De kracht van de atmosfeer

Heelal
les 19

Op aarde hebben we een dampkring met daarin verschillende gassen. Het heelal is grotendeels leeg. Er is zelfs geen lucht. Wat is het verschil tussen een wereld met en zonder atmosfeer? Is er leven mogelijk wanneer er geen atmosfeer is? En waar moeten ruimtevaarders aan denken als ze naar een drukloze omgeving gaan? In deze les krijgen de leerlingen aan de hand van een aantal experimenten antwoord op deze vragen.

Lesdoelen
De leerlingen:
- maken kennis met de begrippen luchtdruk en vacuüm.
- denken na over het belang van de atmosfeer voor ons.
- denken na over hoe ruimtevaarders rekening moet houden met het vacuüm in de ruimte.

Voorbereidingen
Benodigdheden klaarzetten voor de demonstratieproeven en de tweetallen.

Benodigdheden
Voor de demonstratieproeven:
Limonadeblik indeuken
- Kookplaat
- Leeg limonadeblik met dop, gevuld met 4 centimeter water
- Keukentang
- Afwasteil met koud water waar het limonadeblik inpast
- Ovenwanten / Pannenlappen

Vacuümpomp
- Vacuümpomp met slang en stolp
- Maagdenburger halve bollen
- Chocozoen
- Glas water, eventueel lauw
- (Ouderwetse) wekker

Per tweetal:
- Glas
- Water
- A4-papier
- Afwasteil of andere opvangbak
- Plastic fles, grootte maakt niet uit maar met een kleine opening.
- Ballon
- Injectiespuit van minstens 50 milliliter
- Marshmallow of spekje
- Bakje met heet water dat net gekookt heeft
- Thermometer
- Werkbladen *De kracht van de atmosfeer*, *Ballon in de fles* en *Experimenteren in een vacuüm*

Tijdsduur
45 minuten

Kerndoelen
31, 32

Vakken
Natuurkunde

Wat weten de leerlingen over de dampkring? Laat ze nadenken over dit onderwerp. Ze schrijven op waar ze aan denken. Bespreek daarna wat ze gevonden hebben.

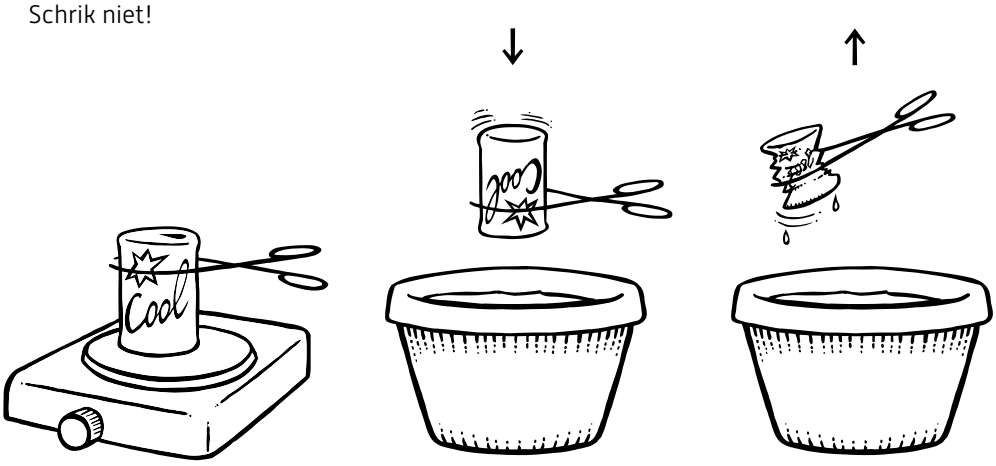
Vertel dat de aarde een dampkring heeft. De dampkring is een omhulsel van gassen die de aarde omspant. Daarbuiten zijn geen gassen, in het heelal heerst een vacuüm. De dampkring veroorzaakt met zijn massa de luchtdruk op aarde.

Laat de leerlingen het werkblad *De kracht van de atmosfeer* maken. Ze beantwoorden de vragen aan de hand van twee proeven:

- Een glas water op zijn kop met papier tegen de onderkant. De luchtdruk voorkomt dat het papier wegvalt.
- Een ballon in een fles proberen op te blazen. Dat lukt niet omdat de lucht in de fles weerstand biedt.

De demonstratieproef *Limonadeblik indeuken* kan door zowel de docent als de leerlingen gedaan worden. Ook kan deze herhaald worden door de leerlingen.

Draai de dop van het limonadeblik af en zet het op de kookplaat. Breng het water in het blik aan de kook en laat het ongeveer een minuut koken. Draai vervolgens de dop op het blik (voorzichtig, want het is heet!). Pak hem op met een tang, dompel hem in de teil met koud water en wacht geduldig af. Na een tijdje implodeert het blik. Schrik niet!



Stel de volgende vragen aan de leerlingen:

- Waarom implodeert het blik?
- Hoeveel kracht is hiervoor nodig?
- Kun je door met je handen te knijpen, het blik ook zover indeuken?

Het experiment kunt u ook in groter formaat uitvoeren. Dat is te zien op dit filmpje: **http://bit.ly/GIzSAs**

Bij vraag 1 op het werkblad *De kracht van de atmosfeer* wordt de leerlingen gevraagd naar de (lucht)druk op je schouders. Vraag hoeveel kilogram dat is. Vertel dat er ongeveer 10.000 kilogram atmosfeer op één vierkante meter drukt. Dat is het gewicht van twee volwassen Afrikaanse olifanten!

Laat de leerlingen het werkblad *Experimenteren in een vacuüm* maken. Ze doen een experiment met een marshmallow of een spekje en beantwoorden vragen daarover. Zo maken ze kennis met een aantal verschijnselen in een vacuüm.
Laat na daarna de demonstratieproef *Vacuümpomp* zien. Betrek de leerlingen bij de uitvoering daarvan. Ze doen verschillende proeven:

- Het vacuüm zuigen van de Maagdenburger halve bollen. De leerlingen proberen de bollen vervolgens uit elkaar te trekken.
- Het vacuüm zetten van chocozoenen. Ze zwellen daarbij op en knappen.
- Het laten koken van koud of lauw water in een vacuüm.
- Het vacuüm zetten van een wekker of alarm om aan te tonen dat geluid niet bestaat in een vacuüm.

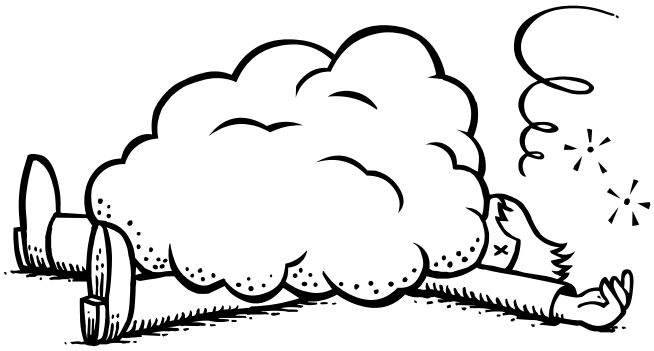
Bespreek de eigenschappen van luchtdruk en een vacuüm. Vraag de leerlingen waar ruimtevaarders rekening mee moeten houden in een vacuüm omgeving. Uit wat ze gezien hebben bij de proeven, zouden ze een aantal dingen moeten kunnen herleiden. Ruimtepakken, -schepen en -bases moeten aan de volgende eisen voldoen:

- Er moet een luchtvoorziening zijn, zowel voor het ademen als om de astronauten te beschermen tegen de druk vanuit hun eigen lichaam.
- Een stevige wand is nodig, die de druk van binnenuit kan weerstaan.
- De stoffen waarvan het ruimtepak, -schip of -basis is gemaakt, mogen niet verdampen in een vacuüm.
- Er moet bescherming tegen straling uit de ruimte zijn. Dit punt is niet direct te herleiden uit deze les, maar met wat kennis over met name de beschermende ozonlaag op aarde kunnen de leerlingen dit punt wellicht ook plaatsen.

Achtergrondinformatie voor de docent

Vacuüm is een situatie waarin er weinig tot geen gasdeeltjes in de ruimte zijn. Omdat het heelal eigenlijk erg leeg is, is het vrijwel overal vacuüm. De aarde is vanwege haar atmosfeer een uitzondering op die situatie. Alle gassen in de atmosfeer veroorzaken samen een grote luchtdruk op zeeniveau. Deze luchtdruk is ongeveer gelijk aan de druk die een gewicht van 10.000 kilogram op een vierkante meter uitoefent. Dat is vergelijkbaar met een concreter maar minder nauwkeurig voorbeeld: de druk die twee olifanten via hun poten op de grond uitoefenen.

De luchtdruk is hoog, maar waarom voelen wij hem niet? Dat komt omdat onze lichamen ook een druk uitoefenen op de lucht om ons heen. De krachten worden dus als het waren gecompenseerd. Er zijn echter wel manieren om die luchtdruk voelbaar te maken. Deze manieren ontdekken de leerlingen met het werkblad De kracht van de atmosfeer.



De kracht van de atmosfeer
Een bekend experiment om de luchtdruk voelbaar te maken wordt gedaan met Maagdenburger halve bollen. Dit zijn twee halve bollen waartussen de lucht door een pomp weggezogen wordt. De bollen worden dan enkel door de druk van de buitenlucht samen gehouden. Wanneer de bollen een diameter van 10 centimeter hebben, is er een kracht van ruim 3000 Newton nodig om ze uit elkaar te trekken. Dat is de kracht die gewicht van 300 kilogram op aarde veroorzaakt! De leerlingen worden in deze les uitgedaagd om de bollen los te trekken.

In de natuurkunde noemt men de gemiddelde luchtdruk op zeeniveau 1 atmosfeer. Een makkelijkere eenheid om mee te rekenen is Pascal (Pa), maar dat levert wel minder mooie getallen op. 1 Pascal is gelijk aan 1 Newton/m^2. 1 Atmosfeer is gelijk aan 101.325 Pascal. Op die manier is uit te rekenen dat de kracht op een mens met een huidoppervlakte van ongeveer 1,5 m^2 gelijk is aan 150.000 Newton. Dit is vergelijkbaar met de zwaartekracht van 15.000 kilogram, ofwel de kracht die drie olifanten samen uitoefenen op de grond.

In het vacuüm

In vacuüm werken bepaalde dingen anders dan in een omgeving met luchtdruk:

- Vloeistoffen koken bij een lagere temperatuur. In een luchtledige omgeving kookt water bij 0 graden Celsius. Een lage luchtdruk zorgt ervoor dat de moleculen makkelijker kunnen 'ontsnappen' aan de vanderwaalskrachten, de bindende krachten tussen moleculen.
- Gassen zetten uit en nemen meer volume in. Voorwerpen met gas erin zullen uitzetten of exploderen.
- Geluid bestaat niet in een vacuüm. Een voorwerp dat normaal gesproken geluid maakt, geeft geen geluid als het in een luchtledige omgeving wordt geplaatst. Trillingen kunnen zich namelijk niet voortplanten.
- Warmte kan wel door vacuüm heen, maar dat lukt alleen via warmtestraling (infrarood licht).

Deze eigenschappen stellen behoorlijke eisen aan ruimtepakken, -schepen en -bases. Zij moeten bijvoorbeeld bestand zijn tegen de enorme druk (van binnenuit!). Verder moeten alle materialen zeer vast zijn geen laag kookpunt hebben, omdat ze anders verdampen.

Vacuümexperimenten in de ruimte

In 2013 komt er in het ruimtestation ISS een speciaal vacuümlaboratorium. In dit lab kunnen experimenten onder een hoog vacuüm gedaan worden.

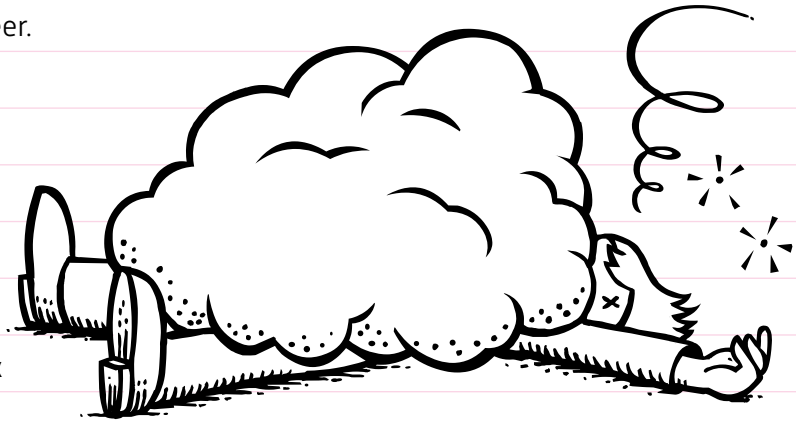
werkblad

De kracht van de atmosfeer

Heelal

les 19

Overal om je heen zit lucht. De lucht duwt overal tegen aan, ook tegen jou. Hier merk je niks van. Of toch wel? Met deze opdrachten en experimenten ontdek je de kracht van de atmosfeer.



Wat heb je nodig?

- Glas
- Water
- A4-papier
- Afwasteil of andere opvangbak

Druk op je schouders

1 Hoe hard denk jij dat de lucht in de atmosfeer tegen jou aan drukt op aarde?

a Net zoveel als een gewicht van een pak melk.

b Net zoveel als het gewicht van een ander mens.

c Net zoveel als het gewicht van drie olifanten.

2 Waarom kun je de druk in de atmosfeer niet voelen?

a Omdat het zo licht is, merk je het niet.

b De lucht duwt tegen jou aan, maar je lichaam duwt ook terug. Dat heft elkaar op.

c Je voelt het wel, maar alleen als het waait.

Wat ga je doen?

Je gaat nu het experiment uitvoeren.

3 Vul het glas tot aan de rand met water.

4 Leg het A4-papier voorzichtig op het glas.

1 Bron: www.ruimtevaartindeklas.nl

5 Hou alles boven de opvangbak.

6 Draai het glas om terwijl je met je hand het papier goed tegenhoudt.

7 Kijk goed of er geen lucht bij het water kan.

8 Laat het papier los.

9 Wat gebeurt er met het water?

10 Het water wil door de zwaartekracht wel naar beneden. Maar wat houdt het water tegen?

werkblad

Ballon in de fles

Heelal

les 19

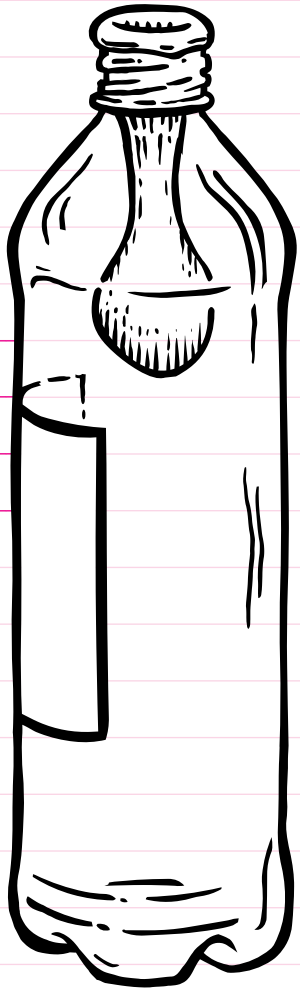
Wat heb je nodig?

- Lege frisdrankfles
- Ballon

Wat ga je doen?

1 Doe de ballon met de opening naar boven toe in een fles.

2 Trek de opening van de ballon over de rand van de fles (zie afbeelding).



3 Probeer de ballon in de fles op te blazen.

4 Hoever kun je ballon opblazen?

5 Verklaar hieronder jouw antwoord op vraag 4.

werkblad

Experimenteren in een vacuüm

Heelal

les 19

Je hebt ontdekt hoe sterk de luchtdruk is, maar dat je daar niet veel van merkt. Je merkt het pas wanneer de luchtdruk er niet meer is. Een omgeving zonder lucht(druk) noemen we een vacuüm.

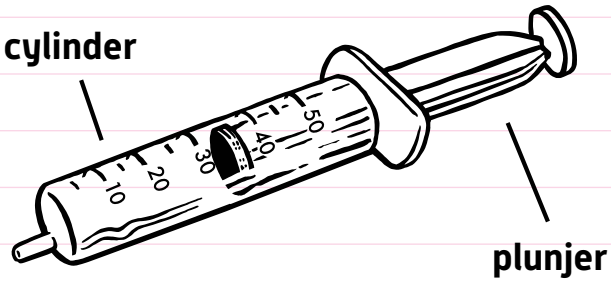
De marshmallow-proef

Wat heb je nodig?

- Injectiespuit
- Marshmallow of spekje

Wat gebeurt er in een vacuüm met een mens?

Om dat te zien gebruik je een injectiespuit en een stukje marshmallow of spek. Een injectiespuit bestaat uit twee onderdelen: de cilinder en de plunjer.



1 Noem de twee belangrijkste stoffen die in een marshmallow of spekje zitten:

- _____
- _____

2 Wat gebeurt er met de marshmallow of spekje als je hem in een vacuüm zet?

_____

_____

 Bron: www.ruimtevaartindeklas.nl

3 Waarom denk je dat? _____

_____

let op!

Je mag de marshmallow tijdens dit experiment niet pletten.

Wat ga je doen?

4 Haal de spuit uit elkaar.

5 Stop een klein stukje marshmallow of spekje in de spuit. Het mag niet klem zitten!

6 Zet de spuit weer in elkaar.

7 Druk de plunjer door tot net boven de marshmallow of het spekje.

8 Hou nu je vinger stevig op de opening van de spuit.

9 Trek aan de plunjer.

10 Wat zie je gebeuren? _____

_____

11 Waarom gebeurt dit? _____

_____

12 Klopt het met wat je dacht bij vraag 2? _____

_____

Koken in een vacuüm

Wat heb je nodig?

- Bakje met heet water dat net gekookt heeft
- Injectiespuit
- Thermometer

let op!

Je werkt met heet water.
Wees voorzichtig

Wat ga je doen?

13 Bij welke temperatuur kookt water bij normale druk?

_____ graden Celsius

14 Meet de temperatuur van het water dat je gebruikt.

Het water is _____ graden Celsius.

15 Zuig de spuit voor een kwart vol met het hete water.

16 Richt de spuit omhoog en druk met de plunjer voorzichtig de lucht uit de spuit.

17 Zet je vinger op de opening van de spuit.

18 Trek nu aan de plunjer.

19 Wat gebeurt er met het water? _____

_____

20 Hoe komt dit denk je ? _____

_____

Water bestaat uit moleculen die bewegen. Hoe warmer het water, hoe harder ze bewegen.

- In ijs bewegen ze langzaam. De moleculen hebben zelfs een vaste plek in het ijs.
- In vloeibaar water bewegen ze sneller. Ze kunnen langs elkaar bewegen, maar nog niet los van elkaar.
- In waterdamp bewegen ze helemaal los van elkaar.

21 Waarom zou een vloeistof makkelijker kunnen verdampen als de luchtdruk lager is? _____

_____