

Hoe werkt ruimtevaart? Raketten, banen en astronauten

Voor leerkracht of ouder. De antwoorden staan in dezelfde volgorde als de vragen in het boekje. Bij open vragen is het een voorbeeldantwoord: het kind mag het anders en toch juist zeggen.

1 waar of onwaar

waar

Vuur heeft zuurstof nodig en in de ruimte is er geen lucht; daarom zit de zuurstof van een raket in een eigen tank. Sommige raketten gebruiken een ander stofje dat vuur mogelijk maakt, maar ook dat nemen ze zelf mee.

2 meerkeuze

De raket duwt het gas naar beneden, en het gas duwt de raket naar boven.

Zoals de bal Ruben terugduwt, duwt het uitgestoten gas de raket vooruit; daarvoor is geen lucht nodig.

3 meerkeuze

De rest van de raket is veel lichter, want lege tanks en zware motoren hoeven niet meer mee.

Een lichtere raket kan je met minder brandstof sneller maken; daarom worden lege trappen losgelaten.

4 waar of onwaar

onwaar

Op 400 km trekt de Aarde nog ongeveer 90 procent zo hard als op de grond; zonder zwaartekracht zou het ISS rechtdoor de ruimte in vliegen.

5 in volgorde

Een vliegtuig op reishoogte (ongeveer 10 km), de grens waar de ruimte begint (ongeveer 100 km), het ISS (ongeveer 400 km), een weersatelliet die boven dezelfde plek blijft hangen (ongeveer 36 000 km), de Maan (ongeveer 384 000 km).

Het ISS zit verrassend dicht bij de Aarde: de Maan staat bijna duizend keer verder.

6 invullen

16

24 uur gedeeld door 1,5 uur is 16.

7 rekenen

28 000 : 280 = 100, dus 280 km is een honderdste van de afstand die het ISS in één uur aflegt. Het doet er dus een honderdste van een uur over. Een uur heeft $60 \times 60 = 3\,600$ seconden, en $3\,600 : 100 = 36$. Het ISS vliegt in ongeveer 36 seconden over België.

De tijd vind je door de afstand te delen door de snelheid; daarna zet je het stukje uur om naar seconden.

8 rekenen

Een uur heeft $60 \times 60 = 3\,600$ seconden. $11,2 \times 3\,600 = 40\,320$. Dat is ongeveer 40 000 kilometer per uur.

Van 'per seconde' naar 'per uur' ga je door te vermenigvuldigen met het aantal seconden in een uur.

9 open vraag

De ontsnappingssnelheid van de Maan is maar ongeveer 2,4 km per seconde, bijna vijf keer minder dan die van de Aarde (11,2 km per seconde). De Maan trekt dus veel minder hard, waardoor je veel minder snelheid en dus veel minder brandstof nodig hebt. Bovendien heeft de Maan geen lucht die je afremt. Een sterk antwoord merkt ook op dat het toestel heel licht kon zijn: het onderste deel van de maanlander bleef als lanceerplatform op de Maan staan.

Hoe minder hard een hemellichaam trekt, hoe minder snelheid en brandstof je nodig hebt om ervan te vertrekken.

10 meerkeuze

Omdat het ISS en alles erin samen rond de Aarde vallen, zodat niets op de vloer drukt.

Je voelt je gewicht alleen als iets je tegenhoudt; wie samen met zijn station valt, wordt door niets tegengehouden.

11 open vraag

Nee, niet zoals op het gras. Op de grond spuit het water eruit omdat het naar beneden drukt, terwijl jij de fles tegenhoudt. In het ISS vallen de fles en het water altijd samen, zoals bij jouw valproef. Het water drukt dus nergens op en spuit niet vanzelf door de gaatjes; het blijft in de fles. Knijp je in de fles, dan duw je het water er wel uit, en dan zweven er wiebelende waterbollen door het station.

In het ISS is het alsof je valproef nooit stopt: fles en water vallen altijd samen rond de Aarde.

12 invullen

twee

Zonder sport verliezen astronauten elke maand ongeveer 1 tot 1,5 procent van hun botmassa.

13 verbinden

1-C, 2-E, 3-B, 4-D, 5-A

Bijna elk gewoon dagelijks klusje vraagt in gewichtloosheid een slimme oplossing.

14 invullen

98

Een machine zuivert plas, zweet en waterdamp uit de lucht, zodat er weinig water van de Aarde moet komen.

15 open vraag

Chips: die kruimelen, en kruimels zweven rond, in ogen, neuzen en toestellen. Beter: een tortilla met iets lekkers erop, of iets dat niet kruimelt. Taart met kaarsjes: ook een taart kruimelt, en open vuur in een afgesloten ruimtestation is gevaarlijk; de vlam zou trouwens een klein blauw bolletje worden. Beter: een tortilla-taartje en lichtjes zonder vuur. Limonade in een beker: die zou in bollen uit de beker zweven. Beter: limonade in een zakje met een rietje.

Een goed ruimtemenu kruimelt niet, morst niet en heeft geen open vuur nodig.

16 meerkeuze

Omdat ze met de juiste gewichtjes niet zinken en niet drijven, en zo bijna zweven zoals in de ruimte.

In het bad kunnen ze uren oefenen aan een levensecht model, met bewegingen die op gewichtloosheid lijken.

17 open vraag

Voordeel: met een lage druk staat het pak minder strak opgeblazen, zodat de astronaut zijn vingers en armen veel makkelijker kan buigen. Met de volle luchtdruk zou het pak zo stijf worden als een harde ballon, en zou werken met de handschoenen bijna onmogelijk zijn. Nadeel: wie 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 moeten astronauten eerst een hele tijd zuivere zuurstof ademen. Ingenieurs kiezen dus een tussenoplossing.

Een ontwerp is altijd een afweging: een oplossing voor het ene probleem geeft vaak een nieuw probleem.

18 in volgorde

Dirk Frimout vliegt met de Atlantis (1992). Er wonen voor het eerst mensen in het ISS (2000). Frank De Winne vliegt voor het eerst naar het ISS (2002). Frank De Winne wordt commandant van het ISS (2009). Raphaël Liégeois wordt gekozen als astronaut van ESA (2022).

De jaartallen staan in de tabel en in het ISS-cijferkader; het ISS is al bewoond sinds november 2000.

19 waar of onwaar

waar

Tijdens zijn lange verblijf in 2009 werd De Winne als eerste Europeaan de commandant, de baas aan boord van het ISS.

20 rekenen

40 000 – 11 000 = 29 000 voorwerpen waren geen werkende satelliet. 29 000 : 11 000 is ongeveer 2,6. Dat is dus bijna drie keer zoveel als het aantal werkende satellieten. En dan tellen de meer dan 1,2 miljoen kleinere stukjes nog niet eens mee.

Eerst trek je af om het afval te vinden, daarna deel je om te vergelijken.

21 meerkeuze

Het schilfertje vloog razendsnel, en hoe sneller iets gaat, hoe harder het inslaat.

Voorwerpen in een baan rond de Aarde razen met duizenden kilometers per uur; bij zo'n snelheid slaat zelfs een splintertje een putje.

22 waar of onwaar

onwaar

Laag afval valt pas na enkele jaren terug, en boven ongeveer 800 km kan het tientallen tot honderden jaren rondvliegen.

23 open vraag

Een voorbeeld: een opruimrobot met grijpparmen of een net, die de satelliet vastpakt en hem met een motorstoot afremt. Wie trager gaat, zakt dicht naar de Aarde, en zo valt de satelliet in de dampkring en brandt hij op. Voordeel: het afval verdwijnt echt.

Problemen: de robot moet heel precies naderen terwijl alles met ongeveer 28 000 km per uur rond de Aarde gaat; een satelliet die tolt, is moeilijk te grijpen; en een mislukte greep kan zelf nieuwe stukken maken. Andere goede ideeën: een groot zeil dat de satelliet in de dunne lucht extra afremt, of satellieten van in het begin zo bouwen dat ze zelf naar beneden kunnen. Elk idee met een echt voordeel en een echt probleem is goed.

Opruimen in de ruimte is moeilijk omdat alles razendsnel beweegt, en een fout kan nog meer afval maken.

24 open vraag

Verspild: a (ongeveer 28 000 km per uur), c (een wc met een luchtstroom, en plas wordt opnieuw drinkwater) en e (ze vallen samen met het station rond de Aarde). Goud: b, d en f, want die gaan over wat de astronaut zelf meemaakte en voelde. Die antwoorden staan in geen enkel boek. Een sterk antwoord merkt ook op dat een gouden vraag vaak over 'jij' of 'jouw' gaat, en dat je ze pas goed kan stellen als je de basis al kent: wie weet dat meer dan de helft van de astronauten eerst misselijk wordt, kan vragen hoe het bij deze astronaut was.

Een goede vraag bouwt verder op wat je al weet, in plaats van te vragen wat je kan opzoeken.

E1 open vraag

Bijvoorbeeld ademplucht leveren, druk behouden of bescherming tegen extreme omstandigheden.

E2 open vraag

Bijvoorbeeld onderzoek, onderhoud, sporten, eten of slapen.

E3 open vraag

Sporten helpt verlies van spierkracht en botmassa door langdurige gewichtloosheid tegen te gaan.

E4 waar of onwaar

Waar.