



Het zonnestelsel

Als we de aarde met ons huis zouden vergelijken, dan is het zonnestelsel de straat waarin we wonen. De zon en de planeten staan voor kosmische begrippen relatief dichtbij. Wat weten we eigenlijk van ons zonnestelsel? De leerlingen zoeken in deze les informatie op en maken met de hele klas een model van het zonnestelsel op schaal.

Lesdoelen

De leerlingen:

- maken kennis met de opbouw van het zonnestelsel en leren zo de zon, de acht planeten, dwergplaneten, planetoiden en kometen kennen.
- krijgen een gevoel voor de relatieve afstanden.
- leren rekenen met verhoudingen.

Vorbereidingen

Bedenk van tevoren hoe de klas wordt opgedeeld in groepjes. Hiervoor staan tips in het kader bij de lesomschrijving. Leg per groepje en per leerling de benodigdheden voor de werkbladen klaar.

Benodigdheden

Algemeen:

- Meloen
- Suikerkorrels
- Peperkorrels
- Olijf
- Druif
- Erwtten
- Landmeter
- Rolmaat

Per groepje:

- Computer met internet
- Bol op schaal die de planeet voorstelt of karton
- Kleurstiften en/of verf
- Papier
- Werkblad *Alles over de planeten*

Per leerling:

- Rekenmachine
- Werkblad *Alles op schaal*

tip

De voedingsmiddelen kunnen door even grote alternatieven worden vervangen

Tijdsduur

90 minuten

Kerdoelen

Vakken

Natuurkunde
Aardrijkskunde
Wiskunde



Vraag aan de leerlingen wat ze weten van het zonnestelsel. Welke onderdelen kunnen ze benoemen? De belangrijkste onderdelen van het zonnestelsel zijn de zon, de acht planeten en vele manen, dwergplaneten, planetoiden en kometen.

Vertel de leerlingen dat ze met de hele klas een zonnestelsel gaan maken. Wat hebben ze allemaal nodig om dat te kunnen doen? Welke informatie hebben ze nodig? Ze zullen met name letten op de grootte van de zon en planeten en de afstanden daartussen. De leerlingen moeten daarvoor de juiste verhoudingen weten.



Voer deze opdracht met de hele klas buiten uit. Ga met de leerlingen naar het schoolplein of een veldje. Vertel de leerlingen dat ze gaan onderzoeken hoe groot het zonnestelsel is.

Spreek met de leerlingen af dat de aarde op schaal 1,3 millimeter is. Als dit de schaal is, dan hebben de zon en alle andere planeten de volgende afmetingen en afstanden tot de zon:

Hemellichaam	Suggestie voor een object op schaal	Echte afmetingen		Geschaalde afmetingen	
		Doorsnee (kilometer)	Afstand tot zon (miljoen kilometer)	Doorsnee (millimeter)	Afstand tot zon (meter)
Zon	Meloen	1.392.000	-	139,2	-
Mercurius	Suikerkorrel	4.878	58	0,5	5,8
Venus	Peperkorrel	12.104	108	1,2	10,8
Aarde	Peperkorrel	12.756	150	1,3	15,0
Mars	Graankorrel	6.794	249	0,7	24,9
Jupiter	Kerstomaat	142.984	778	14,2	77,8
Saturnus	Kerstomaat	120.536	1.426	12,0	142,6
Uranus	Erwt	51.118	2.870	5,1	287,0

Hieronder wordt het experiment stapsgewijs beschreven.

- 1 Geef een leerling de meloen. Dit moet de zon voorstellen. De leerling gaat aan de rand van het plein of veldje staan. De meloen is ongeveer 10 biljoen (een 1 met 13 nullen) keer zo klein als de echte zon. Oftewel 1 millimeter in het eetbare zonnestelsel komt overeen met 10 miljoen kilometer in het echt.
- 2 Vraag een tweede leerling om een aarde uit te kiezen uit de voedingsmiddelen. Vertel de echte afmeting van de aarde (zie de tabel). Hoe groot is dan de aarde in het schaalmodel? Welk eten komt overeen met die afmeting?
- 3 Vraag de leerlingen hoe ver de aarde in het schaalmodel van de meloen moet staan. Als het antwoord bekend is, kan een leerling met de aarde op de juiste afstand van de meloen staan. Voor grote afstanden is het gebruik van een landmeter aan te bevelen.
- 4 Herhaal stap 2 en 3 met de overige planeten. Voor de planeten na Jupiter liggen de afstanden in het schaalmodel op meer dan 150 meter. Volsta dan eventueel met het noemen van de afstanden, of ga de uitdaging aan!
- 5 Weet iemand hoe ver de dichtstbijzijnde ster zou komen te staan in dit model? Het antwoord is op 4.000 kilometer! Dat komt overeen met de Canadese kust aan de overkant van de Atlantische Oceaan.



Het is eigenlijk onmogelijk een overzichtelijk zonnestelselmodel precies op schaal te maken. Bij een zonnestelsel in de klas zou zelfs de zon zo klein zijn als een suikerkorrel. En als je de planeten van pingpongballen of tennisballen zou willen maken, dan zou het zonnestelsel kilometers groot worden. Meestal kiezen ontwerpers er dan voor om de planeten en de afstanden een aparte schaal te geven.



Laat de leerlingen individueel het werkblad *Alles op schaal* maken. Ze krijgen de opdracht een goede schaal te bedenken om de afmetingen van planeten en de afstanden tot de zon weer te geven. Bepaal vooraf de lengte van het klaslokaal met een rolmaat.

Bespreek de opgaven na. Bepaal met de hele klas een schaalverdeling die geschikt zou kunnen zijn voor het zonnestelsel. Bedenk een aparte schaal voor de afstanden tussen de planeten en de diameter van de planeten.

Voorbeeld voor een klaslokaal van 7 meter lengte:

- Afstanden tussen de planeten en de zon: 1 miljoen kilometer = 0,15 centimeter. Neptunus komt dan op 6,74 meter van de zon te staan.
- Afmetingen planeten: 1 centimeter = 5.000 kilometer. De kleinste planeet Mercurius heeft een doorsnee van ongeveer 1 centimeter. De grootste planeet Jupiter heeft een doorsnee van 30 centimeter. De zon is 2 meter in doorsnee.

Op de website van Volkssterrenwacht Orion in Bovenkarspel staat een applicatie waarmee uitgerekend kan worden hoe ver en hoe groot de planeten en de zon zijn als ze worden geschaald: <http://bit.ly/X7ZZpg>

Laat de leerlingen gezamenlijk een model van het zonnestelsel maken. Verdeel ze daarvoor in groepjes en geef elk groepje een planeet om te maken. De zon is waarschijnlijk te groot om te maken.

Bedenk van tevoren goed hoe de verschillende planeten over de leerlingen verdeeld kunnen worden. De ideale groepsgrootte is 16 leerlingen. Elk tweetal maakt dan één van de acht planeten. Bij een grotere groep kunnen manen of dwergplaneten toegevoegd worden, of de klas kan in tweeën gesplitst worden voor twee zonnestelsels.

Laat de leerlingen voor deze opdracht in groepen informatie over hun hemellichaam opzoeken op internet. Ze volgen hiervoor de stappen op het werkblad *Alles over de planeten*. Zo weten ze welke informatie ze nodig hebben.

De leerlingen kunnen eventueel deze websites gebruiken: <http://bit.ly/Y5jbKb> en <http://bit.ly/13uAzHI>

Daarna maken de leerlingen hun planeet. De planeten kunnen gemaakt worden door piepschuim bollen of karton in een plat vlak te verven of in te kleuren. Ze maken ook een informatieblad van de planeet. Bij kleine planeten kunnen de leerlingen op hun informatieblad een tekening maken en de planeet zelf van klei maken.

Hang de planeten en informatiebladen na afloop op in het lokaal. Zo kan iedereen lezen en zien wat de anderen gemaakt hebben.

Achtergrondinformatie voor de docent

Het zonnestelsel is op kosmische schaal de directe omgeving van de aarde. Hier bevinden zich de nabije planeten en de dichtstbijzijnde ster. Het zonnestelsel kent acht planeten, drie dwergplaneten, een planetoidengordel en aan de buitenranden bevinden zich vermoedelijk grote hoeveelheden planetoïden en kometen.

De zon

De zon is de enige ster in ons zonnestelsel en het middelpunt waar alles in ons zonnestelsel omheen draait. De zon is verreweg het grootste object en bijna 1000 keer zo zwaar als alle overige hemellichamen bij elkaar. De zon is het enige object in ons zonnestelsel waarin kernfusie plaatsvindt. Daardoor zendt ze grote hoeveelheden straling uit.

Planeten

Planeten zijn bolvormig hemellichamen die om een ster heen draaien. Planeten zenden zelf geen licht uit. Door de zwaartekracht hebben planeten een ronde vorm gekregen, bovendien trekken ze materiaal aan waardoor ze in de loop van miljarden jaren hun banen rondom de zon hebben schoongeveegd.

De naam planeet is afkomstig van het Griekse woord voor zwerver. Wetenschappers in de oudheid dachten dat planeten in feite ook sterren waren. Maar ze zagen dat ze langzaam bewogen aan de nachthemel, daarom werden ze zwervers of dwaalsterren genoemd.

We kennen in ons zonnestelsel grofweg twee soorten planeten. De aardse planeten, dit zijn de binnenste planeten: Mercurius, Venus, aarde en Mars. Deze planeten hebben een vast oppervlak en in sommige gevallen een dichte atmosfeer. De buitenste planeten Jupiter, Saturnus, Uranus en Neptunus, noemen we gasplaneten. Ze hebben een kleine kern met daaromheen een grote gaswolk. Wetenschappers denken dat de binnenste planeten in eerste instantie ook een grote gaswolk hadden. Die zouden ze al in de vroege jaren van het zonnestelsel zijn kwijtgeraakt door de grote hoeveelheid straling afkomstig van de zon.

Alle planeten draaien ongeveer in hetzelfde vlak en in dezelfde richting om de zon. Dit is het gevolg van de ontstaansgeschiedenis van het zonnestelsel. Wetenschappers denken dat het zonnestelsel is ontstaan uit een losse wolk van materie. Door de zwaartekracht begon deze langzaam in te storten en samen te klonteren.

De kleine draaiing die de wolk in eerste instantie vrijwel zeker gehad moet hebben werd door het ineenstorten versterkt. Alle materie begon steeds sneller te draaien om het punt waar nu de zon zich bevindt. Als een ronddraaiende klont pizzadeeg begon gaswolk af te platten tot een schijf. Uiteindelijk is vrijwel alle materie in het midden samengeklonterd tot de zon. De restjes die overbleven, zijn samengeklonterd tot planeten die zich nog steeds in dezelfde schijf bevinden.

Dwergplaneten

Dwergplaneten lijken erg op planeten. Het grootste verschil is dat dwergplaneten hun baan rondom de zon niet hebben weten schoon te vegen, daarvoor hadden ze door hun kleine afmetingen waarschijnlijk te weinig zwaartekracht. Er bevinden zich vaak nog vele andere objecten in de baan van dwergplaneten, soms ook andere dwergplaneten. Banen van dwergplaneten kunnen behoorlijk afwijken van de schijf waarin de planeten draaien. Hun afmetingen kunnen variëren van 500 tot 5000 kilometer. Er bevinden zich voorbij Neptunus naar schatting enkele tientallen dwergplaneten. Astronomen kunnen ze erg moeilijk zien, omdat ze klein zijn, ver weg staan en er weinig zonlicht op valt.

Planetoïden

Andere objecten die rond de zon draaien worden planetoïden genoemd. Planetoïden zijn meestal niet rond. Hun zwaartekracht is niet groot genoeg om het object rond te maken. De grootste planetoïden zijn meer dan 1000 kilometer in doorsnee. De kleinste planetoïden zijn zo groot als stofdeeltjes. Hun baan is niet stabiel en regelmatig vallen er planetoïden als vallende sterren op aarde.

Regelmaat in het zonnestelsel

Er lijkt een wetmatigheid te zitten in de afstand die de planeten tot de zon hebben: dat wordt ook wel de wet van Titius-Bode genoemd. Alle posities van de planeten, behalve die van de buitenste planeet Neptunus, kunnen voorspeld worden door deze wet. Er bestaat geen natuurkundige verklaring voor deze regelmaat. Sommige astronomen denken dat de wet volgt uit de zogenoemde baanresonanties tussen de planeten. Baanresonanties zouden ervoor zorgen dat de planeten elkaars banen niet verstoren en de banen regelmatig zijn en blijven. Wanneer de planeten elkaars banen verstoren, dan is de kans groot dat de planeten uiteindelijk botsen met elkaar, of worden opgeslokt door de zon.

Volgens de wet van Titius-Bode zou er ook een planeet tussen Mars en Jupiter moeten zijn. Die is er niet, maar in plaats daarvan bevindt er zich een planetoïdengordel met op zijn minst tienduizenden planetoïden. Men denkt dat de sterke zwaartekracht van Jupiter voorkomt dat de planetoïden samenklonteren tot een planeet.

Overige delen van het zonnestelsel

In een zone voorbij de laatste planeet Neptunus tot ongeveer tweemaal de afstand Zon-Neptunus bevindt zich een tweede zone met vele planetoïden. Deze regio wordt de Kuipergordel genoemd. Er zijn naar schatting ruim 100.000 objecten die groter zijn dan 100 kilometer in doorsnee, waaronder ook enkele dwergplaneten, zoals Pluto.

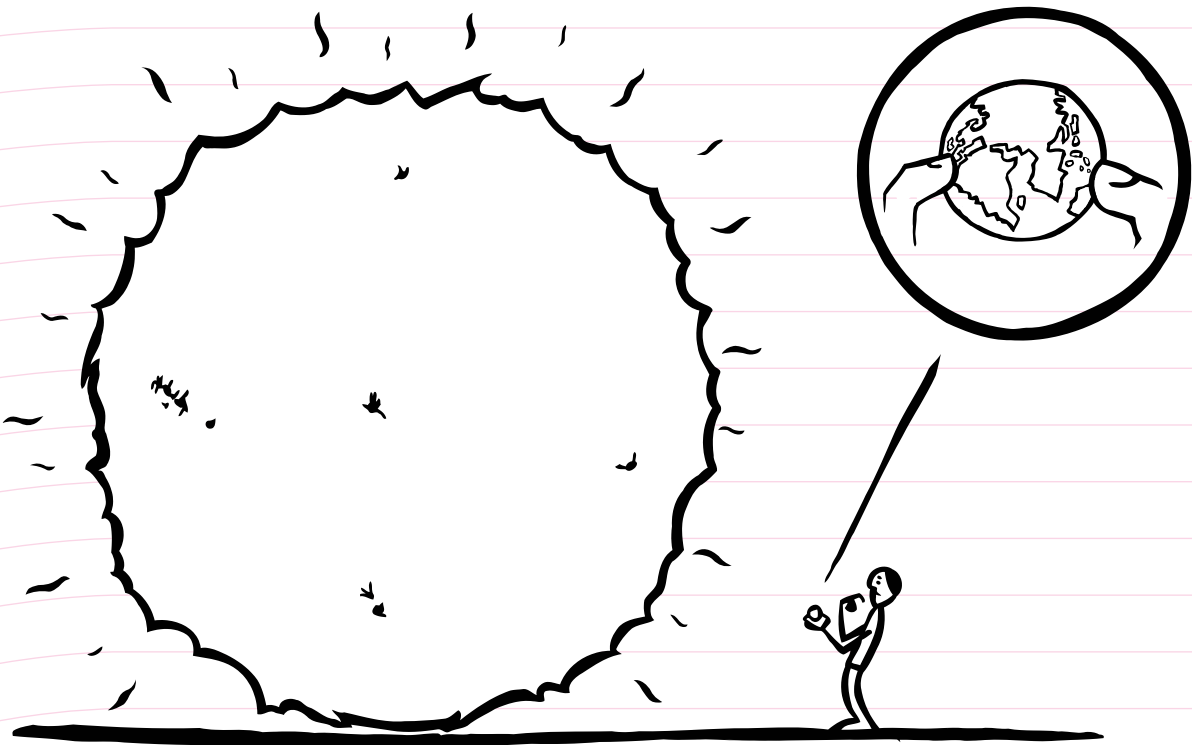
Ver voorbij de Kuipergordel bevindt zich een gebied dat de Oortwolk wordt genoemd. Astronomen vermoeden dat zich hier ontelbare komeetachtige objecten ophouden, ze zijn echter zo ver weg dat ze (nog) niet waargenomen kunnen worden. De Oortwolk strekt zich uit tot meer dan duizend maal de afstand Zon-Neptunus. Als andere sterren ook zo'n wolk zouden hebben, dan is het goed mogelijk dat deze wolken elkaar aan de buitenranden overlappen en dat ze objecten uitwisselen. Vermoed wordt dat de kometen die zich in deze wolk ophouden af en toe ons zonnestelsel kunnen binnendringen.

Alles op schaal



Als we de aarde met ons huis zouden vergelijken, dan is het zonnestelsel eigenlijk de straat waarin we wonen. De zon en de planeten staan relatief dichtbij. Maar hoe ver is dichtbij eigenlijk?

Je gaat straks samen met de klas een zonnestelsel maken. Het is de bedoeling dat de afmetingen die je gaat gebruiken op schaal zijn. Daarvoor moet er eerst een goede schaal worden bedacht.



Wat heb je nodig?

- Rekenmachine

Wat ga je doen?

- 1 Vraag de docent hoe lang het klaslokaal is. Schrijf het antwoord op in centimeters.

Het klaslokaal is _____ centimeter lang.

- 2 De zon is helemaal voorin de klas. Neptunus, de verste planeet, komt helemaal achterin de klas te hangen. Als de lengte van de hele klas gelijk is aan de afstand Zon-Neptunus, hoeveel centimeter is dan één miljoen kilometer? Bereken deze afstand met onderstaande tabel:

	Afstand Zon - Neptunus	Berekende schaal
Echte afstand	4.498 miljoen kilometer	1 miljoen kilometer
Afstand in de klas	_____ centimeter	_____ centimeter

Eén miljoen kilometer in het echt komt overeen met
 _____ centimeter in de klas.

- 3 Met deze schaal bepaal je hoe ver de andere planeten van de zon moeten staan. Bereken de afstand die de aarde en Mars zouden moeten hebben tot de zon.

	Berekende schaal	Afstand aarde
Echte afstand	1 miljoen kilometer	150 miljoen kilometer
Afstand in de klas	_____ centimeter	_____ centimeter

	Berekende schaal	Afstand Mars
Echte afstand	1 miljoen kilometer	249 miljoen kilometer
Afstand in de klas	_____ centimeter	_____ centimeter

- 4 Bereken met de schaal die je hierboven gebruikt hebt hoe groot de aarde zou moeten zijn in de klas.

	Schaal	Grootte aarde
Echte afstand	1.000.000 kilometer	12.756 kilometer
Afstand in de klas	_____ centimeter	_____ centimeter

- 5 Vind jij de afmeting die je berekend hebt, geschikt om een aarde mee te maken?

Voor het zonnestelsel in de klas moeten we voor de planeten een aparte schaalverdeling gebruiken. Om een goede schaalverdeling te maken, kijken we naar de grootste planeet, Jupiter, en naar de kleinste planeet, Mercurius.

- 6 Stel dat Mercurius 5 centimeter in doorsnee is. Hoe groot zijn dan Jupiter en de zon? Gebruik onderstaande tabel. Let op! De tabel is iets anders dan de tabellen die je hiervoor gebruikt hebt.

	Echte grootte [kilometer]	Grootte in de klas [centimeter]
Mercurius	4878	5
De schaal	1000	_____
Jupiter	120.536	_____
Zon	1.392.000	_____

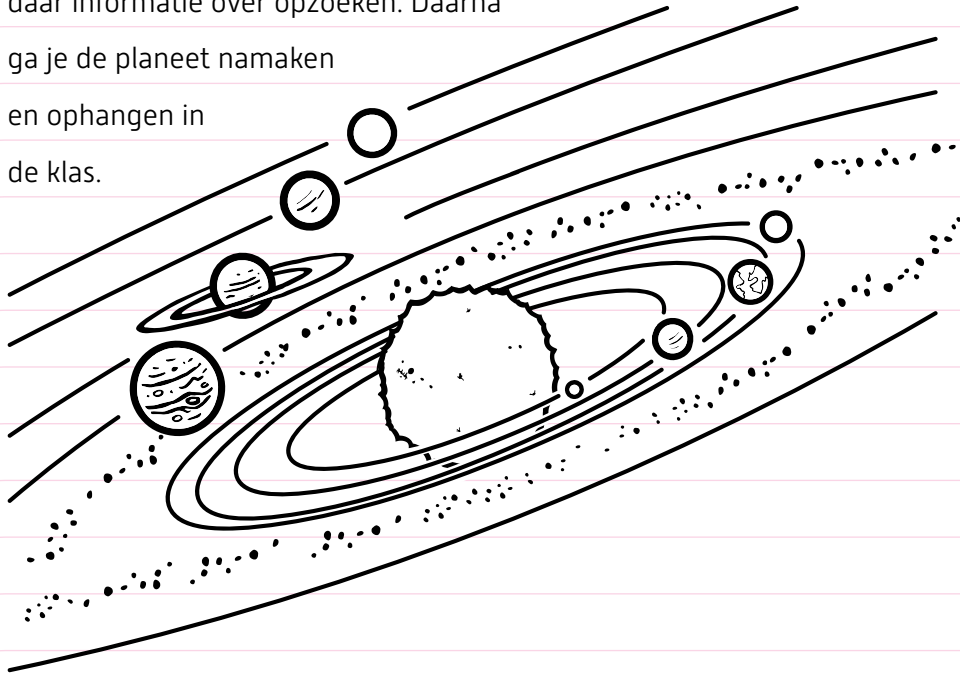
- 7 Is de schaal die je bij vraag 6 hebt gebruikt een goede schaal? Zo nee, bedenk dan een nieuwe schaal en bereken de afmeting van de grootste en de kleinste planeet en de zon.

	Echte grootte (kilometer)	Grootte in de klas (centimeter)
De schaal	1000	_____
Mercurius	4878	_____
Jupiter	120.536	_____
Zon	1.392.000	_____

Alles over de planeten



In ons zonnestelsel zijn acht planeten. Je gaat nu één planeet uitkiezen en daar informatie over opzoeken. Daarna ga je de planeet namaken en ophangen in de klas.



Wat heb je nodig?

- Computer met internet
- Bol op schaal die de planeet voorstelt of karton *
- Papier
- Kleurstiften en/of verf

* Je moet eerst weten hoe groot je planeet gaat worden. Zodra je dat weet, overleg je met je docent wat voor materiaal je gaat gebruiken om de planeet te maken.

Wat ga je doen?

- 1 Zoek op internet een pagina over jouw planeet. Je kunt bijvoorbeeld hier kijken: <http://bit.ly/Y5jbKb>
- 2 Hoe groot is jouw planeet in het echt? En hoe ver staat hij van de zon?
 Grootte : _____ kilometer
 Afstand tot de zon : _____ miljoen kilometer

- 3 Bereken met de schaal die je met de klas hebt afgesproken hoe groot je planeet in het model moet worden en hoe ver hij van de zon moet staan.

Grootte

	Schaal	Grootte planeet
Echt	_____ kilometer	_____ kilometer
In de klas	_____ centimeter	_____ centimeter

Afstand

	Schaal	Afstand planeet tot zon
Echte	1 miljoen kilometer	_____ kilometer
In de klas	_____ centimeter	_____ centimeter

- 4 Verzamel informatie over jouw planeet. Beantwoord daarin de volgende vraag:

Waarom is jouw planeet zo bijzonder?

Gebruik eventueel onderstaande tabel als hulpmiddel, maar zoek ook nog andere bijzonderheden.

Kleur	_____
Gemiddelde temperatuur	_____
Hoe lang duurt een dag?	_____
Hoe lang duurt een jaar?	_____
Aardse planeet / gasplaneet	_____
Samenstelling van de planeet	_____

Andere bijzonderheden:

- 5 Maak de planeet. Overleg met je docent welke materialen je hiervoor gaat gebruiken. Daarnaast maak je een infoblad bij de planeet met de extra informatie die je hebt gevonden bij vraag 4. Maak daarbij goed duidelijk wat jouw planeet zo bijzonder maakt.

