



# Gewichtsloosheid en het lichaam

Ons lichaam is gebouwd op het leven in de zwaartekracht van de aarde. Bij astronauten die ongeveer een half jaar in het ruimtestation ISS verblijven veranderen er veel dingen aan hun lichaam. Deze les onderzoeken de leerlingen met een paar experimenten welke effecten een langdurig verblijf in gewichtsloosheid heeft op het menselijk lichaam. Ze presenteren de bevindingen aan de klas.

## Lesdoelen

De leerlingen:

- leren dat gewichtsloosheid invloed heeft op het menselijk lichaam.
- leren de basisfuncties van de bloedsomloop, het skelet, het spierstelsel en het evenwichtsorgaan.
- maken in beperkte tijd een PowerPoint presentatie.
- presenteren hun kennis aan de klas.

## Vorbereidingen

Zet de benodigde materialen, een computer met PowerPoint, een internetverbinding en een beamer klaar.

## Benodigheden

Elk groepje:

- Biologieboek met de thema's bloedsomloop, skelet, spierstelsel en evenwichtsorgaan.

Over de groepjes verdelen:

- Werkblad *Bloedsomloop*
- Werkblad *Skelet*:
  - Kippenbotje
  - Kippenbotje, een nacht geweekt in verdund zoutzuur
- Karton
- Schaar
- Perforator
- Werkblad *Evenwichtsorgaan*:
  - Klei
  - Karton
  - Schaar
- Werkblad *Spieren*:
  - Meetlint

## Tijdsduur

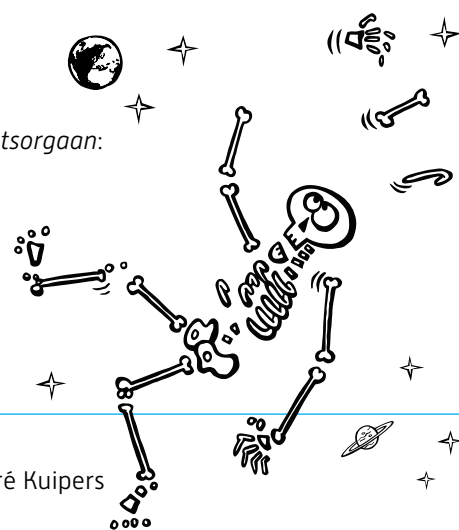
45 of 90 minuten

## Kerdoelen

29, 34

## Vakken

Biologie



Bekijk met de klas het filmpje van de terugkomst van astronaut André Kuipers op aarde: <http://bit.ly/OQNleM>

Besprek de manier waarop de astronauten uit de capsule kwamen. Hoe komt het dat ze nauwelijks bewegen? Waarom zitten ze in speciale stoelen? Leg uit dat de spier- en botmassa van de astronauten is afgenomen omdat ze in de ruimte hun spieren en botten lange tijd veel minder hebben gebruikt. Dat is namelijk in veel mindere mate nodig als er geen zwaartekracht is. Leg uit dat een verblijf in de ruimte veel effect heeft op het menselijk lichaam. Gewichtsloosheid heeft onder andere invloed op de bloedsomloop, het spierstelsel, het skelet en het evenwicht van astronauten.



Verdeel de klas in groepjes van drie of vier leerlingen en geef ieder groepje een van de volgende onderwerpen: bloedsomloop, skelet, evenwichtsorgaan en spieren. Elk groepje zoekt informatie over hun onderwerp en de leerlingen worden zo experts op dit gebied. Uiteindelijk gaan ze een demonstratie-experiment doen en leggen zo het effect van gewichtsloosheid op hun onderwerp uit aan de rest van de klas. Ook gebruiken ze hiervoor een PowerPoint presentatie.

Elk van deze presentaties bestaat uit drie dia's:

Dia 1: De situatie op aarde.

Dia 2: Effecten van gewichtsloosheid in de ruimte.

Dia 3: Demonstratie met experiment.

Bij dia 1 en 2 beantwoorden de leerlingen de vragen die op de werkbladen worden gesteld. Voor het vinden van de antwoorden maken ze gebruik van het biologieboek en/of de computer. Bij elk werkblad staan daarvoor verschillende zoektermen vermeld.

Dia 3 gaat over het demonstratie-experiment. De leerlingen gebruiken het experiment om aan de rest van de klas uitleg te geven over hun onderzoek. Laat ze het experiment oefenen voordat ze de presentatie geven.

Er kan ook voor worden gekozen om de leerlingen alle onderdelen te laten onderzoeken en de werkbladen in carrouselvorm uit te voeren.



De leerlingen geven hun presentatie aan de rest van de klas. Ze geven uitleg bij de onderwerpen en doen een demonstratieproef. Bespreek de presentaties en vul de leerlingen aan waar dat nodig is.



Bekijk met de klas de aflevering van Labyrint over André Kuipers en hersenonderzoek naar de invloed van gewichtsloosheid: <http://bit.ly/Yc8cyQ>

## Achtergrondinformatie voor de docent

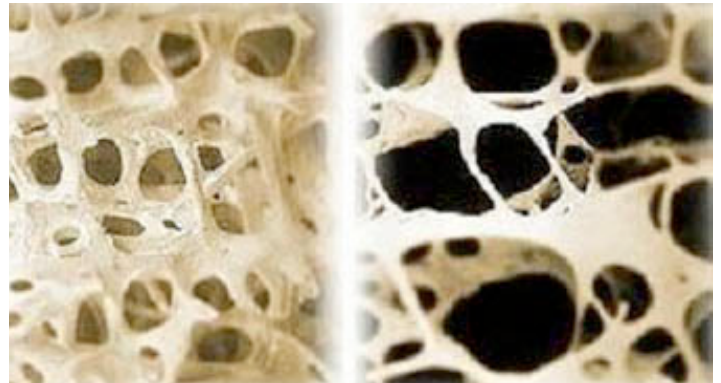
Het hart zorgt ervoor dat het bloed gelijkmatig over het lichaam wordt verdeeld. Om het bovenlijf van bloed te voorzien moet het hart op aarde tegen de zwaartekracht in pompen. Daarom moet het hart harder werken om het bloed bijvoorbeeld naar het hoofd te pompen, dan wanneer het bloed richting de benen gaat.

### Bloedsomloop

In de ruimte wordt het bloed niet door de zwaartekracht naar beneden geduwd. Maar het hart blijft pompen alsof de astronaut op aarde is. Er wordt daarom veel meer bloed naar het hoofd en de nek gepompt. Dat kan astronauten een opgezwollen hoofd en nek geven. Hun benen worden als gevolg hiervan dunner. Astronauten die weer terug op aarde komen hebben juist last van duizeligheid en flauwvallen. Het inmiddels aan de gewichtsloosheid gewende hart pompt dan niet genoeg bloed meer naar de hersenen.

### Skelet

De botten van een mens passen zich aan, aan de hoeveelheid gewicht die ze moeten dragen. In de ruimte hoeven zij door het gebrek aan zwaartekracht nauwelijks meer iets te dragen. De botmassa neemt daardoor af. Dat wordt ook wel botontkalking of osteoporose genoemd. Wanneer astronauten terugkeren op aarde duurt het een tijd voordat de botten weer aangesterkt zijn. Ze lopen in die tijd bijvoorbeeld meer kans op botbreuken.



*Links gewone botstructuur rechts botontkalking* Bron: kennislink.nl

### Spiere

Alle bewegingen die we dagelijks maken, zoals bij het lopen, fietsen en staan, zorgen voor het opbouwen en in stand houden van spiercellen. Bij intensief gebruik groeien de spieren, als ze een tijdje niet worden gebruikt worden ze slapper en dunner. Dat kan vaak al gezien worden aan de armen van een persoon. Bij iemand die rechts is, is de rechterarm vaak sterker en dikker dan de linkerarm.

Omdat bewegen in gewichtsloosheid heel erg weinig belasting van de spieren vraagt worden de astronauten ongemerkt steeds slapper. Om dit proces tegen te gaan trainen ze dagelijks op speciale fitness-apparaten aan boord van het ruimtestation.

### **Balans en oriëntatie**

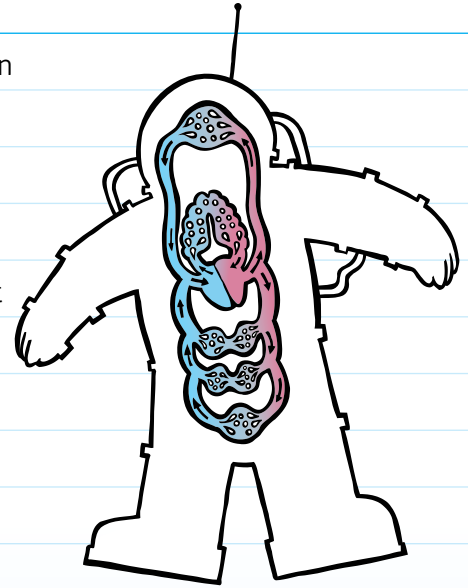
Voor je evenwicht en oriëntatie gebruik je verschillende zintuigen. De hersenen ontvangen via de ogen, spieren en pezen en het evenwichtszintuig (dat in het binnenoor zit) informatie over de omgeving.

Door het gebrek aan zwaartekracht voelen je spieren en pezen in de ruimte niet goed aan waar je bent. Er is geen onder en boven meer. De informatie die de hersenen via bijvoorbeeld de ogen ontvangen klopt niet met wat het evenwichtsorgaan voelt. Daardoor kan een astronaut ruimtezieke worden. De symptomen hiervan zijn desoriëntatie, misselijkheid en hoofdpijn.



# Bloedsomloop

Ons lichaam is gebouwd op het leven in de zwaartekracht van de aarde. Als iemand langdurig in de ruimte is dan veranderen er veel dingen aan het lichaam. Jullie gaan onderzoeken wat er gebeurt met de bloedsomloop van een astronaut. Uiteindelijk presenteren jullie je bevindingen aan de klas met een presentatie en een demonstratie-experiment.



Beantwoord de vragen en maak met deze informatie drie dia's waarmee jullie het onderwerp kunnen uitleggen aan de klas. Verdeel de taken in het groepje.

## Dia 1 Bloedsomloop op aarde

- 1 Wat is de functie van de bloedsomloop?
- 2 Hoe ziet de bloedsomloop eruit?
- 3 Wat zijn de namen en functies van de verschillende onderdelen van de bloedsomloop?

**Zoektip:**  
Gebruik het biologieboek

## Dia 2 Bloedsomloop in de ruimte

- 1 Wat is het belangrijkste effect van gewichtsloosheid op de bloedsomloop? Leg uit.
- 2 Wat gebeurt er met de verdeling van het bloed over het lichaam?
- 3 Welke effecten heeft dit voor de astronaut?

**Zoektip:**  
Goede zoektermen zijn  
effecten gewichtsloosheid  
en hart astronauten.

## Dia 3 Handen omhoog!

Vragen voor de klas:

- 1 Welke verschillen neem je waar in het demonstratie-experiment dat hieronder staat beschreven?
- 2 Kan je een verklaring geven voor de verschillen?
- 3 Welke situatie lijkt het meeste op de ruimte en waarom?

## Demonstratie-experiment

Zorg ervoor dat je het experiment eerst oefent. Bespreek samen de resultaten en voer het experiment voor een tweede keer uit tijdens de presentatie.

## Wat heb je nodig?

- een proefpersoon

## Wat ga je doen?

- 1** Hou een arm omhoog en een arm beneden. Tel tot 30.
- 2** Hou je onderarmen vlak bij elkaar en kijk of je verschil ziet.
- 3** Ga op de grond liggen en doe leg een arm langs je hoofd op de grond en de ander langs je lichaam.
- 4** Kijk weer of er verschil is tussen beiden.

Als het goed is was er een verschil te zien tussen de onderarmen in de eerste situatie, waarbij één arm omhoog ging en de andere naar beneden. De verklaring daarvoor is dat er door de zwaartekracht meer bloed in de arm stroomt die naar beneden gehouden wordt. De bloedvaten in die arm lijken daardoor dikker.

Als je ligt trekt de zwaartekracht aan beide armen even hard en is er als het goed is geen verschil te zien in de bloedvaten van de twee armen.

Deze laatste situatie is te vergelijken met die in de ruimte.



Ons lichaam is gebouwd op het leven in de zwaartekracht van de aarde. Als iemand langdurig in de ruimte is dan veranderen er veel dingen aan het lichaam. Jullie gaan onderzoeken wat er gebeurt met het skelet van een astronaut. Uiteindelijk presenteren jullie je bevindingen aan de klas met een presentatie en een demonstratie-experiment.



Beantwoord de vragen en maak met deze informatie drie dia's waarmee jullie het onderwerp kunnen uitleggen aan de klas. Verdeel de taken in het groepje.

### Dia 1 Het skelet op aarde

- 1 Wat zijn de vier functies van het skelet?
- 2 Hoe ziet het skelet eruit?
- 3 Uit welke twee stoffen bestaat bot en wat zijn de functies van deze stoffen?

**Zoektip:**

Gebruik het biologieboek

### Dia 2 Botten in de ruimte

- 1 Wat gebeurt er onder invloed van gewichtsloosheid met de botten?
- 2 Hoe noem je deze aandoening en ziet het bot er dan uit?
- 3 Welke stof verdwijnt er uit de botten en welk effect heeft dat?

**Zoektip:**

Goede zoektermen zijn *effecten gewichtsloosheid en botten astronauten.*

### Dia 3 Waarvoor dient kalk?

- 1 Wat is het verschil tussen beide botjes die jullie hebben gekregen?
- 2 Gebruik de hieronder beschreven papieren modellen om dit uit te leggen aan de klas.

## Demonstratie-experiment

Zorg ervoor dat je het experiment eerst oefent. Bespreek samen de resultaten en voer het experiment voor een tweede keer uit tijdens de presentatie.

## Wat heb je nodig?

- Kippenbotje
- Kippenbotje, geweekt in verdund zoutzuur
- Karton
- Schaar
- Perforator

## Wat ga je doen?

Voor je liggen twee botjes. Het ene botje is een normaal kippenbotje. Het andere botje heeft een nacht in zoutzuur gelegen. Zoutzuur lost kalk op en maakt het bot zwakker.

- 1** Buig beide botjes voorzichtig met je handen. Voel je verschil?
- 2** Maak een papieren model van het bot. Knip uit karton twee dezelfde botten.
- 3** Maak in het ene bot veel gaatjes met een perforator. Laat de ander zoals die is.

Leg aan de hand van de papieren botmodellen aan de klas uit wat er in de ruimte met de botten van astronauten gebeurt.





# Evenwichtsorgaan

Ons lichaam is gebouwd op het leven in de zwaartekracht van de aarde. Als iemand langdurig in de ruimte is dan veranderen er veel dingen aan het lichaam. Jullie gaan onderzoeken wat er gebeurt met het evenwichtsgevoel van een astronaut. Uiteindelijk presenteren jullie je bevindingen aan de klas met een presentatie en een demonstratie-experiment.



Beantwoord de vragen en maak met deze informatie drie dia's waarmee jullie het onderwerp kunnen uitleggen aan de klas. Verdeel de taken in het groepje.

## Dia 1 Evenwicht op de aarde

- 1 Welke organen zorgen voor evenwicht en balans?
- 2 Hoe ziet het evenwichtsorgaan in het binnenoor eruit?
- 3 Hoe werkt het evenwichtsorgaan?

### Zoektip:

Gebruik het biologieboek

## Dia 2 Evenwicht in de ruimte

- 1 Wat is de invloed van gewichtsloosheid op het evenwicht?
- 2 Welke gevolgen heeft dat?

### Zoektip:

Goede zoektermen zijn *effecten gewichtsloosheid* en *ruimteziekte*.

## Dia 3 De ruimteziekte

- 1 Welke verschillen neem je waar bij het hieronder beschreven experiment *Een stabiele blik*?
- 2 Wat is een verklaring voor die verschillen?
- 3 Hoe kunnen de minuscule haartjes in je evenwichtsorgaan voelen in welke positie je hoofd zich bevindt? Dit is te zien met het experiment *Evenwichtsorgaan*.
- 4 Werkt dat in de ruimte ook nog?

## Demonstratie-experimenten

Zorg ervoor dat je de experimenten eerst oefent. Bespreek samen de resultaten en voer de experimenten voor een tweede keer uit tijdens de presentatie.

### Experiment 1: Een stabiele blik

- 1 Streck je hand voor je uit, hou je vingers op ooghoogte en wapper ze heen en weer. Kijk naar je vingers. Zie je je vingers scherp?
- 2 Streck je hand voor je uit, maar hou nu je hand stil en beweeg je hoofd heen en weer. Kun je nu je vingers scherp zien?

Als het goed is zie je in de eerste situatie je vingers onscherp en bij de tweede situatie scherp. Dat komt doordat in dat laatste geval je hoofd beweegt. Daarin zit namelijk ook je evenwichtsorgaan. Daardoor weet je lichaam wat voor beweging je precies maakt en zorgt het ervoor dat je blik gestabiliseerd wordt.

### Experiment 2: Evenwichtsorgaan

#### Wat heb je nodig?

- Klei
- Karton
- Schaar

#### Wat ga je doen?

- 1 Knip een strook van 1 centimeter breed en 8 centimeter lang.
- 2 Maak van klei een bolletje met een doorsnede van 1 centimeter.

**3** Prik het bolletje op het uiteinde van de kartonnen strook.

**4** Houd het karton rechtop en beweeg het langzaam naar de zijkant.  
Wat gebeurt er?

In je evenwichtsorgaan zitten haartjes die de oriëntatie van je hoofd waarnemen. Het model van karton en klei moet zo'n haartje voorstellen. Als het model opzij beweegt valt het balletje om. Dat gebeurt ook met de haartjes in het evenwichtsorgaan als je je hoofd schuin houdt. Dat zorgt voor een signaal naar de hersenen die op die manier weten in welke positie je je bevindt.





Ons lichaam is gebouwd op het leven in de zwaartekracht van de aarde.

Jullie gaan onderzoeken wat er gebeurt met de spieren van een astronaut in de ruimte, zonder zwaartekracht. Uiteindelijk presenteren jullie je bevindingen aan de klas met een presentatie en een demonstratie-experiment.



Beantwoord de vragen en maak met deze informatie drie dia's waarmee jullie het onderwerp kunnen uitleggen aan de klas. Verdeel de taken in het groepje.



## Dia 1 Het spierstelsel

- 1 Hoe ziet het spierstelsel eruit? Laat dat met een afbeelding zien.
- 2 Wanneer worden spieren dikker en sterker? En kunnen ze ook slapper worden?

**Zoektip:**  
Gebruik het biologieboek

## Dia 2 Spieren in de ruimte

- 1 Wat gebeurt er met de spieren onder invloed van gewichtsloosheid?
- 2 Wat voor gevolgen heeft dat voor een astronaut die weer terug keert op aarde?

**Zoektip:**  
Goede zoektermen zijn *effecten gewichtsloosheid* en *ruimteziekte*.

## Dia 3 Demonstreren met proefje

- 1 Welke verschillen neem je waar in het hieronder beschreven experiment?
- 2 Verklaar met dit experiment waarom de spieren van de astronauten zwakker worden.

### **Demonstratie-experiment**

Zorg ervoor dat je het experiment eerst oefent. Bespreek samen de resultaten en voer het experiment voor een tweede keer uit tijdens de presentatie. Zorg dat de toeschouwers het goed kunnen zien. Schuif desnoods wat tafels aan de kant.

### **Wat heb je nodig?**

- Skateboard / plank met wieltjes / bureaustoel met wieltjes
- Weegschaal tot ongeveer 120 kg

### **Wat ga je doen?**

- 1** Ga op de weegschaal staan. Hoe veel gewicht meet je?  

---
- 2** Zet de weegschaal gekanteld tegen de muur.
- 3** Ga met je rug op een skateboard liggen met je voeten tegen de weegschaal.
- 4** Duw met je benen tegen de weegschaal zodat je voorzichtig naar achteren rolt. Hoeveel gewicht meet je nu? En voel je net zoveel in je benen als toen je stond?  

---

De weegschaal meet de kracht die jij veroorzaakt door er tegenaan te duwen. Als je rechtop staat, is die kracht gelijk aan de zwaartekracht. Je voelt die kracht ook in je benen. Als je ligt, dan hebben je benen geen last van de zwaartekracht, net als in de ruimte. Je voelt en meet dan veel minder kracht.

Astronauten hebben in de ruimte veel minder kracht nodig en kunnen met gemak apparaten van honderden kilo's verplaatsen. Hun spieren worden zwakker. Worden spieren niet volledig gebruikt, dan worden de spiervezels langzaam afgebroken. Astronauten krijgen daardoor steeds dunnere spieren. Om dit tegen te gaan trainen de astronauten in het ruimtestation elke dag op speciale fitnessapparaten.

