

Ruimte! Veertien boekjes

Van het zonnestelsel tot de rand van het heelal, van de eerste raket tot leven op andere werelden. Elk boekje is een eigen avontuur met een crew, missies, vragen en proefjes. Lees ze in volgorde voor het hele verhaal, of kies het boekje dat je nu wil.

Alle boekjes

- | | |
|-----------------------------------|-----------------------------|
| 1 Ons zonnestelsel | 2 De Zon |
| 3 De rots- planeten | 4 De reuzen |
| 5 Manen, kometen en asteroiden | 6 Aarde en Maan |
| 7 Sterren en sterrenbeelden | 8 Melkweg en heelal |
| 9 Zwarte gaten | 10 Ruimtevaart door de tijd |
| 11 Raketten en astronauten | 12 Telescopen en sondes |
| 13 Leven in de ruimte? | 14 Proefjes en ruimtequiz |

Over dit boekje. Alle personages zijn verzonnen. Cijfers zijn afgerond en kunnen veranderen als sterrenkundigen nieuwe metingen doen; zoek de nieuwste cijfers op bij NASA of ESA. Nooit rechtstreeks naar de Zon kijken. Vrij te kopiëren voor gebruik in de klas.

Tekst en opmaak: Brecht Corbeel · schoolium.me

RUIMTEBOEKJE

11

Raketten en astronauten



Tien minuten radiocontact met het ISS, en geen seconde mag verloren gaan

 **schoolium**

Brecht Corbeel · schoolium.me

Dit boekje is van _____

Hoe werkt ruimtevaart? Raketten, banen en astronauten

De envelop was nog warm van de printer toen juf Leen hem omhoog hield: over acht dagen vliegt het ISS over de school, en dan krijgen ze ongeveer tien minuten radiocontact met een echte astronaut. Tien minuten! Kenza, Lars, Maud en Ruben willen geen seconde verspillen aan vragen die in elk boek staan. Kiko de neusbeer weet waar ze moeten beginnen: bij Lars' raket die telkens crasht. Pak je schrift: jij zit mee aan de radio.

- Kun jij uitleggen waarom een raket ook vooruitgaat waar geen lucht is, en waarom ze onderweg in trappen uit elkaar valt?
- Hoe snel moet je gaan om rond de Aarde te blijven vallen, en hoe snel om er helemaal aan te ontsnappen? Straks kun jij het Lars uitleggen.
- Maud houdt een spreekbeurt over zweven. Help jij haar uitleggen waarom astronauten zweven, terwijl er in het ISS gewoon zwaartekracht is?
- Wil jij weten hoe astronauten in het ISS eten, slapen, sporten en naar de wc gaan, hoe ze trainen en wat hun ruimtepak allemaal moet kunnen? Dan zoek je het samen met de crew uit.
- Kun jij drie Belgen noemen die met ruimtevaart verbonden zijn, en vertellen wat een ruimte-ingenieur doet?
- Jouw eindmissie: tien gouden vragen kiezen voor de astronaut, en een plan bedenken tegen ruimteafval.

Tip voor ouders en leerkrachten

Zoek samen op de website van NASA of ESA wanneer het ISS over jullie gemeente vliegt: kort na zonsondergang is het vaak een heldere, rustig bewegende stip die je zonder verrekijker ziet. In het Euro Space Center in Transinne (provincie Luxemburg) kunnen kinderen astronautentraining uitproberen, en scholen kunnen via het internationale ARISS-programma van radioamateurs zelf een radiocontact met het ISS aanvragen. Kijk ook samen na of Raphaël Liégeois, sinds 2022 astronaut van ESA, al een ruimtevlucht gemaakt heeft. Gespreksvraag aan tafel: wie zou verantwoordelijk moeten zijn voor het afval rond de Aarde, de landen, de bedrijven of iedereen samen?

De antwoorden staan in het apart antwoordenboekje van dit boekje.

Maandag, 8.31 uur: een envelop met een raketje



Juf Leen houdt een envelop omhoog. Er staat een klein raketje op gedrukt. 'Onze school mag volgende week dinsdag met het ISS praten,' zegt ze. 'Via de radio. Met een echte astronaut.' Drie seconden is het doodstil. Dan gilt Maud zo hard dat de vissen in het aquarium schrikken.

'Hoelang?' vraagt Lars meteen. Juf kijkt in de brief. 'Ongeveer tien minuten.' Lars zakt achterover. 'Tien minuten? Mijn game laadt langer.' 'En hoeveel vragen mogen we stellen?' vraagt Kenza, die haar schrift al openslaat. 'Zoveel als er in tien minuten passen,' zegt juf. 'Radioamateurs zetten een antenne op ons dak. De rest is aan jullie.'

In de speeltijd rolt Ruben naar de hoek achter de fietsenstalling, waar de ruimteclub altijd zit. Uit zijn rugzak steekt een gestreepte staart. Kiko de neusbeer, de mascotte van de klas, logeert deze week bij hem. Zolang er geen volwassene kijkt, praat Kiko. En nu kijkt er niemand.

Achter de fietsenstalling



Kiko

Tien minuten. Weten jullie waarom we niet langer krijgen?

Lars

Omdat astronauten het druk hebben. Ze moeten ruimtedingen doen.

L



Kiko

Fout. Het ISS raast over ons heen. Na ongeveer tien minuten verdwijnt het achter de horizon, en dan hoort onze antenne niets meer.

Maud

Dan vraag ik meteen hoe je in de ruimte naar de wc gaat. Dat wil iedereen weten.

M



Kiko

Dat staat in elk boek. Een vraag waarvan je het antwoord kan opzoeken, is een verspilde vraag. Die kost je dertig seconden.

Ruben

Dus eerst moeten we alles weten wat er al te weten valt. Pas dan kunnen we iets vragen wat nog niemand vroeg.

R



Kenza

Gouden vragen. Ik schrijf ze achteraan in mijn schrift.

K



Kiko

Acht dagen, zeven dossiers. Per dossier verdienen jullie een gouden vraag. Lars, start je game maar op. We beginnen bij jouw raketten.

Missie volbracht!

Wat neem ik mee?

- ✓ Een raket duwt heet gas naar achteren, en dat gas duwt de raket vooruit: actie en reactie. Daarom werkt ze ook in de ruimte, maar ze moet wel zelf meenemen wat vuur mogelijk maakt, meestal zuurstof.
- ✓ Een raket is vooral een vliegende brandstoftank. Ze bestaat uit trappen, en elke lege trap wordt losgelaten, zodat de rest lichter is en sneller kan.
- ✓ Recht omhoog gaan is niet genoeg. Om in een baan te blijven, moet je ongeveer 28 000 km per uur opzij gaan. Dan val je rond de Aarde en mis je haar telkens.
- ✓ Wie voorgoed weg wil van de Aarde, moet minstens ongeveer 11,2 km per seconde halen: de ontsnappingsnelheid. Van de Maan wegraken is veel makkelijker.
- ✓ Het ISS vliegt op ongeveer 400 km hoogte en doet ongeveer anderhalf uur over een rondje. Daarom duurt een radiocontact maar ongeveer tien minuten.
- ✓ Astronauten zweven niet omdat er geen zwaartekracht is, maar omdat ze samen met het station vallen. Hun lijf wordt wat langer, en zonder twee uur sport per dag worden hun botten en spieren zwakker.
- ✓ In het ISS eet je tortilla's in plaats van brood, slaap je in een slaapzak aan de muur en zuigt de wc alles weg met lucht. Ongeveer 98 procent van het water wordt opnieuw gebruikt.
- ✓ Astronauten trainen jaren: onder water, in een centrifuge, in de sneeuw en op zee. Hun ruimtepak is een klein ruimteschip, met lucht, koeling en een gouden vizier.
- ✓ Dirk Frimout was in 1992 de eerste Belg in de ruimte. Frank De Winne vloog in 2002 en 2009 en werd als eerste Europeaan commandant van het ISS. Raphaël Liégeois is sinds 2022 astronaut van ESA: zoek op of hij al gevlogen is.
- ✓ Rond de Aarde vliegen meer dan een miljoen stukjes ruimteafval groter dan 1 centimeter. Door de enorme snelheid is zelfs een verfschilfer gevaarlijk, en elke botsing kan nieuwe stukken maken. Ingenieurs zoeken manieren om op te ruimen.

Woordenlijst

raket

Voertuig dat vooruitgaat door razendsnel gas naar achteren uit te stoten; werkt ook zonder lucht.

trap

Deel van een raket met eigen motor en tanks, dat wordt losgelaten zodra het leeg is.

ontsnappingsnelheid

Snelheid om voorgoed weg te raken van een planeet of maan; voor de Aarde 11,2 km per seconde.

satelliet

Toestel dat mensen in een baan rond de Aarde of een ander hemellichaam hebben gebracht.

ruimtewandeling

Een astronaut die in een ruimtepak buiten het ruimtestation werkt, vastgemaakt met een lijn.

cleanroom

Superschone ruimte waarin satellieten gebouwd worden, zonder stof en met speciale witte pakken.

ruimteafval

Kapotte satellieten, lege rakettrappen en brokstukken die nutteloos rond de Aarde blijven draaien.

actie en reactie

Duw je iets weg, dan duwt dat iets jou even hard terug.

baan

De weg van iets dat zo snel opzij gaat dat het rond de Aarde blijft vallen.

gewichtloosheid

Je gewicht niet voelen, omdat je samen met alles om je heen valt.

ISS

Het Internationale Ruimtestation, op ongeveer 400 km hoogte, sinds 2 november 2000 altijd bewoond.

centrifuge

Machine die je zo snel ronddraait dat je je enkele keren zwaarder voelt, zoals bij een lancering.

ruimte-ingenieur

Iemand die raketten, satellieten, ruimtepakken of robots bedenkt, berekent, bouwt en test.

MISSIE

Dossier: tien minuten met het ISS

Volgende week dinsdag om 14.07 uur vliegt het ISS over jullie school. Dan hebben jullie ongeveer tien minuten radiocontact met een astronaut aan boord. Jullie missie: werk zeven dossiers af, van raketten tot ruimteafval. Elk dossier levert één gouden vraag op: een vraag die geen enkel boek kan beantwoorden. Verspilde vragen zijn verboden. Op het einde wacht de eindbaas: de definitieve lijst van tien vragen. En jij beslist mee welke erop komen.

Dossier 1: Lars crasht



Lars speelt een spel waarin je zelf raketten bouwt en lanceert. Hij plakt een enorme motor onder een capsule en drukt op start. De raket trilt, rookt en ontploft op het platform. 'Te zwaar,' zegt Kenza zonder op te kijken. 'Poging één,' bromt Lars. 'Respawn.'

'Wacht even,' zegt Kiko. 'Waarom gaat een raket eigenlijk omhoog? Ruben, gooi je basketbal eens naar Maud. Zo hard als je kan, met je remmen los.'

Ruben duwt de bal met twee handen weg. Maud vangt hem. En Ruben? Die rolt met zijn rolstoel een flink stuk achteruit.

Dat heet actie en reactie. Duw je iets weg, dan duwt dat iets jou even hard terug. Ruben duwt de bal naar voren, en de bal duwt Ruben naar achteren. De Engelse geleerde Isaac Newton schreef die regel al meer dan driehonderd jaar geleden op.

Een raket doet hetzelfde, maar met gas. In de motor verbrandt brandstof. Daarbij ontstaat gloeiend heet gas, dat razendsnel naar beneden uit de straalpijp spuit. De raket duwt het gas naar beneden, dus het gas duwt de raket naar boven. Ze duwt niet tegen de grond en niet tegen de lucht, maar tegen haar eigen gas.

Daarom werkt een raket ook in de ruimte, waar geen lucht is. Daar werkt ze zelfs een beetje beter, want er is geen lucht die afremt. Maar er is één probleem. Vuur heeft zuurstof nodig, en in de ruimte is er geen. Daarom neemt een raket haar eigen zuurstof mee, in een aparte tank. Sommige raketten nemen een ander stofje mee dat vuur mogelijk maakt, maar altijd een eigen voorraad.

'Dus een raket is eigenlijk een vliegende brandstoftank,' zegt Ruben. 'Bijna,' zegt Kiko. 'Bij de start is ongeveer negen tiende van haar gewicht brandstof en zuurstof.' Lars kijkt naar zijn scherm. 'En mijn raket slaapt al die lege tanks mee naar boven. Geen wonder dat ze niet vooruit wil.'

1 WAAR OF ONWAAR

Kenza schrijft in haar schrift: 'Een raket heeft in de ruimte zuurstof (of een ander stofje dat vuur mogelijk maakt) nodig om haar brandstof te verbranden. Dat moet ze zelf meenemen.' Waar of onwaar?

☐ waar

☐ onwaar

2 MEERKEUZE

Ruben rolt achteruit als hij de bal wegduwt. Welke zin legt op dezelfde manier uit hoe een raket werkt?

- ☐ A De raket duwt tegen de lucht, zoals een zwemmer tegen het water.
- ☐ B De raket duwt het gas naar beneden, en het gas duwt de raket naar boven.
- ☐ C De raket wordt omhooggetrokken door de ruimte boven haar.
- ☐ D De raket stijgt omdat heet gas lichter is dan lucht, zoals een luchtballon.

Eindbaas: tien minuten, tien vragen

SCHRIJVEN

40 minuten

Dit heb je nodig

- dit boekje
- tien kaartjes
- een pen
- een stopwatch
- een vriend of vriendin die de astronaut speelt

- 1 Blader alle zeven dossiers nog eens door. Schrijf per dossier één gouden vraag op een kaartje: raketten, banen, zweven, leven in het ISS, training en pakken, ingenieurs en Belgen, ruimteafval.
- 2 Bedenk drie extra vragen over iets wat jou zelf bezighoudt: je sport, je huisdier, je favoriete game of je lievelingseten.
- 3 Test elke vraag: staat het antwoord in een boek of op een website? Dan is ze verspild. Herschrijf ze tot ze over de astronaut zelf gaat.
- 4 Maak elke vraag kort, hoogstens twintig woorden. Een lange vraag kost kostbare seconden.
- 5 Leg je tien kaartjes in de beste volgorde. Begin met een vraag die de astronaut graag beantwoordt, en houd je sterkste vraag voor het einde.
- 6 Oefen met een vriend of vriendin als astronaut. Lees je vragen voor, laat hem of haar antwoorden en stop na precies tien minuten. Hoeveel vragen kwamen aan de beurt? Schrap of verkort tot alles past.

Welke van je tien vragen zou niemand anders ter wereld stellen? Waarom is net die vraag de beste?

24 OPEN VRAAG

Eindbaas-vraag. Hier zijn zes vragen uit Kenza's schrift. Welke zijn verspild, omdat het antwoord al in dit boekje staat? Welke zijn goud, omdat alleen een astronaut ze kan beantwoorden? Leg bij elke vraag uit waarom. a) Hoe snel vliegt het ISS? b) Wat zag je vanochtend als eerste toen je wakker werd? c) Hoe ga je in het ISS naar de wc? d) Hoe voelde je lijf zich de eerste dag dat je zweefde, en wanneer ging dat over? e) Waarom zweven jullie? f) Welk klusje is met die dikke handschoenen het moeilijkst, en hoe heb je dat geoefend?

E4 OEFEN VERDER · WAAR OF ONWAAR

Kiko zegt dat water hergebruiken in een ruimtestation nuttig is omdat aanvoer moeilijk en kostbaar is. Klopt dat?

☐ **waar**

☐ **onwaar**



Wist je dat... raketbrandstof ijskoud kan zijn?

De Europese Ariane-raketten vliegen onder meer op vloeibare waterstof en vloeibare zuurstof. Om vloeibaar te blijven, moet waterstof kouder zijn dan -253°C en zuurstof kouder dan -183°C . Daarom hangen er voor de start vaak witte wolkjes rond de raket: waterdamp uit de lucht die afkoelt tegen de ijskoude tanks.

Poging twee: gooi weg wat leeg is

Dinsdag. Lars heeft een nieuw plan. Hij bouwt zijn raket uit drie stukken op elkaar, elk met een eigen motor en eigen tanks. 'Zoals in een racegame,' zegt hij. 'Is je turbo op, dan gooi je de lege fles weg.' Hij lanceert. Na een minuut valt het onderste stuk eraf, en de rest schiet sneller weg.



Zo'n stuk heet een trap, en een raket die uit trappen bestaat, noemen we een trappenraket. Is de brandstof van de eerste trap op, dan wordt hij losgelaten. Lege tanks en zware motoren hoeven niet verder mee. De rest van de raket is veel lichter, en een lichte raket kan je met minder brandstof veel sneller maken.

De grote maanraket uit 1969 had drie trappen. De meeste raketten van nu hebben er twee, soms met extra hulpraketten aan de zijkant. Vroeger viel elke lege trap in zee of verbrandde hij in de lucht. Sommige raketten laten hun eerste trap nu rechtop terug landen, zodat hij opnieuw kan vliegen. Dat maakt een lancering een stuk goedkoper.

Lars juicht. Zijn raket komt hoog, heel hoog: driehonderd kilometer boven de Aarde. Dan stopt de motor. De raket hangt even stil, kantelt en valt. Recht naar beneden. Plons, in de oceaan. 'Wát? Ik was in de ruimte!' Kiko grijnst. 'In de ruimte komen is niet zo moeilijk. Erin blijven, dat is de kunst.' Lars pakt Kenza's schrift en schrijft zijn gouden vraag op: 'Wat dacht je toen de motoren aansloegen?'

Een ballonraket in twee trappen

30 minuten

Dit heb je nodig

- twee lange ballonnen (latexvrij als iemand allergisch is)
- een papieren bekertje en een schaar
- twee rietjes
- een stevig touw of vislijn van ongeveer 5 meter
- plakband
- een meetlint
- een helper



Veiligheid

Richt de ballonnen nooit naar iemands gezicht, en ruim kapotte ballonstukjes meteen op: kleine kinderen en huisdieren kunnen erin stikken.

- 1 Rijg de twee rietjes op het touw. Span het touw strak tussen twee stoelen of twee deurklinken.
- 2 Knip uit het bekertje een ring van ongeveer 2 centimeter breed. Dat wordt het koppelstuk tussen je twee trappen.
- 3 Blaas ballon 1 voor driekwart op en knijp de opening dicht. Schuif de ring over die opening. Je helper houdt de opening dichtgeknepen tegen de ring.
- 4 Steek de neus van ballon 2 een stukje door de ring en blaas ballon 2 op. Ballon 2 drukt nu de opening van ballon 1 dicht tegen de ring, en je helper mag loslaten. Knijp zelf de opening van ballon 2 dicht.

23 OPEN VRAAG

Ontwerp vraag voor toekomstige ingenieurs. Bedenk zelf een manier om een kapotte satelliet uit zijn baan te halen. Teken je idee, en schrijf er een voordeel en een probleem bij.

Dinsdag, 13.52 uur: nog vijftien minuten



Dinsdag. De hele school zit in de turnzaal. Op het dak staat de antenne van de radioamateurs, met een kabel door het raam naar een tafel vol knoppen. Kenza heeft haar schrift op haar knieën. Daarin staan zeven gouden vragen, en nog een stuk of twintig doorstreepte.

'We kunnen er maar tien stellen, als we snel praten,' fluistert ze. 'Welke vallen af?' Lars wil een vraag over zijn game houden. Maud wil

haar wc-vraag terug. 'Verspild,' zeggen drie stemmen tegelijk. Ruben houdt zijn kaartje stevig vast. Kiko zit tussen hen in, stil als een knuffel, maar zijn ogen glinsteren.

Om 14.06 uur steekt de radioamateur één vinger op. Nog een minuut. Ergens achter de horizon raast het ISS met 28 000 kilometer per uur op hen af. Het wordt doodstil in de zaal. Uit de luidspreker komt geruis. En dan, heel zacht, een stem. Kenza kijkt naar haar lijst. Welke vraag stelt zij als eerste?

De Ruimteraad: wie ruimt op?

DEBAT

35 minuten

Dit heb je nodig

- een groep van minstens zes kinderen
- rolkaartjes, papier en een pen per persoon
- een timer
- een groot blad voor de eindregel
- dit boekje

- 1 Jullie zijn de Ruimteraad van de wereld. Vandaag stemmen jullie over één nieuwe regel: 'Wie iets de ruimte in stuurt, moet het binnen vijf jaar na het einde van de missie weer uit de ruimte halen.'
- 2 Trek een rol: een groot ruimtevaartland, een klein land dat zijn eerste satelliet wil lanceren, een bedrijf met duizenden internetsatellieten, een astronaut in het ISS, een sterrenkundige die de nachthemel bestudeert, of een ingenieur die opruimrobots bouwt.
- 3 Iedereen krijgt 5 minuten om zich voor te bereiden: wat wil jouw rol, en waarom? Gebruik feiten uit dit boekje, zoals de cijfers over ruimteafval en de kettingreactie.
- 4 Om de beurt spreekt iedereen 1 minuut. Niemand onderbreekt.
- 5 Daarna mogen jullie onderhandelen. Pas de regel aan, zodat zoveel mogelijk rollen ermee akkoord kunnen gaan.
- 6 Stem. Is de regel aangenomen? Schrijf de definitieve regel in grote letters op het blad en hang het op.

Het afval rond de Aarde is van niemand en van iedereen tegelijk. Lijkt dat op iets op Aarde, zoals zwerfvuil op de speelplaats of plastic in de zee? Wat werkt daar wel, en wat niet?

Een ballonraket in twee trappen (vervolg)

KNUTSELEN

- 5 Je helper plakt elke ballon onder een rietje, met de openingen naar achteren. Ballon 1 zit vooraan, ballon 2 achteraan.
- 6 Aftellen en loslaten. Kijk goed wat er gebeurt zodra ballon 2 leeg is: dan begint ballon 1 pas te blazen, zoals de tweede trap van een echte raket. Let op, dit is een model: de lege ballon 2 blijft aan het rietje hangen, terwijl een echte raket haar lege trap loslaat. Meet hoe ver ballon 1 in totaal komt.
- 7 Lukt het niet bij de eerste poging? Normaal: ook echte raketten mislukten vaak bij hun eerste test. Pas de ring aan en probeer opnieuw. Doe daarna dezelfde test met één ballon zonder ring, en vergelijk de afstanden. Komt de tweetrapsballon niet verder? Dat kan: de lege ballon sleept mee.

Wat gebeurde er toen de achterste ballon leeg was? Die lege ballon bleef meehangen. Wat zou er gebeuren als hij losliet zodra hij leeg was? En waarom laat een echte raket haar lege trap wel los?

3 MEERKEUZE

Lars' nieuwe raket laat na een minuut haar onderste stuk los, en daarna gaat de rest sneller. Waarom werkt dat?

- A Het losgelaten stuk geeft de rest van de raket een extra duw, zoals een springplank.
- B De rest van de raket is veel lichter, want lege tanks en zware motoren hoeven niet meer mee.
- C Boven de wolken heeft een raket geen brandstof meer nodig.
- D Het onderste stuk schuurde tegen de lucht en remde alles af.

Dossier 2: vallen maar missen

Woensdag, in de turnzaal. Maud gooit een tennisbal horizontaal weg. Hij vliegt in een boog en stuitert op de mat. Ze gooit harder. De boog wordt langer. 'Stel je voor dat je zo hard kan gooien dat de bal nooit meer neerkomt,' zegt Kiko. 'Kan niet,' zegt Lars. 'Alles valt.' 'Precies,' zegt Kiko. 'Hij valt. Maar hij mist de grond.'

De Aarde is een bol. Gooi je iets heel snel opzij, dan buigt de grond onder dat ding weg terwijl het valt. Op elke 8 kilometer buigt het aardoppervlak ongeveer 5 meter naar beneden. En in één seconde valt een voorwerp ook ongeveer 5 meter. Zie je wat er gebeurt als je 8 kilometer per seconde opzij gaat?

Na één seconde ben je 5 meter gevallen, maar de grond is ook 5 meter weggebogen. Je komt nooit dichterbij. Je blijft rond de Aarde vallen. Dat heet een baan. 8 kilometer per seconde is ongeveer 28 000 kilometer per uur. Zo snel vliegt het ISS, het Internationale Ruimtestation, op ongeveer 400 kilometer hoogte.

Waarom zo hoog? Een vliegtuig vliegt op ongeveer 10 kilometer hoogte, nog midden in de lucht. Lucht remt alles af. Rond 100 kilometer hoogte is de lucht zo dun dat we zeggen: hier begint de ruimte. Het ISS zit nog veel hoger, waar bijna geen lucht meer is die het afremt.



Wist je dat... sommige satellieten altijd boven dezelfde plek hangen?

Hoe hoger een baan, hoe langer een rondje duurt. Op ongeveer 36 000 kilometer boven de evenaar duurt een rondje precies even lang als één draai van de Aarde: een dag. Een satelliet daar lijkt dus stil te hangen boven hetzelfde stukje Aarde. Daarom draaien veel weersatellieten en tv-satellieten op die hoogte.



Wist je dat... er ooit een handschoen en een gereedschapstas rond de Aarde zweefden?

Bij de eerste Amerikaanse ruimtewandeling, in 1965, dreef een reservehandschoen weg. In 2008 glipte een astronoute tijdens een ruimtewandeling een gereedschapstas uit de handen. Die tas was maandenlang met een verrekijker te zien als een bewegend lichtpuntje, tot ze in de dampkring opbrandde.

22

WAAR OF ONWAAR



Lars denkt: 'Ruimteafval is geen probleem, want alles valt binnen een paar weken terug en verbrandt.' Waar of onwaar?



waar



onwaar



Wist je dat... een satellietje uit Kruibeke misschien door een robot wordt gevangen?

PROBA-1 is een klein satellietje dat in Kruibeke werd gebouwd en in 2001 de ruimte in ging. ESA plande een opruimmissie met PROBA-1 als doelwit: een ruimtetuig met grijpparmen zou het vastpakken en mee naar beneden nemen, zodat het opbrandt in de dampkring. Hoe het met die missie staat, kan je opzoeken.

E3

OEKEN VERDER · OPEN VRAAG



Wout vindt sporten in de ruimte tijdverspilling. Waarom hoort het toch bij de dagplanning?

Het gevaarlijkste is een kettingreactie, zoals in Lars' game. Elke botsing maakt nieuwe stukken, en die kunnen weer andere dingen raken. In 2009 botsten een werkende en een oude, uitgeschakelde satelliet. Daarbij ontstonden meer dan 2 000 nieuwe stukken die je kan volgen. Gaat dat te ver, dan raakt een baan zo vol dat niemand er nog veilig kan vliegen.

Ruimt het zich niet vanzelf op? Een beetje. Op een paar honderd kilometer hoogte remt de dunne lucht alles af. Wie trager gaat, zakt dichter naar de Aarde. Zo vallen die stukken na enkele jaren in de dampkring, waar ze meestal opbranden. Gemiddeld valt er elke dag meer dan drie keer een satelliet of rakettrap terug.

Maar boven ongeveer 800 kilometer is er zo goed als geen lucht meer die remt. Daar kan afval tientallen tot honderden jaren blijven rondvliegen. Lars zet zijn game uit. 'Mijn gouden vraag,' zegt hij. 'Hebben jullie al eens iets voorbij zien vliegen, en wat deden jullie toen?'

20 REKENEN



Kenza leest in een ESA-rapport uit 2025: ruimtevaartorganisaties volgden toen ongeveer 40 000 voorwerpen, en ongeveer 11 000 daarvan waren werkende satellieten. Hoeveel gevolgde voorwerpen waren geen werkende satellieten? En ongeveer hoeveel keer zoveel als het aantal werkende satellieten was dat?

.....

.....

Antwoord:

21 MEERKEUZE



Een verfschilfer van een paar duizendsten van een millimeter maakte een putje van 7 millimeter in een raam van het ISS. Hoe kan zo'n piepklein ding zoveel schade doen?

- ☐ A Verf bevroert in de ruimte en wordt daardoor harder dan diamant.
- ☐ B Het schilfertje vloog razendsnel, en hoe sneller iets gaat, hoe harder het inslaat.
- ☐ C Het raam was al kapot door de zonnestrallen.
- ☐ D In de ruimte worden kleine dingen vanzelf groter.



Jij beslist: het laatste beetje brandstof

Lars' derde raket vliegt op 300 kilometer hoogte, al met wat snelheid opzij, maar nog veel te weinig om in een baan te blijven. De motor heeft nog brandstof voor één laatste stoot. Plan A: nog hoger, recht omhoog, tot 600 kilometer. Dan zit je zeker ver genoeg in de ruimte. Plan B: de neus opzij draaien en alle brandstof gebruiken om sneller opzij te gaan, op dezelfde hoogte. Wat kies jij? Schrijf je keuze op voor je verder leest.

Poging drie: opzij!

Plan A klinkt veilig, maar het is een val. Lars probeert het eerst. Zijn raket klimt tot 600 kilometer, de motor sputtert en stopt. Even stopt ze met stijgen. Dan valt ze, net als de vorige keer, terug naar de Aarde. Hoogte alleen helpt niets. Wie niet snel genoeg opzij gaat, valt gewoon terug.



Respawn, en dan plan B. Lars draait de neus opzij en geeft de laatste stoot. Op het scherm verandert zijn vluchtlijn in een cirkel rond de planeet. 'BAAN!' brult hij, zo hard dat de juf van het tweede leerjaar door het raam kijkt. Kiko verstijft meteen en is weer een gewone knuffel. Een knuffel met een trillende snuit.

'Dus het is allebei,' zegt Kenza. 'Eerst omhoog, uit de dikke lucht. Dan vooral opzij, heel snel.' Ook de Maan doet dat trouwens. Ze staat op ongeveer 384 000 kilometer van ons, en ze valt al miljarden jaren rond de Aarde zonder haar ooit te raken.

Is er daarboven dan geen zwaartekracht? Toch wel. Op 400 kilometer hoogte trekt de Aarde nog bijna even hard: ongeveer 90 procent van wat je op de grond voelt. Zonder die trekkracht zou het ISS niet rond de Aarde vallen, maar rechtdoor de ruimte in vliegen.

Met 28 000 kilometer per uur doet het ISS ongeveer anderhalf uur over één rondje rond de Aarde. 'Dáárom maar tien minuten radio,' zegt Ruben. 'Het ISS komt aan de ene kant boven de horizon en is tien minuten later aan de andere kant alweer weg.' Kenza noteert haar eigen gouden vraag.

4 WAAR OF ONWAAR

Maud schrijft in haar spreekbeurt: 'Astronauten zweven omdat er op 400 kilometer hoogte geen zwaartekracht meer is.' Waar of onwaar?

☐ waar

☐ onwaar

5 IN VOLGORDE

Lars wil een ladder tekenen van de grond tot aan de Maan. Zet deze dingen in de juiste volgorde, van dicht bij de grond naar ver weg.

het ISS de Maan een vliegtuig op reishoogte

een weersatelliet die boven dezelfde plek blijft hangen

de grens waar de ruimte begint

Jouw volgorde:

6 INVULLEN

Kenza rekent: een dag heeft 24 uur, en één rondje van het ISS duurt ongeveer anderhalf uur. 'Het ISS draait dus ongeveer _____ keer per dag rond de Aarde.' Welk getal hoort op de lijn?

7 REKENEN

Ruben wil weten hoelang het ISS over België doet. Van De Panne tot Aarlen is ongeveer 280 kilometer in vogelvlucht. Het ISS vliegt ongeveer 28 000 kilometer per uur. Hoeveel seconden heeft het ISS nodig voor die 280 kilometer?

Antwoord: _____

Dossier 7: het houdt niet meer op



Maandagavond. Lars stuurt een filmpje van zijn game. Twee van zijn satellieten botsen en spatten uiteen in honderden stukjes. 'Kijk, vuurwerk!' Een minuut later knalt een van die stukjes tegen zijn derde satelliet. Dan nog een. 'Euh,' typt hij. 'Het houdt niet meer op.'

Dat is precies waar ingenieurs bang voor zijn. Rond de Aarde draait niet alleen het ISS. Er draaien duizenden satellieten, en een enorme wolk ruimteafval: lege rakettrappen, kapotte satellieten, schroeven, verfschilfers. In een ESA-rapport uit 2025 stond dat ruimtevaartorganisaties ongeveer 40 000 voorwerpen volgden. Maar slechts ongeveer 11 000 daarvan waren werkende satellieten. Dat aantal stijgt snel, dus zoek maar op wat de nieuwste cijfers zijn.

En dat zijn alleen de stukken die groot genoeg zijn om te volgen. ESA schat dat er meer dan 1,2 miljoen stukjes groter dan 1 centimeter rondvliegen. Zo'n stukje lijkt onschuldig. Maar alles in een baan rond de Aarde gaat razendsnel. Als twee voorwerpen elkaar raken, botsen ze vaak met ongeveer 10 kilometer per seconde.

In 2016 vond een astronaut een putje van ongeveer 7 millimeter in een raam van het ISS. De boosdoener was een verfschilfer of een metaalsplintertje van een paar duizendsten van een millimeter. Stel je voor wat een stuk van 1 centimeter doet. Daarom moest het ISS al tientallen keren uitwijken voor afval dat te dichtbij kwam.

18 IN VOLGORDE

Ruben maakt een tijdlijn voor de klasmuur. Zet deze gebeurtenissen in de juiste volgorde, van vroeg naar laat.

Frank De Winne wordt commandant van het ISS.

Dirk Frimout vliegt met de spaceshuttle Atlantis.

Raphaël Liégeois wordt gekozen als astronaut van ESA.

Frank De Winne vliegt voor het eerst naar het ISS.

Er wonen voor het eerst mensen in het ISS, en sindsdien altijd.

Jouw volgorde:

19 WAAR OF ONWAAR

Maud zegt: 'Frank De Winne was de eerste Europeaan die commandant werd van het hele ISS.' Waar of onwaar?

☐ waar

☐ onwaar

E2 OEFEN VERDER · OPEN VRAAG

Noor plant een dag in het ISS. Noem twee soorten werk of dagelijkse activiteiten van astronauten.



Wist je dat... astronauten in het ISS elke dag ongeveer zestien zonsopgangen zien?

Omdat het ISS elke anderhalf uur een rondje maakt, vliegt het ongeveer zestien keer per dag van de nacht in de dag. Astronauten zien dus zestien zonsopgangen en zestien zonsondergangen per dag. Om toch een normaal ritme te houden, leven ze volgens een vaste wereldklok, UTC (de tijd van Greenwich), en niet volgens de Zon.

Van startknop tot baan in ongeveer negen minuten

- 1 Aftellen tot nul. De motoren draaien op vol vermogen. Zodra hun duw groter is dan het gewicht van de raket, komt ze los van de grond.
- 2 De eerste minuut gaat de raket bijna recht omhoog, zo snel mogelijk door de dikste lucht.
- 3 Dan kantelt ze langzaam opzij. Vanaf nu gaat de meeste brandstof naar snelheid opzij, niet meer naar hoogte.
- 4 Na ongeveer twee à drie minuten is de eerste trap leeg. Hij wordt losgelaten en valt terug, of landt rechtop om later opnieuw te vliegen.
- 5 Bij veel raketten valt hoog in de lucht ook de neuskap weg. Die beschermt de lading tegen de wind en de hitte, maar waar bijna geen lucht meer is, is hij niet meer nodig.
- 6 De tweede trap duwt verder, tot het ruimtetuig ongeveer 28 000 kilometer per uur opzij gaat.
- 7 Na ongeveer negen minuten gaat de motor uit. Vanaf nu valt het ruimtetuig rond de Aarde. Wie binnen zit, begint te zweven.

ISS-jacht vanuit je tuin

BUITEN

15 minuten per keer, op een paar heldere avonden

Dit heb je nodig

- een volwassene die mee zoekt en mee kijkt
- een computer of tablet om de doortochten op te zoeken
- een kompas
- een stopwatch of horloge
- dit boekje en een potlood



Veiligheid

Ga 's avonds alleen naar buiten met een volwassene en blijf van de straat weg. Kijk nooit naar de Zon, ook niet als ze bijna ondergaat.

- 1 Zoek samen met een volwassene op de website van NASA of ESA wanneer het ISS over jullie gemeente vliegt. Zoek bijvoorbeeld op 'ISS zien' en de naam van je gemeente. Kies een doortocht die hoog aan de hemel komt.
- 2 Je ziet het ISS het best kort na zonsondergang of kort voor zonsopgang. Dan is het bij jou al donker, maar hoog daarboven schijnt de Zon nog op het station.
- 3 Ga een paar minuten vooraf naar buiten, op een plek zonder hoge bomen of felle lampen. Kijk met het kompas in de richting die de website aangeeft.
- 4 Het ISS ziet eruit als een heel heldere ster die rustig over de hemel schuift. Knippert het lichtje of zie je een rood lampje? Dan is het een vliegtuig.
- 5 Start je stopwatch zodra je het ISS ziet en stop wanneer het verdwijnt. Teken ondertussen hoe het over de hemel schuift: langs welke daken, bomen of sterren?
- 6 Noteer de datum, het uur, hoelang je het zag, uit welke richting het kwam en waar het verdween.

Hoelang kon je het ISS zien? Komt dat in de buurt van de tien minuten radio van de crew? En waarom verdwijnt het soms plots midden aan de hemel, nog voor het de horizon bereikt?

Ook in België werken ingenieurs aan ruimtevaart. In Kruibeke, bij Antwerpen, werden de kleine Europese PROBA-satellieten gebouwd. Belgische bedrijven maken onderdelen voor de Europese Ariane-raketten. In Luik testen ingenieurs ruimtecamera's en telescooponderdelen in grote vacuümkamers. En in Redu, in de Ardennen, staan grote schotelantennes van ESA die satellieten volgen.

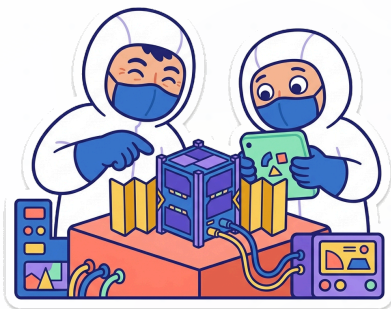
Hoe word je ruimte-ingenieur? Je studeert bijvoorbeeld voor ingenieur aan een universiteit of hogeschool. Wiskunde en wetenschappen helpen, maar samenwerken en volhouden evengoed. 'En tegen je verlies kunnen,' zegt Kiko. 'Ingenieurs zoeken met opzet naar wat stukgaat. Elke kapotte test is een gratis les.'

Daarna zoekt de crew de Belgen op die al in de ruimte waren, of bijna. Ruben leest voor uit zijn notities. Twee Belgen vlogen al. Een derde Belg, Raphaël Liégeois, is sinds 2022 astronaut van ESA. 'Is hij al gevlogen?' vraagt Maud. 'Zoek het op,' zegt Kiko. 'Misschien zweeft hij al daarboven terwijl jij dit leest. Of wacht hij nog op zijn beurt.' Kenza schrijft haar tweede eigen gouden vraag in het schrift: 'Wat zou jij als eerste verbeteren aan het ISS?'

Drie Belgen en de ruimte

Wie	Geboren	Ruimtevlucht	Waarmee	Bijzonder
Dirk Frimout	1941, Poperinge	maart-april 1992, ongeveer 9 dagen	Amerikaanse spaceshuttle Atlantis	eerste Belg in de ruimte; deed onderzoek naar de dampkring en de Zon
Frank De Winne	1961, Gent	2002 (ongeveer 11 dagen) en 2009 (ruim 6 maanden)	Russische Sojoez-capsule, naar het ISS	in 2009 de eerste Europeaan die commandant van het ISS werd
Raphaël Liégeois	1988	zoek de stand van zaken op: vertrok hij al?	nog op te zoeken	ingenieur en hersenonderzoeker; sinds 2022 astronaut van ESA

Dossier 6: Kenza's plan



Maandag, nog één dag. Kenza wil helemaal geen astronaut worden. 'Ik wil het pak maken,' zegt ze. 'Of de raket. Of de wc.' Kiko knikt plechtig. 'Een ruimte-ingenieur. Voor elke astronaut in de ruimte werken er op Aarde duizenden mensen: ingenieurs, programmeurs, technici, dokters en wetenschappers.'

Een ruimte-ingenieur bedenkt, rekent, bouwt en test. Een kapotte satelliet kan je niet zomaar naar de garage brengen. Daarom wordt alles vooraf getest. Op een triltafel schudden ingenieurs een satelliet even hard door elkaar als bij de lancering. In een vacuümkamer zuigen ze alle lucht weg en maken ze het om beurten gloeiend heet en ijskoud.

Ze bouwen in een cleanroom: een superschone ruimte waar iedereen een wit pak, een kap en overschoenen draagt. Eén stofje of één haar op een lens of in een motortje kan een missie van jaren bederven. Lars bekijkt zijn kruimelige vingers. 'Daar mag ik dus nooit binnen.'

Level up: ontsnappen



Kenza heeft een vraag die haar niet loslaat. 'Als je in een baan blijft vallen, hoe raak je dan ooit weg? Naar de Maan, of naar Mars?' 'Nog sneller gaan,' zegt Kiko. 'Hoe sneller je opzij gaat, hoe verder je baan van de Aarde wegbuigt. Op een bepaald moment buigt ze zo ver weg dat je nooit meer terugkomt.'

Die snelheid heet de ontsnappingssnelheid. Aan het aardoppervlak is dat ongeveer 11,2 kilometer per seconde. Stel dat je een bal in één keer zo snel omhoog kan gooien en dat er geen lucht is die remt. Dan komt die bal nooit meer terug. Hij wordt trager en trager, maar de Aarde krijgt hem nooit meer terug.

Een raket hoeft die snelheid niet in één ruk te halen, want haar motor duwt een hele tijd. Maar wie naar de Maan of nog verder wil, moet onderweg toch bijna zo snel gaan. En hoe harder een planeet of maan trekt, hoe sneller je moet zijn om weg te raken. Kijk maar naar de tabel.

Hoe snel moet je gaan om te ontsnappen?

Hemellichaam	Ontsnappingsnelheid (km per seconde)	Ongeveer in km per uur	Vergelijk
Maan	2,4	8 600	bijna vijf keer trager dan op de Aarde
Mars	5,0	18 000	minder dan de helft van de Aarde
Aarde	11,2	40 000	zo snel ben je in ongeveer 10 seconden van Brussel in Oostende
Jupiter	59,5	214 000	ruim vijf keer zo snel als op de Aarde

8 REKENEN

Kenza ziet in de tabel dat de ontsnappingsnelheid van de Aarde 11,2 kilometer per seconde is. Hoeveel kilometer per uur is dat? Reken het uit.

Antwoord: _____

9 OPEN VRAAG

In 1969 vertrokken twee astronauten weer van de Maan met een klein maanlandertje. Van de Aarde waren ze vertrokken met een raket van ongeveer 111 meter hoog. Leg met de tabel uit waarom zo'n klein toestel genoeg was om van de Maan weg te raken.

17 OPEN VRAAG

Kenza wil een ruimtepak ontwerpen met dezelfde luchtdruk als in het station. 'Dan hoeft niemand vooraf zuurstof te ademen,' zegt ze. Waarom kiezen ingenieurs toch voor een lage druk in het pak? Noem een voordeel én een nadeel van die lage druk.



Wist je dat... de ruimte een geur heeft?

Als astronauten na een ruimtewandeling weer binnenkomen, ruiken hun pak en gereedschap vreemd. Velen beschrijven de geur als aangebakken vlees, heet metaal of lassen. Waar die geur precies vandaan komt, onderzoeken wetenschappers nog.

E1 OEFEN VERDER · OPEN VRAAG

Yara wil zonder ruimtepak buiten het ISS kijken. Noem één noodzakelijke functie van een ruimtepak.

Speedrun met ruimtehandschoenen

SPEL

25 minuten

Dit heb je nodig

- dikke skihandschoenen of werkhandschoenen
- huishoudhandschoenen om erover aan te trekken
- een bout met een moer, of een fles met een schroefdop
- tien kleine bouwblokjes
- een pen en een blad papier
- een stopwatch

- 1 Maak een parcours met drie klusjes: de moer op de bout draaien, een torentje van tien blokjes bouwen en je naam schrijven.
- 2 Speel eerst zonder handschoenen. Je helper start de stopwatch. Noteer je tijd: dat is je record op Aarde.
- 3 Trek nu de dikke handschoenen aan en daarover de huishoudhandschoenen. Doe hetzelfde parcours en noteer je tijd.
- 4 Extra level: doe het parcours met handschoenen, terwijl je je armen de hele tijd voor je uitgestrekt houdt, zoals een astronaut die aan het station werkt. Hoelang hou je het vol?
- 5 Zet de tijden van de hele crew in een tabel. Wie had het kleinste verschil tussen zonder en met handschoenen? Welke truc gebruikte die?
- 6 Bedenk één verbetering voor een ruimtehandschoen en teken ze.

Hoeveel keer trager was je met handschoenen? Wat zou jij als ingenieur veranderen aan een ruimtehandschoen, en welk nieuw probleem zou dat misschien geven?

Dossier 3: Maud wil zweven



Donderdag. Maud wil astronaut worden, dat weet de hele school. Ze turnt, ze springt van de hoogste duikplank en ze is nergens bang voor. Alleen in de auto wordt ze altijd misselijk. 'Kan ik dan wel zweven?' vraagt ze. 'En waarom zweven ze eigenlijk, als er daarboven bijna evenveel zwaartekracht is?'

Kiko knikt naar de trampoline in de hoek van de turnzaal. 'Spring.' Maud springt. 'Op het hoogste punt, net voor je weer naar beneden gaat: wat voel je in je buik?' 'Kriebels,' zegt Maud. 'Alsof ik heel even niets weeg.' 'Dat is het,' zegt Kiko. 'Op dat moment val je. En wie valt, voelt zijn gewicht niet.'

Je gewicht voel je alleen als iets je tegenhoudt: de grond onder je voeten, de stoel onder je billen. Val je, dan houdt niets je tegen. Alles wat met je meevalt, valt even snel. Zat je in een lift waarvan de kabel brak, dan zou je boven de vloer zweven, want de lift valt even snel als jij.

In het ISS gebeurt precies dat, maar dan altijd. Het station valt rond de Aarde, en de astronauten, hun lepels en hun waterdruppels vallen even snel mee. Niemand drukt op de vloer. Dat heet gewichtloosheid. De zwaartekracht is er nog, maar je voelt ze niet, omdat alles samen valt.

Op Aarde kan je dat even nadoen. Speciale vliegtuigen vliegen een boog: steil omhoog, over de top en weer naar beneden. Tijdens zo'n boog zweeft iedereen aan boord ongeveer twintig seconden. Daarna wordt alles weer zwaar. Op één vlucht doen ze dat ongeveer dertig keer na elkaar. Maud kreunt. 'Dertig keer. Daar ga ik al van kotsen.'

De fles die stopt met lekken

15 minuten

PROEFJE

Dit heb je nodig

- een lege plastic fles van een halve liter, zonder dop
- een punaise of dikke naald (een volwassene prikt de gaatjes)
- water, eventueel met een druppel voedselkleurstof
- een plek buiten op het gras, of een grote emmer
- een helper die kijkt of filmt



Veiligheid

Laat de gaatjes door een volwassene prikken en berg de punaise meteen veilig op. Doe de proef buiten of boven een emmer, en gooi de fles nooit naar iemand.

- 1 Laat een volwassene onderaan in de fles twee of drie gaatjes prikken, aan verschillende kanten.
- 2 Houd je vingers op de gaatjes en vul de fles met water. Ga buiten op het gras staan.
- 3 Haal je vingers weg. Het water spuit in straaltjes naar buiten. Zo gaat het normaal.
- 4 Steek nu je arm zo hoog mogelijk uit en laat de fles gewoon vallen. Je helper kijkt goed naar de straaltjes tijdens de val. Film het als het kan, en bekijk het filmpje vertraagd.
- 5 Vul de fles opnieuw. Gooi ze nu een klein stukje recht omhoog en vang ze weer op. Kijk naar de straaltjes, ook terwijl de fles nog omhooggaat.
- 6 Noteer bij elke test: spoot het water eruit, of stopte het?

Tijdens de val stoppen de straaltjes. Hoe komt dat? Waarom stoppen ze ook al terwijl de fles nog omhooggaat? En wat vertelt dat over de astronauten in het ISS?

Op Aarde weegt zo'n pak meer dan 100 kilo. In de ruimte voel je dat gewicht niet, maar het pak in beweging brengen en weer stoppen kost wel kracht. Een ruimtewandeling duurt vaak zes tot acht uur. Daarom zit er een drinkzakje in het pak, en draagt de astronaut een luier.

Het moeilijkste deel? De handschoenen. Een ruimtepak staat onder druk, zoals een opgeblazen ballon, en dat maakt de vingers stijf. Daarom houden ingenieurs de druk in het pak laag: ongeveer een derde van de luchtdruk op Aarde. Toch krijgen astronauten blaren, en soms laten zelfs hun nagels los. Maud trekt een vies gezicht. 'Gouden vraag,' zegt ze.

Die lage druk heeft een prijs. Wie te snel van de gewone luchtdruk in het station naar die lage druk gaat, kan belletjes in zijn bloed krijgen, zoals een duiker die te snel bovenkomt. Daarom ademen astronauten vooraf een hele tijd zuivere zuurstof. In het pak zelf zit trouwens ook alleen zuurstof.



Wist je dat... het vizier van een ruimtehelm van goud is?

Over het doorzichtige vizier kan een astronaut een extra klep schuiven met een flinterdun laagje goud. Dat laagje kaatst het felle zonlicht en de warmte terug, maar laat genoeg licht door om te zien. Daarom zie je op foto's van ruimtewandelingen vaak geen gezicht, alleen een goudkleurige spiegel.

16 MEERKEUZE



Waarom oefenen astronauten ruimtewandelingen in een zwembad?

- ☐ A Omdat ze in de ruimte moeten kunnen zwemmen als ze wegdrijven.
- ☐ B Omdat ze met de juiste gewichtjes niet zinken en niet drijven, en zo bijna zweven zoals in de ruimte.
- ☐ C Omdat het water hun ruimtepak koel houdt tijdens het oefenen.
- ☐ D Omdat ze zo leren hoelang ze hun adem kunnen inhouden.

Een ruimtepak is een klein ruimteschip

Zondag, op Rubens zolder. Ze bekijken foto's van een ruimtewandeling. 'Waarom zo'n dik pak?' vraagt Lars. 'Een duikpak is toch ook dun.' Kiko telt op zijn klauwtjes. 'Buiten is er geen lucht om te ademen, en geen luchtdruk. Zonder pak ben je binnen ongeveer vijftien seconden buiten bewustzijn.'



'De kant van je pak die naar de Zon gericht is, kan heter worden dan 120 °C. Aan de schaduwkant kan het kouder zijn dan -150 °C. En er vliegen kleine stukjes steen en afval rond. Een ruimtepak moet dus alles tegelijk: lucht geven, de druk houden, verwarmen, koelen en beschermen.'

Een pak voor ruimtewandelingen bestaat uit meer dan tien lagen. Op de rug zit een rugzak met zuurstof, een batterij, een koelsysteem en een radio. Onder het pak draagt de astronaut ondergoed met ongeveer 90 meter dunne buisjes, waar koel water door stroomt. Werken in zo'n pak is zwaar, en zonder die koeling zou je erin koken.

10 MEERKEUZE



Maud moet het in haar spreekbeurt in één zin zeggen. Waarom zweven astronauten in het ISS?

- ☐ A Omdat het ISS zo ver weg is dat de Aarde niet meer trekt.
- ☐ B Omdat er in de ruimte geen lucht is die hen naar beneden duwt.
- ☐ C Omdat het ISS en alles erin samen rond de Aarde vallen, zodat niets op de vloer drukt.
- ☐ D Omdat de Maan hen naar boven trekt.

11 OPEN VRAAG



Ruben vraagt zich af wat er zou gebeuren als een astronaut jouw lekkende fles in het ISS vasthoudt. Spuit het water er dan uit, zoals op het gras? Leg uit.



Wist je dat... huilen in de ruimte anders gaat?

Tranen vallen in het ISS niet naar beneden. Ze blijven als een waterbel op je oog plakken, en dat prikt. Ook een kaarsvlam ziet er anders uit: zonder 'boven' stijgt de hete lucht niet op, dus wordt de vlam een klein blauw bolletje.

Wat zweven met je lijf doet



Zweven is leuk, maar je lijf snapt er eerst niets van. Je evenwichtsorgaan, diep in je oor, voelt geen boven of onder meer, terwijl je ogen iets anders zeggen. Meer dan de helft van de astronauten wordt de eerste dagen misselijk. Maud slikt. 'Na een paar dagen went het meestal,' zegt Kiko.

Ook het vocht in je lijf verschuift. Op Aarde trekt de zwaartekracht bloed en vocht naar je benen. In het ISS gaat er meer vocht naar je hoofd.

Astronauten krijgen een bol gezicht, dunne beentjes en een verstopte neus. Daardoor smaakt hun eten flauw, en daarom zijn veel van hen dol op pikante saus.

En je wordt langer! Je ruggengraat wordt niet meer samengedrukt, dus de kussentjes tussen je wervels zetten een beetje uit. Astronauten worden in de ruimte een paar centimeter langer. Terug op Aarde krimpen ze weer. 'Dus ik moet gewoon naar het ISS,' zegt Lars, 'om eindelijk groter te zijn dan mijn zus.'

Maar er is ook een gevaar. Spieren en botten die niets moeten dragen, worden zwakker. Zonder training verliezen astronauten elke maand ongeveer 1 tot 1,5 procent van hun botmassa. Daarom sporten ze ongeveer twee uur per dag.

Ze lopen op een loopband, met elastieken die hen op de band houden. Ze fietsen op een fiets waar ze met hun schoenen op vastklikken. En ze trainen op een krachttoestel zonder losse gewichten, want gewichten wegen daarboven niets.

Ruben luistert stil. 'Daarboven loopt niemand,' zegt hij dan. 'Iedereen trekt zich voort met zijn armen.' Kiko knikt. 'In 2022 koos ESA, het Europese ruimtevaartagentschap, voor het eerst iemand met een prothesebeen uit. Samen onderzoeken ze hoe ook astronauten met een beperking veilig kunnen vliegen.' Ruben schrijft zijn gouden vraag in Kenza's schrift.

12 INVULLEN



Kenza noteert: 'Om hun spieren en botten sterk te houden, sporten astronauten in het ISS ongeveer _____ uur per dag.' Welk getal hoort op de lijn?

Dossier 5: wie mag er mee?

Zaterdag. Maud heeft een nieuw doel: geselecteerd worden. Kiko zet haar meteen met beide voeten op de grond. 'In 2021 zocht ESA nieuwe astronauten. Meer dan 22 000 mensen schreven zich in. Vijf van hen werden vaste astronaut, en een groep anderen kwam in een reserveploeg.' Maud slikt. 'Vijf. Op meer dan 22 000.'

Wie gekozen wordt, begint aan een lange opleiding. Bij ESA volg je eerst ongeveer een jaar basistraining in Keulen, in Duitsland. Daarna train je nog jaren voor één bepaalde missie. Je leert hoe het ISS werkt, hoe je een robotarm bestuurt en hoe je een collega eerste hulp geeft. En je leert Russisch, want ook Russen werken in het station.

Ruimtetwandelingen oefenen astronauten onder water. In een reusachtig zwembad ligt een levensecht model van delen van het ISS. Het grootste, in de Verenigde Staten, is twaalf meter diep. Met precies genoeg gewichtjes aan hun pak zinken astronauten niet en drijven ze niet: ze zweven. Duikers helpen hen. Na zo'n training van uren zijn hun armen en handen doodmoe.

Ze draaien rond in een centrifuge, een machine die je zo snel ronddraait dat je je enkele keren zwaarder voelt, zoals bij een lancering. Ze leren overleven in de sneeuw, in het bos en op zee, want een capsule kan bij de terugkeer op een verlaten plek landen. En ze vliegen mee met de vliegtuigen die twintig seconden lang vallen.

'En als je de eerste keer faalt?' vraagt Maud. 'Dan leer je,' zegt Kiko. 'Elke training heeft één doel: dat astronauten hun fouten op Aarde maken, waar het veilig is. Daarboven hebben ze die fout dan al eens gemaakt.' Maud schrijft het met balpen in grote letters op haar hand.



13 VERBINDEN



Kenza maakt een spiekbrieftje voor de crew. Verbind elk probleem in het ISS met de oplossing.

1 Kruiden zweven in je ogen en in de toestellen.

A ongeveer twee uur sporten per dag

2 Zoutkorrels vliegen alle kanten op.

B een slaapzak die vastzit aan de wand

3 Je drijft in je slaap tegen de wand.

C tortilla's in plaats van brood

4 Water is kostbaar, want alles moet met een raket naar boven.

D plas, zweet en waterdamp zuiveren tot drinkwater

5 Je botten en spieren worden zwakker.

E E. zout opgelost in water

Mijn antwoord: _____

14 INVULLEN



Lars kan het nog altijd niet geloven: 'In het ISS wordt ongeveer _____ procent van het water, ook plas en zweet, opnieuw drinkwater.' Welk getal hoort op de lijn?

15 OPEN VRAAG



Lars wil zijn verjaardag in het ISS vieren, met chips, een taart met brandende kaarsjes en een beker limonade. Jij bent de ruimtekok. Wat zeg je over elk van die drie dingen, en wat stel je in de plaats voor?

Groepschat Ruimteclub, donderdag, 20.14 uur

Lars

(stuurt een foto van een zak chips) Avondeten van een echte astronaut.

L

K

Kenza

Nee. Chips zijn een slecht idee in het ISS. Kruiden.

Lars

Wie zegt dat?

L

K

Kenza

Kruiden zweven rond. In je ogen, in je neus, in de toestellen. Dat zegt iedereen die het snapt.

Maud

Ik wil het nu weten. Hoe gaan ze naar de wc. Ik kan niet slapen zonder dat antwoord.

M

R

Ruben

Verspilde vraag, Maud. Morgen zoeken we het op. Mijn kat Pruim ligt trouwens op mijn huiswerk.

Maud

(stuurt een foto van haar bord spaghetti) En dit? Mag dit mee?

M

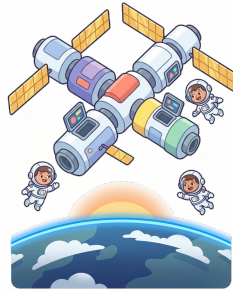


Kiko

(via de tablet van Ruben) Morgen is dossier 4: eten, slapen, wassen en de wc. Kom met een lege maag. Of net niet.

Dossier 4: een dag in het ISS

Vrijdag. Het ISS is het grootste bouwwerk dat mensen ooit in de ruimte maakten. Met zijn enorme zonnepanelen is het ongeveer zo lang als een voetbalveld. Binnen is er meer ruimte dan in een huis met zes slaapkamers. Sinds 2 november 2000 zijn er altijd mensen aan boord, meestal zes of zeven tegelijk.



Eerst het eten. Brood is geen goed idee: kruimels zweven weg en kunnen in je ogen of in de toestellen terechtkomen. Astronauten eten daarom vaak tortilla's, dunne platte broodjes die niet kruimelen. Zout zit opgelost in water en peper in olie. Anders vliegen de korreltjes alle kanten op.

Veel eten is gedroogd en zit in zakjes. Je spuit er water bij, warmt het op en eet het met een lepel. Een dikke saus blijft aan je lepel plakken, dus stoofpotjes gaan prima. Drinken doe je met een rietje uit een zakje. Vers fruit is een feest: het komt alleen mee als er een vrachtschip aankomt.

Slapen doe je rechtop of ondersteboven, dat maakt niet uit. Elke astronaut heeft een eigen slaapcabine, ongeveer zo groot als een telefooncel. De slaapzak hangt vast aan de wand, anders drijf je in je slaap tegen iets aan. Met een oogmasker en oordopjes slaap je door de zonsopgangen en het gezoem van de ventilatoren heen.

En ja, Maud: de wc. Die werkt met een luchtstroom, zoals een stofzuiger. Voor plassen is er een trechter aan een slang, voor je grote boodschap een kleine bril. De luchtstroom zuigt alles weg, zodat er niets rondzweeft. Het vaste afval gaat in containers, die later samen met een leeg vrachtschip in de dampkring opbranden.

De plas wordt niet weggegooid. Een machine zuivert ze, samen met zweet en waterdamp uit de lucht, tot drinkwater. Zo wordt ongeveer 98 procent van het water opnieuw gebruikt. 'Dus ze drinken hun eigen plas,' zegt Lars, groen in zijn gezicht. 'Gezuiverd,' zegt Kenza. 'Daarna is het gewoon heel zuiver water.'

En wassen? Een douche is er niet: het water zou in bollen rondzweven. Astronauten wassen zich met een natte handdoek en een shampoo die je niet moet uitspoelen. Tandpoetsen kan wel, maar de tandpasta slik je in of spuw je in een doekje. Maud trekt haar neus op. 'Dat wordt mijn gouden vraag. Wat mis je het meest?'

Het ISS in getallen

ongeveer 400 km

hoogte boven de Aarde

ongeveer 28 000 km/u

snelheid, ongeveer 8 km per seconde

ongeveer 90 minuten

één rondje rond de Aarde

ongeveer 109 m

lengte van het station met zijn zonnepanelen, zo lang als een voetbalveld

ongeveer 420 000 kg

massa, ongeveer zoveel als 300 auto's

sinds 2 november 2000

zonder onderbreking bewoond