



Zwaartekracht in het heelal

ESERO brengt ruimtevaart in de klas



- 50 lessen 1-2 HV
- 45-90 minuten
- Onderzoekend leren
- Aansluiting onderwerpen methodes (Na, Wi, Sk, Bi)

www.ruimtevaartindeklas.nl

Waarom ruimtevaart en sterrenkunde in de klas?

Ruimtevaart is een fascinerend onderwerp. Goed te gebruiken als ingang voor wetenschap en techniek in de klas.

Wij promoten ruimtevaart niet als apart vak, maar juist als geïntegreerd onderwerp dat bij veel vakken gebruikt kan worden en uw leerlingen kan aansporen tot een onderzoekende houding en interesse in wetenschap en techniek.



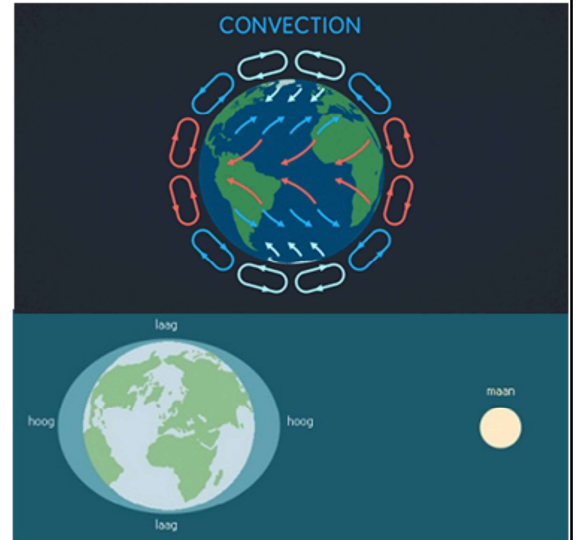
De astronaut Bruce McCandless II op deze afbeelding lijkt sereen te zweven. Dat is niet het geval! Hij vliegt – of beter: valt – met ongeveer 25.000 km per uur om de aarde heen!

Dat er in de ruimte geen zwaartekracht is, is een veel voorkomend misconception. Dit komt doordat het beeld dat kinderen hebben van zwaartekracht meestal incompleet is. Ze weten wel dat op aarde alles naar beneden valt, maar hoe zich dat verhoudt tot de ruimte is moeilijk voor te stellen.

In deze workshop bieden we een selectie van onze lessen aan die het onderwerp zwaartekracht – en middelpuntzoekende kracht – uitvoerig behandelt en zo de leerlingen een compleet beeld geeft van hoe zwaartekracht precies werkt.

Zwaartekracht is overal!

Op aarde
In de ruimte
In bijzondere situaties



www.ruimtevaartindeklas.nl



Alles valt even snel (in vacuüm)
Alles valt naar beneden



[Vallen in vacuüm](#)-MAAN
[Vallen in vacuüm](#)-NASA

www.ruimtevaartindeklas.nl

Deze oefeningen zitten in de meeste methodes en spreken voor zich. Veel scholen hebben ook een opstelling die ze vacuüm kunnen zuigen, zodat je kunt zien dat een kogel en een veer zonder lucht even snel vallen.

Leuke oefeningen:

- Willekeurige voorwerpen laten vallen. Alleen grote lichte voorwerpen zullen langzaam vallen. Behalve deze uitzondering vallen alle voorwerpen (ongeveer) even snel.
- Een propje papier vergelijken met een los vel papier. Ze hebben dezelfde massa, maar toch vallen ze niet even snel. Hiermee laat je zien dat vooral vorm een rol speelt.

Deze twee filmpjes laten zien hoe zwaartekracht in een vacuüm werkt

<https://youtu.be/E43-CfukEgs?t=1m11s> Een grote vacuumkamer waarin een veer en een bowlingbal even snel vallen

<https://youtu.be/KDp1tiUsZw8> Astronaut David Scott die op de maan een hamer en een veertje laat vallen.



<https://www.zwaartekrachtmodel.nl/>

Het model werkt op de meeste platformen, maar is geoptimaliseerd voor gebruik in de Chrome webbrowser.

Zwaartekracht in het heelal is een onderwerp voor de vierde klas, vanwege de ingewikkelde formules. Maar met dit modelletje kan zwaartekracht in het heelal eenvoudig gevisualiseerd worden.

Op het scherm zijn de aarde en de maan te zien. Deze twee voorwerpen veroorzaken een zwaartekrachtveld. Plaats je nu een willekeurig voorwerp in dit veld, dan zal het onder invloed van zwaartekracht gaan bewegen en/of van richting veranderen.

De website kent twee modi:

- 1) Het spel: de leerling krijgt 9 uitdagingen/levels/opdrachten waarbij ze stapsgewijs kennis maken met het concept zwaartekracht. Iedere speler zou minstens level 6 moeten kunnen halen. De laatste 3 levels zijn het lastigst. Na elk level krijgt de leerling informatie over een echte situatie die lijkt op de opdracht.
- 2) Vrij experimenteren: de leerling mag zelf bepalen wat voor experimenten hij/zij uitvoert om zo vrij te ontdekken hoe zwaartekracht werkt.

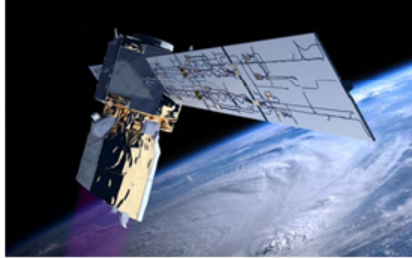
Disclaimer: het model is niet op schaal. Zowel de afmetingen als de snelheden zijn anders in het echt. Het ISS draait bijvoorbeeld in 1,5 uur om de aarde (met snelheid 8

km/sec), terwijl de maan een maand doet over een rondje (snelheid 1 km/sec). Ook bevindt het ISS zich 1000 maal dichterbij dan de maan. We hebben gekozen voor een gebruiksvriendelijke gameplay boven een correcte schaal. Ook zijn er kostenbesparingen gemaakt op het gebied van visualisaties (geen licht/schaduw).

Oceaanstromingen



Draaien om de aarde



Gewichtloosheid



Exoplaneten



Eb en vloed



Zwaartekrachtmodel



6 voorbeeldlessen van zwaartekracht op aarde en in het heelal.

Convectie en oceaanstromingen:

<http://www.ruimtevaartindeklas.nl/lespakketten/oceaanstromingen>. Hier zit ook een leuk filmpje bij waarin André Kuipers hetzelfde experiment herhaalt in een gewichtloze omgeving.

Draaien om de aarde: <http://www.ruimtevaartindeklas.nl/lespakketten/satellieten-bekijken-de-aarde>

Gewichtloosheid: <http://www.ruimtevaartindeklas.nl/lespakketten/in-de-ban-van-de-zwaartekracht>

Exoplaneten: <http://www.ruimtevaartindeklas.nl/lespakketten/exoplaneten>

Eb en Vloed: <http://www.ruimtevaartindeklas.nl/lespakketten/eb-en-vloed>

Het experiment met de kleibollen bij eb en vloed is ook te gebruiken bij exoplaneten.

Voor massa vs gewicht nog de volgende tips:

Gewicht is te meten met een weegschaal met veer. Alle weegschalen in de keuken en waarmee je je eigen gewicht meet, voldoen aan dit principe. Een weegschaal geeft op elk hemellichaam een ander gewicht.

Massa is te meten met een balans (twee schalen die elkaar met gelijke massa's in evenwicht houden). Een balans geeft op elk hemellichaam dezelfde massa.

Een leuk experiment:

Nodig:

- Weegschaal
- voorwerp van c.a. 100-200 gram
- Elastiek van c.a. 1 meter lengte (van kleding werkt het beste, omdat die ver kan uitrekken, een lage veerconstante heeft)

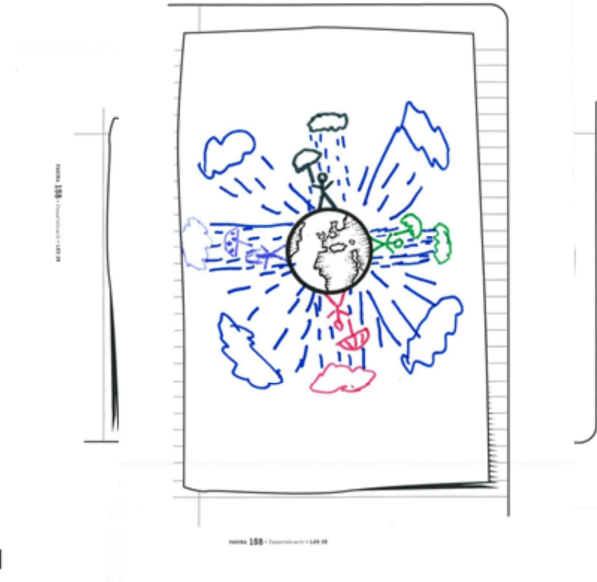
Vorbereiding: Maak het elastiek vast aan het voorwerp, op zo'n manier dat je het voorwerp aan het elastiek kunt optillen. Het elastiek mag flink uitrekken.

Het experiment: leg het voorwerp op de weegschaal. De gemeten waarde is zowel de massa als het gewicht, want massa is gewicht op aarde. Voor sommige methodes zul je het gewicht moeten omrekenen in Newton (gewicht x 9,81)

Trek nu aan het elastiek zodat het gewicht 3 maal lager wordt. Dit is het gewicht van het voorwerp op mars. Het gewicht is driemaal zo laag geworden, maar de massa is gelijk gebleven.

Laat eventueel de leerlingen voelen wat het verschil is tussen gewicht op aarde en gewicht op mars: hetzelfde voorwerp voelt zwaarder of minder zwaar op een andere planeet.

Laat ook het voorwerp vallen met en zonder spanning op het elastiek. Op aarde valt het voorwerp driemaal zo snel als op mars.



Een les van de basisschool die mogelijk ook relevant is voor uw leerlingen:

Nodig: een A4 print van de tekening hierboven. Te vinden in <http://www.ruimtevaartindeklas.nl/lespakketten/voel-de-zwaartekracht>

- Houd het papier recht voor je en teken een poppetje BOVEN OP de aarde
- Geef het papier door aan je buur.
- Als het goed is krijg jij ook een tekening. Draai het papier een kwartslag naar links
- Teken opnieuw een poppetje BOVEN OP de aarde (dit is als het goed is een andere 'boven' dan de eerste keer)

Herhaal bovenstaande stappen nog twee keer, zodat er op alle plekken een poppetje op de aarde staat. Maak de tekening nog illustratiever door regenwolken en neerslag toe te voegen.

Stel vervolgens de vraag: wat is nu boven en wat is beneden?

Antwoord: beneden is het middelpunt van de aarde. Boven is alles daarboven.

Als je hierover nadenkt, dan begrijp je beter dat boven en beneden een perceptie is dat afhankelijk is van jouw plek op aarde. IN de ruimte heb je dat referentiekader niet en heb je dus ook geen boven/beneden beleving. Simpel gezegd: in de ruimte bestaan boven en beneden niet.

- www.ruimtevaartindeklas.nl
- lessen PO (1-8) en onderbouw VO (1-2)
- Projecten (CanSat, Astro Pi)
- NLT module Satellieten
- Twitter: @eseronl
- info@ruimtevaartindeklas.nl

