestalten van de maan aan de hand van een model dat nu nog steeds geldig is. Ze begrepen dat de maan een bol is die door de zon belicht wordt. Slechts één helft van de bol kan belicht worden en van op aarde zien we tegelijkertijd een belicht en een onbelicht deel van de maan. De combinatie van de duur van een draaiing van de maan rond de aarde en van de richting waaruit het zonlicht komt, geeft ons de schijngestalten die de maan elke maand aanneemt.

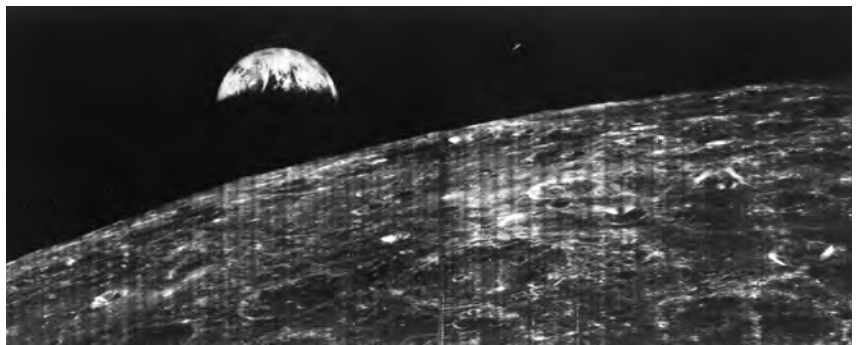


De aarde en de maan © USGS

Gedurende vele eeuwen was de maan nodig om te overleven. De mensen die de maan observeerden ontdekten dat de schijngestalten van de maan een vast patroon volgden. Dit patroon werd de fundering van de eerste kalenders. Het hielp landbouwers om de zaai- en oogsttijden te voorspellen en kondigde het regenseizoen aan voor de mensen die in overstromingsgebieden van grote rivieren woonden.

Volgende onderzoeken komen in dit onderdeel aan bod:

- De cyclus van de maan
- De maan in kaart
- De maanillusie
- De diameter van de maan
- Het model van de aarde (4)
- Zons- en maansverduistering
- Getijden



De eerste foto van de aarde die werd genomen van op de maan (1966) © NASA



# GAZET VAN ANTWERPEN

NATIONALESTRAAT 46, ANTWERPEN — Telefoon: (03) 31.26.00 (20 lijnen) — Telegramadres: Zetvanant — Postcheck: 778.14 — Prijs: 3,50 fr.; Nederland: 30 cent — Gesticht in 1891

DINSDAG

22

JULI

1969 — Nr. 158

STADSBEDRIJF



PERFEKTE LANDING  
EN WANDELING  
IN ZEE DER STILTE



EEN LAAGJE GRIJS STOF  
BEDEKT  
DE HARDE MAANBODEM



NA DE OPSTIJGING  
EN DE KOPPELING  
WEER AARDEWAARTS

## MENSEN OP DE MAAN Is Russische Loena te pletter gestort?

Sinds zondag is het aanschijn van onze eeuw veranderd: precies 21.18 uur onze tijd is de LM-maansloop met de astronauten Neil Armstrong en Edwin Aldrin zachtjes op de maan geland. En toen Armstrong enkele uren later om 3.57 uur maandagochtend, 21 juli 1969, de linkervoet op de maanbodem zette, werden wij mensen van de eerste interplanetaire generatie.

Wat miljoenen mensen in eigen land en over de hele wereld de daaropvolgende uren via de televisie en over de radio hebben kunnen volgen, zal diep in het geheugen gegrift blijven van allen die hiervan getuige waren. Wij hebben met onze ogen twee van onze medemensen op een vreemde planeet zien rondwandelen, werken, praten en foto's zien nemen. Wij hebben deze mensen horen praten over God, over de grootheid van de kosmos en over de vrede en de broederlijkheid waar wij op aarde reeds zo lang op wachten.

Toen Armstrong en Aldrin — de nieuwe Columbo's van de eeuw — maandagavond even voor 19 uur onze tijd met hun gelovende maanlander weer van de maan opstegen, sloot zij een historisch weekend af. Een bevestiging van de Russische ruimtevaart. Want maandagmiddag kwam overzicht het bericht dat de Loena 13 op de maan was geland. Of volledig te pletter geslagen?

### De landing

Nu volgde het delicate moment van de ontkoppeling, dat bo venden achter de maan plaatsgreep terwijl het radiolokaal met de aarde uitviel. In de controlekamer te flonken vachtes bedroeven met spanning op het ogenblik dat de ru loegemaakte konstante weer zichtbaar werd.

De ontkoppeling verliep echter zonder de minste heftigheid om 15.48 u. Juvenen de twee ruimtecapsules weer van achter de maan te voorspelde. De kommandocapsule en de maanlander vloegen op ongeveer 12 meter afstand van elkaar. Door een korte raketaan versnelde de Eagle zich dan van de moedercapsule naar Michael Collins alleen achterbleef, tot de afstand ongeveer 3 km bedroeg.

Om 20.11 km dan het D.O.I. bevel (decent orbit insertion) en de Eagle deed voor de eerste keer zijn adalingsmotor werken: het grote landingsmanoeuvre kon beginnen. Om 21.02 werd de motor voor de laatste maal uitgeschakeld en kregen Armstrong en Aldrin toestemming om te landen. De Eagle bevond zich toen op 914 meter boven de Zee der Stilte.

Zachtjes balancerend op de schuimendzand van de struimingsmotor zette de maanlander zich zachtjes neer op de maanbodem: het was zondagavond 20 juli 1969 21.18 u. onze tijd. Voor de eerste keer waren er mensen op een vreemde hemellichaam.

De landing was perfect en vrijwel zonder schokken. De LM bleef netjes rechtop in staat in het vlakke gebied van de Zee der Stilte, niet ver van de maan-eenwas. Aldrin was de eerste die (Zie vervolg blz. 14)



## En triomf voor velonaut Eddy Merckx



Eddy Merckx was na zijn triomfantelijke zege in de Ronde van Frankrijk de gast van ons vertenpaar te Laken. Men ziet hem hier in gesprek met koningin Fabiola en koning Boudewijn. Daar houdt de grise luit die Merckx hem aanbiedt.

### Rest van het nieuws

De triomf van Merckx pag. 10 tot 24  
Waaroor aan Sussanmaal pag. 4  
Edward Kennedy in moedijkheden pag. 5  
Heyerdahl geeft het op pag. 4  
Viering 25 juli pag. 9  
Mode in Rome pag. 3  
Met de Godette op vissersvrijheid pag. 5  
Advertenties pag. 14 en 19



### NTS I

05.45 - 06.30 u.: De Apollo-cursus vertaalt 's haan om de maan.

06.45 - 09.30 u.: Laatste nieuw van de Apollo.

22.15 - 23.00 u.: Overzicht van de laatste gebeurtenissen rond de Apollo-11 en een korte samenvatting van de ochtenduitzending.

### DTSL II

20.15 u.: Balans van de maanvlucht.

21.00 u.: Gesprek met personaliteiten op het gebied van de wetenschap, techniek en politiek.



nieuw nummer  
bij uw  
dagbladverkoper

IOF

### Vacantie nieuws



Ga vlug naar uw Citroën-dealer. Voor de Dyane zal hij u tijdens de vakantieperiode uitzonderlijke voorwaarden toestaan.

De eerste maanlanding was voorpaginanieuws © Concentra-GvA

## De cyclus van de maan

**Theoretische uitwerking**

De maan draait rond de aarde en wordt steeds vanuit een andere hoek door de zon bestraald. Hierdoor nemen we van op aarde de schijngestalten van de maan waar. De periode tussen twee volle manen is ongeveer 29,5 dagen.

**Materiaal**

- Kompas

**Verduidelijking proefopzet**

De leerlingen onderzoeken de maan. Hierbij wordt niet enkel gekeken naar de schijngestalten van de maan maar wordt ook gemeten in welke windrichting de maan staat. Deze waarnemingen zullen de leerlingen helpen om een model op te stellen van de maan, de aarde en de zon.

**Mogelijke inleidende vragen:**

- Hoe verandert de maan van dag tot dag? Zit hier een patroon in?
- Hoe dikwijls is het volle maan?

**Tips bij de proefopzet**

- Tracht de observaties uit te voeren en gedurende een volledige cyclus van de maan. Je kan de klas in groepjes opsplitsen waarbij elke leerling van het groepje een dag van de week krijgt toegewezen om de maan te bestuderen.
- Spreek met de leerlingen duidelijk een uur af voor de observatie. Wanneer hier te veel verschil tussen zit, verschillen de windrichtingen te veel. De maan draait immers, net als de zon, elk uur ongeveer 15°.
- Op de website van de Koninklijke Sterrenwacht van België (<http://www.astro.oma.be/GENERAL/INFO/nli008.html>) staat meer informatie over de tijdstippen waarop je elke maanfase kan waarnemen.
- Voor dit onderzoek zijn er nachtelijke observaties nodig. Dit gebeurt dan ook best in de winter, zodat de leerlingen een aantal observaties kunnen uitvoeren zonder dat hiervoor hun nachtrust moet worden gestoord. Informeer de ouders over het doel van deze taak.



De maanfasen © David Malin

De wereld om ons heen



## DE CYCLUS VAN DE MAAN

**Welke vorm heeft de maan? Blijft deze vorm altijd hetzelfde?**

...

**Blijft de maan altijd op dezelfde plaats aan de hemel staan?**

...

**Zet in de tabel de datum, teken de vorm van de maan en zet in de laatste kolom in welke windrichting je de maan kan zien.**

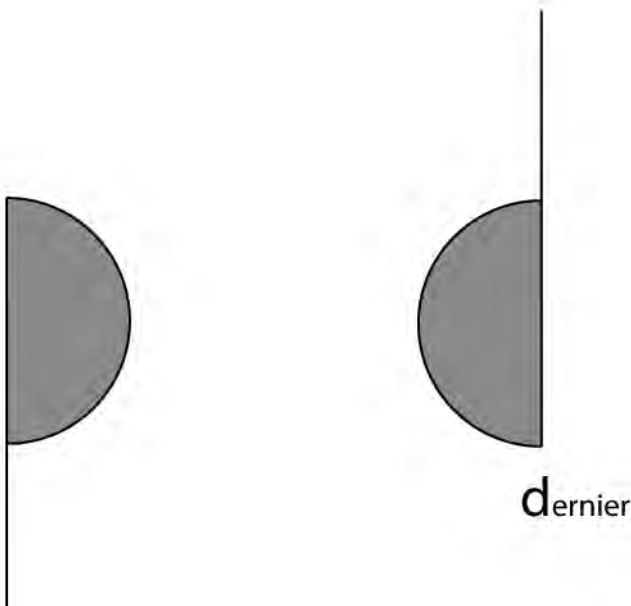
**Bekijk de maan gedurende een maand elke avond op ongeveer hetzelfde tijdstip en vul telkens de tabel aan.**

**Zie je een patroon in de vorm?**

...

**Ken je een trucje om te onthouden hoe de vorm verandert?**

Bv. bij eerste en laatste kwartier trek je de rechte kant van de maan door. Wordt er een 'p' gevormd, dan staat dit voor 'premier' of eerste kwartier, wordt er een 'd' gevormd, dan staat dit voor 'dernier' of laatste kwartier.



© Paul Tytgat

**Hoe kon de bestudering van de maan vroeger nuttig zijn voor de mensen?**

De schijngestalten van de maan hielpen de mensen om een regelmaat te krijgen in hun leven. Uit deze schijngestalten zijn vroeger de maankalenders ontstaan, die de mensen bv. hielpen om overstromingstijden van rivieren te voorspellen.

### **Te onthouden**

- Aan de hand van waarnemingen kan je de cyclus van de maan waarnemen.
- Deze cyclus duurt ongeveer 1 maand.
- Nieuwe maan, eerste kwartier, volle maan en laatste kwartier volgen elkaar op.



| Datum | Vorm van de maan | Windrichting |
|-------|------------------|--------------|
|       |                  |              |
|       |                  |              |
|       |                  |              |
|       |                  |              |
|       |                  |              |
|       |                  |              |
|       |                  |              |
|       |                  |              |
|       |                  |              |
|       |                  |              |
|       |                  |              |
|       |                  |              |

De wereld om ons heen

## De maan in kaart

**Theoretische uitwerking**

De maan beweegt zo rond de aarde, dat men van op aarde steeds dezelfde kant van de maan waarneemt. Er wordt daarom gesproken van een voor- en achterkant van de maan. Er is echter geen 'dark side of the moon' (zoals men die achterzijde in het Engels noemt), aangezien elk stukje van de maan op een bepaald ogenblik van haar cyclus belicht wordt.

**Materiaal**

- Verrekijker
- Papier
- Potlood

**Verduidelijking proefopzet**

De maan wordt met een kritisch oog bekeken en de leerlingen trachten haar zo goed mogelijk te tekenen. Ze ontdekken dat de maan niet vlak is en dat het oppervlak van de maan er van op aarde bekeken steeds hetzelfde uitziet. Dit betekent dat we steeds dezelfde kant van de maan zien en dat de maan dus een voor- en achterkant heeft! Op een maankaart staan kraters, meren en bergen. Deze trachten de leerlingen met de verrekijker terug te vinden.

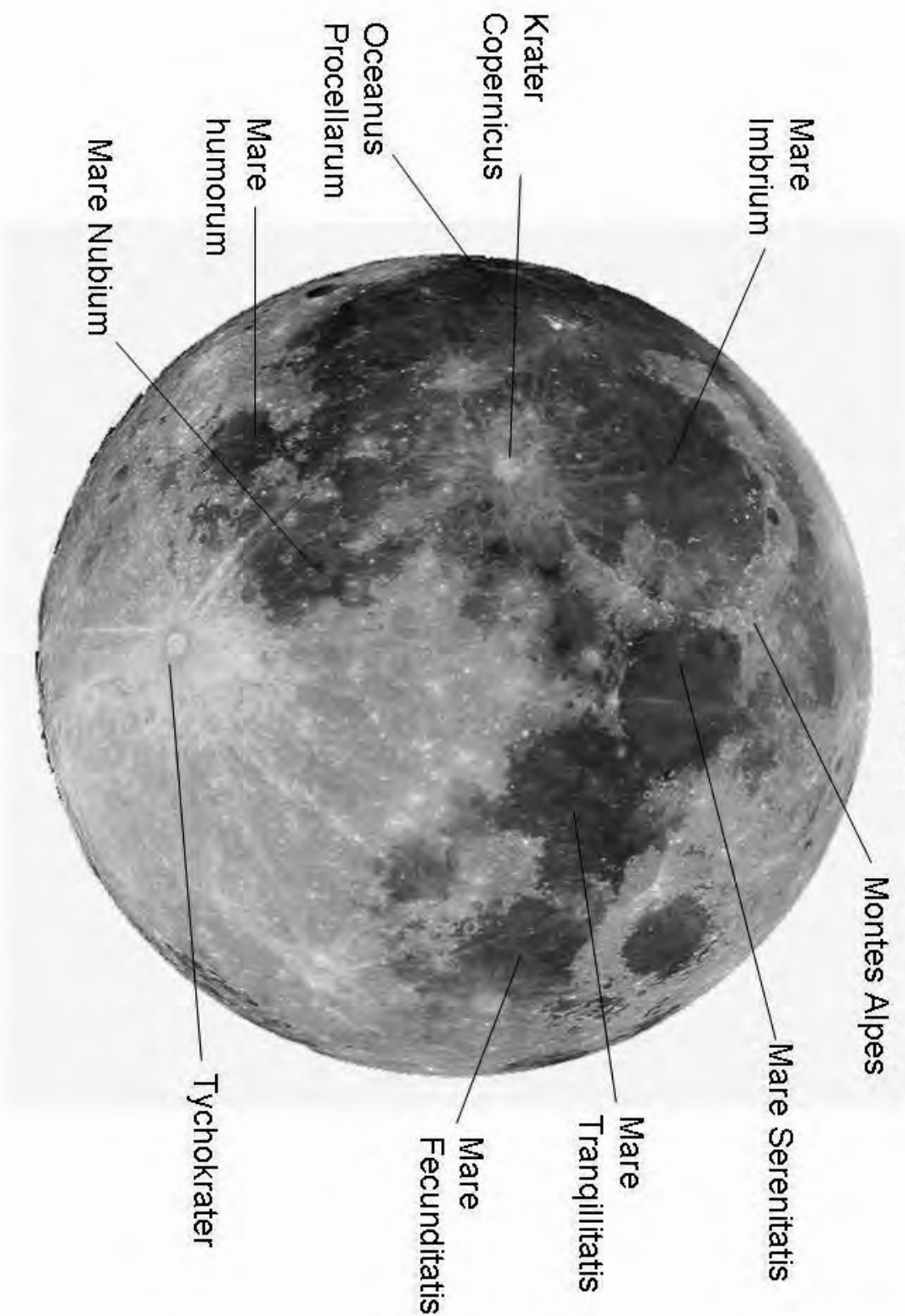
**Mogelijke inleidende vragen:**

- Heeft de maan één egale kleur?
  - Heb je ooit al met een verrekijker naar de maan gekeken?
- Wat zie je dan?

**Tips bij de proefopzet**

- Start de oefening bij volle maan. Op de website van de Koninklijke Sterrenwacht van België (<http://www.astro.oma.be/GENERAL/INFO/nli008.html>) staat meer informatie over de tijdstippen waarop je elke maanfase kan waarnemen.
- Voor dit onderzoek zijn er nachtelijke observaties nodig. Dit gebeurt dan ook best in de winter, zodat de leerlingen een aantal observaties kunnen uitvoeren zonder dat hiervoor hun nachtrust moet worden gestoord. Informeer de ouders over het doel van deze taak.

## MAANKAART



De maankaart © David Malin (bewerkt)



## DE MAAN IN KAART

**Bekijk de maan met een verrekijker. Teken wat je allemaal ziet op de maan. Teken zoveel mogelijk details. Vergeet niet op je tekening de datum en het uur van je waarneming te vermelden.**

**Kan je bepaalde dingen herkennen? Wat denk je dat de vlekken op de maan zijn? Zie je bepaalde gelijkenissen met de aarde?**

...

**Vergelijk de tekeningen met deze van je klasgenoten. Zijn alle tekeningen hetzelfde?**

*De grote lijnen van de tekening zijn voor iedereen hetzelfde.*

**Maak een paar dagen later opnieuw een tekening van de maan.**

**Zijn er veel verschillen met de vorige tekening?**

*De vorm van de maan is (een beetje) anders, maar de vlekken op de maan blijven hetzelfde.*

**Wat betekent dit?**

*De maan staat steeds met dezelfde kant naar de aarde gericht. De maan heeft dus een voor- en een achterkant.*

**Bekijk de kaart van de maan. Wat vind je hier allemaal op terug?**

*Op de maankaart staan bv. namen van kraters en zeeën (Mare).*

**Lijkt jouw tekening op deze maankaart?**

...

**Als je niet alle kraters en meren terugvindt op je tekening, kijk dan later nog eens met je verrekijker naar de maan of je ze kan zien. Zet ze dan bij op je tekening.**

**Te onthouden**

- Je kan de maan goed bestuderen met een verrekijker.
- Op de maan vind je bergen, kraters en zeeën terug.
- Er bestaan kaarten van de maan.

## De maanillusie



### Theoretische uitwerking

Wanneer de maan laag aan de hemel staat, lijkt deze veel groter dan wanneer de maan hoog aan de hemel staat. Dit is echter optisch bedrog. Wanneer de maan laag staat, kan je haar vergelijken met elementen op aarde: huizen, bomen, ... Door deze 'kleine' elementen lijkt het alsof de maan heel groot is. Wanneer de maan hoog en eenzaam aan de hemel staat, lijkt ze kleiner omdat je haar grootte nergens mee kan vergelijken.

Doordat de baan van de maan rond de aarde elliptisch is, staat de maan niet steeds even ver van de aarde. Er is dus een klein verschil in grootte van de maan gezien van op aarde. Het effect door het optische bedrog is echter veel groter dan het effect van dit verschil in afstand tussen aarde en maan.



### Verduidelijking proefopzet

Wanneer de maan laag staat, lijkt ze heel groot; wanneer ze hoog staat, lijkt ze heel klein. Dankzij metingen in het volgende onderzoek merken de leerlingen dat dit optisch bedrog is: de maan is altijd (ongeveer) even groot, het lijkt alleen niet zo!



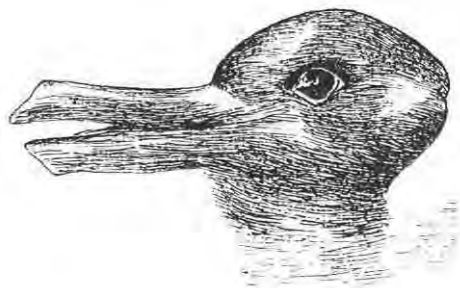
Mogelijke inleidende vragen:

- Je hebt de maan nu al een aantal keer geobserveerd en je ziet haar als een (deel van) een cirkel. Maar is die cirkel altijd even groot?



### Tips bij de proefopzet

- De leerlingen kunnen zelf op het internet of in de bibliotheek op zoek gaan naar tekeningen met optische illusies. Je kan ook de link maken met tv-programma's waarin illusionisten lustig gebruik maken van optisch bedrog.
- Voor dit onderzoek zijn er nachtelijke observaties nodig. Dit gebeurt dan ook best in de winter, zodat de leerlingen een aantal observaties kunnen uitvoeren zonder dat hiervoor hun nachtrust moet worden gestoord. Informeer de ouders over het doel van deze taak.



Is dit een konijn of een eend?

Bron: <http://commons.wikimedia.org> (Public Domain)





## DE MAANILLUSIE

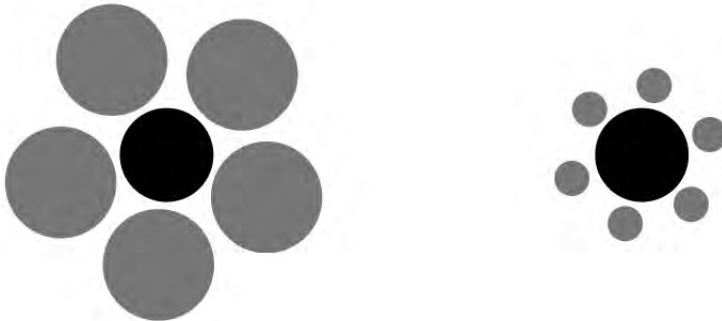
**Kijk naar de maan wanneer deze heel laag aan de hemel staat. Meet de grootte van de maan, door deze te vergelijken met de breedte van je vingers. Met welke vinger komt de diameter het beste overeen? Opgelet: houd steeds je arm gestrekt, anders kan je de metingen niet vergelijken!**

...

**Kijk naar de maan wanneer deze hoog aan de hemel staat. Vergelijk de grootte van de maan terug met de breedte van je vingers. Wat zie je?**

*De grootte van de maan komt overeen met dezelfde vinger als bij de vorige vraag.*

**Bekijk onderstaande tekening. Welke donkere cirkel is het grootst?**



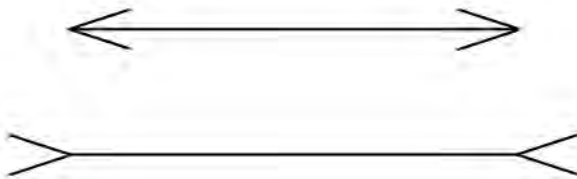
© Paul Tytgat

**Meet de diameter van de twee cirkels. Wat zie je?**

*De diameter van de twee cirkels is hetzelfde.*

**Bekijk onderstaande tekening. Welke lijnstuk is het langste?**

...



© Paul Tytgat

**Meet de twee lijnstukken tussen de puntjes van de pijlen. Wat zie je?**

*De twee lijnstukken zijn even lang.*

**Hoe komt dit?**

*Dit is een vorm van optisch bedrog of optische illusie. De cirkels en de lijnstukken lijken verschillende van grootte door de zaken die er rond staan.*

**Bij de maan gebeurt net hetzelfde! De maan lijkt groter wanneer ze laag aan de hemel staat door alle "kleine" zaken die je in haar omgeving ziet: huizen, bomen,**

**Te onthouden**

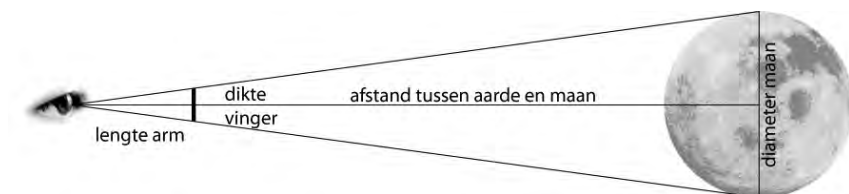
- De maan is altijd even groot maar door optisch bedrog lijkt de maan groter als ze lager aan de horizon staat. Je kan de grootte van de maan dan vergelijken met bomen, huizen,... welke op dat ogenblik kleiner zijn dan de maan. Door deze kleine elementen lijkt de maan groter dan wanneer je haar ziet aan een grote zwarte hemel.

## De diameter van de maan



### Theoretische uitwerking

Wanneer je de afstand tussen de aarde en de maan kent, dan kan je de diameter van de maan op een eenvoudige manier bepalen. De diameter van de maan komt (met gestrekte arm) overeen met de dikte van één van je vingers. Hieruit kan je de diameter van de maan berekenen. Dit wordt geïllustreerd in volgende tekening:



© Paul Tytgat

Uit deze figuur vind je dankzij de gelijkvormige driehoeken volgende formule:

$$\frac{\text{Diameter maan}}{\text{Dikte vinger}} = \frac{\text{afstande tussen aarde en maan}}{\text{lengte arm}}$$

Hieruit volgt:

$$\text{Diameter maan} = \frac{(\text{Dikte vinger} \times \text{Afstand tussen aarde en maan})}{\text{Lengte arm}}$$

De diameter van de maan kan bepaald worden aan de hand van de dikte van je vinger, de lengte van je arm en de afstand tussen de aarde en de maan.



### Materiaal

- Lintmeter
- Boek over de maan



### Verduidelijking proefopzet

Aan de hand van de observaties in de voorgaande oefening berekenen de leerlingen de diameter van de maan.



### Mogelijke inleidende vragen:

- Weet iemand hoe groot de maan is?
- Is de maan groter dan de zon?
- Is de maan groter dan de planeten?



### Tips bij de proefopzet

- Voor dit onderzoek zijn er nachtelijke observaties nodig. Dit gebeurt dan ook best in de winter, zodat de leerlingen een aantal observaties kunnen uitvoeren zonder dat hiervoor hun nachtrust moet worden gestoord. Informeer de ouders over het doel van deze taak.



## DE DIAMETER VAN DE MAAN

**Wanneer je je arm strekt, komt de dikte van één van je vingers ongeveer overeen met de diameter van de maan. Met welke vinger komt de diameter het beste overeen?**

...

**Meet de afstand tussen je oog en de vinger waarmee de diameter van de maan overeenkomt.**

...

**Meet de dikte (diameter) van die vinger.**

...

**Ken je een formule waarmee je kan rekenen?**

*Diameter maan = (dikte vinger x afstand tot de maan) / lengte arm*

**Welk element ken je niet in deze formule?**

*De afstand tussen de aarde en de maan.*

**De afstand tussen de aarde en de maan is gemiddeld 382 500 km. Bereken hiermee de diameter van de maan.**

...

**Zoek in een boek of op internet de diameter van de maan op. Komt dit overeen met wat je gevonden hebt?**

*De diameter van de maan is 3 476 km.*

## TE ONTHOUDEN

- De diameter van de maan is 3 476 km. Dit kan je zelf op een eenvoudige manier vinden als je de afstand tussen de aarde en de maan kent.

## Het model van de aarde (4)



### Theoretische uitwerking

In de voorgaande hoofdstukken werd een model van de wereld opgezet dat op dat ogenblik overeenkwam met de uitgevoerde observaties. In het model werd de stand van de maan niet opgenomen. De maan kan in dit model worden voorgesteld als een kleine bol. De bol draait rond de aarde en rond zijn as, op zo'n manier dat steeds dezelfde kant van de maan naar de aarde wijst.

Met dit model kunnen de maanfases verklaard worden. Het is volle maan wanneer de aarde tussen de maan en de zon staat. Van op aarde zie je de bestraalde kant van de maan. Het is nieuwe maan wanneer de maan tussen de aarde en de zon staat. Op de kant van de maan die je van op aarde ziet, valt op dat ogenblik geen licht. De periode tussen 2 opeenvolgende volle manen is ongeveer 29,5 dagen.



© Dirk Dom



### Materiaal

- Wereldbol
- Een felle en gerichte lamp (bv. de lamp van een overheadprojector, een bureaulamp of een felle zaklamp)
- Balletje met egale kleur (bv. pingpongbal)



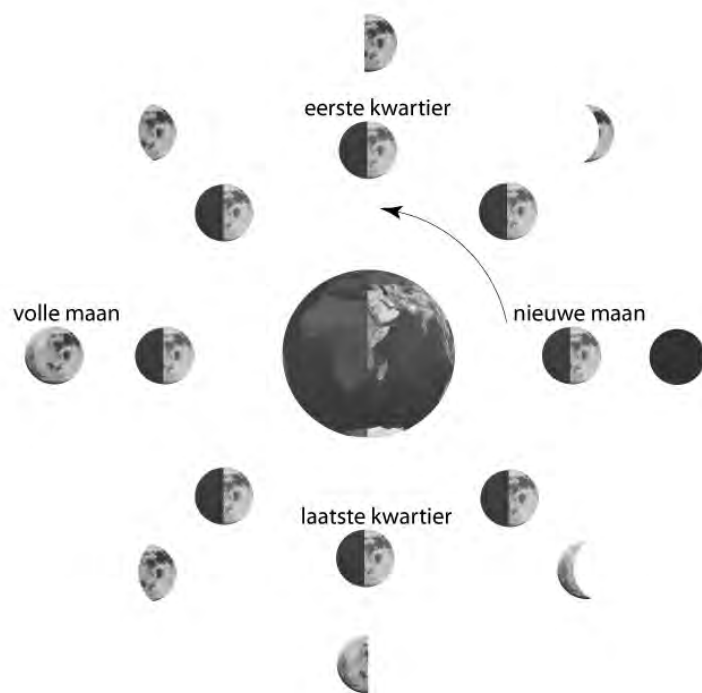
### Verduidelijking proefopzet

Aan de hand van onze bevindingen wordt het model van de aarde en de zon aangevuld met de maan. In het model wordt de maan voorgesteld door een bol die rond de aarde draait. De kant van de bol die op aarde gezien wordt, blijft steeds dezelfde. De periode tussen 2 opeenvolgende volle manen is 29,5 dagen.



### Mogelijke inleidende vragen:

- Kan je de waarnemingen uit het voorgaand onderzoek verklaren?
- Verandert de maan van vorm? Als de maan niet van vorm verandert, waarom zie je dan soms een volle maan, soms een kwart maan en soms zelfs helemaal geen maan?



© Paul Tytgat



### Tips bij de proefopzet

- De lamp moet groot genoeg zijn zodat de werldebol en de maan belicht worden.
- Wanneer de aarde rond de zon gedraaid wordt met een hellende aardas, is het handig om de richting van de aardas op het bord te tekenen, zodat je een vergelijkingslijn hebt en eventueel kan corrigeren.
- Opgelet: De zon, aarde en maan staan in dit model niet in één rechte lijn. Dit komt enkel voor bij een zons- of maansverduistering (zons- en maansverduistering, hoofdstuk 6, p. 326).



De aarde en de maan © NASA



## HET MODEL VAN DE AARDE (4)

**Schijn met een lamp op en bal. Bekijk de bal vanuit alle richtingen. Kan je elke schijngestalte uit de maancyclus terugvinden?**

...

**Kan je een model maken van de aarde en de zon met een wereldbol en een zaklamp?**

De aarde wordt voorgesteld als een om zijn as draaiende bol. De as van de bol staat niet loodrecht op de rechte tussen de bol en de zon. De richting van de as is constant wanneer de bol rond de zon draait.

**Kan je de maan hieraan toevoegen zonder dat er aan de aarde en zon iets moet veranderen?**

...

**Hoe lang duurt de cyclus van de maan?**

+/- 29,5 dagen

**Kan je 2 keer een volle maan zien in één maand? Wanneer?**

Wanneer de maand start met volle maan, zie je op het einde van de maand nog eens een volle maan. (Dit geldt niet voor februari!)

**In welke richting draait de maan rond de aarde?**

Vanaf de Noordpool gezien draait de maan in tegenwijzerzin rond de aarde. Enkel op deze manier komt de opeenvolging van de verschillende maanfasen in het model overeen met wat je van op aarde ziet.

**Je ziet steeds dezelfde kant van de maan. Is dit in het model ook zo?**

Ja.

**Is het aan de 'achterkant' van de maan (de kant van de maan die je nooit ziet) altijd donker?**

Nee. Deze is enkel donker wanneer je van op aarde een volle maan ziet.



### **Te onthouden**

- De maan draait rond de aarde, terwijl de aarde rond de zon draait.
- Van op aarde zie je steeds dezelfde kant van de maan. De maan heeft dus een voor- en achterkant.



De aarde en de maan © Northwestern University, JPL, NASA

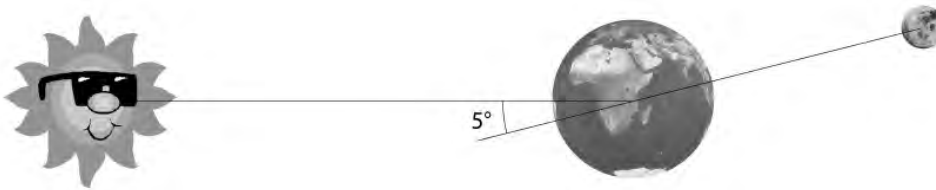


## Zons- en maansverduistering



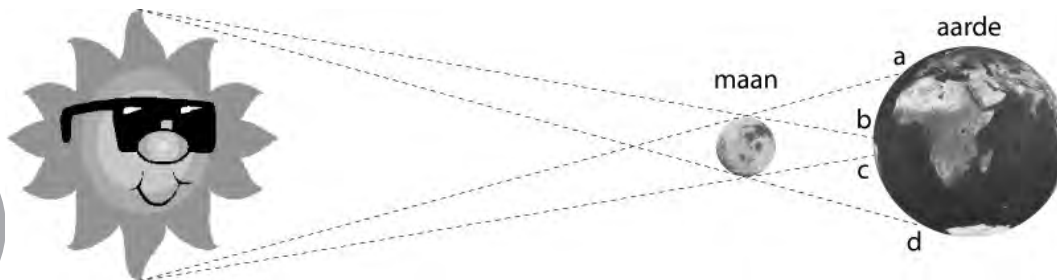
### Theoretische uitwerking

Zons- en maansverduistering treden op wanneer de zon, de aarde en de maan precies op één lijn staan. Aangezien het vlak waarin de maan rond de aarde beweegt een hoek maakt met het vlak waarmee de aarde rond de zon beweegt, gebeurt dit niet bij elke volle en nieuwe maan.



© Paul Tytgat

Bij een zonsverduistering staat de maan tussen de aarde en de zon. Een zonsverduistering kan dus enkel voorkomen bij nieuwe maan. De maan komt voor de zon te staan. Doordat de maan veel dichterbij de aarde staat dan de zon, komen de diameters van op aarde gezien ongeveer overeen en wordt de zon gezien als een lichtgevende cirkel rond de donkere maan. In de figuur is op de aarde vanaf punt b tot punt c een volledige zonsverduistering te zien. Tussen punten a en b en punten c en d is een gedeeltelijke zonsverduistering te zien.

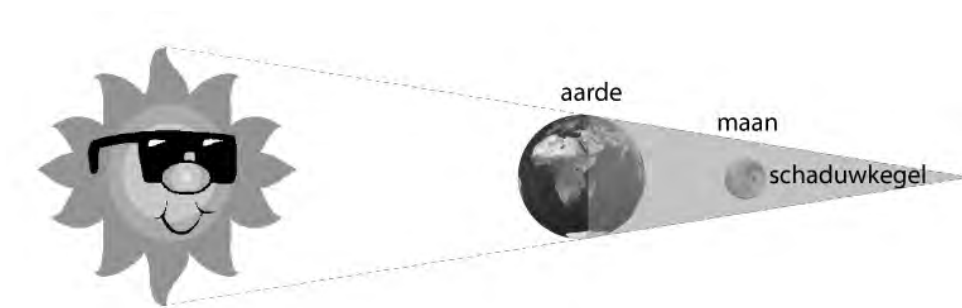


© Paul Tytgat



De verschillende stappen van een zonsverduistering © David Malin

Bij een maansverduistering staat de aarde tussen de zon en de maan. Een maansverduistering kan dus enkel voorkomen bij volle maan. De aarde werpt op dat ogenblik een schaduw over de maan.



© Paul Tytgat



Bij een volledige maansverduistering krijgt de maan een rode schijn. © Tinne Van de Gender

Je kan het verschil met de maanfases herkennen doordat de schaduwlijn bij een maansverduistering niet steeds door de polen van de maan gaat, zoals bij de maanfases. Daarenboven doorloop je bij een maansverduistering alle 'fases' in een paar uur tijd, terwijl je voor de maanfases bijna een hele maand nodig hebt om deze te doorlopen.

Schijngestalten van de maan:



Zicht op de maan bij een gedeeltelijke maansverduistering:



© Paul Tytgat

Tijdens een volledige maansverduistering is de maan niet onzichtbaar. Licht dat gebroken wordt door de aardatmosfeer, kan het maanoppervlak bereiken. Hierdoor krijgt de maan tijdens een volledige maansverduistering een rode kleur.



### Materiaal

- Wereldbol
- Een felle en gerichte lamp (bv. de lamp van een overheadprojector, een bureaulamp of een felle zaklamp)
- Balletje met egale kleur (bv. pingpongbal)
- Kartonnen cirkel



### Verduidelijking proefopzet

Aan de hand van het model uit de voorgaande opdracht wordt een verklaring gezocht voor een zons- en maansverduistering.



Zonsverduistering bij het model van de aarde © Dirk Dom



Maansverduistering bij het model van de aarde © Dirk Dom



Mogelijke inleidende vragen:

- Heb je al ooit een zonsverduistering gezien? En een maansverduistering?
- Hoe ziet de zon eruit bij een zonsverduistering?
- Hoe ziet de maan eruit bij een maansverduistering?
- Hoe komt het dat je op aarde soms een zons- of maansverduistering ziet?



**Tips bij de proefopzet**

- De leerlingen moeten voor dit onderzoek vertrouwd zijn met het model van de aarde (model aarde (4), hoofstuk 6, p. 323).



## ZONS- EN MAANSVERDUISTERING

**Bekijk het model van de aarde: de wereldbol is de aarde, de lamp is de zon en het balletje is de maan. Kan je met deze elementen een zonsverduistering verklaren? Waar zouden de zon, de maan en de aarde staan?**

Bij een zonsverduistering staat de maan van op aarde gezien voor de zon.

**Wat zie je bij een zonsverduistering?**

Je ziet het licht van de zon dat rond de maan schijnt.

**Kan je 's nachts een zonsverduistering zien?**

Nee. Je kan 's nachts de zon niet zien, dus je kan ook niet zien hoe ze verduisterd wordt.

**Kan je eenzelfde verklaring vinden voor een maansverduistering? Waar zouden de zon, de maan en de aarde staan?**

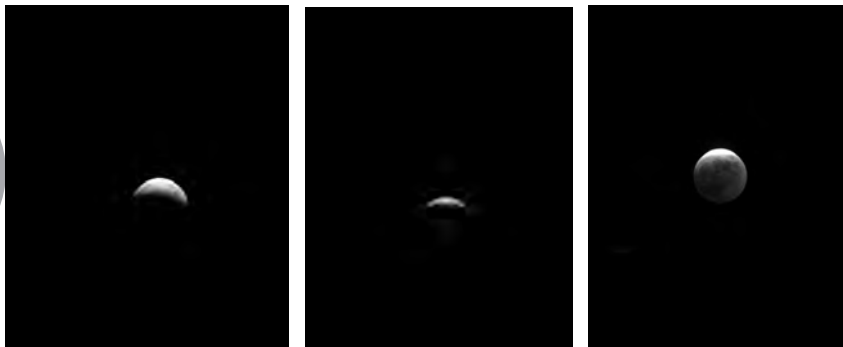
Bij een maansverduistering staat de aarde tussen de zon en de maan.

**Wat zie je bij een maansverduistering?**

De schaduw van de aarde valt op de maan.

**Bekijk de foto's. Zijn dit foto's van een gedeeltelijke maansverduistering of van een schijngestalte van de maan? Waarom?**

...



© Tinne Van de Gender

Het zijn foto's van een gedeeltelijke maansverduistering. Bij de schijngestalten van de maan loopt de schaduwrand steeds door de polen van de maan. Bij de maansverduistering valt de schaduw van de aarde op de maan. Deze schaduw heeft een gebogen rand, maar de rand van de schaduw snijdt de rand van de maan niet steeds op de polen.

**In welk deel van haar cyclus zit de maan bij een zonsverduistering?**

Een zonsverduistering kan enkel voorkomen bij nieuwe maan.

**In welk deel van haar cyclus zit de maan bij een maansverduistering?**

Een maansverduistering kan enkel voorkomen bij volle maan.

**Niet elke maancyclus komt er een zons- en maansverduistering voor. Dat zou immers betekenen dat je elke maand zo'n verduistering kan zien. Kan je hier aan de hand van het model een verklaring voor vinden?**

Het vlak waarin de maan zich beweegt ten opzichte van de aarde en het vlak waarin de aarde zich beweegt ten opzichte van de zon zijn niet evenwijdig. De zon, de aarde en de maan staan maar af en toe op één rechte lijn.

**Zet de zon, de maan en de aarde in de positie van een maansverduistering. Vervang in dit model de aarde door de kartonnen cirkel. Draai de cirkel, zoals de aarde draait. Hoe verandert de schaduw van de aarde op de maan in dit model als je deze laat draaien?**

De schaduw wordt steeds platter, tot het een lijn wordt. Hierna wordt de schaduw terug breder.

**Wat bewijst dit over de vorm van de aarde?**

Aangezien de schaduw van de aarde op de maan bij een maansverduistering steeds een cirkel is, bewijst dit dat de aarde een bol is en geen platte schijf, zoals men in de middeleeuwen dacht.



#### **Te onthouden**

- Bij een zonsverduistering staan de zon, de maan en de aarde op één rechte lijn. De maan staat tussen de zon en de aarde, hierdoor zie je de zon als een lichtgevende cirkel rond de donkere maan.
- Bij een maansverduistering staan de zon, de aarde en de maan op één rechte lijn. De aarde staat tussen de zon en de maan en werpt hierdoor een schaduw op de maan.
- De vorm van een (gedeeltelijke) maansverduistering is anders dan deze van de schijngestalten van de maan. Bij de schijngestalten gaat de schaduwrand steeds door de polen van de maan. Bij een maansverduistering is dit niet zo.
- Een zonsverduistering kan enkel voorkomen bij nieuwe maan. Een maansverduistering kan enkel voorkomen bij volle maan.
- De baan van de aarde rond de zon en de baan van de maan rond de aarde liggen niet in hetzelfde vlak.



## Getijden



### Theoretische uitwerking

De getijden ontstaan hoofdzakelijk door de gravitatiekracht tussen de maan en de aarde. Doordat de maan veel dichterbij de aarde staat dan de zon, wordt het water uit de oceanen sterker aangetrokken door de maan dan door de zon. Er ontstaan op aarde twee waterbergen:

- Het water dat zich op plaatsen op aarde dicht bij de maan bevindt, wordt harder aangetrokken door de maan dan het water dat zich verder van de maan bevindt. Er ontstaat een waterberg die naar de maan gericht is.
- In het centrum van de aarde is de gravitatiekracht gelijk aan de gemiddelde gravitatiekracht voor de hele aarde.
- Het deel van de aarde dat niet naar de maan gericht is, heeft een gravitatiekracht die kleiner is dan dit gemiddelde. Hierdoor bolt het water ook op in de richting weg van de maan. Dit vormt de tweede waterberg.



© Paul Tytgat

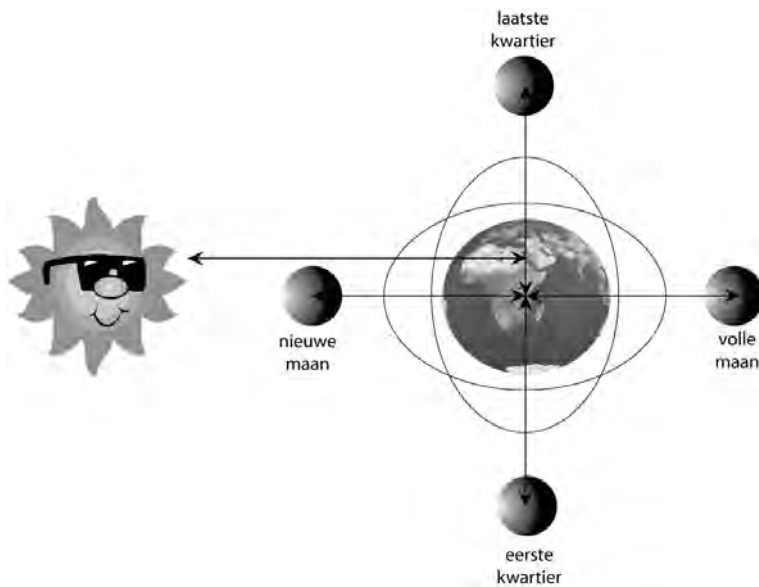
Doordat ze veel verder van de aarde verwijderd is, heeft de zon minder effect op de getijden dan de maan. Het effect is echter wel merkbaar. Bij volle maan en bij nieuwe maan wordt het effect dat de maan op het water heeft, versterkt doordat de gravitatiekracht tussen zon en aarde hetzelfde gericht is als de gravitatiekracht tussen maan en aarde. Er treedt springtij op. Het verschil in waterstand tussen hoog- en laagwater is op dat ogenblik het grootste.



Springtij kan leiden tot overstromingen. Nederland kreeg in 1953 met een wel zeer grote overstroming te maken. Bijna een kwart van het land had te kampen met wateroverlast. © ANP

Bij het eerste of laatste kwartier staat de gravitatiekracht tussen de zon en de aarde loodrecht op de gravitatiekracht tussen de maan en de aarde. De krachten versterken elkaar op dat ogenblik niet. Dit wordt doottij genoemd. Het verschil in waterstand tussen hoog- en laagwater is op dat ogenblik het kleinste.

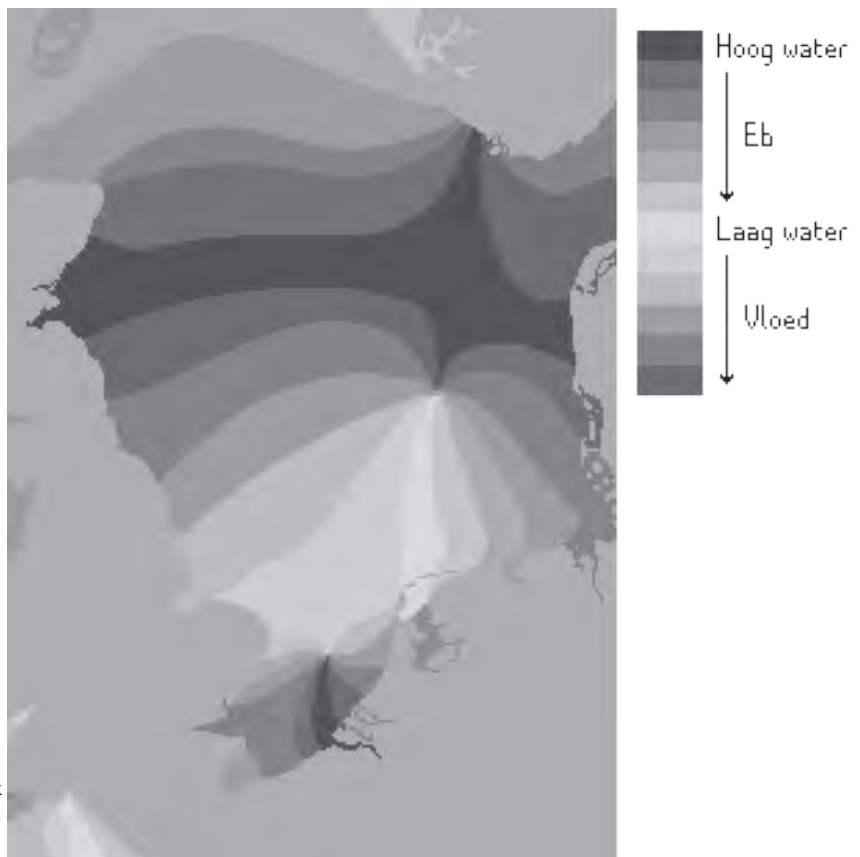
In de figuur worden de gravitatiekrachten voorgesteld als pijlen.



© Paul Tytgat

**Ter info:**

- Deze eenvoudige theorie over de getijden is enkel geldig in open oceanen. Het wateroppervlak moet groot genoeg zijn, zodat binnen hetzelfde oppervlak een verschil in gravitatiekracht optreedt. Wanneer het een gesloten zee, een meer of een glas water betreft, zal het verschil in aantrekkingskracht binnen het wateroppervlak niet groot genoeg zijn om getijden waar te nemen.
- Binnen een systeem zoals de Noordzee, zijn er zoveel krachten die op het water inwerken, dat het moeilijk is om dit met een eenvoudig regeltje weer te geven. Binnen de Noordzee treedt niet overal op hetzelfde ogenblik hoog- en laagwater op. Doordat de watermassa hier door een relatief smalle opening moet worden gestuwd, treedt er vertraging op. Deze vertraging is groter naarmate de plaats waar iemand zich bevindt, verder van de doorgang verwijderd is. Zo komt het dat in De Panne eb en vloed een half uur eerder optreden dan in Knokke. De situatie is daarenboven extra complex doordat de zee aan 2 kanten verbonden is met de oceaan. In de figuur worden eb en vloed in de Noordzee weergegeven op één bepaald ogenblik.



Eb en vloed in de Noordzee op één ogenblik  
© Schiermonnikoog ([www.nationaalpark.nl/](http://www.nationaalpark.nl/))

- De Middellandse Zee is slechts met een zeer kleine opening verbonden met de oceaan. Het getijdeneffect is hier zeer klein. Het treedt immers op in de oceaan en de watermassa moet zich telkens door de kleine opening verplaatsen. Voordat bij vloed een grote watermassa door de kleine opening in de zee kan vloeien, wordt het eb en wordt het water door de opening terug in de oceaan gezogen.



### **Materiaal**

- Wereldbol
- Een felle en gerichte lamp (bv. de lamp van een overheadprojector, een bureaulamp of een felle zaklamp)
- Balletje met egale kleur (bv. pingpongbal)
- Schaar
- Splitpen
- Karton



### **Verduidelijking proefopzet**

Met dit onderzoek bestuderen de leerlingen het verband tussen de stand van de maan en de getijden. Dit verband wordt in model gebracht. De getijdenwijzer kan de leerlingen helpen bij het begrijpen en instuderen van deze les.



### **Mogelijke inleidende vragen:**

- Hoe groot is het verschil in waterhoogte tussen hoog- en laagwater? Is dat altijd hetzelfde?
- Heb je in een vijver ook getijden?
- Wat is springtij? En doortij?



### **Tips bij de proefopzet**

- De leerlingen moeten voor dit onderzoek vertrouwd zijn met het model van de aarde (Model van de aarde (4), Hoofdstuk 6, p. 323).
- Je kan de grafieken ook aanmaken met behulp van een wiskundig computerprogramma.
- Wanneer de leerlingen de grafiek manueel aanmaken, kan je hen bv. enkel de even dagen laten uitzetten om het werk te beperken.
- Het model van de getijden dat hier wordt opgesteld is een sterk vereenvoudigde vorm. Het model klopt voor de oceanen, maar niet voor de Noordzee. Binnen de Noordzee zijn de getijden van vele factoren afhankelijk. Als je naar onze eigen kust kijkt, zie je dat er tussen het tijdstip waarop hoog- en laagwater optreden in De Panne en Knokke een half uur verschil zit. Dit komt omdat eb en vloed worden vertraagd door de smalle doorgang tussen het vasteland en Engeland.



## GETIJDEN

**Ken je een ander woord voor hoogwater?**

Hoogtij

**Ken je een ander woord voor laagwater?**

Laagtij

**Hoe wordt de overgang van hoogwater naar laagwater genoemd?**

Eb

**Hoe wordt de overgang van laagwater naar hoogwater genoemd?**

Vloed

**Bekijk de tabel met tijdstippen van hoog- en laagwater. Hoeveel keer per dag is het hoogwater en laagwater?**

Het is twee keer per dag hoogwater en twee keer per dag laagwater.

**Is de waterstand bij hoogtij altijd even hoog? En bij laagtij altijd even laag?**

Nee

**Zet deze cijfers uit in een grafiek. Op de horizontale as zet je de dagen en op de verticale as zet je de waterhoogte. Gebruik een verschillende kleur voor hoog- en laagwater. Wat zie je in de grafiek?**

De waterhoogte volgt voor hoog- en laagwater een golfbeweging.



Hoog- en laagwater in Blankenberge  
© Tinne Van de Gender

**Wanneer hoogwater op z'n hoogste punt komt, wordt springtij genoemd.**

Wanneer hoogwater op z'n laagste punt komt, wordt doottij genoemd.

**Hoe vaak is het springtij en doottij?**

In één maancyclus (+/- 1 maand) is het 2 keer springtij en 2 keer doottij.

**Wat gebeurt er met laagwater bij springtij en doottij?**

Laagwater bereikt z'n laagste punt bij springtij en z'n hoogste punt bij doottij.

**Wat gebeurt er met hoogwater bij springtij en doottij?**

Hoogwater bereikt z'n hoogste punt bij springtij en z'n laagste punt bij doottij.

**Kan je dit zien als je naar de zee kijkt?**

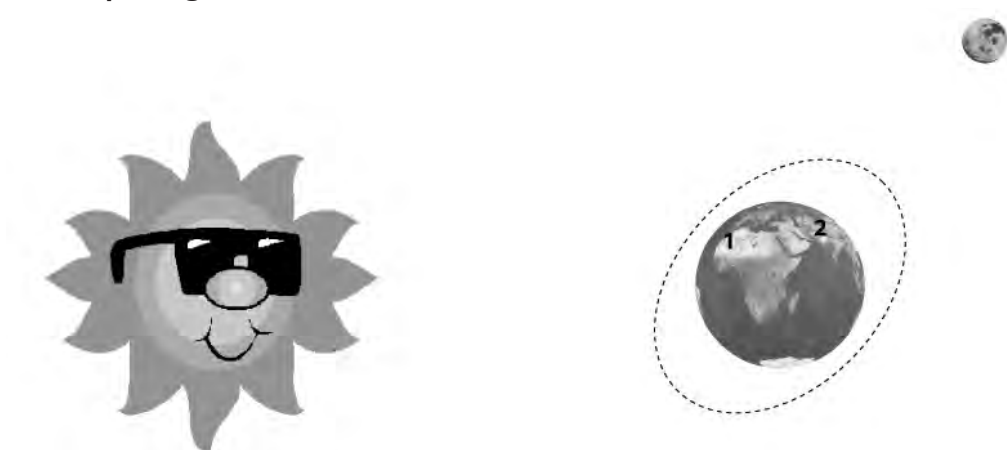
Bij springtij komt het water bij hoogtij soms tot op de dijk, terwijl het bij doottij veel lager blijft.

**De waterhoogtes zijn gegeven voor 31 dagen. Hoe vaak is het in die periode volle maan?**

Ongeveer 1 keer. (1 keer per 29,5 dag)

Bekijk het model van de aarde waarbij de aarde wordt voorgesteld door een wereldbol, de zon door een lamp en de maan door een balletje. De aarde draait rond de zon; de maan draait rond de aarde. Het water van de oceanen zit als een eivormige mantel rond de aarde. De lange as van het ei is naar de maan gericht. Er zit dus een 'bult' van water naar de maan gericht en een 'bult' van water weg van de maan gericht. Wanneer de aarde rond haar as draait, blijft de eivorm in dezelfde richting staan en de bulten verschuiven over het aardoppervlak. De bult wil zeggen dat het op die plaats hoogwater is.

**Teken op de figuur hoe de watermantel rond de aarde zit.**



© Paul Tytgat

**Is het op plaats 1 hoogtij of laagtij?**

Laagtij.

**En op plaats 2?**

Hoogtij.

Wanneer de maan rond de aarde draait, verschuiven de twee bulten. Bij volle maan en bij nieuwe maan is het springtij. Bij eerste kwartier en laatste kwartier is het doottij.

Je gaat een getijdenwijzer maken die je kan helpen om dit te onthouden. Je hebt twee bladen met figuren. Kleef deze bladen op karton en knip de figuren uit. Maak bij de drie figuren in het midden een gaatje en maak ze aan elkaar vast met een splitpen zodat de kleine cirkel bovenaan zit en het vierkant onderaan.



**Zet volgende woorden op de juiste plaats op de stippellijntjes van de getijdenwijzer:**

- zon
- maan
- aarde
- nieuwe maan
- eerste kwartier
- volle maan
- laatste kwartier
- springtij (2x)
- doodtij (2x)

**Duid met pijltjes aan in welke richting de maan en de aarde draaien.**

**Zet een rode stip op de 'aarde' van de getijdenwijzer. Draai in de getijdenwijzer de aarde om haar as. Hoeveel keer per dag is het bij de getijdenwijzer voor de rode stip hoogwater?**

De aarde draait in 1 dag 1 keer om haar as. De rode stip draait dan door 2 waterbulten: één die naar de maan gericht is en één die weg van de maan gericht is. Het is dus 2 keer per dag hoogwater.

**Hoeveel keer per maand draait de maan rond de aarde?**

Ongeveer één keer.

**Hoeveel keer per maand draait het ovaal in de getijdenwijzer rond zijn as?**

De lange as van het ovaal is altijd naar de maan gericht. Het ovaal draait dus ongeveer één keer per maand rond zijn as.

**Hoeveel keer per maand is het dan springtij en doodtij in dit model?**

Het is twee keer per maand springtij en twee keer per maand doodtij in het model.

**Is dit in werkelijkheid ook zo?**

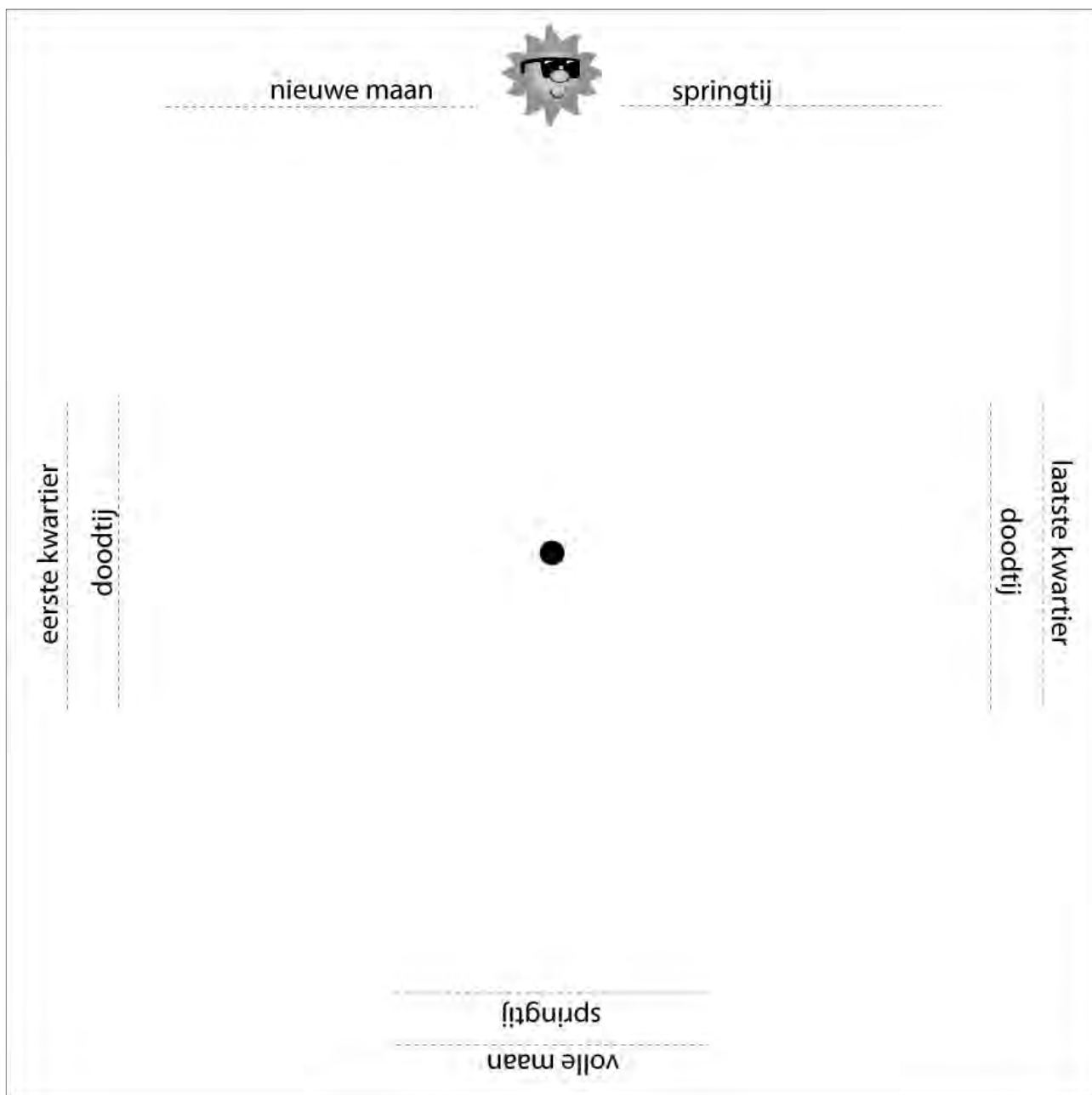
Ja. De getijdenwijzer kan dus dienen als model van de aarde.

#### **Te onthouden**

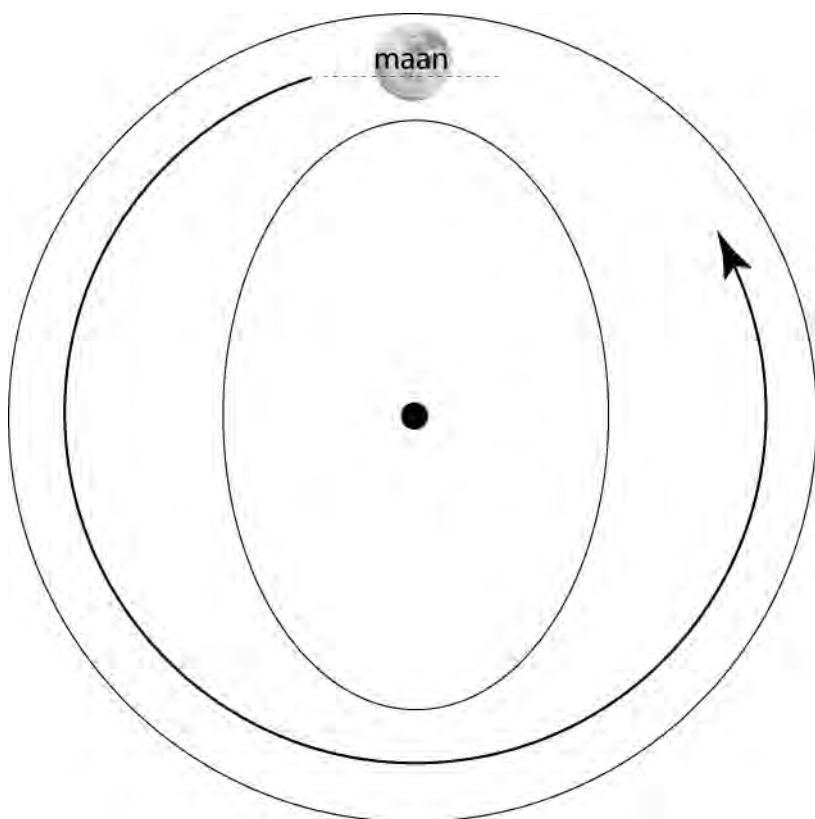
- Er is een verband tussen de stand van de maan en de getijden. Eén waterbult op aarde is steeds naar de maan gericht, één weg van de maan.
- Het is elke dag 2 keer hoogwater en 2 keer laagwater.
- Bij volle maan en bij nieuwe maan is het springtij. Bij eerste kwartier en laatste kwartier is het doodtij.

|        | Hoogwater |                     | Laagwater |                     |
|--------|-----------|---------------------|-----------|---------------------|
|        | Tijdstip  | Waterhoogte (meter) | Tijdstip  | Waterhoogte (meter) |
| Dag 1  | 0:34      | 4,21                | 7:09      | 0,17                |
|        | 12:54     | 4,43                | 19:26     | 0,41                |
| Dag 2  | 1:12      | 4,37                | 7:50      | 0,01                |
|        | 13:31     | 4,55                | 20:04     | 0,36                |
| Dag 3  | 1:47      | 4,48                | 8:28      | 0,11                |
|        | 14:07     | 4,6                 | 20:40     | 0,35                |
| Dag 4  | 2:22      | 4,54                | 9:06      | 0,14                |
|        | 14:42     | 4,59                | 21:15     | 0,37                |
| Dag 5  | 2:57      | 4,55                | 9:43      | 0,09                |
|        | 5:18      | 4,54                | 21:48     | 0,40                |
| Dag 6  | 3:31      | 4,51                | 10:18     | 0,01                |
|        | 15:52     | 4,44                | 22:18     | 0,47                |
| Dag 7  | 4:04      | 4,42                | 10:50     | 0,17                |
|        | 16:24     | 4,32                | 22:44     | 0,55                |
| Dag 8  | 4:34      | 4,32                | 11:19     | 0,36                |
|        | 16:54     | 4,18                | 23:10     | 0,66                |
| Dag 9  | 5:06      | 4,19                | 11:47     | 0,56                |
|        | 17:27     | 4,03                | 23:41     | 0,79                |
| Dag 10 | 5:44      | 4,02                | -         | -                   |
|        | 18:08     | 3,82                | 12:22     | 0,76                |
| Dag 11 | 6:34      | 3,78                | 0:21      | 0,99                |
|        | 19:09     | 3,55                | 13:28     | 0,98                |
| Dag 12 | 7:48      | 3,52                | 1:53      | 1,21                |
|        | 20:47     | 3,37                | 14:52     | 1,08                |
| Dag 13 | 9:21      | 3,46                | 3:32      | 1,19                |
|        | 22:18     | 3,49                | 16:01     | 1,01                |
| Dag 14 | 10:44     | 3,69                | 4:48      | 0,97                |
|        | 23:24     | 3,79                | 17:06     | 0,87                |
| Dag 15 | 11:43     | 4,06                | 5:57      | 0,64                |
|        | -         | -                   | 18:07     | 0,61                |
| Dag 16 | 0:09      | 4,1                 | 6:47      | 0,31                |
|        | 12:26     | 4,39                | 18:56     | 0,39                |
| Dag 17 | 0:46      | 4,36                | 7:28      | 0,03                |
|        | 13:05     | 4,65                | 19:39     | 0,22                |
| Dag 18 | 1:22      | 4,56                | 8:08      | 0,18                |
|        | 13:42     | 4,82                | 20:20     | 0,11                |
| Dag 19 | 1:59      | 4,72                | 8:49      | 0,33                |
|        | 14:21     | 4,9                 | 21:01     | 0,05                |
| Dag 20 | 2:38      | 4,81                | 9:30      | 0,4                 |

|        | Hoogwater |                     | Laagwater |                     |
|--------|-----------|---------------------|-----------|---------------------|
|        | Tijdstip  | Waterhoogte (meter) | Tijdstip  | Waterhoogte (meter) |
| Dag 21 | 3:19      | 4,83                | 10:12     | 0,37                |
|        | 15:46     | 4,78                | 22:24     | 0,12                |
| Dag 22 | 4:03      | 4,77                | 10:55     | 0,24                |
|        | 16:32     | 4,6                 | 23:06     | 0,25                |
| Dag 23 | 4:49      | 4,62                | 11:39     | 0,01                |
|        | 17:22     | 4,33                | 23:50     | 0,46                |
| Dag 24 | 5:41      | 4,37                | -         | -                   |
|        | 18:21     | 3,99                | 12:28     | 0,3                 |
| Dag 25 | 6:43      | 4,04                | 0:42      | 0,71                |
|        | 19:32     | 3,65                | 13:29     | 0,65                |
| Dag 26 | 8:01      | 3,72                | 1:59      | 0,95                |
|        | 21:00     | 3,46                | 14:47     | 0,9                 |
| Dag 27 | 9:42      | 3,66                | 3:41      | 0,97                |
|        | 22:34     | 3,62                | 16:23     | 0,93                |
| Dag 28 | 11:11     | 3,93                | 5:12      | 0,68                |
|        | 23:35     | 3,93                | 17:42     | 0,72                |
| Dag 29 | -         | -                   | 6:09      | 0,31                |
|        | 12:05     | 4,24                | 18:33     | 0,51                |
| Dag 30 | 0:19      | 4,19                | 6:54      | 0,03                |
|        | 12:45     | 4,43                | 19:12     | 0,38                |
| Dag 31 | 0:55      | 4,37                | 7:32      | 0,11                |
|        | 13:17     | 4,52                | 19:46     | 0,33                |



De wereld om ons heen



© Paul Tytgat

## Structuur van de maan



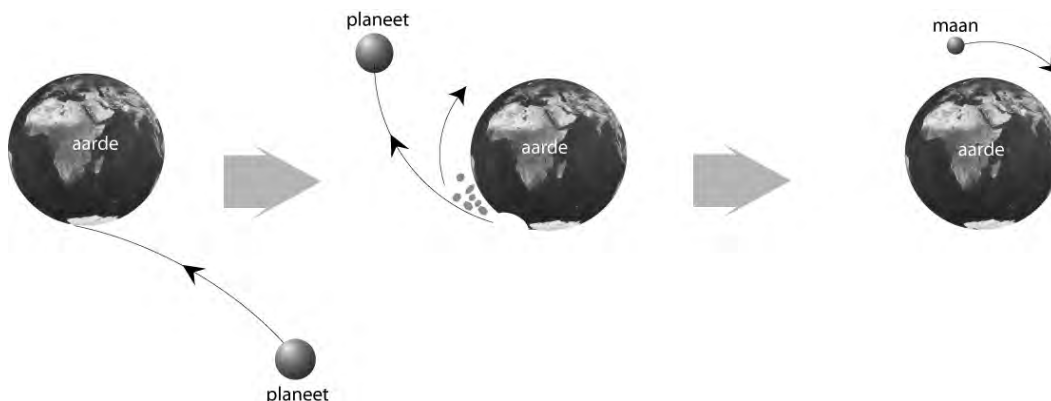
### Bespreking

De maan is, na de zon, het helderste element aan de hemel. Deze 2 zijn echter heel verschillend. De zon kan je zonnebrand bezorgen. De maan kan dit niet, hoewel ze 400 keer dichterbij de aarde staat. En ook al lijken de zon en de maan van op aarde ongeveer even groot, de diameter van de zon is 400 keer groter dan die van de maan.

Er zijn verschillende theorieën over het ontstaan van de maan:

- De aarde en de maan zijn samen ontstaan uit de zonnenevel.
- De maan is ontstaan uit de aarde, mogelijk uit de bodem van een oceaan. Hierdoor zouden ook de continentale driften ontstaan zijn.
- De aarde en de maan zijn onafhankelijk ontstaan. De maan werd pas later in de baan om de aarde gevangen.
- De maan is ontstaan uit materiaal dat in ringen rond de aarde bewoog en dat aan elkaar gehecht werd.
- ...

Op dit moment wordt door de meeste wetenschappers aangenomen dat de maan ontstaan is uit een botsing tussen de aarde en een planeet ter grootte van Mars. Hierdoor kwam materie los van de aarde. Uit deze materie zou de maan ontstaan zijn.



© Paul Tytgat

Enkele van de doelen van de bemande Apollo-missies waren het maken van seismografische opnames (= trillingsmetingen) van de maan, het nemen van oppervlaktestalen en het uitvoeren van metingen in verband met de massa van de maan. Hierdoor hadden planetaire geologen op aarde meer data om een verklaring te vinden voor het ontstaan van de maan. De seismografische metingen toonden weinig beweging in de maan, wat betekent dat er geen activiteit is in de maan.

Seismografische metingen van de aarde tonen veel activiteit, wat duidt op een hete, gedeeltelijk vloeibare samenstelling. Het is niet verwonderlijk dat een kokende massa van meer dan 8 triljoen gigaton nog niet afgekoeld is. De maan is veel kleiner dan de aarde en kon dus sneller afkoelen.

Onderzoeken toonden dat de korst van de maan bijna volledig uit hetzelfde materiaal bestaat als de korst van de aarde: silicaten, veldspaat en kwarts. Net zoals de aarde bevat de kern van de maan weinig tot

geen ijzer. Deze informatie bevestigt de theorie van de botsing van twee planeten voor het ontstaan van de maan.

De massa van de maan is slechts één honderdste van de massa van de aarde. De maan is natuurlijk veel kleiner dan de aarde, maar het verschil in massa wordt voornamelijk veroorzaakt doordat de maan uit lichtere materialen bestaat dan de aarde.

Door de kleine massa is de zwaartekracht van de maan veel zwakker dan deze van de aarde. Hierdoor is de maan niet in staat om een atmosfeer vast te houden. Water kan niet op het oppervlak blijven, maar verdampt door de warmte van de zon. De dikke atmosfeer van de zware aarde is een buffer tegen de hitte van de zon. Hierdoor komen op aarde verschillende vormen van water voor. De aardatmosfeer werkt als een soort van deken die de warmte binnenhoudt wanneer het oppervlak is opgewarmd. Doordat de maan niet over zo'n deken beschikt, kent ze extreme temperatuurverschillen: van 127°C op het belichte gedeelte tot -173°C op het deel in de schaduw.



Een astronaut (Charles Conrad Jr., Apollo 12) op de maan © NASA

Doordat de maan geen atmosfeer heeft, kan alles wat in de ruimte rondwerft ongehinderd tegen de maan botsen. Hierdoor ontstonden de vele kraters die je op de maan kan zien. De kraters variëren van microscopisch kleine kratertjes tot meer dan 100 km brede bekkens. Miljoenen jaren geleden had de aarde evenveel kraters, maar onze planeet ontwikkelde een atmosfeer met regen en wind waardoor de meeste kraters werden afgevlakt. De maan heeft geen atmosfeer met regen en wind en daardoor blijven kraters, rotsen en bodem theoretisch gezien hetzelfde gedurende miljoenen jaren. De maan kent enkel verwerking door inslag van micrometeorieten. De grootste inslagen op de maan gebeurden ongeveer 3,9 miljard jaar geleden. De korst van de jonge maan werd gebroken en de kraters vulden zich met lava. De lava koelde



af en vormde donkere basalten. Vroeger dacht men dat deze donkere, vulkanische vlaktes zeeën waren. Daarom werden ze 'maria' genoemd, naar het Latijnse woord 'mare' wat zee betekent. Later ontdekte men echter dat het geen vlakke watermassa's zijn, maar dat ze ook kraters bevatten, zoals de rest van het maanoppervlak.



Een voetafdruk op de maan (1969) © NASA

De lichtste delen van de maan worden de hooglanden genoemd. Het zijn meestal de overblijfselen van het materiaal dat bij een meteorietinslag omhoog geblazen wordt. Het gesteente van de hooglanden is het oudste. Het dankt zijn witte kleur aan de plagioklaas (een soort veldspaat) waaruit het voornamelijk bestaat. Wanneer het gesteente gebroken wordt, worden de kristallen uit hun geometrische ordening binnen in de steen getrokken. Hierdoor worden meer kristaloppervlaktes blootgelegd. Hoe meer oppervlaktes blootgelegd zijn, hoe meer vlakjes het licht kunnen reflecteren. Hierdoor hebben deze gesteentes een zeer helder uitzicht.

In 1959 werden voor het eerst foto's genomen van de achterkant van de maan. Deze historische foto's toonden dat de verborgen achterkant er heel anders uitziet dan de zijde die we van op aarde kunnen zien. 98% van het oppervlak van de achterkant bestaat uit hooglanden

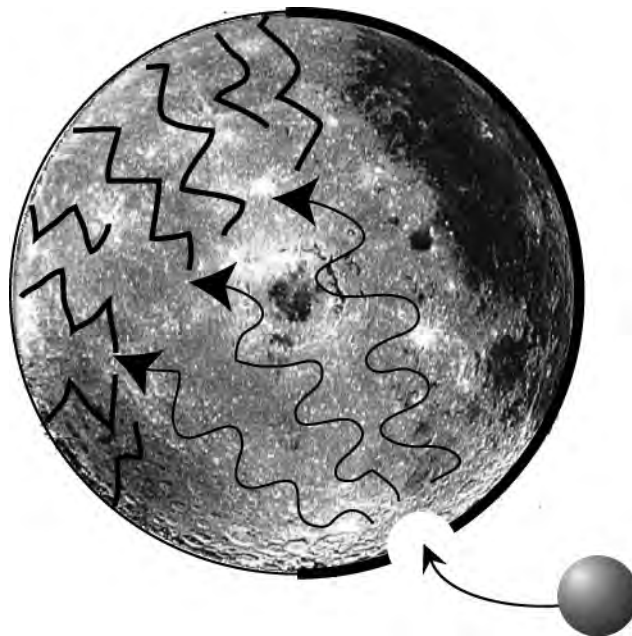


De achterkant van de maan © JPL, NASA



De maan © NASA

en er zijn slechts enkele kleine 'maria'. De achterkant van de maan heeft de grootste inslagkrater die we tot nu toe in het zonnestelsel kennen. De inslag veroorzaakte een schokgolf tot aan de andere kant van de maan. Daar veroorzaakte de schokgolf breuken in de dunne korst. De voortplanting van de schokgolf is het meest uitgesproken in de concentrische cirkels rond de krater. Door de druk die de inslag gaf, ontstond er een enorme hitte die het oppervlaktegesteente deed smelten. De krater werd dus niet gevuld met lava, maar met gesmolten oppervlaktegesteente. Wetenschappers hebben nog geen verklaring gevonden waarom de achterkant van de maan een korst heeft die stevig genoeg is om weerstand te bieden bij zo'n krachtige inslag, terwijl de voorkant van de maan uit een dunne korst bestaat.



© Paul Tytgat

Volgende onderzoeken komen in dit onderdeel aan bod:

- Regoliet
- Kraters

## Regoliet



### Theoretische uitwerking

Een steen bestaat uit vele kleine kristallen. Wanneer een steen gebroken wordt, glanst deze meer. Dit komt doordat vele kleine oppervlaktes van de steen blootgelegd worden telkens zo'n steen wordt gebroken.

Het losse, gefragmenteerde materiaal dat op gesteente voorkomt, wordt regoliet genoemd. Op aarde wordt regoliet gevormd door vertering. Vertering is een term die staat voor alle processen die stenen doen breken, verkrumelen of oplossen. Deze processen kunnen van verschillende aard zijn:

- Fysisch: bv. water dat tussen de rotsen bevriest, waardoor het uitzet en de rotsen doet breken.
- Chemisch: bv. mineralen lossen op in zuur.
- Biologisch: bv. plantenwortels die in scheuren in rotsen groeien en ze doen verbreden, waardoor de rotsen scheuren.

Het verpulverde materiaal wordt verplaatst door erosie. Erosie kan worden veroorzaakt door bv. stromend water, wind en ijsgletsjers.



Vertering door een gletsjer. Bron: <http://commons.wikimedia.org> (GNU Free Documentation License)



Vertering door wind © Jide – Bron: <http://commons.wikimedia.org> (Creative Commons)



Verwerking door water – © Jack Dykinga, USDA (K5951-1)

Aangezien de maan geen atmosfeer heeft, komt dit soort verwerking daar niet voor. Op de maan wordt regoliet gevormd door meteorietinslagen. Het regoliet op de maan is het puin dat uit de inslagkraters van meteorieten wordt geslingerd. In het algemeen kan gesteld worden dat hoe ouder het maanoppervlak is, hoe dikker de regolietlaag is. Op de relatief jonge 'maria' is de regolietlaag slechts 2 meter dik, terwijl het op de oude hooglanden misschien wel 20 meter dik is. De regolietlaag reflecteert zeer veel licht.

De maan bevindt zich 400 keer dichterbij de aarde dan de zon. De maan reflecteert zonlicht, maar produceert zelf geen licht. Hierdoor kan de maan nooit zo helder zijn als de zon. Daarbij moet het licht eerst 150 miljoen kilometer afleggen naar de maan en daarna nog eens (gemiddeld) 382 500 km naar de aarde. Hierdoor is het licht minder intens dan wanneer het rechtstreeks van de zon naar de aarde komt.



### Materiaal

- Verschillende soorten stenen (zowel stenen met een glad oppervlak als met een ruw oppervlak)
- Zaklamp
- Hamer en beitels om een steen te breken
- Toast
- Soepbord
- Schuurpapier
- Ijsblokjes van een mix van water en zand
- Waterkraan
- Teiltje
- Kleine, ruwe steen



### Verduidelijking proefopzet

In dit onderzoek worden stenen bekeken en belicht. Zo ontdekken de leerlingen dat verschillende stenen het licht op een verschillende manier reflecteren en dat de reflectie kan worden versterkt doordat de stenen worden gebroken.





Een steen belicht met een zaklamp  
© Dirk Dom



Het breukvlak van een steen belicht met een  
zaklamp © Dirk Dom



Een toast belicht met een zaklamp  
© Dirk Dom

Hierna wordt het effect van verwerking door wind en water bekeken.  
Aangezien deze vorm van verwerking op de maan niet voorkomt, wordt  
bestudeerd hoe de vorming van regoliet op de maan kan gebeuren.



© Dirk Dom



© Dirk Dom



© Dirk Dom



© Dirk Dom



© Dirk Dom



#### **Mogelijke inleidende vragen:**

- Zien alle stenen er hetzelfde uit?
- Reflecteren alle stenen licht op dezelfde manier?



#### **Tips bij de proefopzet**

- Het breken van de stenen kan wat 'krachtpatser'-werk vereisen. Je breekt de stenen best reeds voor de start van de les.
- Wanneer je water met zand mengt, zakt dit zand snel naar de bodem. Daarom maak je het ijsblokje met zand best in 2 stappen. Maak eerst een half ijsblokje van water. Breng hierop een beetje zand en overgiet dit met water. Plaats het geheel terug in de diepvriezer.





## REGOLIET

**Beschijn de verschillende stenen met de zaklamp. Wat valt er op?**

*Stenen reflecteren licht, de ene meer dan de andere.*

**Zou je iets aan een steen kunnen veranderen waardoor deze meer licht reflecteert?**

*bv. wit schilderen, openbreken, slijpen,...*

**Je leerkracht kapt een ruwe steen in verschillende stukken. Beschijn de stukken met de zaklamp. Reflecteert de steen nu meer of minder licht dan daarnet?**

*Er wordt nu meer licht gereflecteerd.*

**Hoe komt dit?**

*Doordat de steen gebroken wordt, ontstaan er heel veel kleine oppervlaktes, die elk een beetje licht reflecteren.*

**Beschijn een toast met de zaklamp. Reflecteert de toast het licht meer of minder dan de stenen?**

*De toast reflecteert meer licht dan de stenen.*

**Verpulver de toast tot zeer fijne kruimels. Beschijn de kruimels met de zaklamp. Reflecteren de kruimels het licht meer of minder dan de stenen? En dan de hele toast?**

*De kruimels reflecteren het meeste licht.*

**Hoe komt dit?**

*De kruimels hebben de meeste kleine oppervlaktes die licht reflecteren.*

**Worden in de natuur ook stenen gebroken? Hoe komt dit?**

*Ja, bv. bij stenen die van een berg rollen, door warmte of koude,...*

**Stel je voor dat een toast het aardoppervlak is. Leg de toast in een bord. Wanneer je met je hand over het brood gaat, stelt dit de wind voor. Wat gebeurt er?**

*Misschien komen er enkele kruimels los, maar verder gebeurt er niets.*

**Wat zou er gebeuren als de wind zand zou vervoeren terwijl hij over ons aardoppervlak waait? Het schuurpapier stelt wind voor die zanddeeltjes vervoert. Ga met het schuurpapier over de toast. Wat zie je?**

*Er komen veel kruimels los van de toast.*

**Wat zorgt voor afbraak van onze aarde: wind of zand?**

*Zand zorgt voor de afbraak van de aarde.*

**Kan water, net als zand, de aarde verpulveren?**

*...*

**Een ijsblokje met zand stelt een rots voor. Plaats het ijsblokje onder een fijne waterstraal. Wat gebeurt er met de rots? En met het gevormde zand?**

*Het water breekt het ijsblokje af. Het zand spoelt weg.*

**Vergelijk dit met deze foto's. Wat is hier gebeurd?**

*Het water van de regen en de rivier heeft de rotsen gedeeltelijk afgebroken.*



Grand Canyon (USA). Bron: <http://commons.wikimedia.org> (Creative Commons)



© Steunpunt Erosie – Provincie Oost-Vlaanderen

**Wanneer er in de natuur rotsen verpulverd worden, ontstaat er stoffig materiaal. Dit wordt regoliet genoemd. De maan is bedekt met een dikke laag regoliet. Denk je dat water en wind er ook voor hebben gezorgd dat er op de maan rotsen afgebroken zijn? Waarom?**

*Aangezien de maan geen atmosfeer heeft, komt er op de maan geen regen of wind voor. Water en wind kunnen dus geen regoliet vormen op de maan.*

**Hoe denk je dat de rotsen op de maan worden afgebroken?**

...

**Leg in het teiltje 2 sneden toast. Dit stelt het maanoppervlak voor. Laat een steen van op ongeveer 1 meter hoogte op het brood vallen. Wat zie je?**

*Bv. De toast breekt. Er komen enkele kruimels los.*

**Herhaal dit 20 keer. Bekijk het maanoppervlak na 2, 5, 10 en 20 inslagen. Wat gebeurt er?**

*Er komen steeds meer kruimels los. Het brood brokkelt af.*

**Door vallende stenen wordt dus ook regoliet gevormd. Vallen er op de maan soms stenen?**

*Ja, bij de inslag van meteorieten.*

**Dus zo wordt op de maan regoliet gevormd!**



**Te onthouden**

- Gebroken, ruwe stenen reflecteren het licht beter dan gladde stenen. Verpulverde toast heeft zeer veel kleine oppervlaktes die het licht kunnen reflecteren.
- Het maanoppervlak is bedekt met maanstof of regoliet dat ontstaan is uit verpulverde rotsen.
- Het regoliet op de maan wordt gevormd door inslag van meteorieten.



## Kraters

### Theoretische uitwerking

In de natuur worden kraters ofwel door de inslag van een projectiel ofwel door de instorting van de top van een vulkaan gevormd. Wetenschappers onderzochten vele kraters op aarde en experimenteerden met de inslag van projectielen in laboratoria. Ze vergeleken hun resultaten met de kraters die op de maan voorkomen en konden besluiten dat de kraters op de maan ontstaan zijn door de inslag van projectielen.



Een kratermeer op aarde © NASA



Maankrater © NASA



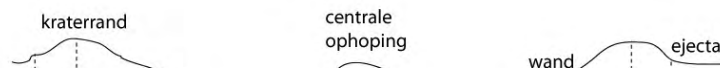


Maankrater met duidelijke witte stralen (1967)  
© NASA

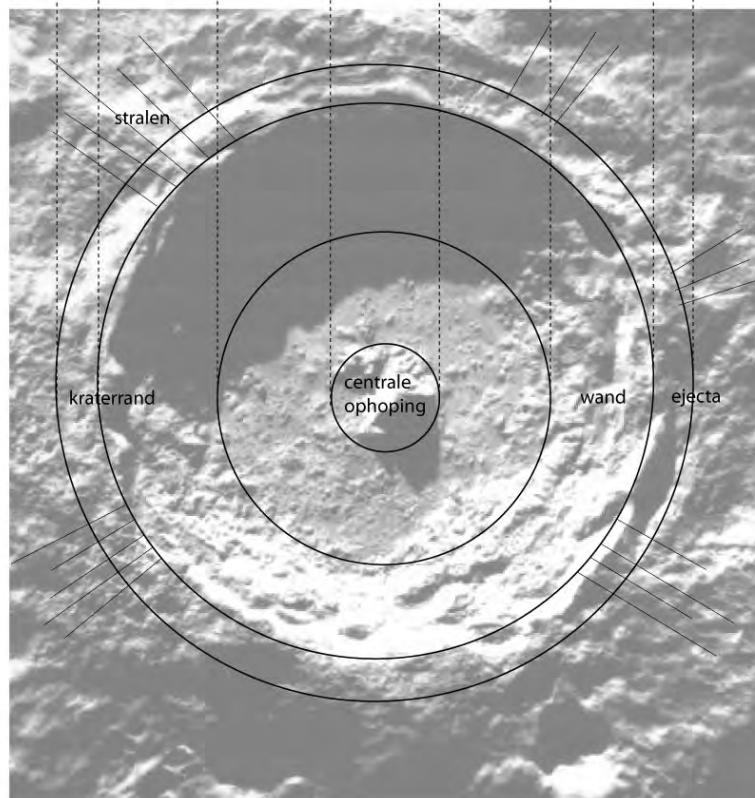
Een inslagkrater op de maan bestaat uit verschillende elementen:

- De bodem van de krater is gebogen of vlak. Hij bevindt zich onder het omliggende grondniveau.
- De kraterrand duidt op het hoogste deel van de inslagkrater. Deze is cirkelvormig met centraal het middelpunt van de krater.
- De wand van de krater is het gedeelte tussen de kraterrand en de bodem. Deze is meestal steil en er kunnen grote terrassen op voorkomen.
- Met ejecta wordt het materiaal bedoeld dat bij een meteorietinslag uit de krater wordt geslingerd. De ejecta zijn gelegen buiten de kraterrand. De ejecta worden dunner naarmate je verder van de krater weggaat.
- Vanuit de krater vertrekken lichte strepen die zich over een grote afstand kunnen uitstrekken. Ze worden stralen genoemd.
- Door de grote drukschommelingen die ontstaan bij een inslag kan er centraal een ophoping worden gevormd. Dit gebeurt bij kraters met een diameter groter dan 40 km.

DOORSNEDE

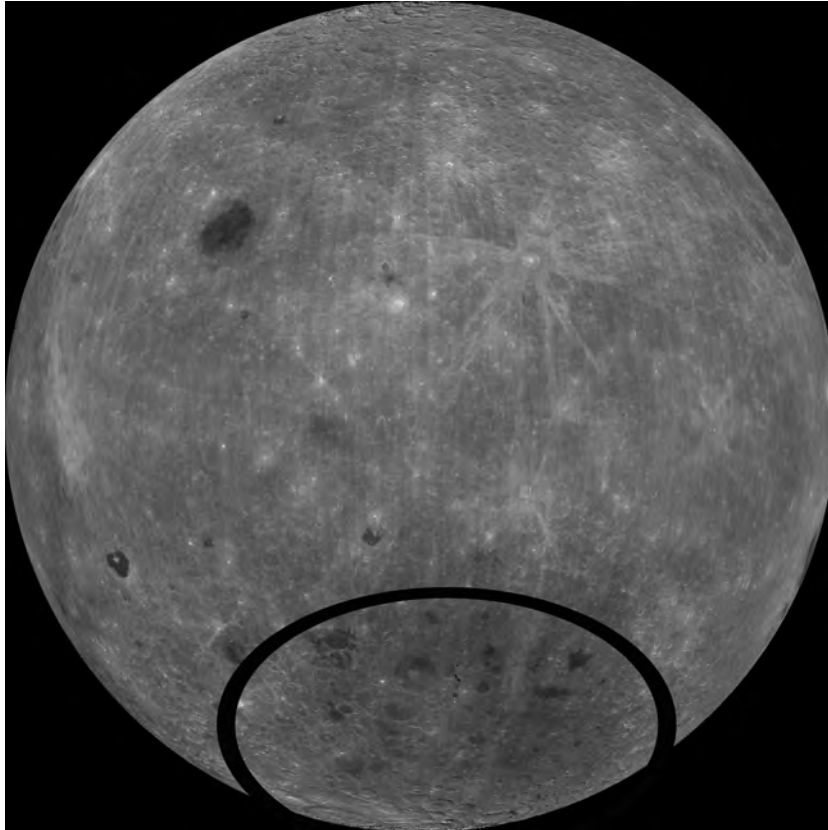


BOVENAANZICHT



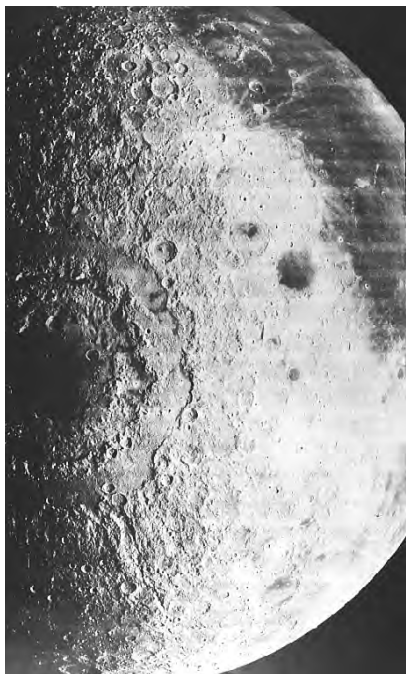
© Paul Tytgat

De Zuidpool-Aitken is niet enkel de grootste inslagkrater van de maan, maar van het hele zonnestelsel. Hij is gelegen aan de achterkant van de maan, heeft een diameter van ongeveer 2 500 km en een diepte van bijna 13 km. Op de foto zie je de achterkant van de maan afgebeeld. De Zuidpool-Aitken is het donkere deel onderaan de foto.



Zuidpool-Aitken © NASA

Mare Orientale is een krater die van op aarde met een telescoop gedeeltelijk zichtbaar is. Deze heeft een diameter van 900 km en rond het centrum zijn duidelijk concentrische cirkels te zien.



Mare Orientale © NASA





### **Materiaal**

- Schotel
- Bloem
- Verpulverd gekleurd krijt
- Zeef
- Weegschaal
- 5 ronde projectielen
- Krantenpapier of onderlegger
- Breinaald of satéstokje
- Liniaal
- Ruitjespapier



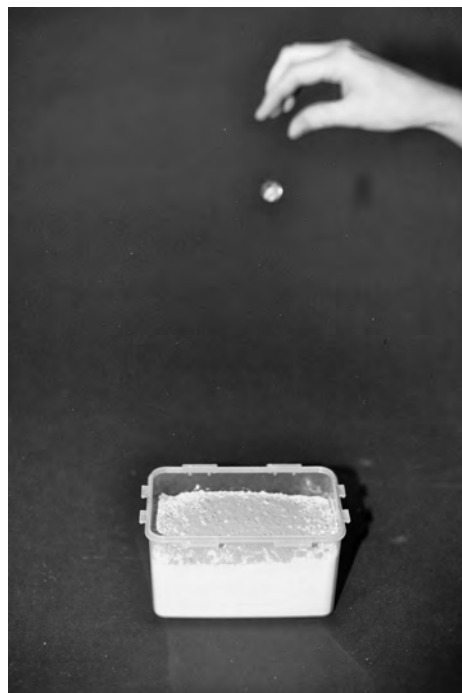
### **Verduidelijking proefopzet**

Door te experimenteren met projectielen van verschillende grootte en verschillend gewicht, ontdekken de leerlingen dat deze factoren een invloed hebben op de grootte van een krater.



### **Mogelijke inleidende vragen:**

- Hoe komt het dat de maan geen egale witte kleur heeft?
- Hoe denk je dat de kraters op de maan gevormd werden?



© Dirk Dom

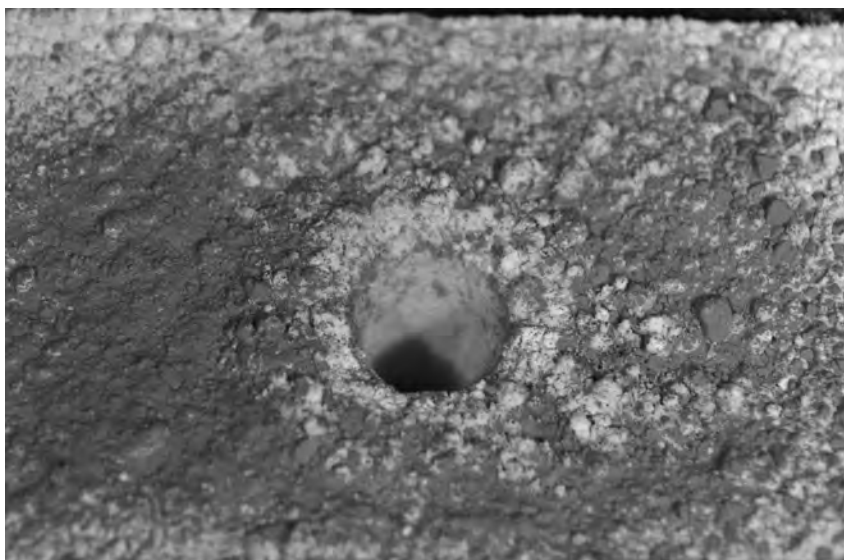


### **Tips bij de proefopzet**

- De schotel is best van plastic, aluminium of karton. Gebruik zeker geen glas! Een grote doos van ijscrème kan dienst doen. Leg onder en rond de doos krantenpapier om alle kraterstralen op te vangen.
- Voor de projectielen gebruik je best bolvormige voorwerpen van verschillende grootte en met een verschillend gewicht. Je kan bv. werken met een drietal knikkers van verschillende grootte en twee metalen bolletjes met verschillende diameter.
- Bij gebrek aan tijd, gebruik je slechts drie projectielen.

Kies dan voor twee knikkers van verschillende grootte en een metalen bolletje met ongeveer dezelfde grootte als één van de knikkers. Zo zien de leerlingen dat gewicht een heel belangrijke rol speelt in de vorming van een krater (belangrijker dan volume).

- Maak vooraf met de leerlingen duidelijke afspraken voor het uitvoeren van het onderzoek, zodat het vallen van de projectielen op een gestructureerde manier verloopt. Je kan eerst in klasverband 'uitzoeken' hoe de leerlingen best tewerk gaan en pas daarna overgaan tot het eigenlijke onderzoek dat in kleine groepjes gebeurt.
- Gebruik een felle kleur krijt. Dan zijn de verschillende delen van de krater het duidelijkst zichtbaar.
- Je kan de klas opdelen in 5 groepen. Elke groep bestudeert 1 projectiel. Ofwel worden hierna de projectielen doorgegeven zodat elk groepje de metingen op de 5 projectielen uitvoert; ofwel worden de gegevens van de 5 groepen gebundeld. Wanneer dezelfde metingen door meerdere groepen worden uitgevoerd, is het interessant om te werken met gemiddelde resultaten voor de aanmaak van de grafiek.
- Let er op dat er bij de metingen geen fouten gebeuren. Bij metingen door een kinderhand kan je soms de gekste resultaten verkrijgen. Verwerp onlogische resultaten.
- Bij zware projectielen kan het zijn dat deze reeds bij 5 of 10 cm tot bijna op de bodem vallen. Houd in dat geval geen rekening met de resultaten van dat projectiel, want ze zijn uiteraard niet correct. Om dit te vermijden gebruik je best een diepe doos.
- Bij het laatste onderdeel van de proef worden verschillende projectielen op het oppervlak geworpen om zo een echt maanlandschap te creëren. Hierbij maak je best gebruik van metalen projectielen, zodat je deze met een magneet uit de krater kan verwijderen zonder dat de krater beschadigd wordt. Wanneer je geen metalen projectielen hebt, laat je de projectielen in de bloem zitten tot het einde van het experiment.
- Je kan de grafieken ook met de computer aanmaken.



© Dirk Dom



## KRATERS

**Bekijk de foto's van maankraters. Zie je gelijkenissen en verschillen tussen de kraters?**

*bv. de kraters zijn allemaal rond, maar niet even groot.*

**Hoe komen deze kraters op de maan?**

*Doordat er meteorieten op de maan inslaan.*

**Wat kan er allemaal aan projectielen verschillen waardoor de vorm van de krater verandert?**

*Grootte, gewicht, snelheid, hoek van inslag, vorm, ... Ook de ondergrond kan verschillend zijn, waardoor de vorm van de krater anders is.*

**Hoe kan je dit bestuderen?**

*Door zelf projectielen te laten vallen op een nagemaakt maanoppervlak.*

**Vul de schaal met bloem. Door rustig met de schaal te bewegen wordt een egaal oppervlak bekomen. Breng hier met de zeef een dun laagje verpulverd krijt op aan. Dit is je maanoppervlak.**

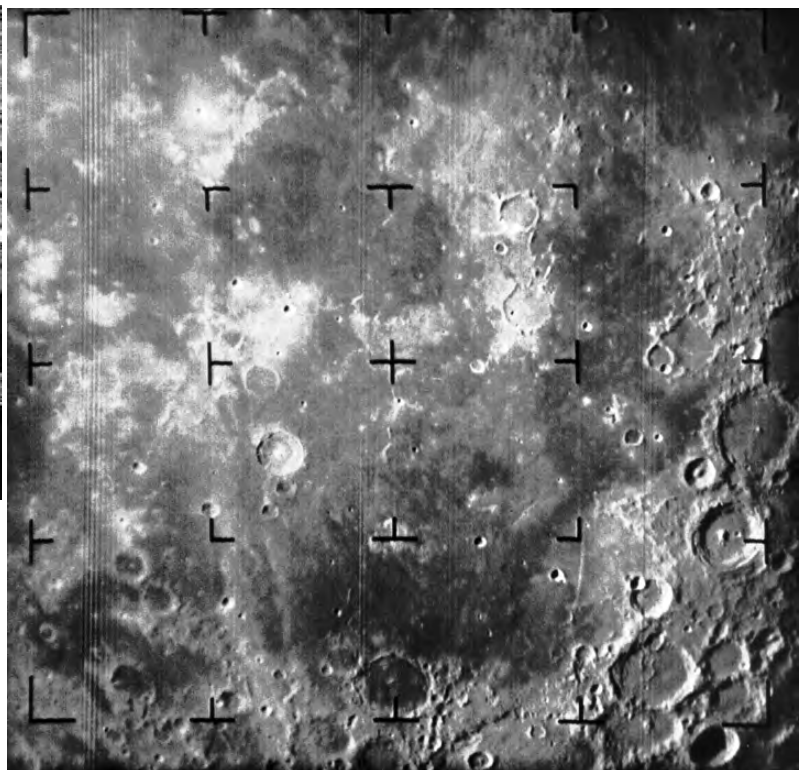
**Laat een projectiel van op +/- 50 cm op het maanoppervlak vallen. Laat het projectiel in het maanoppervlak zitten. Wat zie je?**

*Een ronde krater. er ligt (witte) bloem op het verpulverd krijt.*

**Een krater bestaat uit: een bodem, een kraterrand, stralen, ejecta en een wand. Bij heel grote kraters is er ook een centrale ophoping te zien. Maak een tekening van de krater met aanduiding van de verschillende elementen.**



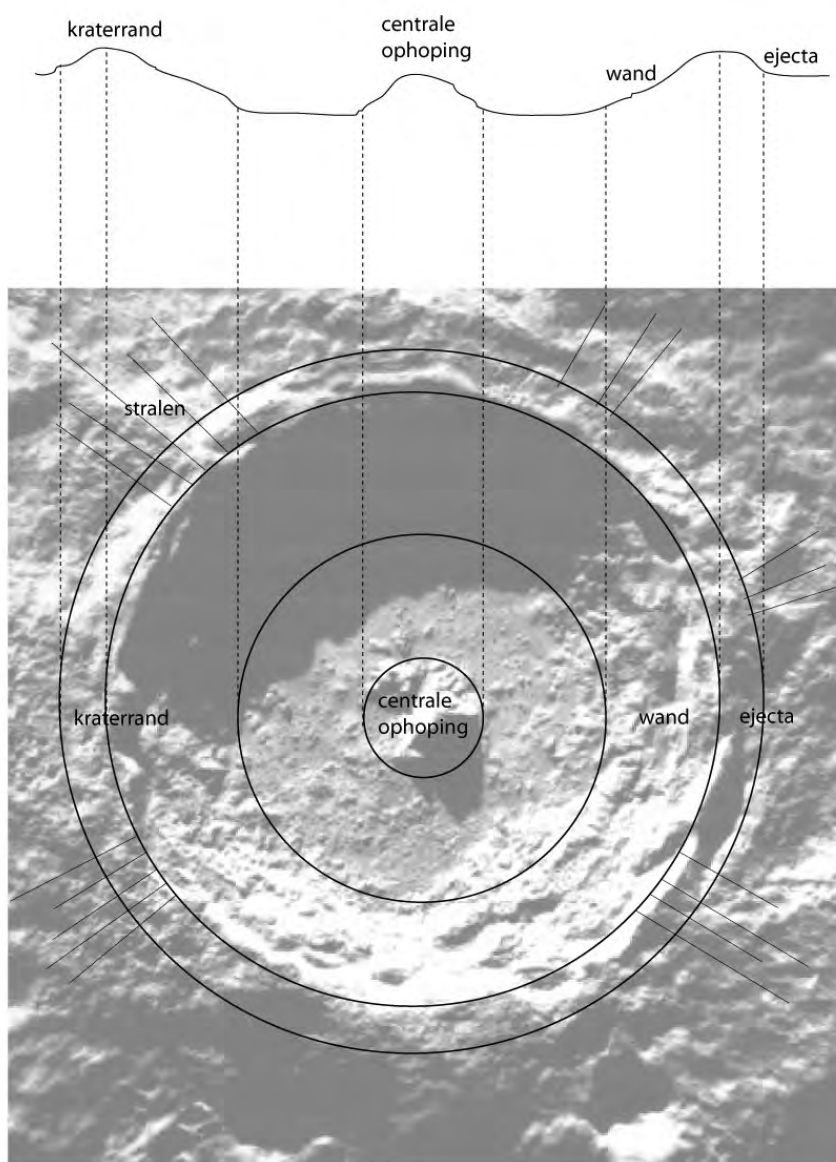
Maankrater  
© Apollo 11 Crew, NASA



Maankraters (1965) © NASA

DOORSNEDE

BOVENAANZICHT



© Paul Tytgat



Je hebt 5 projectielen. Meet voor elk projectiel de diameter en het gewicht en zet de resultaten in de tabel. Omschrijf elk projectiel, zodat je deze achteraf nog terug kan herkennen.

|              | Diameter | Gewicht | Omschrijving projectiel |
|--------------|----------|---------|-------------------------|
| Projectiel 1 |          |         |                         |
| Projectiel 2 |          |         |                         |
| Projectiel 3 |          |         |                         |
| Projectiel 4 |          |         |                         |
| Projectiel 5 |          |         |                         |

Je gaat 5 projectielen van 6 verschillende hoogtes laten vallen in de schaal. Meet telkens nauwkeurig de hoogte waarvan je het projectiel laat vallen en zet de diepte die je meet bij in de tabel.

De diepte van de krater meet je voordat je het projectiel uit de krater haalt. Zo beschadig je de krater niet voor de meting. Hiervoor breng je een stokje in de krater en duid je op het stokje met een vinger aan hoe diep de krater is. Haal het stokje uit de krater en meet met een lat het deel van het stokje dat in de krater zat. Vergeet niet om de diameter van het projectiel bij deze diepte te tellen!

**OPGELET!** De toplaag is enkel nodig om de stralen van de krater te tonen. Deze moet dus niet meer worden aangebracht! Tussen de verschillende testen meng je telkens de bodem en schud je zachtjes met de schotel zodat er een glad oppervlak wordt gevormd.



De diepte van de krater meten © Dirk Dom

**Noteer je resultaten in de tabel.**

| Hoogte | Diepe krater |              |              |              |              |
|--------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|        | Projectiel 1 | Projectiel 2 | Projectiel 3 | Projectiel 4 | Projectiel 5 |
| 5 cm   |              |              |              |              |              |
| 10 cm  |              |              |              |              |              |
| 15 cm  |              |              |              |              |              |
| 20 cm  |              |              |              |              |              |
| 25 cm  |              |              |              |              |              |
| 30 cm  |              |              |              |              |              |

**Maak een grafiek van je resultaten. Zet op de horizontale as de hoogte waarvan je het projectiel liet vallen. Zet op de verticale as de diepte van de krater. Gebruik verschillende kleuren voor de verschillende projectielen.**

**Wat heeft allemaal invloed op de diepte van de krater? Je grafiek kan hierbij helpen!**

Het gewicht en de hoogte waarvan je het projectiel laat vallen. De diameter heeft weinig invloed: een groot projectiel met een klein gewicht geeft een minder diepe krater dan een klein, zwaar projectiel.

**Hoe zou de krater er uitzien als het projectiel schuin zou inslaan?**

...

**Meng de bodem en breng met de zeef terug een laagje van de toplaag aan. Probeer één van de projectielen schuin te laten inslaan. Ziet de krater er anders uit?**

Bij een schuine inslag worden de stralen geconcentreerd en langer. De rand van de krater is niet overal even breed.

**Laat nu een aantal projectielen zo vallen dat de kraters in elkaar overlopen. Wat zie je?**

Niet elke krater blijft volledig zichtbaar. Er ontstaat een landschap met veel reliëf.

**Vergelijk dit uitzicht met de foto's van de maan. Zie je gelijkenissen?**

De maan bestaat ook uit veel kraters die in elkaar overlopen.

**Hoe groot denk je dat de grootste krater op de maan is?**

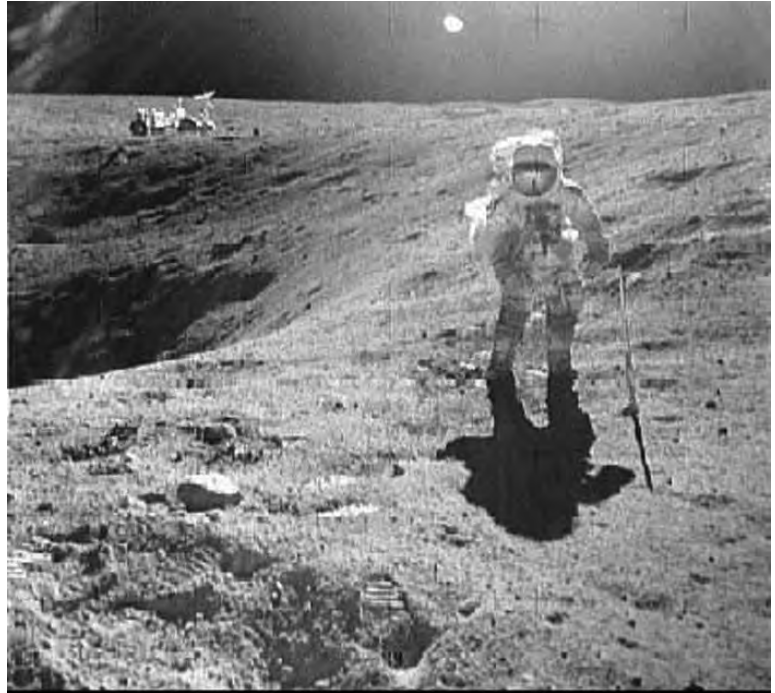
De grootste krater op de maan heeft een diameter van ongeveer 2500 km en een diepte van bijna 13 km! Deze krater zit aan de achterkant van de maan. Je kan hem dus niet zien met je verrekijker!



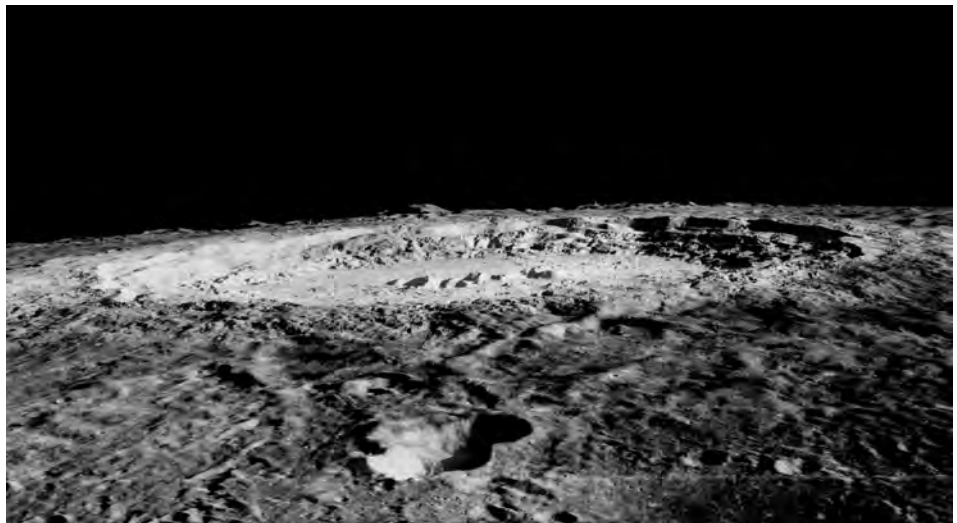
#### **Te onthouden**

- De krater van een inslag bestaat uit een bodem, een kraterrand, stralen, ejecta en een wand. Bij grote kraters komt er een centrale ophoping voor.
- De grootte van de krater is afhankelijk van de grootte en het gewicht van het projectiel en van de snelheid waarmee het projectiel het oppervlak bereikt.
- Bij een schuine inslag worden de stralen geconcentreerd en langer in de richting van de inslag.





Astronaut bij een maankrater © NASA



Maankrater © USGS

## De mens op de maan



### **Materiaal**

- Boeken over ruimtevaart, encyclopedie en/of internet.



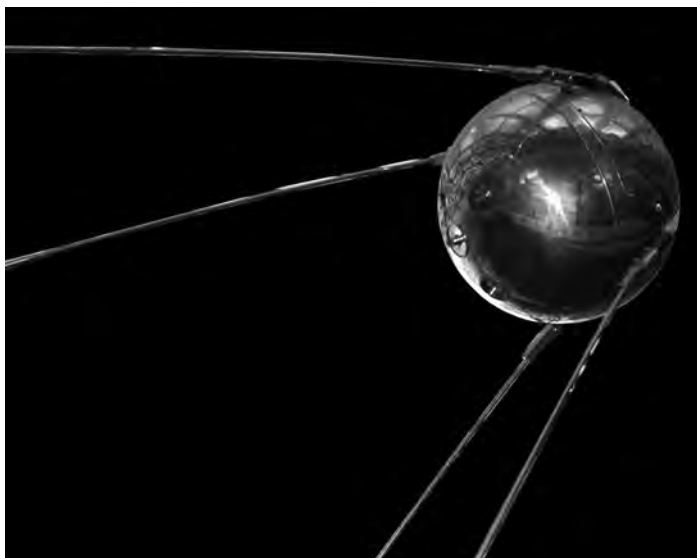
### **Verduidelijking proefopzet**

In dit deel wordt een stukje geschiedenis van de ruimtevaart en de maanlandingen besproken. Aan de hand van een aantal vragen zoeken de leerlingen feiten op in boeken of op het internet.



### **Mogelijke inleidende vragen:**

- Waar zou jij naartoe gaan als je in de ruimte kon reizen? Waarom?
- Stel dat je de leiding zou hebben over een ruimtevaartcentrum en dat er nog nooit iemand in de ruimte was geweest. Hoe zou jij dat dan aanpakken? Zou je onmiddellijk een mens de ruimte in sturen? Zou je zelf gaan?
- Ken je mensen die belangrijk waren voor de ruimtevaart?



Sputnik 1 © NASA



Ham, een chimpansee die een ruimtereis heeft gemaakt © NASA



## DE MENS OP DE MAAN

*De maan spreekt al eeuwen tot de verbeelding van de mens. Dat kan je zien aan de vele oude verhalen die er over de maan bestaan. Zo'n verhalen gaven de mensen een verklaring voor allerlei zaken die zij rondom zich zagen gebeuren. De maan, als helderste element aan de nachtelijke hemel, sprak daarbij sterk tot de verbeelding en de mensen herkenden allerlei vormen in de donkere vlekken die je met het blote oog op de maan kan zien.*

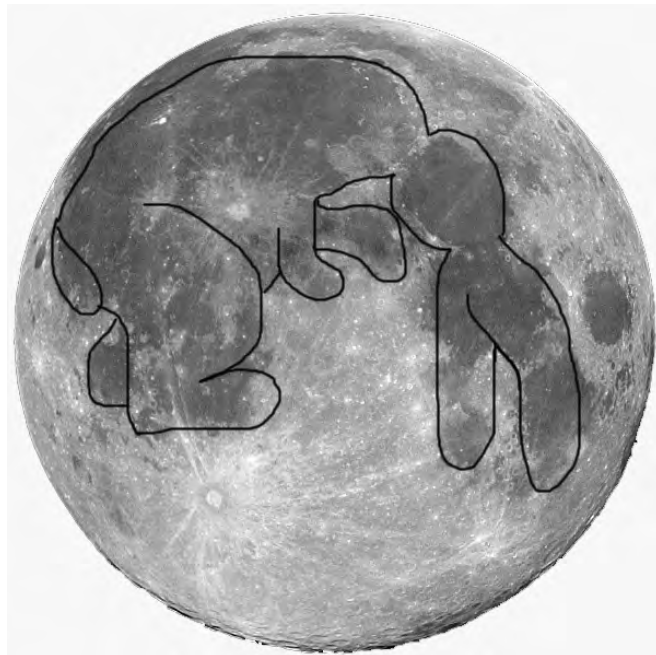
### Wat herken jij in de maan?

*Bv. een mannetje, een gezicht, ...*

### In het oude China werd verteld dat er een konijn in de maan zat. Maar hoe was dat konijn daar gekomen?

*Drie feeën vermoonden zich in meelijwekkende, oude mannen. Ze bedelden voor eten bij een vos, een aap en een konijn. De vos en de aap gaven de oude mannen te eten, maar het konijn kon hen niets geven. Hij besloot om zijn eigen vlees te geven en sprong in een vuur. De feeën waren zo geroerd door het offer van het konijn, dat ze het wilden redden. Het konijn kreeg het eeuwige leven in het maanpaleis.*

### Zie jij het konijn in de maan?



© Anthony Ayiomamitis (bewerkt)

*Om in de ruimte te reizen, heb je een raket nodig. De bouw van raketten is echter niet uitgevonden in de moderne tijd. Al eeuwen geleden werden er raketten gemaakt. Ze werden gebruikt bij de oorlogvoering of om vuurwerk te maken. Er bestaan zelfs oude legendes over het gebruik van raketten voor transport. Zo zou een Chinees ambtenaar, Wan-Hu, een soort vliegende stoel hebben laten maken waaraan 47 raketten en 2 grote vliegers bevestigd waren. Zijn assistenten staken de raketten aan en er volgde een oorverdovend gedonder. Wan Hu werd verduisterd door de rook en nadat die was opgetrokken zagen zijn assistenten dat hij verdwenen was. Er werd nooit meer iets van hem gehoord...*



Wan-Hu op zijn vliegende stoel © NASA

**De techniek voor het bouwen van raketten werd verder geperfectioneerd en hierdoor begon de mogelijkheid om de ruimte te verkennen steeds meer tot de verbeelding van de mens te spreken. In 1865 werd het boek 'De la terre à la lune' geschreven. Wat betekent deze titel?**

*van de aarde naar de maan.*

**In het boek werden ruimtereizigers afgeschoten door een enorm kanon. Ze vlogen rond de maan en kwamen daarna terug naar de aarde. Ken jij de schrijver van dit boek?**

*Jules Verne (1828 - 1905)*

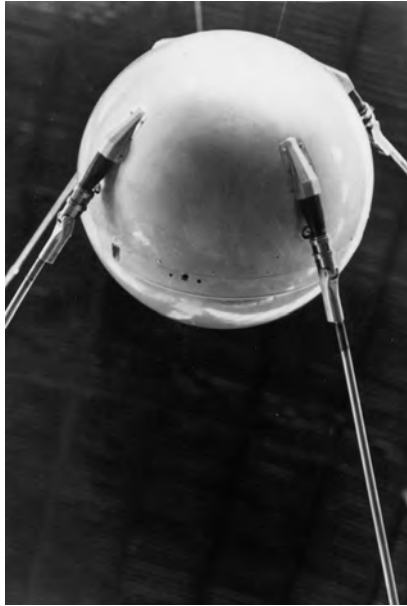


De schrijver van 'De la terre à la lune'; Bron: <http://commons.wikimedia.org> (Public Domain)

4 oktober 1957 wordt aanzien als het begin van de moderne ruimtevaart. Op die dag werd Spoetnik 1 in een baan om de aarde gebracht. Spoetnik 1 was een Russische satelliet of kunstmaan. Het was een bol met 4 antennes en een zendertje dat regelmatig pieptonen uitzond. Na 3 maanden in de ruimte viel Spoetnik 1 terug naar de aarde en verbrandde in de atmosfeer. **Weet je hoe groot deze satelliet was en hoeveel hij woog?**

*Spoetnik 1 had een diameter van 58 cm en woog 84 kg*





Spoetnik 1 © NASA History Office

*De gelukke lancering van Spoetnik 1 was het startschot voor een jarenlange ruimtewedloop tussen de Verenigde Staten en de Sovjet-Unie. De twee landen waren op dat ogenblik verwickeld in de Koude Oorlog en de spanning was enorm. Omdat satellieten gebruikt konden worden voor spionage was de ruimtevaart zeer belangrijk. Ruimtevaartsuccessen werden gebruikt om de andere partij af te schrikken: als een raket een mens naar de ruimte kan brengen, dan kan zo'n raket ook een atoombom op een vijandige stad werpen. Er volgde zowel in de Verenigde Staten als in de Sovjet-Unie een hele reeks lanceringen, waarvan de ene al spectaculairdere resultaten had dan de andere.*

**Nog in 1957 werd het eerste levende wezen de ruimte in gekatapulteerd. Het was een hondje dat in Moskou van straat werd geplukt. Ken je haar naam?**

Laika



De eerste hond in de ruimte © NASA

*Ze reisde in Spoetnik 2 rond de aarde. Het plan was om haar een zachte dood te laten sterven met vergif in haar voedsel. Zo zou ze niet levend verbranden wanneer Spoetnik 2 terug in de atmosfeer terecht zou komen. Door oververhitting en stress is ze echter al na een paar uur in de ruimte overleden.*

**Ken je nog een ander dier dat veel gebruikt werd in de ruimtevaart?**

*De Amerikanen gebruikten voornamelijk apen voor hun experimenten in de ruimte.*

**De Sovjet-Unie behaalde na de eerste kunstmaan en het eerste levende wezen in de ruimte, op korte tijd nog een aantal primeurs. Wat bereikten ze met Loenik 2 in 1959?**

*Loenik 2 was het eerste aardse object dat de maan bereikte.*

*Loenik 3 maakte de eerste foto's van de achterkant van de maan. Volgens de huidige normen zijn de foto's van een zeer lage kwaliteit, maar ze zijn van groot historisch belang. Het was immers de eerste keer dat de achterkant van de maan gezien werd. De foto's toonden dat de achterkant van de maan een heel ander landschap heeft dan de voorkant. Het is een bergachtig terrein met slechts twee grote (donkere) 'maria'.*



De eerste foto die werd genomen van de achterkant van de maan (1959). © NASA

**In 1961 vertrok het eerste bemande ruimtevaartuig, Vostok 1 naar de ruimte. Weet je wie aan boord zat?**

*De Sovjetkosmonaut Joeri Gagarin.*



Krantenbericht over de eerste man in de ruimte.  
© NASA



Oorspronkelijk werd German Titov geselecteerd voor de vlucht. Zijn naam klonk echter te Duits in de Russische oren en daarom werd hij vervangen. De volledige besturing van het ruimtevaartuig gebeurde automatisch. Voor de terugkeer naar de aarde moest de raket opsplitsen in twee delen. Ze bleven echter aan elkaar hangen met een bundel draden, waardoor het toestel in de atmosfeer begon te tollen. Gelukkig brandden de draden door en kon de kosmonaut toch nog veilig landen.

**Weet je wie de eerst vrouw in de ruimte was? In 1963 zat zij aan boord van Vostok 6.**

De eerste vrouw in de ruimte was de Russische Valentina Tsjerkova.

Als je eenmaal in de ruimte bent, wil je natuurlijk ook een ruimtewandeling maken. Maar aan een ruimtewandeling zijn enorme risico's verbonden. Het ruimtepak van de astronaut moet perfect werken. De temperatuur in het pak wordt geregeld door een onderpak dat met water gekoeld wordt. Hierover zit een drukpak dat het drukverschil moet opvangen. Zelfs bij een heel klein scheurtje zou de druk in het pak heel sterk dalen tot een vacuüm. Hierin kan de ruimtevaarder maar een paar seconden overleven. De astronaut moet ook met een veiligheidslijn met het ruimtevaartuig verbonden zijn om dit na zijn uitstap veilig terug te bereiken. Om wille van deze risico's worden er enkel ruimtewandelingen gemaakt wanneer dit hoogst noodzakelijk is. **Wie durfde het in 1965 aan om als eerste een ruimtewandeling te maken?**

De eerste ruimtewandeling werd gemaakt door de Rus Alekseï Leonov.



De eerste man die een ruimtewandeling maakte © NASA

**Na een lange wedloop was het uiteindelijk een Amerikaan die in 1969 de eerste voet op de maan zette. Weet je wie dat was?**

Neil Armstrong

Hij sprak de legendarische woorden: "That's one small step for (a) man, one giant leap for mankind." (Dat is een kleine stap voor een mens, een grote sprong voor de mensheid.) Hij werd vergezeld door Edwin (Buzz) Aldrin. De twee astronauten verzamelden maanstenen, namen foto's en voerden onderzoeken uit. Het maanstof dat aan hun ruimtepakken hing, verspreidde achteraf een typische geur in het ruimteschip: de maan ruikt naar buskruit!



Edwin (Buzz) Aldrin op de maan © NASA

*Na deze maanwandeling luwde de maankoorts: Rusland richtte zich op Venus, Amerika op Mars. Na vele jaren van stilte, is de kolonisatie van de maan de volgende hype. Zo maakte president Bush (Amerika) in 2005 de plannen bekend voor een permanent bewoonde maanbasis en wil Japan een sterrenkijker op de achterkant van de maan plaatsen. Ook Europa heeft de maan in zijn vizier! Lunex, een Europees ruimtebedrijf, wil zonnepanelen bouwen op de maan. Volgens hen zou een zonnepaneelfabriek met de oppervlakte van Nederland voldoende energie kunnen produceren om de hele wereld van milieuvriendelijke energie te voorzien.*

*Welke dromen werkelijkheid zullen worden en welke voor altijd een fantasie blijven, kan enkel de toekomst uitwijzen. Maar één ding is zeker: het konijntje in de maan wacht geduldig op onze komst.*

## Leven in het Internationaal Ruimtestation ISS

*De maan is de enige natuurlijke satelliet van de aarde, maar gedurende de tijd heeft de mens nog verschillende kunstmatige satellieten de ruimte ingestuurd. Denk maar aan de satellieten die ons beelden verschaffen om weersvoorspellingen te doen of de satellieten die gebruikt worden door het GPS-toestel om een plaatsbepaling uit te voeren. De grootste kunstmatige satelliet is het Internationaal Ruimtestation (International Space Station of ISS).*

*De meeste satellieten zijn onbemand, maar ISS is een permanent bemande satelliet. Wanneer de satelliet volledig af zal zijn, zal deze 455 ton wegen en een oppervlakte hebben van een voetbalveld. Omdat er geen enkele raket bestaat die zo'n gewicht de ruimte in kan sturen, wordt het ruimtestation als een puzzel in de ruimte in elkaar gezet. ISS reist op 400 km boven de aarde en cirkelt met een snelheid van ongeveer 28 000 km/u rond. Het is dus niet eenvoudig om dit bouwwerk in elkaar te puzzelen. ISS is een internationaal project en tussen de verschillende landen moesten dus heel goede afspraken worden gemaakt over de manier waarop alles in elkaar moet passen en hoe alles precies gemaakt moet worden. De verschillende stukken worden in de ruimte met behulp van gigantische bouwarmen aan elkaar gemonteerd.*

*In het ruimtestation zijn altijd astronauten aanwezig. Ze verblijven er voor maximum 6 maanden. De reis naar het ruimtestation is geen pretje. De meeste astronauten hebben de eerste 24 uur last van duizeligheid en van ruimteziekte. Het is ook moeilijk om je bewegingen te controleren. Als je bijvoorbeeld je hoofd draait, draai je dit bijna altijd te ver, omdat je geen weerstand ondervindt van de lucht. Ook in het ruimtestation zelf leef je in een gewichtloze omgeving. Het is dus belangrijk dat je heel netjes bent en alles steeds vastkleeft met plakband of velcro. Alles wat niet vast hangt, zweeft door het ruimtestation!*

*Deze gewichtloosheid heeft natuurlijk enorme gevolgen voor het leven aan boord. De astronauten slapen in slaapzakken die aan de muur vasthangen. Ze moeten deze natuurlijk goed dichtritsen, anders zweven ze zo het ruimtestation in. Water blijft niet netjes in een glas zitten. Hoe de astronauten zich dan wassen? Ze gebruiken een speciale zeep en shampoo die ze niet moeten afspoelen. Een gewone douche kunnen ze niet nemen, want de waterdruppels zouden ontsnappen. Daarbij komt dat een douche heel veel water verbruikt. Elke astronaut mag maximum 10 liter water gebruiken in een dag. Een douche op aarde verbruikt wel 50 liter per keer. Bij het tandenpoetsen vangen ze het spoelwater op in een zakdoek of ze gebruiken eetbare tandpasta. en je vraagt je natuurlijk af hoe de astronauten naar toilet gaan! Eerst en vooral moeten ze zich vastmaken aan het toilet, anders kunnen ze er niet op blijven zitten. De uitwerpselen worden via een speciaal afzuigstelsel weggezogen. Van de urine wordt lucht gemaakt voor de bemanning. Elke vierkante centimeter telt in een ruimtestation!*

*Het ruimtestation vliegt in 90 minuten rond de aarde. Dit betekent dat het voor de astronauten aan boord telkens 45 minuten dag en 45 minuten nacht is. Omdat dit te veel afwijkt van hun natuurlijke ritme, houden de astronauten een kunstmatig ritme aan dat hard lijkt op het ritme op aarde. Ze slapen 8 uur aan een stuk, werken 8 uur, hebben vrije tijd, moeten eten,... Op zaterdag werken de astronauten maar een halve dag en op zondag zijn ze vrij.*

*Tijdens hun werkdag doen de astronauten 4 uur wetenschappelijke experimenten en de andere 4 uur zijn ze bezig met het onderhoud van het ruimtestation. De astronauten moeten tijdens hun vrije tijd veel sporten. Daarvoor zijn bv. loopbanden met speciale riemen voorzien om je op de loopband te houden. Op aarde lijkt het heel normaal dat je rechtop kan staan, dat je rondwandelt, zit,... maar eigenlijk gebruik je hier heel de tijd je spieren voor. In de ruimte moet je geen weerstand bieden tegen de zwaartekracht, en zo verslappen je spieren zeer snel als je geen extra oefeningen doet. In hun vrije tijd kijken de astronauten ook heel veel uit het raampje naar de aarde. Vanuit de ruimte kan je snelwegen, vulkanen en zelfs bliksem zien.*

*Wanneer de astronauten terugkeren naar de aarde hebben ze wekenlang medische hulp nodig om terug te wennen aan het zware gewicht dat voor de rest van ons zo vanzelfsprekend is.*

*Bron:*

*- [http://www.esa.int/esaCP/SEMGI1V8L6VE\\_Belgium\\_du\\_1.html](http://www.esa.int/esaCP/SEMGI1V8L6VE_Belgium_du_1.html)*

*- interessant om te bezoeken: <http://www.spaceexpo.nl/>*