



Het ruimtepak

Een ontwerper van ruimtepakken houdt zich bij het ontwerpen van een pak met andere dingen bezig dan de laatste mode. Honderden kilometers buiten de dampkring hebben astronauten te maken met extreme omstandigheden. Een astronautenpak moet daarop zijn aangepast. De gebruikte materialen worden uitvoerig getest, zodat het pak aan alle veiligheidseisen voldoet. De leerlingen kruipen in de huid van een ruimtepakkenontwerper en testen verschillende materialen voordat ze een ruimtepak ontwerpen.

Lesdoelen

De leerlingen:

- leren dat een ruimtepak een leefomgeving vormt voor een astronaut.
- leren dat verschillende materialen specifieke eigenschappen bezitten.
- testen verschillende materialen op hun sterkte met een inslag.

Benodigdheden

Per groep van vier leerlingen:

Werkbladen *Materiaaltesten* en *Testresultaten schiettest*:

- Schoenendoos
- Verschillende soorten papier
- Aluminiumfolie
- Dun plastic
- Rietjes
- Strijkkralen (te koop in speelgoedwinkels)

- Plakband
- Veiligheidsbrillen
- Liniaal

Bij werkblad *Bescherm de ballonastronaut!*

- Materialen voor het 'pak'
- Ballonnen
- Pvc-buis, ongeveer 1,5 meter lang
- Tape
- Kraspen

Voorbereidingen

Zet voor de filmpjes een computer met internetverbinding en beamer klaar.

Leg de werkbladen klaar en verzamel de benodigdheden per groep.

Tijdsduur

45 of 90 minuten
(afhankelijk van de gebruikte werkbladen)

Kerdoelen

29, 31, 32

Vakken

Natuurkunde
Techniek



Laat de leerlingen nadenken over de omstandigheden in de ruimte. Waarom hebben astronauten een ruimtepak nodig? Kijk het filmpje van André Kuipers en zijn ruimtepak: <http://bit.ly/V5KFHX> (aflevering 5: het Sokol-ruimtepak)

Laat de leerlingen de vragen op het werkblad *Astronautenpak* maken en bespreek de antwoorden. Het antwoord op de vraag waarom het gevaarlijk is als de druk wegvalt in het ruimteschip, kan gedemonstreerd worden door een spekje in een stolp vacuüm te zuigen. Het antwoord op de vraag waarom astronauten een spiegeltje op hun arm hebben is, om alles beter te kunnen zien met een helm op.

Door het werkblad worden de leerlingen aan het denken gezet over de omstandigheden in de ruimte. Ze bedenken aan de hand van de tabel hoe een ruimtepak een astronaut tegen deze omstandigheden kan beschermen.

Rond de opdracht af door de NASA site te bezoeken en te bespreken uit welke onderdelen een astronautenpak bestaat: Op deze site worden kunnen de verschillende onderdelen van het ruimtepak aangeklikt worden. <http://1.usa.gov/zVqZq>.



Vertel dat er in de ruimte micrometeorieten rondvliegen en dat zij schade kunnen veroorzaken aan ruimtepakken. Wetenschappers moeten de gebruikte materialen daarom grondig testen om dit te voorkomen.

Laat de leerlingen de werkbladen *Materiaaltesten* en *Testresultaten schiettest* maken. Hiermee testen de leerlingen verschillende materialen op stevigheid. Voor een kortere les kunnen deze werkbladen eventueel overgeslagen worden.

Begeleid de leerlingen waar nodig en laat ze een veiligheidsbril dragen bij het testen. Leg uit dat ze nu maar op één eigenschap testen, maar dat het materiaal eigenlijk ook nog aan andere eisen moet voldoen als het echt in een ruimtepak gebruikt wordt. Om deze reden bestaat een astronautenpak uit verschillende lagen.

Na de opdracht geven de leerlingen in de tabel aan of ze verwachten dat het materiaal ook aan de andere eisen voldoet.



Laat de leerlingen het werkblad *Bescherm de ballonastronaut* maken. Het doel van deze opdracht is een ruimtepak maken dat een ballon kan beschermen tegen een vallende kraspen.

De leerlingen maken eerst een ontwerp van het ruimtepak dat ze gaan maken. Het pak moet aan verschillende eisen voldoen die op het werkblad staan. Vervolgens maken ze het pak.



Als de leerlingen klaar zijn worden de resultaten bekeken en gepresenteerd aan de klas. Na de presentatie voert de leerkracht de valtest uit. Hierbij wordt er een lange pvc-buis op de ingepakte ballon gezet. Door de pvc-buis laat de leerkracht een kraspen (met punt) vallen. Als de ballon de klap overleeft is de opdracht geslaagd. Zo niet, dan moet het groepje terug naar de ontwerptafel.

Achtergrondinformatie voor de docent

Het is aan te bevelen vooraf de volgende website van NASA te bekijken:

<http://1.usa.gov/zVqZq> Op deze website staat een klikbaar ruimtepak. Als je op een onderdeel klikt komt er specifieke informatie in beeld.

In de ruimte zijn de omstandigheden anders dan op aarde. Er is bijvoorbeeld gewichtsloosheid en er is geen zuurstof. Daarom heeft een astronaut een ruimtepak nodig om buiten het ruimtestation te kunnen overleven.

Er zijn twee soorten ruimtepakken. Pakken die worden gedragen bij een ruimte-wandeling (bijvoorbeeld de Amerikaanse *Extravehicular Mobility Unit* (EMU) of het Russische *Orlan*- ruimtepak) en pakken die tijdens een lancering en de ruimtereizen gedragen worden. Het Russische *Sokol*-ruimtepak. In een ruimtestation als het ISS is geen ruimtepak nodig. Hier zijn de omstandigheden gecontroleerd en veilig voor astronauten.



De Extravehicular Mobility Unit Bron NASA

Het EMU-ruimtepak wordt gebruikt voor ruimtewandelingen buiten het ruimtestation en moet ervoor zorgen dat de astronaut veilig is voor alle gevaren van de ruimte. Dergelijke pakken worden gebruikt om bijvoorbeeld reparaties uit te voeren aan het ISS.

Eigenlijk is het een miniruimtevoertuig in de vorm van een pak. Het pak zorgt voor zuurstof, water, koelwater, eten, afvalopslag (CO₂), stroom en communicatie. Verder biedt het weerstand tegen extreme temperaturen, micrometeorieten en wordt de luchtdruk door het pak behouden. Op aarde weegt het pak 113 kilogram.

Het pak bedekt het hele lichaam en bestaat uit 14 verschillende lagen! De binnenste laag is de voering, daar bovenop ligt het koel- en ventilatiesysteem. Dit is een laagje nylon met daar doorheen plastic buisjes met een stromende vloeistof. Zo kan de temperatuur constant worden gehouden. Dan volgt een laag die er voor zorgt dat de druk in het ruimtepak gelijk blijft. De overige lagen dienen als bescherming tegen micrometeorieten.

Om ervoor te zorgen dat een astronaut nog kan bewegen in het dikke pak, bestaat het uit verschillende delen. Aan het *Lower Torso* zitten bovendien veiligheidskabels om ervoor te zorgen dat de astronauten niet weg kunnen zweven in de ruimte. Het *Hard Upper Torso* is gemaakt van hard fiberglas, waardoor het geschikt is voor de bevestiging van alle ondersteuningssystemen en bijvoorbeeld een minigereedschapskist. In het pak zit ook een drinkwaterzak. De astronauten kunnen drinken via een buisje dat naar de helm loopt. Om dat vocht tijdens lange ruimtewandelingen ook weer kwijt te kunnen dragen de astronauten een *Maximum Absorption Garment*, ofwel een luier.

Het geheel wordt afgesloten door de helm. De plastic buitenkant is uitgerust met een back-up-aansluiting voor zuurstoftoevoer en koolstofdioxide-afvoer. Over de helm gaat de Extravehicular Visor Assembly, een metaalgouden zonnefilter en een zonnekap met vier lampjes en een camera. Onder de helm draagt de astronaut een stoffen mutsje, hierin zijn een koptelefoon en microfoon ingebouwd.

Op de rug dragen astronauten het *Primary Life-Support System* (PLSS). Hierin worden onder andere de zuurstof en koolstofdioxide opgeslagen. Verder bevinden er zich een batterij, waterkoelapparatuur, ventilatiesysteem, een radio- en waarschuwingssysteem. Onderaan het PLSS hangen twee reserve-zuurstoftanks.

Op de borst heeft een astronaut het bedieningspaneel (*Displays Control Module*) van het pak. Hiermee kan bijvoorbeeld de reservevoorraad zuurstof worden ingeschakeld.



Astronautenpak

Een ontwerper van ruimtepakken houdt zich bij het ontwerpen van een pak met andere dingen bezig dan met de laatste mode. Honderden kilometers buiten de dampkring van de aarde heb je te maken met extreme omstandigheden. Een astronautenpak moet daar bescherming tegen bieden.

De materialen waar een astronautenpak van is gemaakt worden uitvoerig getest, zodat het pak aan alle veiligheidseisen voldoet. Vandaag kruip je in de huid van een ruimtepakontwerper en test je verschillende materialen om daarna een ballon te redden van de dood.



Bekijk het filmpje over het Sokol-ruimtepak. Dit wordt door astronauten gedragen die gelanceerd worden met een Russische Sojoezcapsule.

Beantwoord daarna de vragen. <http://bit.ly/V5KFHX>

1 Waarom is het gevaarlijk als de druk wegvalt in een ruimteschip?

2 Waarvoor dienen de buisjes en draadjes?

3 Op de rechterarm zit een spiegeltje, waarvoor zit dat daar?

Naast het Sokol-ruimtepak zijn er ook nog andere pakken. De astronaut op de afbeelding is bezig met een ruimtewandeling. Hij draagt een *Extravehicular Mobility Unit* (EMU). Dit is een ruimtepak voor activiteiten buiten het ruimtestation ISS. Dit astronautenpak moet aan andere eisen voldoen. Het moet ervoor zorgen dat de astronaut in de ruimte kan overleven.



Astronaut aan het werk buiten het ISS Bron: ESA

Hieronder staat een tabel met alle problemen die je in de ruimte kan tegenkomen. Het ruimtepak moet de astronaut tegen deze problemen beschermen. Teken of omschrijf de oplossing voor het ruimtepak bij het probleem in de tabel.

Omstandigheden in de ruimte/eisen / Oplossing in het ruimtepak...

In de ruimte is geen zuurstof / ...

In de ruimte is geen luchtdruk / ...

Het pak wordt warm door de straling van de zon / ...

Het pak moet beschermen tegen micrometeorieten / ...

Het pak moet beschermen tegen kosmische straling / ...

De astronaut moet kunnen communiceren met de buitenwereld / ...

De astronaut moet kunnen bewegen / ...

De astronaut moet in het pak water kunnen drinken / ...

De astronaut moet kunnen plassen / ...



Materiaaltesten

Omdat in de ruimte het leven van een astronaut afhangt van het pak, is het belangrijk dat het materiaal voor ruimtepakken goed getest wordt.

De buitenste laag van een ruimtepak, het Thermal Micrometeoroid Garment beschermt tegen inslagen van micrometeorieten en schadelijke straling. Deze les onderzoek je welk materiaal het meest geschikt is voor bescherming tegen micrometeorieten.



Straks ga je een ballon beschermen tegen de inslag van een meteoriet. Gebruik hiervoor verschillende soorten materiaal in lagen. Voordat je dat gaat doen ga je testen welk materiaal daarvoor goed bruikbaar is.

Wat heb je nodig?

- Schoenendoos
- Verschillende soorten papier
- Aluminiumfolie
- Dun plastic
- Vier rietjes
- Strijkkralen
- Plakband
- Veiligheidsbrillen
- Liniaal



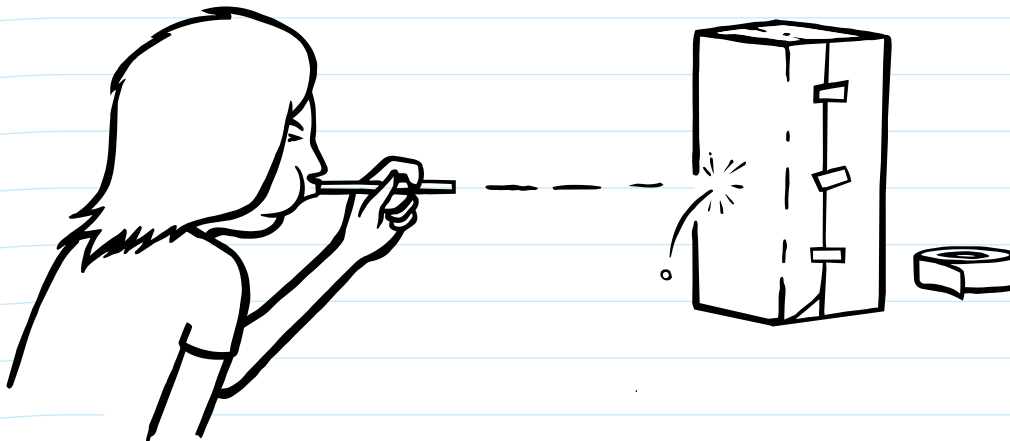
Welk materiaal is volgens jou het stevigst? Waarom denk je dat?

Ik denk dat _____ het stevigst is. omdat _____

Wat ga je doen?



- 1 Span met het plakband een van de materialen die je gaat testen over de opening van de schoenendoos en zet de doos rechtop.
- 2 Zet de naam van dit materiaal in de tabel op het werkblad *Testresultaten schiettest*.



- 3 Doe allemaal een veiligheidsbril op.
- 4 Een van jullie gaat een strijkkraal schieten. Deze persoon pakt een strijkkraal en het rietje.
- 5 Schiet vanaf 5 meter, 1,5 meter en 50 centimeter afstand een strijkkraal naar het opgespannen materiaal op de doos. Probeer steeds even hard te blazen.



- 6 Bekijk het resultaat (is er een deuk of gat ontstaan en hoe groot is het?) en schrijf de bevindingen in de tabel op het werkblad.
- 7 Herhaal stap 1 t/m 5 met de andere materialen. Laat steeds iemand anders schieten.

Testresultaten schiettest



Team _____

Teamleden



Materiaal	Is er een gat?	Grootte van het gat	Conclusie materiaalsterkte
_____	ja/nee	_____	_____
_____	ja/nee	_____	_____
_____	ja/nee	_____	_____
_____	ja/nee	_____	_____

1 Welk materiaal komt het beste uit de test? _____

2 Klopt dat met je verwachting? Ja / Nee



- 3** Voor een ruimtepak moet het materiaal ook nog aan ander kwaliteitseisen voldoen. Zo moet het bijvoorbeeld buigzaam zijn, zonder dat het breekt. Probeer te voorspellen of het materiaal dat het beste uit de test kwam ook aan de volgende eigenschappen voldoet.

Materiaal	Hittebestendig	Waterdicht	Drukbestendig	Flexibel

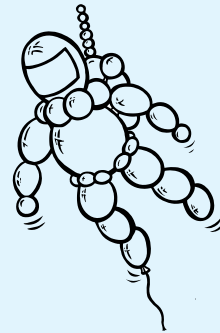
- 4** Welk materiaal is, als je kijkt naar bovenstaande eigenschappen, het meest geschikt om een ruimtepak van te maken? Schrijf ook op waarom.

Bescherm de ballonastronaut!



Je gaat een beschermend ruimtepak ontwerpen voor de astronaut. De astronaut is in dit geval een ballon. Deze moet de val van een scherp voorwerp overleven door een door jullie ontworpen pak te dragen.

- Het geheel moet beweeglijk blijven.
- Er moet een luchtlaag in het pak zitten.
- Plakband mag niet overmatig gebruikt worden.
- Het pak mag uit maximaal vijf lagen bestaan.
- Het eindproduct moet een inslag van een stukje 'ruimtepuin' kunnen weerstaan.



Wat heb je nodig?

- Verschillende geteste materialen voor het pak
- Ballon
- Tape



Wat ga je doen?

- 1** Bedenkt samen een ontwerp van de verschillende bescherm lagen. Hou rekening met de eisen in het kader! Denk na over hoeveel lagen je gebruikt en welke laag je op welke plek gebruikt. Houd de eisen in de gaten!



Astronaut aan het werk buiten het ISS Bron: ESA

2 Maak een schets van de verschillende lagen en schrijf de namen van de materialen erbij.

3 Maak nu het ontwerp. Blaas de ballon op, maak hem niet te groot [20 centimeter in diameter is voldoende]. Pak de ballon in volgens ontwerp.

4 Als iedereen klaar is wordt het pak klassikaal getest. Als de ballon de klap van de test overleeft is de opdracht geslaagd. Anders moet je terug naar de ontwerptafel om het pak te verbeteren.

5 Wijzig je ontwerp voor de bescherming en test het opnieuw. Wat heb je gewijzigd?

6. Was het een verbetering of juist niet? Leg uit waarom.

