

Poster 2 - Het zonnestelsel: onze 'buurt'

Begeleidende informatie voor docenten en leerlingen

Leer de kinderen het heelal begrijpen!

Deze poster is één van een set van twee posters die speciaal zijn gemaakt voor kinderen en basisscholen. De andere poster gaat over de bewegingen aan de sterrenhemel.

Algemeen

Wij leven op Aarde, een kleine planeet rond een ster van gemiddelde grootte, in een sterrenstelsel met 200 miljard sterren. Dat sterrenstelsel, het **Melkwegstelsel**, is een van 100 miljard sterrenstelsels. Je begrijpt nu misschien waarom de poster als titel heeft: *Het zonnestelsel, onze 'buurt'*.

Deze poster gaat over de zon en alle planeten, dwergplaneten, satellieten (manen), planetoïden, ijsdweren en kometen die bij de zon horen. Al die 'dingen' kun je **zonnestelselobjecten** noemen, of de **leden** van het zonnestelsel. Zoals je ook leden van een familie hebt.

Een familieportret

Daarom heet het plaatje linksboven *Een familieportret*. Je ziet de acht planeten en alle andere zonnestelselobjecten die minstens 1000 km groot zijn (we hebben het dan over de **diameter**).

Ze zijn allemaal op dezelfde schaal getekend dus je kunt mooi de verschillen in grootte zien.

We hebben wel een beetje gesmokkeld want de grootste planetoïde, Ceres, is maar 959 km groot. En van de ijsdweren (in een apart vak, rechtsonder in de tekening) is de diameter vaak helemaal niet zeker.

De zon

De zon is het allergrootst van allemaal. Zo groot dat hij niet eens op de poster past: je ziet alleen een stukje ervan. Op deze schaal is hij namelijk 120 cm groot!

De zon is 700 maal zo groot als alle andere leden van het zonnestelsel bij elkaar! Als de zon een lege bol zou zijn, zouden er 1.300.000 aardbollen in kunnen.

De zon is een ster en alle sterren zijn groter dan planeten. Zelfs de kleinste sterren zijn groter dan onze grootste planeet, Jupiter. Sterren zijn in feite grote bollen van gas, maar dat gas is meer naar binnen zo samengeperst onder het enorme gewicht van het gas er omheen dat het binnenin meer een vloeistof is. Het gas van de zon is 80 procent waterstof en 20 procent helium. Dat zijn de twee lichtste gassen die er zijn, maar de zon heeft er heel veel van. Helemaal in hun binnenste hebben sterren een soort grote kerncentrale waardoor ze licht en warmte geven. Die kerncentrale is niet zoals wij op Aarde kennen, want die zorgen voor veel radioactief afval. De kerncentrale in de zon is schoner en ook veel zuiniger. En... hij doet het al 4,5 miljard jaar: dat is 4.500.000.000 jaar!

Alle andere 'hemellichamen', zoals planeten en manen, geven zelf geen licht, maar weerkaatsen alleen maar het licht van de zon. Dat geldt ook voor planeten rond andere sterren. Die noemen we **exoplaneten**.

De planeten

Als je de illustratie bekijkt zie je duidelijk twee groepen planeten:

vier grote (Jupiter, Saturnus, Uranus en Neptunus) en vier kleine (Mercurius, Venus, Aarde en Mars).

Reuzenplaneten

De grote planeten noemen we **reuzenplaneten**. Alle vier hebben ze een heel dikke atmosfeer, van rond de 1000 km dikte. Ze hebben ook geen oppervlak waarop je kunt lopen. De reuzen bestaan uit gassen en vloeistoffen, dus je zou er doorheen zakken!

De twee grootste, Jupiter en Saturnus, bestaan bijna helemaal uit gas. Daarom noemen we ze de **gasreuzen**. Het gas is vooral waterstof en helium, en in dezelfde verhouding als de zon! Maar ze zijn veel te klein om een ster te kunnen zijn.

Uranus en Neptunus zijn een stuk kleiner en staan het verst weg van de zon. Toen het zonnestelsel werd 'geboren' pikten Jupiter en Saturnus al het gas in dat de zon zelf niet had opgeslokt. Uranus en Neptunus hebben dus niet zoveel van dat gas, maar wel veel stoffen als water, ammoniak (wat wij als schoonmaakmiddel gebruiken) en methaan (aardgas!). Het is daar zo koud dat die stoffen er bevriezen, dus ijs worden. Sterrenkundigen noemen dat **ijzen**. Nou zijn deze twee planeten wel zo groot dat het er binnenin warm is, zodat het geen enorme ijsballen zijn, maar toch noemen we ze **ijsreuzen**.

Rotsplaneten

De vier kleine planeten én de maan bestaan uit gesteenten en metalen (ijzer en nikkel). Die metalen zitten vooral in de grote kern, dus aan de buitenkant vinden we voornamelijk gesteenten. We kunnen op het oppervlak van al die planeten rondlopen en springen (op andere planeten dan de aarde kun je dan beter een ruimtepak aan hebben). We noemen ze de **aardachtige planeten** ('aarde-achtig') of **rotsplaneten**.

De maan is natuurlijk geen planeet, omdat zij om de aarde heen beweegt. Het verschil is: een **planeet** beweegt om een ster heen, een **maan** (of satelliet) beweegt om een planeet heen. De mens brengt sinds 1957 ook dingen in een baan om de aarde. Die noemen we ook satellieten, of **kunstmanen**, maar alleen de maan is een natuurlijke satelliet van de aarde. En ook wel een stukje groter: 3.434 km in diameter. Maar zoals je in het begin van deze paragraaf kunt lezen bestaat ook de maan uit gesteenten en metalen en lijkt zij wat dat betreft dus erg op de rotsplaneten.

Andere manen

Ook de andere grote manen van het zonnestelsel (groter dan 1000 km diameter) zie je in de illustratie: vier van Jupiter, vijf van Saturnus, vier van Uranus en één van Neptunus.

Er zijn veel meer manen maar die zijn allemaal veel kleiner dan de manen die je hier ziet. Mercurius en Venus hebben geen manen, en Mars heeft twee hele kleintjes, niet veel groter dan de Mount Everest. Je ziet ook de grootste maan van Pluto, Charon, maar daarover later meer. De reuzenplaneten hebben juist heel veel manen: Jupiter 67, Saturnus 62, Uranus 27 en Neptunus 13. Die vier planeten hebben ook allemaal een ringensysteem, maar alleen de ringen van Saturnus zijn goed te zien.

Dwergplaneten, planetoïden en ijsdweren

Pluto noemden we tot in 2006 de negende planeet. Pluto werd in 1930 ontdekt. We kenden toen al de belangrijkste **planetoïden**, waarvan de eerste op 1 januari 1801 was ontdekt: Ceres. De meeste van die planetoïden bewegen tussen de banen van Mars en Jupiter rond de zon. Ze bestaan uit gesteenten en metalen, net als de rotsplaneten (maar dan veel kleiner).

Maar Pluto is erg klein: hij zou vier keer in onze maan kunnen! Ook heeft hij een erg vreemde baan, vergeleken met de acht andere planeten: erg elliptisch en erg schuin. En hij bestaat voor de helft uit gesteenten en voor de helft uit *ijzen* (zie pagina 1, onder *Reuzenplaneten*, bij *Uranus en Neptunus*). We noemen ze daarom wel **ijsdweren**.

Om die redenen vonden veel astronomen al dat Pluto eigenlijk niet een planeet moest worden genoemd. Maar omdat we niets anders hadden gevonden dat zo groot was als Pluto liet men het maar zo. Vanaf 1992 ontdekten we echter meer Pluto-achtige objecten. En in 2003 vond men er een die net zo groot is als Pluto! Die noemen we nu Eris. Moesten we Eris de tiende planeet noemen? We hebben inmiddels al meer flinke ijsdweren gevonden. Straks hebben we vijftig planeten!

Dat wilde men niet en daarom is er een nieuwe **klasse** bedacht: de **dwergplaneten**. Daarin zitten nu Ceres en de grote ijsdweren Pluto, Eris, Makemake (spreek uit 'maki-maki') en Haumea. Maar er is ook een 'wachlijst' met veertig andere ijsdweren. Als men voldoende weet over hun baan kunnen ze ook tot de klasse van de dwergplaneten worden 'gepromoveerd'. Sommige hebben nog geen naam maar alleen een code, met daarin het jaar en de datum van de ontdekking versleuteld.

Dwergplaneten zijn net als planeten objecten die:

1. die om de zon bewegen;
2. die groot genoeg zijn om een mooie bolvorm te hebben (kleine objecten zoals op één na alle planetoïden zijn niet mooi rond).

Voor planeten geldt nog een derde regel: zij moeten hun eigen baan hebben schoongeveegd, zodat er geen kleinere objecten in zijn overgebleven. Pluto voldoet niet aan die regel en daarom is hij geen planeet meer!

Pluto vindt het vast niet erg. Hij stond onderaan in de eredivisie (de allerkleinste planeet) en nu staat hij met Eris bovenin de eerste divisie (de dwergplaneten)!

Pluto, Eris en Haumea hebben maantjes, Pluto zelfs vijf. De grootste maan van Pluto is Charon. Die is ongeveer half zo klein als Pluto en voor een maan is dat enorm!

Ook onze Maan is erg groot voor een maan. Men noemt de aarde en de maan wel eens een *dubbelplaneet*. Zo zou je Pluto en Charon dus een *dubbeldwergplaneet* kunnen noemen.

Een overzicht van het zonnestelsel

Deze illustratie laat zien hoe het zonnestelsel is opgebouwd. Het gaat dan om het deel van het zonnestelsel waar we de belangrijkste leden tegenkomen: de zon, de planeten, planetoïden en ijsdweren. Ook al noemen we enkele van die ijsdweren dwergplaneet, alle ijsdweren hebben een baan die voorbij de baan van Neptunus ligt, en dat is een belangrijke overeenkomst voor deze tekening. Nog verder weg vinden we ook leden van het zonnestelsel: kometen. Daarvan zijn er miljarden maar ze zijn erg klein en we hebben ze daarom hier weggelaten.

Je ziet bij de namen van de zonnestelselobjecten steeds een getal staan: dat is de afstand tot de zon in miljoen km. De 149,6 bij Aarde betekent dus 149.600.000 km, en de 4.503 bij Neptunus meer dan 4,5 miljard km! Reken maar uit. De illustratie bestaat uit drie losse tekeningen.

1. Het binnenste zonnestelsel

De bovenste laat het binnenste zonnestelsel zien, tot en met de Planetoïdengordel. We vinden hier vooral de zon en de rotsplaneten.

In de **Planetoïdengordel** vinden we meer dan een miljoen planetoïden van meer dan 1 km diameter (1 km is zo groot als een berg!). Ongeveer 1200 zijn groter dan 30 km en dertig zijn groter dan 200 km. De grootste is Ceres.

2. Het gebied van de reuzenplaneten

De tweede tekening is van het gebied van de reuzenplaneten. De zon, de rotsplaneten en de planetoïdengordel zie je nog wel, heel klein in het centrum van deze tekening. Verder is Pluto's baan weergegeven, en die van Quaoar. Dat is een ijsdwerf die in 2002 werd ontdekt en een redelijk cirkelvormige baan heeft, die niet veel schuiner is dan die van Mercurius. Dat is erg ongewoon voor ijsdweren. De meeste hebben langgerekte, elliptische ('ovale') banen, die scheef staan ten opzichte van de banen van de acht planeten. Zie ook het stukje over het *vlak van de ecliptica*, op pagina 3.

In de tekening vind je ook de beroemde komeet van Halley. Een komeet is een soort hele kleine ijsdwerf: een 1 km grote bal van ijs, vermengd met stof en gruis. We noemen dat de komeetkern. Als die in de buurt van de zon komt wordt het ijs verwarmd. Daardoor verdampt het ijs: het verandert meteen in gas. Zo'n klein object heeft nauwelijks aantrekkingskracht op dat gas en daardoor verdwijnt er veel gas en stof de ruimte in. Daar gaat het dan een fraaie komeetstaart vormen.

De komeet van Halley is een komeet die al vóór het begin van onze jaartelling is gezien, en elke 75 of 76 jaar terugkeert in de buurt van de zon. De laatste keer dat dat gebeurde was in 1986.

3. De Kuipergordel

Voorbij de baan van Neptunus vinden we een gebied dat we de Kuipergordel noemen. Deze is vernoemd naar de Nederlandse sterrenkundige Gerard Kuiper. Dit is het gebied waar we de ijsdwergen vinden, zoals Pluto.

De Kuipergordel heeft de vorm van een heel dikke schijf, eigenlijk meer die van een autobinnenband of donut. We kennen al meer dan duizend objecten in de Kuipergordel. We noemen dat Kuipergordelobjecten, of in het Engels *Kuiper Belt Objects*: **KBO's**. Men denkt dat er minstens 70.000 KBO's zijn van 100 km diameter en groter. Die KBO's zijn weer in allerlei klassen onderverdeeld, naar de afstand (tot de zon) en vorm van hun baan.

In de tekening zie je acht ijsdwergen genoemd, om je een idee te geven van de grote verschillen in hun banen. In tekening 2 zie je ook nog Quaoar, die trouwens een hele mooie baan heeft: bijna cirkelvormig en in hetzelfde vlak als de acht planeten.

Eris en Sedna zitten in klassen die heel ver weg van de zon blijven. Zij zijn daarom in deze tekening niet te zien. Onze posterset POS-ZS is uitgebreider en laat die banen wel zien.

De banen in de tekeningen

In de tekening zie je dat de banen van de zonnestelselobjecten in verschillende kleuren worden aangegeven: groen is voor de acht planeten, lila en paars voor de kleine zonnestelselobjecten: Ceres en de ijsdwergen.

Een **lila lijn** is het deel van de baan van een dwergplaneet dat boven het *vlak van de ecliptica* ligt (zie hieronder), een **paarse lijn** is het deel dat onder dat vlak ligt.

Verder zie je rechte blauwe lijnen om aan te geven waar een dwergplaneet precies staat. Een **lichtblauwe lijn** wil zeggen dat het object boven het *vlak van de ecliptica* ligt. Een **donkerblauwe lijn** vertelt je dat het object onder dat vlak ligt. Met die kleuren kun je zien hoe schuin een baan is.

De plaatsen waar de objecten zijn getekend zijn de posities van die objecten op 1 januari 2000.

Over banen en vlakken

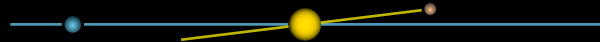
Het vlak van de ecliptica

De planeten bewegen allemaal ongeveer in hetzelfde *vlak* om de zon. We noemen dat het *vlak van de ecliptica* of het **baanvlak** van de aarde.

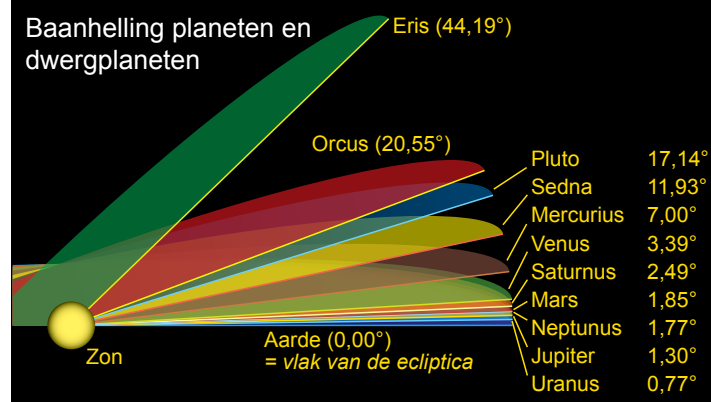
Je kunt je zo'n vlak voorstellen door de vloer als voorbeeld te nemen. Stel je voor dat de zon in het midden van de vloer ligt, en dat grote en kleine balletjes in mooie banen om die zon bewegen, rollend over de vloer. Dat geeft een goede voorstelling van planeten die in hetzelfde vlak om de zon bewegen. De vloer loopt natuurlijk door als je naar buiten gaat (als je tenminste op de begane grond bent...), alleen dan heet het de straat.

Maar het vlak van de ecliptica is niet echt te zien! Het is een *denkbeeldig* vlak. Net zoals je in gedachten de baan kunt 'zien' en volgen van een bal die je naar iemand gooit. En of je de bal met een grote boog, of keihard naar iemand gooit.

Baanhelling Mercurius



Baanhelling planeten en dwergplaneten



Het mooie van je fantasie is dat die geen grenzen heeft. Je kunt een vlak dus in gedachten zo groot maken als je maar wilt! Als je dat kunt zit er een astronoom in je!

Onder of boven het vlak

Allemaal leuk en aardig, maar wat moet je nou met een 'vlak' dat je niet kunt zien of aanraken? Nou, het is een *referentievlak*, een manier om banen met elkaar te kunnen vergelijken. Stel dat alles in je kamer schots en scheef is: de vloer, het plafond, de muren... Hoe kun je dan een schilderij 'recht' ophangen? Je gebruikt immers de vloer, het plafond of de muren om te bepalen wat 'recht' is.

In het heelal heb je geen vloer of plafond. Als je toch banen met elkaar wilt vergelijken dan moet je er dus een bedenken. De baan van de aarde, en dus het vlak van de ecliptica, is daarvoor het meest geschikt.

De banen van de acht planeten liggen allemaal in dat vlak, maar niet allemaal heel precies... Mercurius beweegt in een scheve baan, een die 7 graden helt ten opzichte van het vlak van de ecliptica (zie tekening rechtsboven). Dus Mercurius ligt nu en dan een beetje onder of boven de vloer.

Alle objecten die om de zon bewegen hebben zo'n **baanhelling**, maar die van de meeste planeten is klein. Kleinere objecten, zoals Pluto, hebben een grote baanhelling. Sommige hebben een baan die bijna loodrecht op het vlak van de ecliptica staat! In de tekening hierboven zie je de helling van de planeten en enkele dwergplaneten.

'Ovale' banen

Verder zijn de banen van de hemellichamen niet netjes rond, maar min of meer 'ovaal', of beter: **elliptisch**. Pluto bijvoorbeeld, heeft een erg elliptische baan waardoor hij dichterbij de zon kan staan dan Neptunus (op 4,5 miljard km, in 1989), maar op zijn verst op 7,5 miljard km van de Zon komt. In de illustraties van *Een overzicht van het zonnestelsel* zijn die elliptische banen goed te zien.

De afstanden op schaal

De tekening onderaan in de poster laat de juiste afstanden binnen het zonnestelsel op schaal zien. Dat is heel belangrijk om een goed begrip te krijgen van die afstanden, en van de leegte van het heelal. De tekening gaat niet verder dan Neptunus, omdat alles dan nog kleiner zou moeten worden getekend.

Een groot probleem bij schaalmodellen van het zonnestelsel in één plaatje is dat je nooit én de afstanden én de afmetingen op dezelfde schaal kan laten zien. In deze tekening is de zon tien maal en zijn de planeten zelfs duizend maal vergroot. Anders zou je ze helemaal niet kunnen zien!

Je kunt wel een echt schaalmodel van het zonnestelsel (een planetenpad; zie informatie rechts) kopen of maken, maar dan heb je veel meer nodig dan een A4-papiertje.

Toch geeft dit plaatje een goed beeld van de verhoudingen tussen de afstanden van de planeten tot de zon.

De ijsdweren staan er niet op, die zouden in dit plaatje buiten de rechter rand van de poster staan. Dat hebben we aangegeven in 'cm voorbij de posterrand'. Als je dus wilt weten waar de ijsdwerf Makemake staat in dit schaalmodel moet je een liniaal gebruiken en vanaf de punt van de gele pijl 34,7 cm afmeten. Als de poster vast aan de wand hangt kun je misschien een stipje zetten op de juiste plek.

Verder staan de planeten hier allemaal netjes op een rij en dat zal in werkelijkheid nooit gebeuren. Alle planeten en kleinere objecten bewegen met hun eigen omloopperiode om de zon (zie de *Begeleiding* voor de eerste poster van deze set). Maar op deze manier is de tekening veel duidelijker.

Rob Walrecht volgen

Rob's Nieuwsbrief

Onze gratis digitale Nieuwsbrief bevat nieuws en leuke wetenswaardigheden uit de sterrenkunde; leuke, leerzame lesactiviteiten voor scholen; en nieuws over, en speciale aanbiedingen van, ons bedrijf. Je kunt je opgeven via onze website of per e-mail: info@walrecht.nl.

Twitter

Als wij echt iets te melden hebben willen wij ook wel eens twitteren... Zie de informatie hieronder.

Achtergrondinformatie en bouwplaten

Wij hebben veel producten over sterrenkunde uitgebracht dat voor het onderwijs interessant is. Dat zijn bijvoorbeeld bouwplaten die speciaal voor kinderen zijn gemaakt, of boeken die handig zijn als naslagmateriaal of voor werkstukken en spreekbeurten.

Voor lessen over sterrenkunde en de sterrenhemel:

Nederlandse Planisfeer voor Nederland en België
onze code PLN-NL, ISBN 978-90-801496-1-8

Genieten van de sterrenhemel
onze code B-01, ISBN 978-90-77052-01-3

Zelfbouw draaibare sterrenkaart
onze code STW-NL, ISBN 978-90-803243-2-9

Zelfbouwzonnewijzer
onze code SDL-NL, ISBN 978-90-803243-4-3

Over het Zonnestelsel:

Zonnestelselmodel 1:100 miljard
onze code MDL-ZS, ISBN 978-90-77052-16-7

Genieten van het zonnestelsel
onze code B-02, ISBN 978-90-77052-21-1

Je eigen Planetenpad!

Het Zonnestelselmodel is een schaalmodel (planetenpad) van het zonnestelsel op schaal 1:100 miljard. Het bestaat uit 16 kaartjes (plus nog veel andere die je gratis kunt downloaden; zie verder), boordevol informatie over de leden van het zonnestelsel. Het is dus óók een beknopte encyclopedie van het zonnestelsel!

Het is echter vooral een schaalmodel, waarbij je alle belangrijke leden van dat zonnestelsel kunt plaatsen of ophangen. Dan is de zon zo groot als een knikker, de aarde zo groot als een korrel fijn zand op 150 cm, Jupiter is zo groot als de kop van een kleine kopspeld op 7,8 meter, en Neptunus een korrel grof zand op 45 m.

Wil je álles weten over de zon, de planeten en de rest van het zonnestelsel, dan raden wij het boek *Genieten van het zonnestelsel* aan (zie hierboven).

Gratis extra kaartjes

Je kunt via onze website gratis kaartjes downloaden voor later ontdekte hemellichamen (vooral 'ijsdweren') én een nieuwe kaart voor Pluto! Zo houd je het schaalmodel helemaal up-to-date. Check af en toe onze website voor nieuwe ontdekkingen, en dus nieuwe kaartjes:

www.walrecht.nl; 'Onze producten en folders'; 'Over het Zonnestelselmodel'; 'Nieuwe informatie en aanvullingen'. Gewoon klikken op de namen.

Naast deze twee posters hebben we ook drie sets van twee posters die iets dieper op de materie in gaan, waaronder een uitgebreidere set over het zonnestelsel. De hele set van zes kost €17,50.

Rob Walrecht Productions

tel: 033-47 55 543 ★ info@walrecht.nl ★ www.walrecht.nl
twitter: [robwalrecht1](https://twitter.com/robwalrecht1)