



## H03. Alles draait

Auteur

Team

Laatst gewijzigd

Licentie

Webadres

Bètapartners

Wikiwijs Maken Auteurs

8 mei 2015

CC Naamsvermelding-GelijkDelen 3.0 Nederland licentie

<https://maken.wikiwijs.nl/45784/>



Dit lesmateriaal is gemaakt met Wikiwijs van Kennisnet. Wikiwijs is hét onderwijsplatform waar je leermiddelen zoekt, maakt en deelt.

# Inhoudsopgave

|                                      |    |
|--------------------------------------|----|
| 3.1 De maan draait om de aarde ..... | 2  |
| 3.2 De aarde draait om de zon .....  | 11 |
| 3.3 De zon draait om... ..           | 16 |
| Over dit lesmateriaal .....          | 19 |

## 3.1 De maan draait om de aarde

Tot nu toe hebben we gekeken naar wat we in de ruimte om ons heen kunnen vinden. In dit gedeelte doen we een stapje verder en kijken we naar de bewegingen van een aantal hemellichamen.



David Scott

*"Je zat daar maar te denken dat dit stuk mechaniek 400.000 onderdelen had, allemaal geconstrueerd door de laagste inschrijver."*

David Scott (Apollo 15 astronaut)

De Maan, de Zon, sterren, kometen en verschijnselen aan de hemel worden sinds jaar en dag vanaf de Aarde bekeken, bewonderd en geïnterpreteerd. Pythagoras (580 - 500 v. Chr.) en Aristoteles (384 - 322 v. Chr.) dachten al dat de Aarde rond was en dat er een heelal bestond. Vanuit de natuurwetenschappen zijn we bijvoorbeeld geïnteresseerd in de baan van planeten, de samenstelling van meteorieten, de levensduur van sterren en het ontstaan van het heelal. Ondanks al het onderzoek dat al gedaan is, zijn er nog veel zaken die we niet weten. Het is moeilijk voorstelbaar dat er verschijnselen onderzocht worden die we niet kunnen zien, omdat ze zo ver weg zijn. In dit deel lees je over de opbouw van het zonnestelsel en welke plaats het heeft in het Melkwegstelsel.

### **De Maan draait om de Aarde**

Vanaf de Aarde gezien is de Maan een in het oog springend hemellichaam. Soms wel, soms niet te zien.

De ene keer helemaal vol, de andere keer met een hap eruit. Het is tot nu toe de enige buitenaardse plek waar mensen geweest zijn. De gemiddelde afstand tussen de Aarde en de Maan bedraagt 384.400 km. De Maan doorloopt de baan om de Aarde in 27,3 dagen. In deze tijd draait de Maan ook precies eenmaal om haar as. Daardoor hebben we altijd zicht op dezelfde kant van de Maan. De Maan weerkaatst licht van de Zon waardoor we het beschenen deel van het maanoppervlak op Aarde kunnen waarnemen.

Afhankelijk van de plaats van de Zon, de Maan en de Aarde zien we meer of minder van de Maan. Wanneer de Maan precies tussen de Zon en de Aarde in staat, is er sprake van een zonsverduistering (eclips). Een maansverduistering komt voor wanneer bij volle maan de Aarde tussen de Zon en de Maan in staat.



[lunar eclips](#)

*Klik eerst op één van de maanplaatjes. Je kunt daarna een standpunt op aarde kiezen door ergens op het aardoppervlak te klikken om de verduistering te zien. Merk op dat je vanuit elk punt op aarde waar het nacht is de Maan op precies dezelfde manier verduisterd ziet. Dit komt doordat de maan zelf geen licht uitzendt. Als de Aarde de Maan verduistert kun je de Maan gewoon niet zien, waar je ook bent op Aarde.*



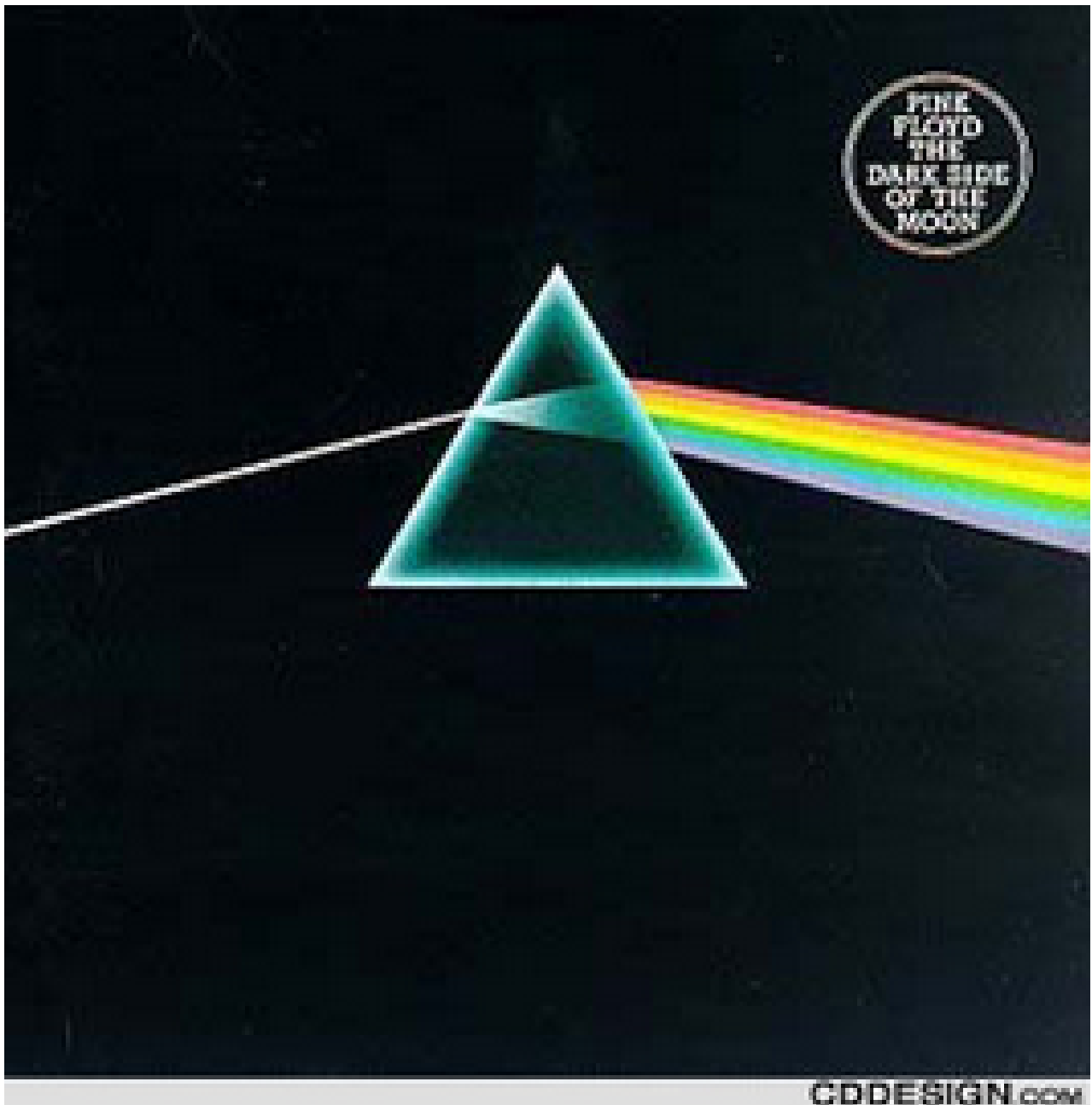
Met een verrekijker of eenvoudige telescoop kunnen we het maanoppervlak goed bekijken. Rond het eerste en laatste kwartier, wanneer het oppervlak schuin door de Zon beschenen wordt, zijn er veel details te zien, vooral op de grens van het donkere en het belichte gedeelte van de Maan. Zo kun je de verschillende kraters goed herkennen. Deze kraters zijn ontstaan door inslagen van meteorieten die door het ontbreken van een atmosfeer niet verbranden voordat ze het maanoppervlak bereiken. De donkere vlekken op de Maan worden zeeën genoemd, omdat men vroeger dacht dat die zich daar bevonden. Voor zover we nu weten, zijn er echter geen zeeën geweest op de Maan. De donkere vlekken zijn vlakke gebieden van gestolde lava waar sinds de uitbarsting van vulkanen nog geen meteorietinslagen plaats hebben gevonden. De Maan is net zo oud als de planeten van ons zonnestelsel.

Over de wijze waarop de Maan ontstaan is verschillen de meningen:

- de Maan zou afgesplitst zijn van de Aarde
- de Maan zou ingevangen zijn toen deze langs de Aarde bewoog
- de Maan zou, tegelijk met de planeten en andere manen, ontstaan zijn uit oermaterie

### **Opdrachten Maan**

Maak nu de opdrachten 4 en 5 op de volgende pagina in je werkdocument dat je natuurlijk even van je mail of van je USB stick haalt.



#### Opdracht 4

a. Dark side of the moon

Een beroemde CD van Pink Floyd (met onder andere het nummer Eclipse) heeft de titel "The dark side of the moon" gekregen. Is "the dark side of the moon" in werkelijkheid altijd donker? Licht toe. Hoe zijn we te weten gekomen hoe "the dark side" er uit ziet?

b. Eb en vloed

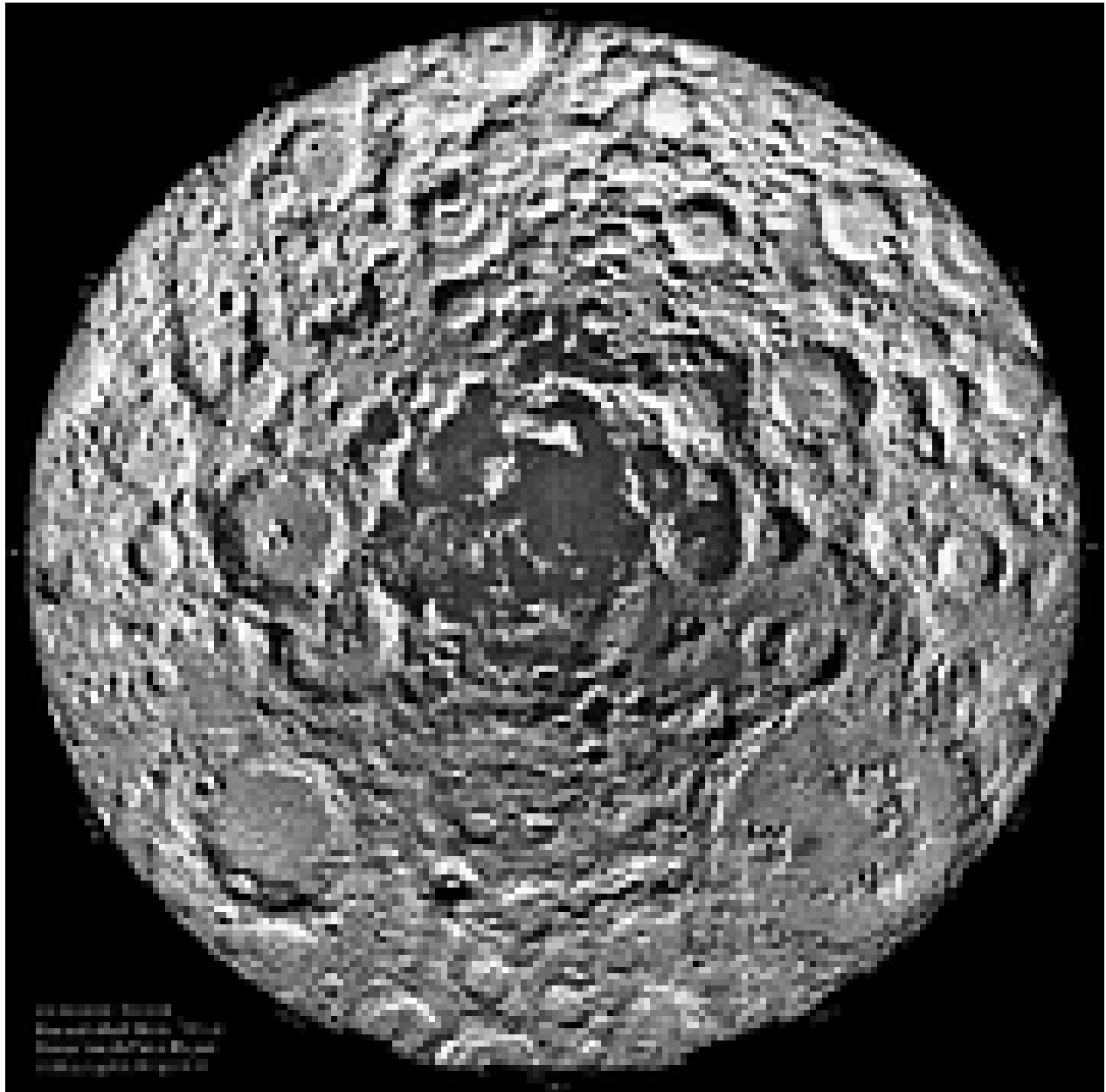
Eb en vloed op Aarde ontstaan door de aantrekkingskracht van de Maan. Per etmaal is het tweemaal eb en tweemaal vloed.

Omdat de maan om de aarde draait wisselt de gravitatiekracht waarmee de maan aan het oppervlaktewater trekt. De maan draait ook niet om het middelpunt van de aarde omdat de massa van de maan toch wel 1/6 van die van de aarde is. Aarde en maan draaien dan ook om een gemeenschappelijk zwaartepunt. In de volgende (Engelse) applet kun je zien hoe eb en vloed ontstaan.



<https://maken.wikiwijs.nl/userfiles/a99a3740ceda5ca46732e344e9d7db6f.s wf>

1. Beredeneer hoeveel vloedbergen er op Aarde zijn.
  2. Bij springtij komt het water extra hoog. Waar zal de Maan zich dan bevinden ten opzichte van Zon en Aarde?
- c. Ontstaanswijze van de Maan
1. Verzamel via internet voor- en tegenargumenten voor elk van de mogelijke ontstaanswijzen van de Maan.
  2. Welke ontstaanswijze vind je het meest waarschijnlijk? Licht je keuze toe.



*Ijs op de zuidpool van de maan?*

Achtergrondinformatie: ijs op de Maan

Op 25 januari 1994 werd een belangrijke lancering gedaan, namelijk die van Deep Space Probe Science Experiment *Clementine*. De ruimtesonde *Clementine* kreeg als had de Maan zeer nauwkeurig in beeld te brengen. Daarbij werd een onverwachte ontdekking gedaan.



Bij het analyseren van de beelden van de atmosfeerloze Maan werd namelijk ijs ontdekt! En dus water! Omdat water een voorwaarde is voor het voorkomen van leven, zou dit de mogelijkheid bieden om een maanbasis te maken als tussenstation voor reizen naar andere planeten. Wellicht zou men zelfs ooit op de Maan kunnen gaan wonen. Als mens kunnen we niet overleven zonder water. In principe zou er ook water van de Aarde naar de Maan gebracht kunnen worden, maar dat kost tussen de 2000 en 20.000 dollar per kilogram.

In 1998 werden de bevindingen van *Clementine* bevestigd door de *Lunar Prospector*. Deze sonde maakt geen beelden van de Maan zoals de *Clementine*, maar kan met behulp van een neutron-spectrometer metingen doen. Neutronen komen hierbij in botsing met watermoleculen. Bij elke botsing verliest het neutron kinetische energie en zal langzamer gaan bewegen. Uit de metingen bleek dat er 10 tot 300 miljoen ton water in vaste vorm aanwezig is op de Maan. Deze metingen zijn veel preciezer dan die van *Clementine*.

In 2006 vervloog de hoop van de NASA om snel een maanbasis te kunnen bouwen. Na het onderzoeken van radarbeelden kwam het Smithsonian Instituut uit Washington tot de conclusies dat er wel genoeg ijs op de Maan is, maar dat het niet bruikbaar is. Het water bestaat uit minieme ijsdeeltjes die overal tussen het stof verspreid liggen. Wij zijn nog niet in staat om van deze minieme ijsdeeltjes water te maken. Het ijs kan dus niet als waterbron gebruikt worden als men de Maan zou willen koloniseren.



### Opdracht 5

Uit de metingen blijkt dat er 300 miljoen ton ijs op de Maan aanwezig kan zijn. Dit komt overeen met  $300 \cdot 10^9$  kg.

Bereken hoeveel kubieke meter ijs er op de Maan is. Ga uit van een dichtheid  $920 \text{ kg/m}^3$ . Stel dat al dit ijs voor komt in een cilindervormige ijsberg. Het ronde grondvlak heeft een diameter van 1 km. Welke hoogte zou deze ijsberg dan hebben?

## Opdrachten Maanfasen

### Opdracht 6

Maak deze opdracht in je schrift.

Met Nieuwe Maan bedoelen we een (door de Zon) onverlichte Maan. Vanuit onze positie op Aarde zien we (de voorkant van) de Maan niet beschenen door de Zon. Een dag later zien we, als de omstandigheden gunstig zijn, de Maan als een smal sikkeltje. We zeggen dan dat de Maan één dag oud is. Hoeveel procent van de maanschijf is dan verlicht? Met behulp van een eenvoudig model kunnen we dat (bij benadering) te weten komen.

a. Zoek op wat de duur (in dagen) is van Nieuwe Maan naar Nieuwe Maan.



Bij Nieuwe Maan is dus 0% van de maanschijf door de Zon verlicht. Bij Eerste kwartier is de rechterhelft verlicht. Als  $k$  het verlichte deel van de maanschijf, voorstelt, dan is  $k = 0,5$  bij Eerste Kwartier. Als het Volle Maan is, is  $k = 1$ .

| Maanfase         | $k$                 |
|------------------|---------------------|
| Nieuwe Maan      | 0                   |
| Eerste Kwartier  | 0,50 (rechterhelft) |
| Volle Maan       | 1                   |
| Laatste Kwartier | 0,50 (linkerhelft)  |

De factor  $k$  kunnen we natuurlijk ook in een percentage uitdrukken.

b. Hoeveel dagen zitten er tussen Nieuwe Maan en Eerste Kwartier?

\* Open het Coach project '**Maanfasen**'.

\* Open de activiteit 'Model van de maanfasen'.

Bij dit model veronderstellen we dat de Maan in een cirkelbaan met een constante snelheid rond de Aarde beweegt. In werkelijkheid varieert de afstand van de Maan van 363.263 km tot 405.547 km. De Maan beweegt ten opzichte van de Zon in 29,531 dagen om de Aarde. Een periode, van Nieuwe Maan tot Nieuwe Maan, is wiskundig gelijk aan  $2\pi$  (een rondje om de aarde dus). In gedachten laten we de Maan steeds een klein stukje, of een klein hoekje  $\delta\alpha$ , verder draaien. Bij de startwaarden van het model zie je hoe groot dat hoekje is genomen. Aanvankelijk is  $k = 0\%$  bij Nieuwe Maan en we zeggen dat de Maan 0 dagen oud is.

Geleidelijk aan wordt de Maan meer en meer verlicht. Het verlichte deel van de Maan wordt 50% bij Eerste Kwartier en 100% bij Volle Maan.

c. Met welke formule wordt  $k$  berekend? Bereken  $k$  als de Maan 5 dagen oud is met deze formule.

d. Bekijk het model. Hoe vaak wordt  $k$  berekend van Nieuwe Maan tot Nieuwe Maan?

Start het model.

e. Hoeveel 'perioden' zijn zichtbaar? Hoeveel dagen zijn dat?

Gebruik de optie: 'Lees uit'.

f. Bepaal  $k$  als de Maan 4 dagen oud is.

g. Bepaal  $k$  na 4 + 30 dagen en 4 + 31 dagen. Waarom is  $k$  veranderd in één maand tijd?

h. Controleer het diagram met behulp van een sterrengids of internet. Noteer je bevindingen.

i. Beschrijf hoe het model kan worden verbeterd.



### Praktische opdracht

Met behulp van een eenvoudige opstelling is  $k$  te bepalen. Plaats achter een omgekeerde verrekijker een wit scherm. Projecteer de Maan op het scherm met behulp van de verrekijker. Teken de Maan op een vel papier en bepaal het verlichte deel  $k$ , bijvoorbeeld door hokjes te tellen. Herhaal het experiment voor die dag en na enkele dagen. Maak een  $k$ -d-diagram. Controleer je waarnemingen met behulp van het model in Coach of met behulp van een sterrengids.

Natuurlijk kun je je waarnemingen ook met een sterrenkijker uitvoeren.

Maak een verslag van dit experiment.

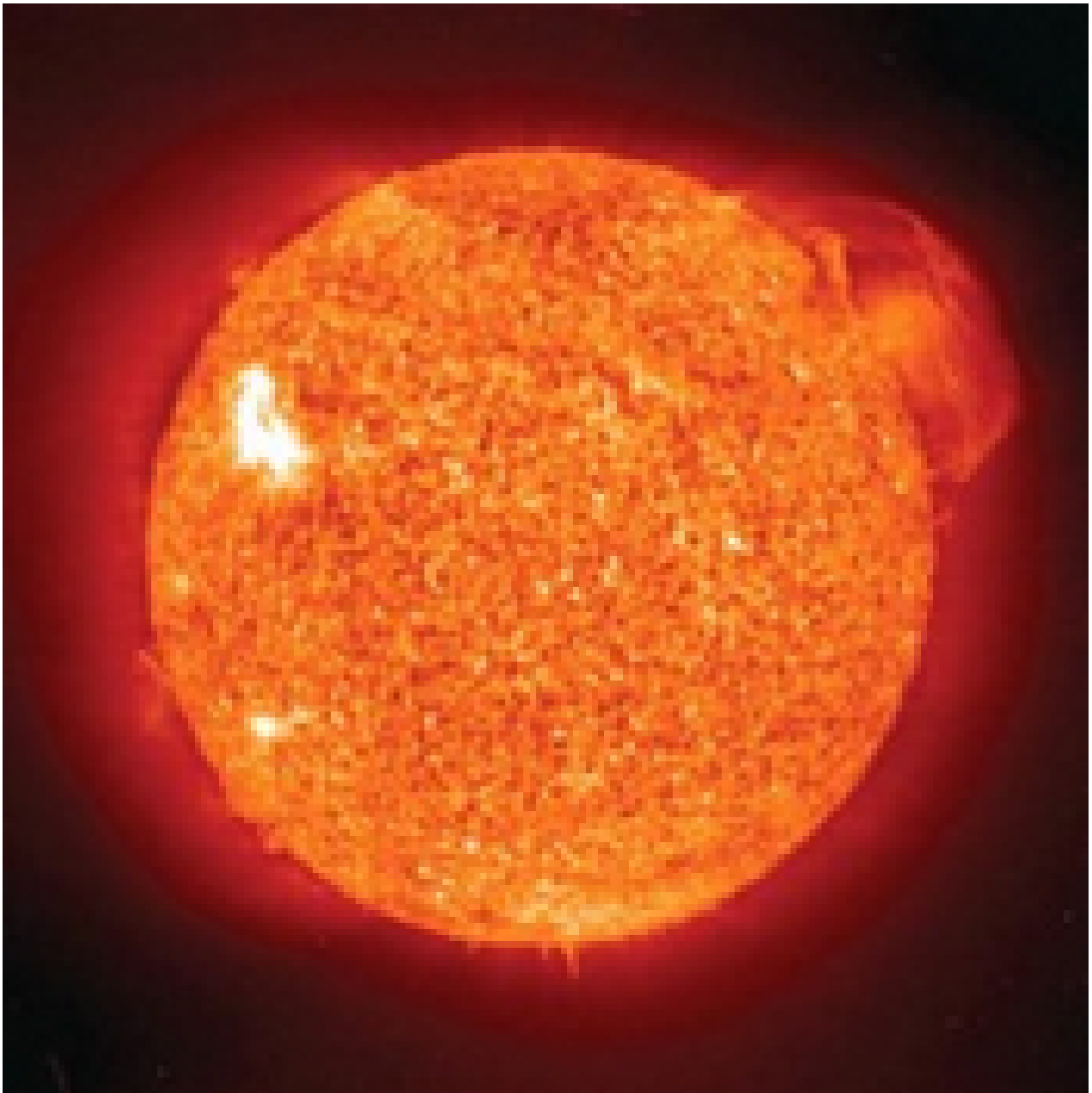
**Vergeet niet je werkdocumenten weer te uploaden!**

## 3.2 De aarde draait om de zon

De Zon is slechts één van de vele sterren in het heelal. Het is een gasbol met een diameter van ongeveer 1,4 miljoen km, dat is 110 keer de diameter van de Aarde. Voor ons is de Zon een bijzondere ster omdat zij zich in het centrum van ons zonnestelsel bevindt. De banen van de planeten worden vooral door de Zon bepaald.

Het leven van een ster begint als een zich samentrekkende wolk van gas en stof. De temperatuur neemt daarin toe. Zodra de voornamelijk uit waterstof bestaande gaswolk heet genoeg is, beginnen de fusiereacties. Kernfusie is het samensmelten van kernen, waarbij energie vrijkomt: De ster gaat stralen.

Dit kan alleen als de kernen zich op heel kleine afstanden van elkaar bevinden. In dat geval overwinnen de aantrekkende kernkrachten de afstotende Coulombkracht. Bij kernfusie komen grote hoeveelheden energie vrij. Bij de kernfusie in de Zon fuseren 4 waterstofkernen tot 1 heliumkern, 2 positronen, 2 neutrino's en straling. Meer over kernfusie vindt je op [Wikipedia](#).



### *De Zon*

Ongeveer 4,6 miljard jaar geleden klonterde rond de pas ontstane ronddraaiende Zon gas en stof samen. Er ontstonden steeds grotere brokken, die soms botsten en weer uiteen spatten. Uit de grootste brokstukken zijn planeten ontstaan, uit de kleinere kometen. Ze kwamen terecht in een eigen baan om de Zon. Rond de meeste planeten cirkelen één of meer manen.

De planeten die zich het dichtst bij de Zon bevinden zijn rotsachtig en klein (Mercurius, Venus, Aarde en Mars). De verder weg gelegen reuzenplaneten bestaan grotendeels uit gassen (Jupiter, Saturnus, Uranus en Neptunus). Aan de buitenzijde van het zonnestelsel bewegen zich de kometen. Planeten geven zelf geen licht, zij weerkaatsen alleen het licht van de Zon. Aan onze sterrenhemel kan men vijf planeten zien. Ze zijn te onderscheiden van sterren doordat ze niet flikkeren. Daarnaast hebben planeten geen vaste positie tussen de sterren, maar veranderen ze duidelijk waarneembaar van plaats. Dat komt doordat ze, net als de Aarde, rondom de Zon bewegen. Vroeger noemde men ze 'dwaalsterren' (planètès = ronddwalend).

Maak nu de opdrachten 7 en 8 in je werkdocument.

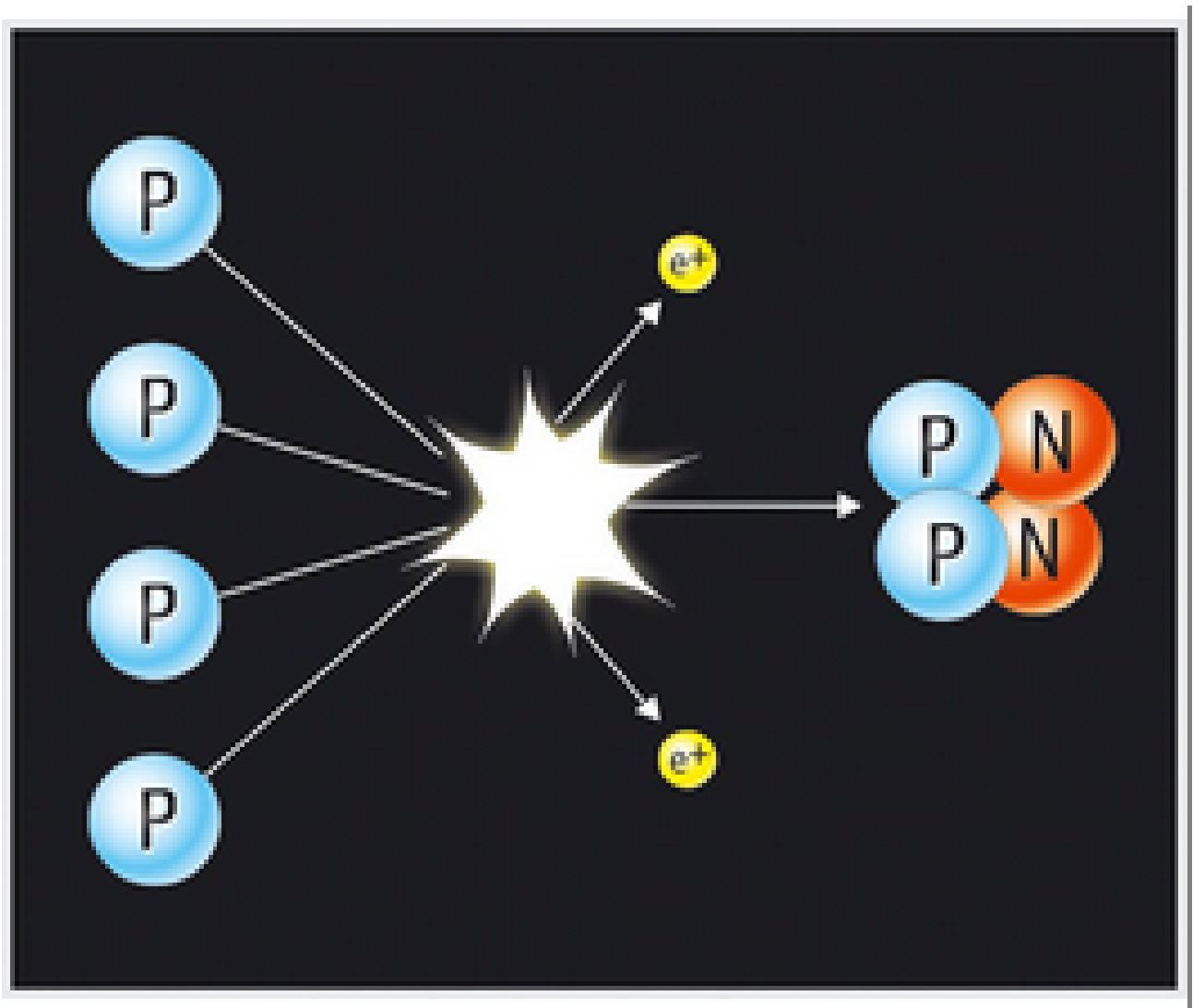
## Opdrachten zon



### Opdracht 7

In de toekomst wordt de Zon een rode reus om uiteindelijk te eindigen als witte dwerg.

- Zoek met behulp van een boek over sterrenkunde of via internet uit wat deze stadia inhouden.
- Gaat de mens deze stadia nog meemaken?

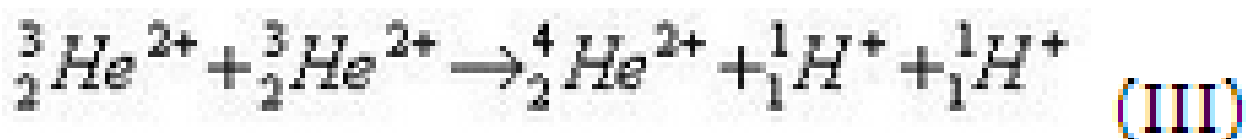


*De proton-proton keten. bron: ESA*

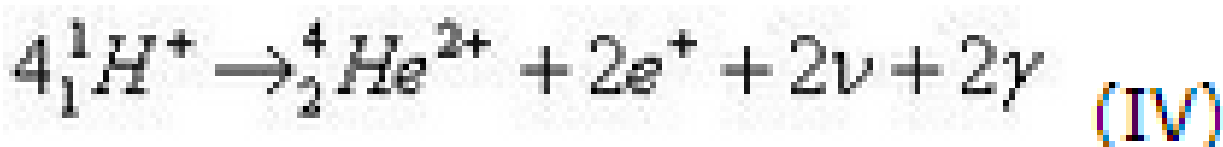
### Kenniskaart: De proton-proton keten

De massa van de ster bepaalt welk fusieproces voornamelijk optreedt. Bij sterren tot anderhalve zonsmassa vindt de zogenaamde **proton-proton keten** plaats. Bij deze keten botsen allereerst twee protonen (waterstofkernen) waardoor een deuteriumkern, een positron en een neutrino worden gevormd. Deuterium wordt ook zwaar waterstof genoemd: het is waterstof met een extra neutron. Het gevormde positron heeft dezelfde massa als een elektron, maar een tegengestelde lading. Het is als het ware het antideeltje van het elektron. Neutrino's hebben geen lading en een extreem kleine massa die

nog niet goed bekend is. Ze ontstaan bij radioactief verval. Opeenvolgend vinden de volgende fusieprocessen plaats:



Door bovenstaande vergelijkingen geschikt op te tellen krijg je onderstaande fusiereactie:



### Opdracht 8

- In de natuur geldt behoud van lading. Welk deeltje zorgt er voor dat de lading in vergelijking I behouden blijft? Hoe ontstaat dit deeltje?
- In vergelijking IV is de massa van de heliumkern lager dan de massa van de afzonderlijke protonen en neutronen waaruit de kern is opgebouwd. Bepaal met behulp van Binas dit zogenaamde massadefect.

Volgens de vergelijking van Einstein wordt deze 'verloren' massa omgezet in energie. Deze vergelijking is waarschijnlijk de meest bekende ter wereld:

$$E = m \cdot c^2$$

waarin:

E = de energie in joules (J)

$m$  = de massa in kilogrammen (kg)  
 $c$  = de lichtsnelheid in meters per seconde (m/s)

- c. Bereken hoeveel energie vrijkomt in de protonencyclus.
- d. De Zon straalt met een vermogen van ongeveer  $3,90 \cdot 10^{26}$  J/s. Gebruik Binas en bereken hoe lang de Zon met dit vermogen kan stralen. Neem bij je berekening aan dat alle waterstof in de Zon kan worden omgezet in helium.

***Vergeet niet je werkdocument te uploaden!***



### 3.3 De zon draait om...



*Een ander melkwegstelsel, NGC4414. bron: Hubble Heritage Team ( AURA/STScI/NASA/ESA)*

De Zon maakt samen met ongeveer 100 miljard andere sterren, zoals Wega, Sirius en Betelgeuze, deel uit van een melkwegstelsel. Er zijn nog miljarden andere melkwegstelsels (ook wel sterrenstelsels) in het heelal. Ons melkwegstelsel noemen we meestal "De Melkweg".

De dichtstbijzijnde ster, Alfa Centauri, is 4,3 lichtjaar van de Zon verwijderd. De Melkweg heeft een diameter tussen de 70.000 en 100.000 lichtjaren. Je kunt vanaf de Aarde op maanloze nachten en op een donkere plek de Melkweg zien als een lichte band aan de hemel. Je kijkt dan precies in het vlak van ons melkwegstelsel. Onze Melkweg heeft de vorm van een platte pannenkoek met spiraalarmen en bestaat voornamelijk uit sterren, stof (silicaten en koolstof) en gaswolken (waterstof, helium, koolstof- en siliciumverbindingen) Dit geheel draait rond om het centrum van de Melkweg.

De Zon bevindt zich halverwege een spiraalarm, op 25.000 lichtjaar van het centrum, en doet 230 miljoen jaar over één rondje. Tot nu toe heeft de Zon, en dus ook de Aarde, ongeveer 20 keer dit rondje afgelegd.

De Zon maakt samen met ongeveer 100 miljard andere sterren, zoals Wega, Sirius en Betelgeuze, deel uit van een melkwegstelsel. Er zijn nog miljarden andere melkwegstelsels (ook wel sterrenstelsels) in het heelal. Ons melkwegstelsel noemen we meestal "De Melkweg".

De dichtstbijzijnde ster, Alfa Centauri, is 4,3 lichtjaar van de Zon verwijderd. De Melkweg heeft een diameter tussen de 70.000 en 100.000 lichtjaren. Je kunt vanaf de Aarde op maanloze nachten en op een donkere plek de Melkweg zien als een lichte band aan de hemel. Je kijkt dan precies in het vlak van ons melkwegstelsel. Onze Melkweg heeft de vorm van een platte pannenkoek met spiraalarmen en bestaat voornamelijk uit sterren, stof (silicaten en koolstof) en gaswolken (waterstof, helium, koolstof- en siliciumverbindingen) Dit geheel draait rond om het centrum van de Melkweg.

De Zon bevindt zich halverwege een spiraalarm, op 25.000 lichtjaar van het centrum, en doet 230 miljoen jaar over één rondje. Tot nu toe heeft de Zon, en dus ook de Aarde, ongeveer 20 keer dit rondje afgelegd.



### Opdracht 9

Bereken de baansnelheid van de Zon om het centrum van ons melkwegstelsel. Gebruik gegevens uit Binas tabel 5. Geef het antwoord in je werkdocument.



NGC 7331. bron: NASA/JPL-Caltech

Een melkwegstelsel dat veel op ons eigen melkwegstelsel lijkt is NGC 7331 (zie afbeelding hiernaast). In NGC 7331 komen de massa, het aantal sterren, de vorm van de spiraalarmen en de snelheid waarmee nieuwe sterren ontstaan overeen met ons eigen melkwegstelsel. Met de zeer gevoelige Spitzer Space Telescope konden de onderzoekers NGC 7331 'ontleden'. Hier zijn Zichtbaar: de spiraalarmen (roodbruin), de centrale verdikking (de bulge, in lichtblauw) en een ring waarin sterren ontstaan (geel).

# Over dit lesmateriaal

## Colofon

|                         |   |
|-------------------------|---|
| <b>Auteurs</b>          | Bètapartners  |
| <b>Team</b>             | Wikiwijs Maken Auteurs  |
| <b>Laatst gewijzigd</b> | 8 mei 2015 om 11:53   |
| <b>Licentie</b>         | De Nederlandse Creative Commons 3.0 licentie waarbij de gebruiker het werk mag kopiëren, verspreiden en doorgeven en afgeleide werken mag maken onder de voorwaarden: Naamsvermelding en Gelijk Delen, zie <a href="http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/nl/">http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/nl/</a> .<br><a href="#">Meer informatie over de CC Naamsvermelding-GelijkDelen 3.0 Nederland licentie licentie.</a> |

## Aanvullende informatie over dit lesmateriaal

Van dit lesmateriaal is de volgende aanvullende informatie beschikbaar:

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| <b>Leerniveaus</b>          | VWO 6, VWO 5  |
| <b>Leerinhoud en doelen</b> | Aarde, natuur en heelal, Natuur, leven en technologie, Zonnestelsel en heelal, Structuur van het zonnestelsel en interpretatie van waarnemingen van maanfasen en de hemelbaan van zon, maan en sterren, Ruimte, Natuurkunde |
| <b>Eindgebruiker</b>        | leerling/student  |
| <b>Trefwoorden</b>          | e-klassen rearrangeerbaar   |

## Bronnen

<https://maken.wikiwijs.nl/userfiles/440366973219f36ef45076b28347c152.swf>

<https://maken.wikiwijs.nl/userfiles/a99a3740ceda5ca46732e344e9d7db6f.swf>