

Leven in de ruimte? De toekomst

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 in volgorde

Leeft nu: de kiemende boon en de schimmel. Heeft ooit geleefd: de houten stoel (hout komt van een boom), het stuk steenkool (gemaakt van planten van miljoenen jaren geleden) en de veer (van een vogel). Heeft nooit geleefd: het zoutkristal en de kaarsvlam.

Een kristal groeit en een vlam eet, maar geen van beide heeft cellen of DNA of maakt nakomelingen die erop lijken.

2 invullen

leefbare zone

Dichter bij de ster kookt het water weg, verder weg bevriest het.

3 waar of onwaar

onwaar

Bij bronnen op de oceaانبodem halen bacteriën hun energie uit chemische stoffen in het bronwater, en daar leven hele dorpen van.

4 open vraag

Niet helemaal. De proef bewijst dat sommige dieren van de Aarde een tijdje het vacuüm, de kou en de straling van de ruimte kunnen overleven, als ze uitgedroogd zijn en stilliggen. Ze bewijst niet dat er op Mars leven ontstaan is, en ook niet dat beertijsjes er kunnen groeien of jongen krijgen: daarvoor heb je vloeibaar water en energie nodig. Wel toont ze dat 'te koud' of 'te veel straling' niet automatisch betekent dat leven onmogelijk is. En ze toont een gevaar: als Aardse wezens zo taai zijn, kunnen we ze per ongeluk meesmokkelen naar Mars.

Overleven in een slaaptoestand is iets anders dan leven, groeien en evolueren op een plek.

5 verbinden

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

Elke verdachte heeft een eigen soort aanwijzing: sporen van vroeger water, een verborgen oceaan, fontein die je kan proeven of een vreemde chemie zonder water.

6 waar of onwaar

onwaar

Bij ongeveer min 180 graden is water er keihard ijs; wat er regent en de meren vult, is methaan.

7 open vraag

Elk plan kan, als je het goed onderbouwt. Plan A: Mars is snel bereikbaar en we weten waar vroeger water lag, maar leven zou nu diep onder de grond moeten zitten, weg van de straling. Plan B: Enceladus spuit zijn oceaanwater gratis de ruimte in, met water, zout, koolstofverbindingen, waterstof en fosfor; je hoeft niet te boren, maar het duurt lang voor je er bent. Plan C: Europa heeft waarschijnlijk het meeste water en het ijs beschermt de oceaan tegen straling, maar door kilometers ijs boren is nog nooit gelukt. Een sterk antwoord noemt voor- en nadelen.

Echte onderzoekers maken dezelfde afweging tussen kans op leven, afstand, kostprijs en techniek.

8 meerkeuze

Omdat signalen van hier, zoals een microgolfoven of een schrikdraad, eruit kunnen zien als signalen van heel ver weg.

Pas als alle bronnen op Aarde uitgesloten zijn, kan een signaal echt uit de ruimte komen.

9 open vraag

Bijvoorbeeld: 1) Komt het niet van een toestel in of rond de sterrenwacht, zoals een microgolfoven, een gsm of een schrikdraad? Zet ze uit en kijk of het blijft. 2) Komt het niet van een satelliet of een vliegtuig? Een signaal uit de ruimte draait mee met de sterren, een satelliet of vliegtuig beweegt anders. 3) Vangt een andere telescoop, liefst ver weg in een ander land, hetzelfde signaal op uit dezelfde richting, en komt het terug? Het patroon van priemgetallen wijst op techniek, maar pas als alles van hier uitgesloten is en anderen het bevestigen, mag je het groot nieuws noemen.

Buitengewone beweringen vragen buitengewoon sterk bewijs.

10 meerkeuze

Omdat $1\,679 = 23 \times 73$, twee priemgetallen, zodat er maar één zinnige rechthoek mogelijk is.

Een slimme ontvanger probeert de rechthoeken die kunnen en ziet dat alleen 73 rijen van 23 hokjes een tekening geven.

11 rekenen

Heen: 25 000 jaar. Terug: nog eens 25 000 jaar. Samen $25\,000 + 25\,000 = 50\,000$ jaar. Het antwoord komt dus ongeveer in het jaar $1974 + 50\,000 = 51\,974$ aan.

Radiogolven reizen met de snelheid van het licht, dus 25 000 lichtjaar afleggen kost hun 25 000 jaar.

12 invullen

mensfiguurtje (een mannetje met een hoofd, armen, een lijf en twee benen)

Net zoals in het Arecibo-bericht wordt een rij enen en nullen een tekening, als je de juiste rechthoek vindt.

13 rekenen

100 000 000 000 : 10 = 10 000 000 000 planeten in de leefbare zone. 10 000 000 000 : 100 = 100 000 000 planeten met leven. 100 000 000 : 1 000 = 100 000 planeten met slim leven. 100 000 : 10 = 10 000 beschavingen met zenders. Volgens Bao zijn het er dus 10 000.

Bij elke stap van de trechter deel je door het getal uit de gok.

14 open vraag

Niemand kan op dit moment bewijzen wie gelijk heeft. We weten niet hoe vaak leven ontstaat of slim wordt, want we kennen maar één voorbeeld: de Aarde. De uitkomst hangt dus helemaal af van de gokken die je invult; één stap strenger en er blijft maar één beschaving over. De Drake-vergelijking is daarom vooral een wegwijzer: ze toont welke stukjes we nog moeten onderzoeken, bijvoorbeeld door leven te zoeken op Mars, Europa of Enceladus. Vinden we daar leven, dan weten we dat het makkelijker ontstaat dan Amira denkt.

Een vergelijking met onbekende stukjes geeft geen antwoord, maar wel betere vragen.

15 meerkeuze

Omdat er in kraters met eeuwige schaduw waterijs ligt.

Van waterijs maak je drinkwater, zuurstof om te ademen en raketbrandstof.

16 rekenen

40 x 0,38 = 15,2. De weegschaal wijst ongeveer 15 kilogram aan, en zo licht voelt Bao zich ook. Controle: 38 procent is iets meer dan een derde, en een derde van 40 is ongeveer 13, dus 15 klopt.

Je massa blijft gelijk; alleen de kracht waarmee de planeet aan je trekt, wordt kleiner.

17 in volgorde

B, E, D, C, A, F

Je vertrekt in een venster, landt na ongeveer zeven maanden en moet dan op Mars wachten tot de planeten opnieuw goed staan voor de terugreis.

18 open vraag

Elk antwoord kan, als je het goed uitlegt met de problemen van de reis. Een tweede watertank geeft extra drinkwater en tegelijk extra bescherming tegen straling rond de schuilhoek. Een 3D-printer helpt omdat er geen bevoorrading komt en antwoord van de Aarde tot drie kwartier op zich laat wachten: wat kapotgaat, moet je zelf maken. Een fitnessstoestel helpt tegen zwakkere spieren en botten, zodat de crew na zeven maanden zweven meteen kan werken op Mars.

Op een lange reis zonder bevoorrading moet elke kilogram zijn plaats verdienen.

19 meerkeuze

Omdat de raket niet snel genoeg opzij gaat om in een baan rond de Aarde te blijven, en dus meteen terugvalt.

Je zweeft zolang je samen met je ruimtetuig valt; om in een baan te blijven moet je ongeveer 28 000 kilometer per uur opzij gaan, en zo snel gaat een korte sprong niet.

20 waar of onwaar

onwaar

Volgens het Ruimteverdrag mag geen enkel land de Maan of een planeet, of een stuk ervan, inpikken.

21 invullen

bacteriën (of microben)

Anders weten we nooit zeker of leven dat we vinden echt van daar komt of door ons werd meegebracht.

22 verbinden

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

Elk probleem van de reis vraagt een andere specialist, en pas samen maken ze de missie mogelijk.

E23 open vraag

Een sterke brief noemt een duidelijk beroep (bijvoorbeeld ruimtearts, programmeur, ruimtebioloog, raketingenieur of jurist ruimterecht) en drie echte problemen met een oplossing, zoals: het lanceervenster om de 26 maanden en een reis van bijna drie jaar; zwakkere spieren en botten (elke dag sporten); straling (een schuilhoek met watertanks); eten en water zonder bevoorrading (water hergebruiken, groenten kweken); de vertraging van 3 tot 22 minuten (zelf beslissen, software die zelf landt); of de zeven minuten van angst bij de landing. Voor planetaire bescherming: alles bouwen en schoonmaken in superpropere ruimtes en voorzichtig zijn bij plekken met water of ijs. Voor afval: lege rakettrappen laten opbranden of naar een kerkhofbaan sturen, en op Mars afval hergebruiken of mee terugnemen.

Een Marsmissie lukt alleen als techniek, gezondheid, regels en respect voor andere werelden samen kloppen.

E1 waar of onwaar

Onwaar. Een geschikte omgeving is een aanwijzing om te onderzoeken, geen bewijs van leven.

E2 open vraag

Bijvoorbeeld ademplucht, water, voedsel, energie, druk en bescherming tegen straling.

E3 open vraag

Een robot hoeft geen ademplucht, voedsel of leefruimte te krijgen en brengt geen mensenlevens in gevaar.