

Leven in de ruimte?



Een radio die tikt, kaartjes van de taaiste beestjes op Aarde en een rugzak voor bijna drie jaar onderweg

 **schoolium**

Brecht Corbeel • schoolium.me

Dit boekje is van _____

Leven in de ruimte? De toekomst

Uit een radio met een paraplu vol aluminiumfolie klinkt een tik. Elke seconde, elke avond rond zeven uur, al drie avonden lang. Tuur is zeker dat iemand ons roept, Amira wil eerst bewijs, Lore wil weten hoe die iemand eruitziet en Bao heeft zijn stopwatch al aan. Kiko de neusbeer vraagt maar één ding: weten jullie wel wie je antwoordt? Schuif aan in de serre, want jij bent het vijfde crewlid.

- Bewijs aan Amira dat Pixel leeft en de kaarsvlam niet, en ontdek wat leven nodig heeft en waarom sterrenkundigen altijd eerst naar vloeibaar water zoeken.
- Kies de taaiste kaart uit Lores ruilmap en ontdek hoe extremofielen zoals beerdiertjes overleven op plekken waar wij meteen zouden sterven.
- Jouw missie: de vier verdachten van Amira (Mars, Europa, Enceladus en Titan) verhoren, en kiezen waar jij de volgende sonde naartoe stuurt.
- Kraak Kikos geheime code, stuur zelf een bericht naar de sterren en schat met de Drake-vergelijking hoeveel burens we misschien hebben. Onderweg ontdek je hoe SETI luistert en hoe het Arecibo-bericht in elkaar zit.
- Jouw missie: help de crew Operatie Rode Stip plannen, een reis via de Maan naar Mars met alles wat erbij komt kijken: lanceervensters, straling, eten, geld, regels, opruimen en een hele ploeg beroepen.

Dinsdag, 19.04 uur: tik



Tik. Stilte. Tik. Stilte. Tik. Het geluid komt uit een oud radiootje op de werkbank in de serre van Tuurs oma. Aan de radio hangt een draad. Aan de draad hangt een paraplu, vanbinnen beplakt met aluminiumfolie. 'Mijn antenne,' zegt Tuur trots. 'En dat getik komt níét van een zender. Ik hoor het al drie avonden, altijd rond zeven uur.'

Bao houdt zijn stopwatch naast de luidspreker. 'Elke seconde één tik. Al vier minuten lang. Geen enkele keer te vroeg of te laat.' Lore kruipt dichterbij, met haar oor bijna tegen de radio. 'Een hartslag,' fluistert ze. 'Van iets wat leeft.'

Amira zit op een omgekeerde bloempot, armen gekruist. 'Of een prank. Of een kapotte radio. Tuur, met die paraplu probeerde je vorige week nog een kat uit een boom te halen.' 'Een eekhoorn,' zegt Tuur. 'En dat doet hier niet ter zake.'

Buiten is het donker. In de wei achter de serre staan de twee pony's van de buurvrouw te grazen. Boven het dak van de schuur schittert een oranje rode stip. Tuur wijst ernaar. 'Mars. Het signaal komt daarvandaan. Wedden?'

Dan ritselt er iets tussen de bloempotten. Kiko de neusbeer, de knuffelmascotte van hun klas, logeert deze week bij Tuur. Wat de juf niet weet: als er geen volwassene kijkt, praat hij. Hij klimt op de werkbank, spitst zijn ronde oortjes en snuffelt aan de paraplu. 'Interessant,' zegt hij. 'Maar wie antwoordt, moet eerst weten wie er roept.'

In de serre, met de radio op vol

Tuur

Dossier geopend. Iemand daarbuiten roept ons al drie avonden, en wij roepen terug. Vanavond nog.

T

A

Amira

En wat roep je dan? 'Hallo, wij zijn vier kinderen in een serre'?

Bao

Met een paraplu. Die reikt ongeveer tot aan de pony's.

B

L

Lore

Ik wil eerst weten hoe ze eruitzien. Hebben ze poten? Tentakels? Zijn ze schattig?



Kiko

Goede vraag. Maar de eerste vraag is nog kleiner. Een kaarsvlam eet, groeit en ademt zuurstof in. Leeft een vlam?

Tuur

Ik had op een korter antwoord gehoopt.

T



Kiko

Zes vragen. Wie ze alle zes oplost, mag antwoorden. Ik noem het Dossier Hallo.

A

Amira

Goed. Maar ik wil bewijs. Bij elke stap.



Kiko

Dan ben jij onze sceptica: iemand die niets zomaar gelooft. Elke goede ruimtecrew heeft er een nodig.

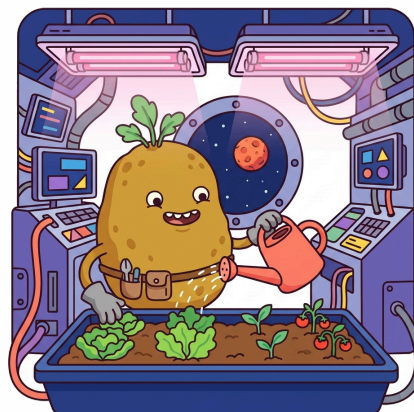
Dossier Hallo

Tuur schrijft de zes vragen met een whiteboardstift op het glas van de serre. Eén: wat is leven, en wat heeft het nodig? Twee: hoe taai kan leven zijn? Drie: waar in ons zonnestelsel kan het wonen? Vier: hoe luister je naar de sterren? Vijf: hoe stuur je een bericht dat iedereen snapt, ook wie geen enkele taal van ons kent? Zes: hoeveel burens zijn er? Elke opgeloste vraag levert een sticker op voor de hele crew. Bij zes stickers mag de crew antwoorden. Jij bent het vijfde crewlid: zet de zes vragen in je logboek.

Vraag 1: leeft een kaarsvlam?

Woensdag na school. Tuur steekt een theelichtje aan in een glazen bokaal. Lore zet het kooitje van haar hamster Pixel ernaast. 'Twee kandidaten,' zegt Kiko. 'Welke leeft?' 'Pixel, duh,' zegt Lore. 'Bewijs het,' zegt Amira. Dat blijkt lastiger dan gedacht.

Kiko pakt Lores schetsboek. 'Biologen gebruiken een rijtje kenmerken,' zegt hij. 'Eén: iets levends neemt stoffen op en haalt er energie uit. Dat heet stofwisseling.' 'Pixel eet zonnebloempitten,' zegt Lore. 'En de vlam eet kaarsvet,' zegt Bao.



'Ze ademt zelfs zuurstof in,' voegt Tuur toe. 'Zet ik er een deksel op, dan dooft ze.' 'Oké, een punt voor de vlam,' zegt Amira. 'Volgende.'

'Twee: groeien. Drie: reageren op wat er rondom gebeurt.' Tuur blaast zachtjes tegen de vlam. Ze buigt weg. 'Ze reageert!' 'Een gordijn in de wind ook,' zegt Amira. 'En groter worden kan ze ook,' zegt Bao. 'Kijk maar naar een kampvuur.'

'Vier: nakomelingen,' zegt Kiko. 'Levende wezens maken jongen die op hun ouders lijken.' 'Hamsters krijgen jongen,' zegt Lore trots. 'Een vlam steekt een tweede kaars aan,' zegt Bao, 'maar ze geeft geen bouwplan door.'

'Vijf: alles wat leeft, bestaat uit cellen,' schrijft Kiko. 'Piepkleine bouwsteentjes met een eigen bouwplan erin, het DNA.' Hij tekent een cel in het schetsboek. 'Pixel bestaat uit heel veel cellen. De vlam uit geen enkele.' 'Dus de vlam leeft niet,' zegt Lore, en ze zucht opgelucht. 'Eindelijk bewijs,' zegt Amira.

'Er is nog een kenmerk,' zegt Kiko, 'misschien wel het belangrijkste: levende wezens veranderen, generatie na generatie. Kleine verschillen worden doorgegeven, en wie het best past bij zijn omgeving, krijgt de meeste nakomelingen. Zo evolueren soorten.' 'Dus Pixel verandert straks in iets anders?' vraagt Tuur.

'Nee,' zegt Kiko. 'Niemand verandert zelf in iets anders. Maar de kinderen en kleinkinderen van Pixel kunnen een heel klein beetje anders zijn, en na duizenden generaties zijn al die kleine verschillen samen een nieuwe soort. Dat duurt in het echt duizenden tot miljoenen jaren.'

Dan draait Kiko de bladzijde om en schrijft er een boodschappenlijstje op. 'Alles wat op Aarde leeft, heeft deze vier dingen nodig. Zoek je leven op een andere wereld? Zoek dan eerst deze vier.'

'Eén: vloeibaar water,' leest Bao voor. Hij laat een klontje suiker in een glas water vallen, en de suiker lost op. 'Daarin lossen stoffen op en zwemmen ze rond, zodat ze elkaar tegenkomen en kunnen reageren,' zegt Kiko. 'In ijs zitten ze vast, in damp vliegen ze uit elkaar.'

'Waarom nu net water?' vraagt Tuur. 'Je eigen cellen bestaan voor het grootste deel uit water,' zegt Kiko. 'Daarom is de lijfspreuk van sterrenkundigen: volg het water.'

'Twee: energie, om te groeien en te bewegen,' leest Lore. 'Planten halen die uit zonlicht, wij uit ons eten, en sommige bacteriën uit chemische stoffen in de bodem.' Ze kijkt naar het kooitje. 'En Pixel uit zonnebloempitten.'

'Drie: bouwstenen,' leest Amira. 'Vooral koolstof, samen met waterstof, zuurstof, stikstof, fosfor en zwavel.' 'Die vind je gelukkig overal in het heelal,' zegt Kiko, 'zelfs in kometen.'

'Vier: tijd en een rustige plek,' zegt Kiko. 'Leven heeft heel lang nodig om te ontstaan en te evolueren. Een wereld die steeds befrist, kookt of kapotgestraald wordt, maakt het moeilijk. Een plek onder de grond, onder een ijskorst of onder een dikke laag lucht is veel veiliger.'

Kiko tekent een ster met een brede ring eromheen. 'Rond elke ster ligt een gordel waar een planeet niet te heet en niet te koud is voor vloeibaar water aan het oppervlak: de leefbare zone. Dichterbij kookt het water weg, verder weg befrist het. De Aarde ligt er middenin, Venus net te dichtbij en Mars aan de koude rand.'

'Net de startplek in een bordspel,' zegt Bao. 'Daar is de kans het grootst, maar je kan ook elders belanden.' In het kooitje begint het wielte te zoemen: Pixel heeft genoeg van de les. Kiko knikt. 'Onthoud dat goed. Want de spannendste verdachten liggen ver buiten de leefbare zone.'

1 IN VOLGORDE



Lore ruimt de serre op en maakt drie stapels: 'leeft nu', 'heeft ooit geleefd' en 'heeft nooit geleefd'. Sorteert deze zeven dingen in de juiste stapel.

een kiemende boon

een houten stoel

een zoutkristal

de vlam van een kaars

schimmel op een oude boterham

een stuk steenkool

een veer van een merel

Jouw volgorde:

2 INVULLEN



Bao noteert in het dossier: 'De gordel rond een ster waar een planeet niet te heet en niet te koud is voor vloeibaar water aan het oppervlak, heet de _____.'
Welk woord ontbreekt?



Wist je dat... er al meer dan 6 000 planeten bij andere sterren gevonden zijn?

Zo'n planeet heet een exoplaneet. Sommige liggen in de leefbare zone van hun ster, zoals drie van de zeven planeten rond de kleine ster TRAPPIST-1, die een team uit Luik ontdekte. Of er op een van al die exoplaneten leven is, weet nog niemand.

Wek de slapende gist

PROEFJE

45 minuten

Dit heb je nodig

- 4 lege plastic flesjes van 0,5 liter, met de etiketjes 1, 2, 3 en 4
- 4 ballonnen (rek ze eerst een paar keer uit)
- 4 theelepels droge bakkersgist
- 6 theelepels suiker
- een trechter en een maatbeker
- ijskoud water, lauw water (ongeveer 35 à 40 °C, zo warm als een warm bad) en heet water (ongeveer 60 °C)
- een meetlint of een touwtje en een meetlat
- een volwassene voor het hete water: die meet de temperatuur met een keukenthermometer, want heet kraanwater is vaak koeler dan je denkt (nooit kokend water)
- je logboek



Veiligheid

Heet water kan je huid verbranden: laat een volwassene de temperatuur meten en het water gieten, en gebruik nooit kokend water. Proef niet van het mengsel en giet het na afloop weg in de gootsteen. Houd ballonnen weg van kleine kinderen.

1

Doe in flesje 1, 2 en 3 elk 1 theelepel gist en 2 theelepels suiker. Doe in flesje 4 ook 1 theelepel gist, maar géén suiker. Gist is een piepkleine levende schimmel. In het zakje is hij gedroogd en slaapt hij, net zoals een beerdier in zijn tonnetje.

2

Giet met de trechter 100 milliliter water in elk flesje: ijskoud in flesje 1, lauw in flesje 2, heet in flesje 3 en lauw in flesje 4. Laat een volwassene het hete water gieten.

3

Schud elk flesje zachtjes rond en trek er meteen een ballon over de hals.

Wek de slapende gist (vervolg)

PROEFJE

4

Meet om de tien minuten met het meetlint hoe dik elke ballon is, rond het dikste deel. Noteer alles een halfuur lang in een tabel.

5

Gist die wakker wordt, eet suiker en maakt daarbij een gas: koolstofdioxide. Dat gas blaast de ballon op. Welke ballon wordt het dikst? Welke blijft slap?

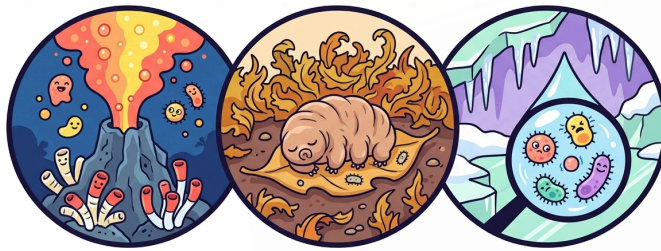
6

Kijk goed naar flesje 3. Wordt die ballon toch een beetje dik? Dan was het water niet heet genoeg, of het koelde snel af in het flesje. Noteer dat in je logboek en bedenk hoe je de proef eerlijker kan maken.

Wat vertelt flesje 4 (zonder suiker) over energie? Wat vertelt flesje 1 over kou en flesje 3 over hitte? En wat zegt dat over leven in een ijsskoude oceaan onder het ijs?

Vraag 2: kaarten van de taaiste wezens

Donderdag komt Lore binnen met haar ruilmap. Er zitten geen gewone kaartjes in. Ze heeft zelf kaarten getekend, met onderaan vier scores: HITTE, KOU, ZOUT, STRALING. 'Mijn nieuwe collectie,' zegt ze. 'Extremofielen. Wezens die het naar hun zin hebben waar alles doodgaat.'



Extremofiel betekent 'houdt van het extreme'. Het zijn vooral bacteriën en andere microben: leven dat zo klein is dat je een microscoop nodig hebt om het te zien. Ze tonen iets belangrijks. Leven is veel taaier dan we vroeger dachten, dus misschien overleeft het ook op plekken in de ruimte die wij onleefbaar vinden.

Kaart 1, zeldzaamheid legendarisch. Diep op de oceaanbodem, waar nooit zonlicht komt, sijpelt warm water uit spleten in de bodem. In 1977 ontdekten onderzoekers in een duikbootje dat daar hele dorpen leven: kokerwormen, krabben, mosselen. De basis zijn bacteriën die geen zonlicht gebruiken, maar energie halen uit chemische stoffen in het bronwater.

Twee jaar later vonden ze ook zwarte rokers: schoorstenen die zwart water van wel 350 °C uitspuwen. Sommige microben bij zulke bronnen groeien nog bij ongeveer 120 °C. Dat lukt omdat het water daar onder enorme druk staat en niet kookt. 'Hitte: 120,' zegt Lore. Bao fluit. 'Heter dan kokend water. Ongelooflijk sterk.'

Kaart 2: een bacterie die ongeveer duizend keer meer straling verdraagt dan een mens overleeft. Kaart 3: microben in meren die bijna tien keer zo zout zijn als de zee, zoals de Dode Zee, of in rivieren zo zuur als citroensap. Kaart 4: bacteriën in meren onder het ijs van Antarctica, en diep in het gesteente.

Dan legt Lore haar mooiste kaart op tafel: een mollig wezentje met acht stompe pootjes vol klauwtjes. 'Het beerdiertje,' zegt ze. 'Niet zeldzaam. Wel onverslaanbaar.' Beerdiertjes zijn ongeveer een halve millimeter groot, zo groot als een potloodpunt. Ze leven overal: in de zee, in plassen en in mos, misschien zelfs op het muurtje van je school.

Hun truc: droogt hun mosje uit, dan trekken ze hun pootjes in, verliezen bijna al hun water en rollen zich op tot een tonnetje. Hun lichaam valt bijna stil. Zo kunnen ze jaren wachten. Krijgen ze weer water, dan zwellen ze op en wandelen ze verder. 'Net een pauzeknop,' zegt Bao bewonderend.

In 2007 namen onderzoekers uitgedroogde beerdiertjes mee op een onbemande satelliet. Tien dagen lang zaten ze buiten in de ruimte: zonder lucht, in ijzige kou en harde straling. Terug op Aarde kregen ze water. Veel van hen kwamen weer tot leven, en sommige kregen daarna zelfs jongen.

Amira knikt langzaam. 'Oké, respect voor het tonnetje. Maar overleven is niet hetzelfde als leven. Daarboven groeiden ze niet en kregen ze geen jongen.' 'Klopt,' zegt Kiko. 'Taai zijn is niet genoeg: je hebt ook water en energie nodig. Dus de echte vraag is: waar ligt dat boodschappenlijstje in ons zonnestelsel?'

3

WAAR OF ONWAAR



Tuur schrijft op het glas van de serre: 'Zonder zonlicht kan nergens leven bestaan.' Waar of onwaar?



waar



onwaar



Wist je dat... er misschien beerdiertjes op de Maan liggen?

In 2019 stortte een Israëlish maanlandertje neer op de Maan. Aan boord zaten duizenden uitgedroogde beerdiertjes, als deel van een soort archief. Proeven met een kanon tonen dat ingevroren beerdiertjes een inslag tot ongeveer 3 000 kilometer per uur overleefden, ongeveer zo snel als een geweerkogel, maar niet veel sneller. Of de crash van de lander te zwaar was, weet niemand zeker. En zonder water worden ze daar nooit meer wakker.

4 OPEN VRAAG



Amira zegt: 'Beerdertjes overleefden tien dagen in de ruimte. Dat bewijst dus dat er leven op Mars kan zijn.' Klopt die redenering? Wat bewijst de proef wel, en wat niet?



Wist je dat... korstmossen al eens twee weken in de open ruimte zaten?

Een korstmos is een samenwerking tussen een schimmel en een piepklein plantachtig wezentje, een alg. In 2005 zaten twee soorten korstmos ongeveer vijftien dagen buiten op een satelliet. Terug op Aarde bleken ze dat bijna ongeschonden te hebben overleefd.

E1 OEFEN VERDER · WAAR OF ONWAAR



Sami zegt dat een interessante mogelijke leefomgeving meteen bewijst dat er leven is. Klopt dat?



waar



onwaar

Safari op het oude muurtje

BUITEN

30 minuten buiten, 1 nacht wachten en 20 minuten kijken

Dit heb je nodig

- een loep
- een papieren zakje of een potje
- een schoteltje of een potje met deksel
- regenwater, of kraanwater dat een dag heeft gestaan
- een pipet of een rietje
- als het kan: een microscoop of binoculair die 20 tot 40 keer vergroot (vraag ernaar op school)
- objectglaasjes en dekglasjes voor de microscoop (of een klein petrischaaltje of horlogeglas voor een binoculair)
- je logboek en kleurpotloden



Veiligheid

Zoek alleen op plekken waar het mag en veilig is, en klim niet op daken of muren. Trek geen korstmos los: het groeit maar een paar millimeter per jaar. Neem maar één klein plukje mos en was na afloop je handen. Glaasjes breken makkelijk: werk er voorzichtig mee.

1

Ga op safari rond je school of huis: oude muurtjes, daken, boomstammen, een houten bank, een oude stoeprand. Zoek korstmossen: platte vlekken in geel, oranje, grijs of groen die als een korst op steen of schors vastzitten. Tel hoeveel kleuren je vindt en teken er drie.

2

Bekijk ze met de loep. Zie je randjes, bekertjes of schubjes? Noteer waar je de meeste vindt: in de zon of in de schaduw, op steen of op hout?

3

Zoek nu een kussentje mos op een oud muurtje of een tegel. Pluk een plukje zo groot als je duim. Droog mos is perfect: daarin liggen beerdierpjes misschien als tonnetjes te slapen.

Safari op het oude muurtje (vervolg)

BUITEN

4

Leg het mos thuis of in de klas in het schoteltje, giet er water over tot het onder staat en laat het een nacht weken.

5

Knijp het mos uit boven het schoteltje en zuig wat water van de bodem op met de pipet. Leg een druppel op een objectglaasje, leg er een dekglasje op en kijk onder de microscoop. Met een binoculair mag de druppel gewoon in het schoteltje of in een petrischaaltje blijven. Zoek traag waggelende diertjes met acht stompe pootjes. Geduld: soms duurt het even, en niet in elk mosje zitten ze.

6

Maak van je mooiste vondst een ruilkaart zoals Lore: tekening bovenaan, scores onderaan (hitte, kou, droogte, straling) en één zin over zijn supertruc. Geen beerdiertje gevonden? Maak dan een kaart van je mooiste korstmos.

Je mos lag misschien weken droog op een muurtje, en toch werden er beestjes in wakker. Wat zegt dat over de kans dat leven op een andere wereld lange droge of koude tijden kan overleven?

Vraag 3: het verdachtenbord

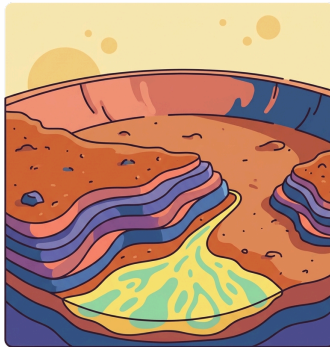
Vrijdag ziet de serre eruit als een politiekantoor. Amira heeft vier foto's op het glas geplakt en ze met rode wol verbonden. 'Verdachten,' zegt ze. 'Vier plekken in ons zonnestelsel waar het boodschappenlijstje misschien compleet is. Per verdachte wil ik bewijsstukken. Geen gissingen.'

Verdachte 1: Mars. Vandaag is Mars een koude woestijn. Het is er gemiddeld ongeveer min 60 graden, en de lucht is er zo dun dat vloeibaar water aan het oppervlak meteen bevriest of verdampt. Maar Mars heeft een verleden. Sondes vonden opgedroogde rivierbeddingen, delta's en meerbodems. Miljarden jaren geleden stroomde daar water.

Er zit nog veel ijs in de poolkappen en onder de grond. Sinds 2021 rijdt de rover Perseverance rond in de krater Jezero, een oud meer. Hij boort stukjes rots uit en bewaart ze in buisjes. In 2024 vond hij een rots met vreemde 'luipaardvlekjes'. Op Aarde maken microben soms zulke vlekjes, maar ze kunnen ook zonder leven ontstaan.

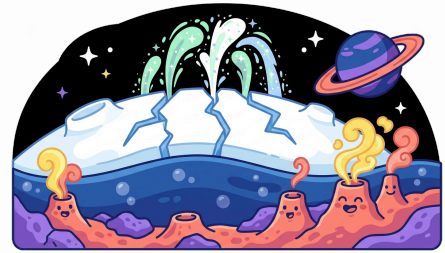
'Dus nog geen bewijs,' zegt Amira. 'Nog niet,' zegt Kiko. 'Daarvoor moeten die buisjes eerst naar een labo op Aarde, en dat is een missie op zich.' Ook België snuffelt mee. Het meetinstrument NOMAD, gebouwd onder leiding van het Koninklijk Belgisch Instituut voor Ruimte-Aeronomie in Ukkel, draait sinds 2016 rond Mars.

NOMAD meet welke gassen er in de dunne Marslucht zitten, zoals methaan. Op Aarde wordt veel methaan gemaakt door levende wezens, bijvoorbeeld door microben in de maag van een koe. Methaan kan ook zonder leven ontstaan, maar wie het vindt, wil weten waar het vandaan komt. En hier zit een raadsel: de rover Curiosity mat op de bodem van een krater soms pufjes methaan, maar NOMAD vond in de lucht veel minder dan verwacht. Waar zijn die pufjes dan gebleven? Niemand weet het.



Verdachten 2, 3 en 4: ijs, fonteinen en methaanregen

Amira tikt op de foto van Europa. 'Verdachte 2. Lore, jij verdedigt haar.' Lore staat al. 'Mijn verdachte heeft de grootste oceaan! Europa is een maan van Jupiter, iets kleiner dan onze Maan. Haar buitenkant is een ijskorst van vele kilometers dik. Daaronder ligt waarschijnlijk een oceaan van zout water, met misschien twee keer zoveel water als alle zeeën op Aarde samen.'



'Een oceaan onder ijs is koud,' zegt Amira.

'Bewijsstuk voor warmte?' 'Jupiters zwaartekracht kneedt de maan voortdurend,' zegt Lore, 'en dat kneden maakt warmte.' 'Zoals een paperclip die warm wordt als je hem vaak heen en weer buigt,' vult Tuur aan. Kiko geeft een hint: 'De sonde Europa Clipper vertrok in oktober 2024 en komt in 2030 bij Jupiter aan. Daarna scheert ze tientallen keren langs Europa om het ijs en de oceaan te onderzoeken. Ook de Europese sonde Juice zal twee keer langs Europa vliegen.'

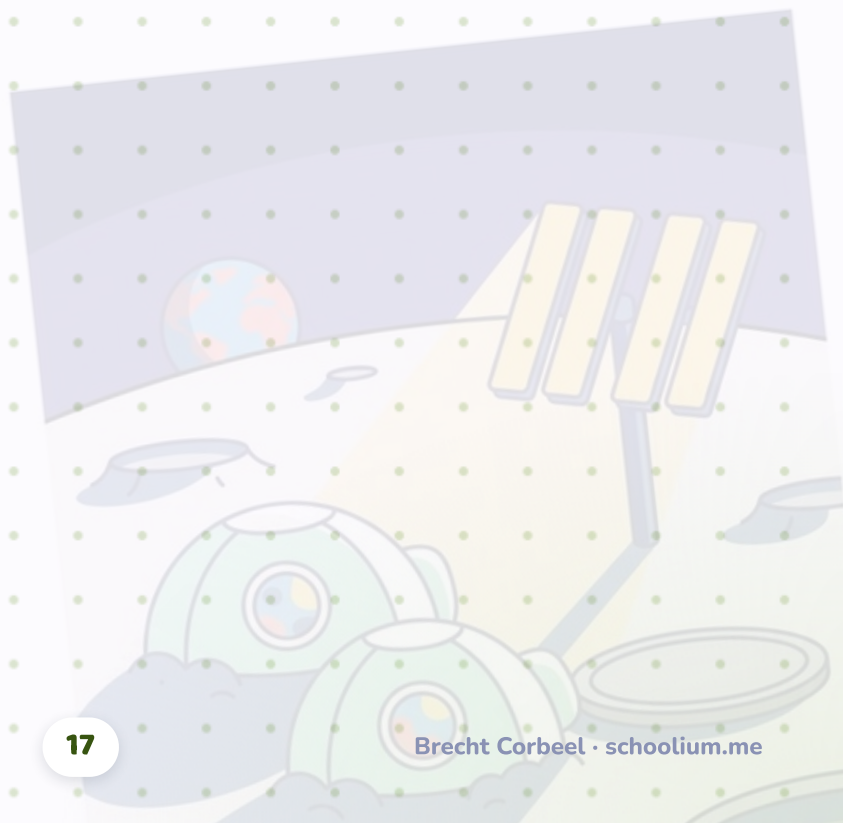
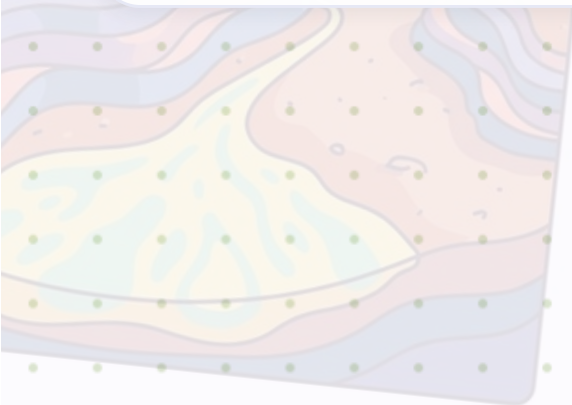
'Verdachte 3,' leest Amira. 'Bao, jouw beurt.' Bao springt op. 'Enceladus, een maantje van Saturnus van maar ongeveer 500 kilometer breed. Hij is zó klein, maar hij spuit gratis staaltjes de ruimte in!' 'Bewijsstuk?' 'In 2005 zag de sonde Cassini aan de zuidpool fonteinen van waterdamp en ijskorrels de ruimte in spuiten. Later vloog Cassini er dwars doorheen en proefde: water, zout, koolstofverbindingen, waterstofgas en zelfs fosfor.'

Kiko knikt langzaam. 'Bijna het hele boodschappenlijstje,' zegt hij, 'gratis de ruimte in geblazen.'

'Verdachte 4,' zegt Tuur, die niet kan wachten. 'Titan, de grootste maan van Saturnus, groter dan de planeet Mercurius. Hij heeft een dikke, oranje dampkring, en het regent er!' 'Water?' vraagt Amira argwanend. 'Nee. Bij ongeveer min 180 graden regent het methaan, dat rivieren, meren en zeeën vult. Diep onder de korst zit waarschijnlijk ook nog een oceaan van water.'

'Bewijsstuk,' eist Amira. 'In 2005 landde de Europese sonde Huygens op Titan,' zegt Kiko, 'tot vandaag de verste landing ooit. In 2028 vertrekt de drone Dragonfly, die er vanaf 2034 van plek naar plek moet vliegen.' Leeft er iets in die methaanmeren, dan gebruikt het misschien geen water. 'Dan klopt zelfs ons boodschappenlijstje niet,' zegt Lore. 'De zeldzaamste kaart ooit.'

Amira legt haar stift neer en kijkt naar het bord vol rode wol. 'Vier verdachten, vier bewijsstukken en nog altijd geen antwoord.' Op de klok in de serre is het bijna zeven uur. Kiko kijkt naar de radio. 'Misschien komt het antwoord vanavond zelf aankloppen.'



Het verdachtenbord van Amira

Verdachte	Water?	Energie?	Bewijsstuk	Wie gaat kijken?
Mars	ijs aan de polen en onder de grond; vroeger rivieren en meren	zonlicht, chemische stoffen in de rotsen	opgedroogde meren, 'luipaardvlekjes' in een rots, en een raadsel: Curiosity mat methaan, maar NOMAD vond het niet terug	Perseverance en andere rovers, NOMAD in een baan errond
Europa (maan van Jupiter)	zoute oceaan onder een dikke ijskorst	warmte door het kneden van Jupiter	barsten en roodbruine strepen in het ijs	Europa Clipper (aankomst in 2030) en Juice
Enceladus (maan van Saturnus)	oceaan onder het ijs die fonteinën spuit	warmte uit het binnenste, waterstofgas	water, zout, koolstofverbindingen en fosfor in de fonteinën	Cassini vloog erdoor; een nieuwe sonde moet nog gebouwd worden
Titan (maan van Saturnus)	meren van methaan aan het oppervlak, water diep binnenin	zonlicht, chemische stoffen in de dampkring	dikke dampkring vol koolstofverbindingen	Huygens landde er in 2005; Dragonfly vertrekt in 2028

5 VERBINDEN



Amira hangt bewijsstukken aan de rode wol. Verbind elke verdachte met het bewijsstuk dat erbij hoort.

1 Mars



2 Europa



3 Enceladus



4 Titan



A fontein van waterdamp aan de zuidpool, met zout en fosfor erin



B regen en meren van methaan bij ongeveer min 180 graden



C opgedroogde rivieren en een oud meer waar een rover rotsstalen uitboort



D een zoute oceaan onder het ijs, warm gekneet door de zwaartekracht van Jupiter



Mijn antwoord: _____

6 WAAR OF ONWAAR



Lore schrijft op een kaartje: 'Op Titan regent het, net zoals bij ons, water.' Waar of onwaar?



waar



onwaar

Jij beslist. ESA heeft geld voor één nieuwe zoektocht naar leven. Plan A: een rover naar Mars, dichtbij en goed bekend, maar het oppervlak is droog en vol straling. Plan B: een sonde die door de fontein van Enceladus vliegt en ze proeft, maar de reis duurt ongeveer zeven jaar. Plan C: een smeltrobot die door de ijskorst van Europa naar de oceaan zakt, maar zo iets heeft nog nooit iemand gebouwd. Welk plan kies jij? Gebruik het boodschappenlijstje en minstens één bewijsstuk uit de tabel.

Vraag 4: de luisteraars



Vrijdagavond, 19.00 uur. Tik. Tik. Tik. De radio is er weer, precies op tijd. 'Gisteren begon het ook om zeven uur,' zegt Bao. 'Aliens met een uurrooster,' zegt Amira. Tuur hoort het niet. Hij is al bezig zijn paraplu aan een lange bezemsteel te binden en die tegen de hoge paal van de wasdraad te zetten, om hem hoger te krijgen. 'Alles vanaf de grond,' zegt Kiko. 'Een dak is geen ladder.'

'Mensen luisteren al sinds 1960 naar de sterren,' zegt Kiko. 'Met schotels die veel groter zijn dan jouw paraplu, Tuur.' In 1960 richtte de Amerikaanse sterrenkundige Frank Drake een radiotelescoop van 26 meter op twee sterren in onze buurt. Dat is meer dan vijftientig keer zo breed als een paraplu. Hij luisterde een paar maanden. Hij hoorde niets bijzonders, maar met zijn proef begon SETI.

SETI is de Engelse afkorting voor 'zoektocht naar buitenaardse intelligentie'. Waarom luisteren naar radio? Radiogolven reizen met de snelheid van het licht, gaan door stofwolken heen en komen heel ver. Wij mensen zenden zelf al ruim honderd jaar radio de ruimte in. Een beschaving met radiotelescopen kan ons dus misschien horen, en wij hen.

Wat zoeken SETI-onderzoekers? Iets wat de natuur niet maakt. Sterren en gaswolken ruisen tegelijk op heel veel frequenties, zoals het gesis tussen twee zenders. Een zender die één piepsmalle frequentie gebruikt, of een signaal met een slim patroon, zoals de priemgetallen 2, 3, 5, 7 en 11, wijst eerder op techniek.

Maar het meeste werk is niet luisteren. Het is uitsluiten. Komt het signaal van een satelliet? Van een vliegtuig? Van een toestel in het gebouw zelf? Een signaal uit de ruimte draait mee met de sterren, en andere telescopen moeten het ook kunnen opvangen. Pas als alles van hier uitgesloten is, wordt het spannend.



Wist je dat... sterrenkundigen een signaal ooit 'Kleine Groene Mannetjes' noemden?

In 1967 vond de Britse studente Jocelyn Bell een radiosignaal dat elke 1,3 seconden piepte, zo stipt als een klok. Haar team noemde het voor de grap LGM-1, van 'Little Green Men'. Het bleek een pulsar: een ingestorte ster die razendsnel draait en als een vuurtoren radiogolven rondzweept.

De dader in de wei



Zaterdagavond, 18.55 uur. Deze keer is de crew voorbereid. Bao heeft een stappenplan: komt het getik van de radio zelf, van een toestel in huis of van iets buiten? Om 19.00 uur begint het. Tik. Tik. Ze trekken de stekker van oma's koelkast uit. Tik, tik. Ze zetten de wifi uit. Tik, tik.

Tuur loopt met de radio door de tuin, de paraplu laag langs zijn been. Bij de schuur wordt het getik zachter. Bij de wei wordt het luider. 'Stop!' roept Kiko. 'Blijf een armlengte van het lint en raak het nooit aan. Zeker niet met folie.' Tuur knikt en blijft op meer dan een meter afstand. Zelfs van daaruit is het getik zo luid dat Lore haar oren dichtknijpt. Achter het lint kijken twee pony's hen kauwend aan.

Het lint is een schrikdraad. Een kastje stuurt er elke seconde een korte stroomstoot door, zodat de pony's niet ontsnappen. Dat voelt als een gemene prik en kan pijn doen, dus raak een schrikdraad nooit aan. Raakt de draad ergens een paaltje of nat gras, dan springt er bij elke stoot een piepklein vonkje over. Elk vonkje geeft een radiotikje. En de buurvrouw zet de draad elke avond om zeven uur aan.

Het is even stil. Dan begint Bao te lachen. 'Ons buitenaardse signaal is een ponyhek.' Tuur laat zich in het gras vallen. 'Missie mislukt.' Kiko klopt hem op zijn schouder. 'Integendeel. Jullie deden net wat echte onderzoekers doen: een idee testen en het durven weggooien. En jullie zijn niet de eersten die erin traptten.'

In Australië vingen sterrenkundigen jarenlang korte, raadselachtige radioflitsen op met de grote schotel van Parkes. In 2015 vonden ze de dader: een microgolfoven in de keuken van de sterrenwacht. Telkens als iemand de deur opende voor het belletje ging, ontsnapte er een flits. 'Een hongerige collega,' zegt Kiko. 'Geen aliens.'

Amira schrijft één zin in het dossier, een uitspraak van de sterrenkundige Carl Sagan: buitengewone beweringen vragen buitengewoon sterk bewijs. Lore kijkt teleurgesteld naar de pony's. 'Dus er roept niemand.' 'Dat weten we niet,' zegt Kiko. 'Er bestaat één signaal dat nooit verklaard is. En er vliegt nog altijd een bericht dat wij verstuurd hebben.'



Wist je dat... een signaal uit 1977 nog altijd een raadsel is?

In augustus 1977 ving een radiotelescoop in de Verenigde Staten 72 seconden lang een sterk, piepsmal signaal op. Een sterrenkundige schreef er verbaasd 'Wow!' naast op de uitdraai. Het werd nooit meer teruggevonden, en niemand weet zeker waar het vandaan kwam.

8

MEERKEUZE



Waarom kijken SETI-onderzoekers eerst of een signaal van een toestel in of rond hun eigen gebouw komt, voor ze aan aliens denken?

- ☐ A Omdat aliens alleen via keukentoestellen kunnen zenden.
- ☐ B Omdat signalen van hier, zoals een microgolfoven of een schrikdraad, eruit kunnen zien als signalen van heel ver weg.
- ☐ C Omdat radiotelescopen alleen binnen werken.
- ☐ D Omdat het verboden is om aliens te melden.

9 OPEN VRAAG

Stel: volgende maand vangt de schotel van een echte sterrenwacht een signaal op dat piept na 2, 3, 5, 7 en 11 seconden. Welke drie dingen laat jij controleren voor je het nieuws aan de wereld vertelt? Leg bij elk uit waarom.

Groepschat Dossier Hallo, zaterdag, 22.03 uur

Tuur

Nieuwe namen voor de pony's: Alien 1 en Alien 2.

T

L

Lore

Ze heten Bonbon en Pruim. En ze kunnen er niets aan doen.

Bao

Statistiek van vandaag. Signalen: 1. Aliens: 0. Pony's: 2.

B

A

Amira

Ik wil alleen even zeggen dat ik vanaf het begin 'bewijs' zei.

Tuur

Ja, Amira. We weten het. Schrijf het in je logboek. Met een gouden ster.

T

A

Amira

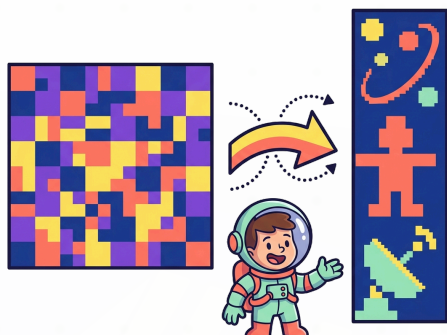
Heb ik al gedaan.

Kiko

(via Tuurs tablet) Stel dat er toch iemand luistert, heel ver weg. Hoe zeg je 'hallo' tegen iemand die geen enkele taal van ons kent? Morgen. Neem ruitjespapier mee.



Vraag 5: een bericht van 1 679 hokjes



Zondagmiddag. Kiko legt een vel ruitjespapier op de werkbank. 'Stel dat er wel iemand luistert. Welke taal spreek je dan? Engels? Nederlands? Neusbeers?' Tuur denkt na. 'Gebaren?' 'Over duizenden lichtjaren,' zegt Amira droog. 'Succes.'

In 1974 zaten Frank Drake, Carl Sagan en hun collega's met hetzelfde probleem. Op 16 november 1974 stuurden ze met de radiotelescoop van Arecibo in Puerto Rico een bericht de ruimte in. Die schotel was 305 meter

breed en lag in een natuurlijke kuil tussen de heuvels. Het bericht duurde minder dan drie minuten.

Het bestond uit 1 679 piepjes in twee tonen. Je kan ze lezen als enen en nullen, of als zwarte en witte hokjes. Maar in welke vorm leg je die hokjes? Daar zit de truc. $1\ 679 = 23 \times 73$. Dat zijn allebei priemgetallen: getallen die je alleen kan delen door 1 en door zichzelf.

Daardoor kan je 1 679 hokjes maar op twee manieren in een echte rechthoek leggen: 73 rijen van 23, of 23 rijen van 73. De ene manier geeft rommel. De andere geeft een tekening. Wie slim genoeg is om een radiotelescoop te bouwen, vindt die wel.

Van boven naar onder staan erin: de getallen 1 tot 10, de scheikundige elementen waaruit DNA bestaat, een dubbele spiraal van DNA, een mensfiguurtje met zijn lengte, het aantal mensen op Aarde in die tijd (ongeveer 4 miljard), ons zonnestelsel met de Aarde een beetje opgeschoven, en de telescoop zelf.

Het bericht vloog naar M13, een bol van honderdduizenden sterren op ongeveer 25 000 lichtjaar. De schotel is sinds december 2020 kapot: toen stortte het tonnen zware platform dat erboven hing naar beneden, en hij werd nooit hersteld. Het bericht vliegt gewoon verder. 'Als ze meteen antwoorden,' rekt Bao, 'wordt dat de traagste groepschat ooit.'

10 MEERKEUZE

Waarom koos men voor het Arecibo-bericht precies 1 679 hokjes?

- ☒ A Omdat 1 679 het geluksgetal van Frank Drake was.
- ☐ B Omdat $1\,679 = 23 \times 73$, twee priemgetallen, zodat er maar één zinnige rechthoek mogelijk is.
- ☐ C Omdat de schotel 1 679 meter breed was.
- ☐ D Omdat er in 1974 precies 1 679 sterrenkundigen waren.

11 REKENEN

Het Arecibo-bericht vertrok in 1974 naar M13, op ongeveer 25 000 lichtjaar. Een lichtjaar is de afstand die licht in één jaar aflegt. Stel dat iemand daar het bericht ontvangt en meteen antwoordt. Hoeveel jaar na het versturen komt het antwoord hier aan, en in welk jaar ongeveer?

Antwoord: _____

Stuur je eigen bericht naar de sterren

SCHRIJVEN

40 minuten

Dit heb je nodig

- ruitjespapier
- een potlood en een zwarte stift
- een meetlat
- een klasgenoot die je bericht probeert te kraken
- je logboek

- 1 Kraak eerst de geheime code van Kiko. Hij stuurde 35 cijfers:
01110011100010011111001000101010001.
- 2 $35 = 5 \times 7$, en 5 en 7 zijn priemgetallen. Teken een rooster van 5 hokjes breed en 7 hokjes hoog. Zet de cijfers erin van links naar rechts, rij per rij, en kleur elk hokje met een 1 zwart. Wat zie je?
- 3 Probeer het ook met een rooster van 7 breed en 5 hoog. Wat gebeurt er nu?
- 4 Ontwerp je eigen bericht in een rooster van 11 hokjes breed en 13 hoog. Dat zijn 143 hokjes, en 11 en 13 zijn allebei priemgetallen. Wat wil jij vertellen over de mensen, over jezelf of over de Aarde? Gebruik geen letters of woorden, alleen tekeningen, stippen en patronen.
- 5 Schrijf je bericht op als één lange rij enen en nullen, zonder spaties.
- 6 Geef de rij aan een klasgenoot, met als enige hint het getal 143. Kan die je bericht kraken?

Wat begreep je klasgenoot meteen, en wat helemaal niet? Wat zegt dat over hoe moeilijk het is om iets uit te leggen aan wezens die geen enkele taal of tekening met ons delen?

12 INVULLEN

● ● ○

Leg de geheime code van Kiko (35 cijfers) in een rooster van 5 hokjes breed en 7 hoog, zoals in de opdracht. Lore ziet het als eerste: 'Het is een _____!' Wat verschijnt er?

Vraag 6: hoeveel buren?

Zondagavond. De pony's staan in de wei, de schrikdraad tikt, en niemand let er nog op. Bao heeft een vraag die hem niet loslaat. 'De Melkweg heeft meer dan honderd miljard sterren. Er moet toch ergens iemand zijn? Dat is gewoon statistiek.'



In 1961 zat Frank Drake met dezelfde vraag. Voor een kleine vergadering van onderzoekers bedacht hij een vergelijking. De Drake-vergelijking geeft geen precies antwoord. Ze knipt één reuzenvraag in kleine stukjes, zoals een trechter: bovenaan gaan alle sterren erin, en bij elke stap valt er een deel af. Je ziet de trechter hieronder.

De eerste stappen kennen we steeds beter. Telescopen vonden al meer dan 6 000 exoplaneten, en wellicht heeft bijna elke ster planeten. Maar vanaf stap 4 tasten we in het duister. We kennen maar één planeet met leven: de onze. Daarom gaan de schattingen van 'we zijn alleen' tot 'miljoenen beschavingen'.

De laatste stap is de gemeenste. Wij zenden pas iets meer dan honderd jaar radio uit. Als een beschaving maar een paar honderd jaar zendt, moeten zij en wij toevallig tegelijk zenden. Zoals twee vrienden die elk maar vijf minuten per jaar buiten gaan spelen: grote kans dat ze elkaar nooit tegenkomen.

In 1950 vroeg de natuurkundige Enrico Fermi tijdens een middagmaal aan zijn collega's: 'Maar waar is iedereen dan?' Als er zoveel sterren zijn, waarom horen of zien we dan niemand? Die vraag heet nu de Fermi-paradox. Een paradox is iets wat niet lijkt te kloppen. Niemand heeft het antwoord al gevonden.

De trechter van Drake

- 1 Hoeveel sterren zijn er in de Melkweg? Minstens honderd miljard.
- 2 Welk deel van die sterren heeft planeten? Bijna allemaal, denken we nu.
- 3 Hoeveel van die planeten liggen in de leefbare zone, of hebben op een andere manier vloeibaar water, zoals onder een ijskorst?
- 4 Op welk deel daarvan ontstaat echt leven?
- 5 Bij welk deel daarvan wordt het leven slim genoeg om over de sterren na te denken?
- 6 Welk deel van die slimme wezens bouwt zenders, zodat wij hen kunnen horen?
- 7 Hoe lang blijft zo'n beschaving zenden: een paar honderd jaar, of miljoenen jaren?

13 REKENEN



Bao vult de trechter in met zijn eigen gokken. Hij begint met 100 miljard sterren. 1 op de 10 heeft een planeet in de leefbare zone. Op 1 op de 100 van die planeten ontstaat leven. Bij 1 op de 1 000 daarvan wordt het leven slim. En 1 op de 10 slimme beschavingen bouwt zenders. Hoeveel beschavingen met zenders heeft de Melkweg volgens Bao ooit gehad?

Antwoord: _____



Wist je dat... onze radio-uitzendingen pas ongeveer 100 lichtjaar ver geraakt zijn?

De eerste radio-uitzendingen zijn iets meer dan honderd jaar onderweg, en ze worden steeds zwakker. Ze vullen dus een bel die ongeveer honderd lichtjaar ver reikt. De Melkweg is ongeveer 100 000 lichtjaar breed. Was de Melkweg zo groot als je klas, dan was onze bel zo klein als een knikker.

Amira gebruikt dezelfde trechter als Bao, maar ze is veel strenger bij stap 4: volgens haar ontstaat er maar op 1 op de 1 miljoen planeten leven. Zij komt uit op 1 beschaving: wij. Wie heeft gelijk, Bao of Amira? En wat leer je hieruit over de Drake-vergelijking?

Dossier Hallo: gesloten?

Maandagavond plakt Tuur de zesde sticker op het whiteboard. Alle zes de vragen zijn opgelost. Alleen is er geen buitenaards wezen om te antwoorden. 'Dus we zijn alleen,' zegt Lore zacht. 'Dat weten we niet,' zegt Amira. 'Dat is iets anders.' Ze schrikt er zelf van dat ze het opneemt voor de aliens.

Kiko rolt een rode knikker over de werkbank. 'Er is nog een manier om te weten of er ooit leven op Mars was: er zelf naartoe gaan.' Bao rekent hardop. 'In 2050 zijn wij ongeveer vijfendertig.' 'Ongeveer de leeftijd van Raphaël Liégeois toen ESA hem koos als astronaut,' zegt Kiko.

Tuur veegt het whiteboard schoon en schrijft er in grote letters op: OPERATIE RODE STIP. Daaronder tekent hij vijf vakjes: Tussenstop Maan. De reis. Wie betaalt? Netjes achterlaten. De crew. 'Een stickerboek met vijf bladzijden,' zegt Bao. 'En op het einde de laatste, zwaarste proef.' Kiko grijnst. 'Een heel zware.'



MISSIE

Operatie Rode Stip

Het plan: tegen het jaar 2050 een bemanning naar Mars sturen, en ze weer veilig thuisbrengen. Daarvoor moet de crew vijf etappes afleggen: een tussenstop op de Maan, de reis zelf, het geld en de regels, het opruimen, en de ploeg die alles doet. Bij elke etappe beslis jij mee. Op het einde wacht de laatste, zwaarste proef: het grote ruimtedebat. Teken de vijf vakjes in je logboek en kleur er een in telkens als je een etappe hebt afgelegd.

Etappe 1: eerst een tussenstop op de Maan

Dinsdag. Amira heeft haar huiswerk gedaan.

'Niemand vliegt in één keer naar Mars,' zegt ze.

'Eerst gaan ze terug naar de Maan. Dat programma heet Artemis, naar de tweelingzus van Apollo in de Griekse verhalen.'



In april 2026 vlogen vier astronauten met het ruimteschip Orion rond de Maan en terug: de eerste mensen bij de Maan sinds 1972. Onder hen zaten de eerste vrouw en de eerste Canadees die ooit naar de Maan vlogen. Ze kwamen verder van de Aarde dan eender wie voor hen. Een landing moet volgen, ten vroegste in 2028.

Europa doet mee: het achterste deel van Orion, met de motor, de zonnepanelen en de voorraad lucht en water, wordt in Europa gebouwd voor ESA. Zonder dat stuk geraakt Orion niet bij de Maan.

Waar wil men een basis bouwen? Bij de zuidpool van de Maan. Daar liggen kraters waarin de Zon nooit schijnt. Het is er kouder dan min 200 graden, en in die eeuwige schaduw ligt waterijs. Water is goud waard. Je kan het drinken, je kan er zuurstof uit halen om te ademen, en van waterstof en zuurstof maak je raketbrandstof.

Wonen op de Maan blijft lastig. Een dag en een nacht duren er samen ongeveer een maand: twee weken zon, twee weken duisternis. Er is geen lucht, dus geen bescherming tegen straling en kleine meteorieten. En maanstof is scherp als glasgruis en kleeft aan alles. Daarom testen onderzoekers of een 3D-printer muren kan bouwen uit maanstof zelf.

'Een tankstation,' zegt Tuur. 'De Maan wordt een tankstation op weg naar Mars.'

'Misschien,' zegt Kiko. 'Maar zelfs als Mars het dichtst bij staat, is het meer dan honderd keer zo ver als de Maan. En daar wacht het echte probleem: de reis.'

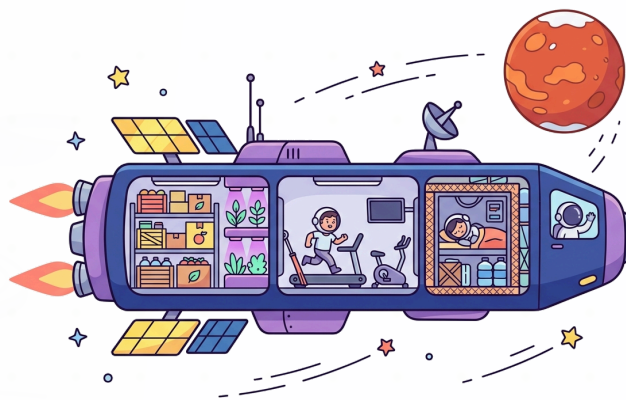
Terwijl ze opruimen, vindt Tuur onder de radio een briefje in Kikos potloodschrift:

'Woensdag. Neem touw mee. En een mandarijn. Bao weet waarom.'

Waarom wil men de eerste maanbasis bij de zuidpool van de Maan bouwen?

- ☐ A Omdat het daar altijd warm en zonnig is.
- ☐ B Omdat er in kraters met eeuwige schaduw waterijs ligt.
- ☐ C Omdat de Maan daar een dampkring heeft.
- ☐ D Omdat je daar de Aarde nooit ziet, zodat astronauten beter slapen.

Etappe 2: de Marsrace



Woensdag liggen er in het gras twee cirkels van touw, de ene binnen de andere, met een mandarijn in het midden: de Zon. Bao heeft een spel bedacht. Lore is de Aarde en wandelt over de binnenste cirkel. Amira is Mars en wandelt trager over de buitenste. Tuur is de raket.

'De Aarde gaat sneller rond dan Mars,' zegt Bao. 'Daardoor verandert de afstand de hele tijd. Soms zijn we ongeveer 56 miljoen kilometer van elkaar, soms ongeveer 400 miljoen. Dan staat Mars aan de andere kant van de Zon.' Lore loopt Amira voorbij. Even later staan ze aan weerskanten van de mandarijn.

Een raket vliegt niet in een rechte lijn naar Mars. Ze vliegt in een boog rond de Zon en mikt op de plek waar Mars zal zijn als ze aankomt, zoals een voetballer die de bal speelt in de loop van een ploegmaat. Met zo weinig mogelijk brandstof lukt dat alleen als de planeten goed staan.

Zo'n kans heet een lanceervenster. Voor Mars gaat het ongeveer om de 26 maanden open, en de reis duurt dan ongeveer zeven maanden. Mis je het venster, dan moet je wachten op het volgende. Of je moet veel, veel meer brandstof meenemen. En Tuur heeft maar één tank.



Jij beslist: nu vertrekken of wachten?

Het lanceervenster is net dicht. Mars staat niet meer op de plek waar de zuinige route hem verwacht, en straks staat hij zelfs aan de andere kant van de Zon. Tuur wil niet wachten: 'Nu vertrekken! Gewoon harder gas geven!' Bao wil wachten op het volgende venster, over ongeveer 26 maanden. De raket heeft één volle tank, net genoeg voor de zuinige route. Plan A: nu vertrekken. Plan B: wachten. Wat kies jij? Schrijf je keuze op voor je verder leest.

Etappe 2, deel 2: Tuur krijgt zijn zin



Tuur krijgt zijn zin. Hij rent naar waar Mars nu staat, maar Mars is al verder gewandeld. Om hem toch te onderscheppen moet Tuur harder en langer stoken. Halfweg roept Bao: 'Tank leeg!' Tuur blijft staan tussen de twee cirkels. 'Je zweeft nu voor altijd rond de Zon,' zegt Amira. 'En hier bestaat geen terug naar start.'

'Echte Marsmissies wachten dus altijd op een venster,' zegt Kiko. 'En wie op Mars aankomt, moet daar ruim een jaar wachten tot de planeten weer goed staan voor de terugreis. Een reis heen en terug duurt zo al gauw bijna drie jaar.' 'Drie jaar zonder mijn bed,' zegt Lore. 'En zonder Pixel.' Kiko haalt een hoed vol kaartjes tevoorschijn. 'Nu de reis zelf. Iedereen trekt een probleem.'

Lore trekt GEWICHTLOOSHEID. Ze moet een hele minuut, dat telt als de zeven maanden onderweg, op haar rug in het gras liggen en niets dragen. Daarna moet ze meteen een volle emmer naar de mandarijn sjouwen, en haar armen en benen wiebelen. 'In gewichtloosheid worden je spieren en botten zwakker, omdat ze niets meer hoeven te dragen,' zegt Kiko. 'Astronauten in het ISS sporten daarom elke dag ongeveer twee uur. Toch worden hun botten dunner. En wie na zeven maanden zweven op Mars landt, moet daar meteen kunnen werken.'

Amira trekt STRALING. 'Op Aarde beschermen de lucht en het magnetisch veld ons tegen deeltjes van de Zon en uit het heelal,' zegt Kiko. 'Onderweg naar Mars is er niets.' Bao roept 'Uitbarsting op de Zon!' en Amira bouwt van drie stoelen en een deken een schuilhoek, met emmers water eromheen. 'Zo doen echte Marsschepen het ook,' zegt Kiko. 'Een kamertje omringd door watertanks. Water houdt veel straling tegen.'

Bao trekt WATER EN ETEN. Hij giet water van de ene emmer in de andere, door een doek, en mag geen druppel morsen. 'Er komt geen bevoorrading,' zegt Kiko. 'Op het ISS wordt nu al ongeveer 98 procent van het water hergebruikt, ook het zweet en de plas van de astronauten.' Bao trekt een vies gezicht. 'Voor Mars moet je daarnaast groenten kweken en alles zelf herstellen wat kapotgaat.'

Tuur, nog altijd stuurloos tussen de cirkels, roept om hulp. Kiko tikt op zijn stopwatch. 'Hulp van de Aarde komt traag. Een radiosignaal doet er 3 tot 22 minuten over om van de Aarde naar Mars te reizen, afhankelijk van waar de planeten staan. Stel je een vraag, dan wacht je soms drie kwartier op antwoord.' 'De langste wachttijd ooit,' zegt Bao.

'En landen?' vraagt Tuur. 'Ik wil nog landen.' 'De Marslucht is te dun om met alleen parachutes genoeg af te remmen,' zegt Kiko, 'maar dik genoeg om je hitteschild te laten gloeien. De landing duurt ongeveer zeven minuten, en de computer doet ze helemaal zelf.' Ingenieurs noemen ze 'de zeven minuten van angst'.

Een reis naar Mars in getallen

56 tot 400 miljoen km

afstand tussen de Aarde en Mars, van het dichtst tot het verst

ongeveer 26 maanden

tijd tussen twee lanceerventers naar Mars

ongeveer 7 maanden

reistijd naar Mars, enkele reis

3 tot 22 minuten

tijd die een radiosignaal nodig heeft van de Aarde naar Mars

38 %

zwaartekracht op Mars, vergeleken met die op Aarde

ongeveer -60 °C

gemiddelde temperatuur op Mars



Wist je dat... een dag op Mars bijna 40 minuten langer duurt dan bij ons?

Een Marsdag heet een sol en duurt ongeveer 24 uur en 40 minuten. In de eerste maanden van een rovermissie leven de teams op Aarde soms op Marstijd: elke dag beginnen ze ongeveer 40 minuten later. Na een paar weken werken ze midden in de nacht.

16 REKENEN

Bao weegt 40 kilogram. Op Mars is de zwaartekracht 38 procent van die op Aarde. Zijn massa blijft 40 kilogram, want hij bestaat nog uit evenveel stof. Maar hoeveel wijst een weegschaal die op Aarde is ingesteld, op Mars ongeveer aan?

Antwoord: _____

17 IN VOLGORDE

Zet de stappen van een Marsmissie in de juiste volgorde, van de eerste tot de laatste.

ruim een jaar onderzoek doen op Mars

wachten tot het lanceervenster opengaat

de zeven minuten van angst: landen op Mars

ongeveer zeven maanden onderweg naar Mars

E. lanceren vanaf de Aarde

F. terugvliegen als de planeten weer goed staan

Jouw volgorde:

18 OPEN VRAAG

Op het Marsschip is nog plaats voor één extra ding: een tweede watertank, een kleine 3D-printer voor reserveonderdelen, of een extra fitnessstoestel. Welk kies jij? Gebruik in je antwoord minstens twee problemen van de reis.

Het lanceervenster op de speelplaats

SPEL

30 minuten

Dit heb je nodig

- stoepkrijt of twee lange touwen
- een bal of een knuffel als Zon
- drie spelers: Aarde, Mars en Raket
- een spelleider met een stopwatch
- je logboek



Veiligheid

Speel op de speelplaats of in een tuin, weg van de straat, en kijk uit dat je niet tegen elkaar botst.

1

Teken op de speelplaats twee cirkels rond de Zon: een binnenste van ongeveer 3 meter breed voor de Aarde en een buitenste van ongeveer 4,5 meter breed voor Mars.

2

Speler Aarde wandelt in een vast tempo over de binnenste cirkel. Speler Mars wandelt in dezelfde richting over de buitenste, maar veel trager: de Aarde doet ongeveer twee rondjes terwijl Mars er één doet.

3

Speler Raket loopt mee naast de Aarde. Op een zelfgekozen moment roept hij 'lancering!' en loopt hij in tien tellen in een boog naar de overkant van de Zon, tot op de Mars-cirkel. Rechtdoor of sneller lopen mag niet: zo zuinig vliegt een echte raket.

Het lanceervenster op de speelplaats (vervolg)

SPEL

4

Staat Mars op die plek als de raket aankomt? Dan is de landing gelukt. Zo niet, dan zweeft de raket verloren rond de Zon.

5

Probeer verschillende vertrekmomenten. Waar moet Mars staan, vergeleken met de Aarde, als de raket vertrekt? Teken de geslaagde lancering in je logboek.

6

Extra uitdaging: na de landing moet de raket ook terug naar de Aarde, weer in tien tellen. Hoe lang moet hij op Mars wachten voor de Aarde goed staat?

Waarom stond Mars bij een geslaagde lancering een eind vóór de Aarde, en niet er recht naast? Wat leert het spel je over echte lanceervensters, die maar ongeveer om de 26 maanden opengaan?

Groepschat Operatie Rode Stip, woensdag, 21.14 uur

Lore

Vraagje. Wie betaalt dit allemaal eigenlijk?

L

B

Bao

Een Marsmissie kost miljarden. Mijn spaarpot heeft 23 euro en een knoop.

Tuur

Sponsors! Een raket met reclame op de zijkant. Ik zie het al voor me.

T

A

Amira

Of toeristen. Mijn nonkel zegt dat rijke mensen nu al betalen voor een ritje naar de ruimte.

Lore

En ik las dat er asteroïden vol metaal rondvliegen. Gratis buit.

L

A

Amira

Niets is gratis. Van wie is die buit? Wie heeft dat beslist?



Kiko

Morgen, etappe 3. Neem allemaal een muntstuk mee.

Etappe 3: toeristen en mijnwerkers



Donderdag ligt er een rijtje muntstukken op de werkbank. 'Ruimtevaart kost veel geld,' zegt Kiko. 'Maar ze kan ook geld opbrengen. Daar zijn mensen al jaren mee bezig.'

In 2001 betaalde de Amerikaanse zakenman Dennis Tito ongeveer 20 miljoen dollar om ongeveer een week in het ISS te verblijven. Hij was de eerste ruimtetoerist. Intussen bieden bedrijven korte sprongen aan: een raket of ruimtevliegtuig gaat tot ongeveer 100 kilometer

hoog en valt dan terug. Je zweeft een paar minuten en ziet de ronding van de Aarde.

Rond 100 kilometer hoogte ligt de grens die men vaak het begin van de ruimte noemt: de Kármánlijn. Dat is ongeveer zo ver als van Antwerpen naar Luik, maar dan recht omhoog. Een ticket blijft voorlopig peperduur. 'Twintig miljoen dollar,' zegt Bao. 'Als ik dollar en euro even veel laat tellen, is dat ongeveer 870 000 keer mijn spaarpot.'

Dan het mijnwerk. Sommige asteroïden bevatten veel metaal, zoals ijzer en nikkel. Andere bevatten ijs. Kan je dat ijs ter plekke gebruiken als drinkwater en brandstof, dan hoef je het niet duur van de Aarde mee te sleuren. Voorlopig is ruimtemijnbouw nog vooral een plan.

Proeven zijn er wel al. Een Japanse en een Amerikaanse sonde brachten in 2020 en 2023 stukjes van twee asteroïden mee naar de Aarde: samen ruim 125 gram, ongeveer een half pakje boter. En de sonde Psyche is onderweg naar een asteroïde die misschien grotendeels uit metaal bestaat. Ze komt er in 2029 aan.

Maar van wie is die ruimtebuit? In 1967 spraken de landen van de wereld in het Ruimteverdrag af dat geen enkel land de Maan of een planeet mag inpikken. De ruimte moet vreedzaam gebruikt worden, in het belang van alle landen. Ook België ondertekende dat verdrag.

Mag een bedrijf dan wel ijs of metaal ophalen en verkopen? Daarover zijn landen het niet eens. Ons buurland Luxemburg maakte in 2017 als eerste land in Europa een wet die zegt: ja, dat mag.

Amira kijkt naar haar muntstuk. 'Dus wie het eerst is, mag alles hebben? Net een wedstrijd waarbij de snelste alles pikt.' 'Precies daarover gaat de ruzie,' zegt Kiko. 'Hou dat vast voor de laatste proef.'

Als ze naar huis gaan, blijft Kiko bij het raam staan en kijkt naar de eerste sterren. 'Morgenavond kijken we omhoog,' mompelt hij. 'Er vliegt daar iets rond dat niemand meer wil. En het wordt elke dag meer.'

19 MEERKEUZE



Een ruimtetoerist op een korte sprong tot 100 kilometer hoogte zweeft maar een paar minuten. Waarom?

- ☒ A Omdat de zwaartekracht boven 100 kilometer ophoudt.
- ☐ B Omdat de raket niet snel genoeg opzij gaat om in een baan rond de Aarde te blijven, en dus meteen terugvalt.
- ☐ C Omdat toeristen zich vastgespen.
- ☐ D Omdat de zuurstof na vijf minuten op is.

20 WAAR OF ONWAAR



Tuur zegt: 'Wie als eerste een vlag plant op een stuk van de Maan, mag dat stuk volgens het Ruimteverdrag van 1967 inpikken voor zijn land.' Waar of onwaar?



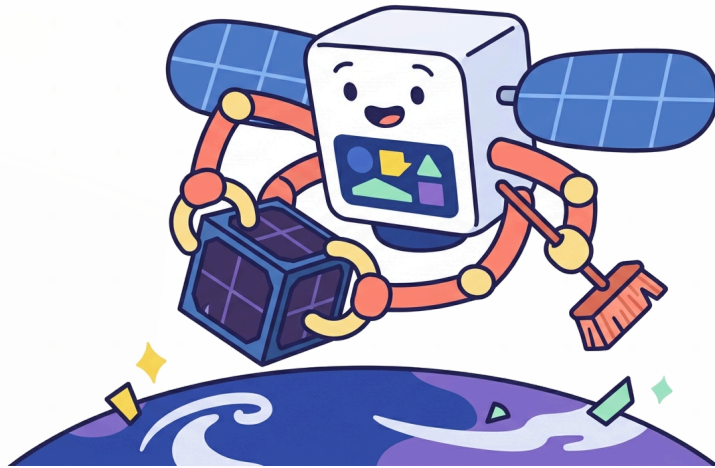
waar



onwaar

Etappe 4: netjes achterlaten

Vrijdagavond liggen ze op een deken in het gras naast de wei. Bao heeft op zijn tablet opgezocht wanneer het ruimtestation ISS overvliegt. 'Over twee minuten,' zegt hij. Ze wachten, en dan glijdt een stil lichtpuntje over de hemel, zonder te knipperen. 'Een ster die beweegt!' roept Lore. 'Het ISS,' zegt Bao.



'En dat zwakke puntje daar?' vraagt Tuur. 'Een satelliet,' zegt Kiko. 'Of een dode. Of een lege rakettrap. Van hieruit zie je het verschil niet.' Ze maken er een spel van: wie telt de meeste bewegende lichtjes? Na een kwartier staat de teller op zes. 'Zes,' zegt Kiko. 'En dan zie je de meeste niet eens.'

Rond de Aarde vliegen volgens ESA meer dan 50 000 voorwerpen groter dan 10 centimeter, en meer dan 1,2 miljoen groter dan 1 centimeter. Het grootste deel is ruimteafval: dode satellieten, lege rakettrappen, schroefjes en verfschilfers. Ze razen met ongeveer 28 000 kilometer per uur. Bij die snelheid kan een stukje van een centimeter een satelliet uitschakelen.

Botsen twee voorwerpen, dan spatten ze uiteen in duizenden scherven, en elke scherf kan weer iets raken. Daarom moet elke nieuwe satelliet een plan hebben voor zijn einde. Hij daalt dan zelf tot hij opbrandt in de lucht, of hij wijkt uit naar een kerkhofbaan, hoog boven de andere satellieten.

Opruimen kan ook. ESA laat een opruimsatelliet met vier grijpparmen bouwen: ClearSpace-1. Hij moet rond 2029 vertrekken en een oude satelliet van 95 kilogram vastpakken: PROBA-1, gebouwd door een bedrijf uit Kruibeke en gelanceerd in 2001. Daarna duiken ze samen de dampkring in en verbranden ze.

Netjes achterlaten geldt niet alleen rond de Aarde. Op de Maan staan nog altijd de onderste helften van de maanlanders van Apollo, met vlaggen, karretjes en camera's. Wie daar ooit een basis bouwt, moet die plekken beschermen als een museum, en zijn eigen afval hergebruiken of mee terugnemen.

En dan is er planetaire bescherming: we mogen geen Aardse bacteriën meeslepen naar plekken waar misschien leven is. Anders weten we nooit of we buitenaards leven vonden of onze eigen verstekelingen. Daarom bouwen ingenieurs sondes in superpropere ruimtes, in pakken van kop tot teen, en maken ze alle onderdelen grondig schoon.

Soms gaan ze nog verder. In 2003 lieten ze de sonde Galileo, met bijna lege tanks, met opzet in Jupiter duiken. In 2017 deed Cassini hetzelfde in Saturnus. Zo konden ze nooit per ongeluk neerstorten op Europa, Enceladus of Titan. Lore wordt er stil van. 'Ze lieten hun sonde opbranden om onze verdachten te beschermen.'

Boven hen schuift lichtje zeven voorbij. Kiko rolt op zijn rug. 'Morgen een vraag voor jou, Tuur. Als jij een raket tekent met vier raampjes: hoeveel mensen heb je dan echt nodig om die te laten vliegen?' 'Vier,' zegt Tuur, zonder na te denken. Kiko zegt niets. Hij glimlacht alleen.



Wist je dat... er op de Maan 96 zakken met plas en kaka liggen?

De Apollo-astronauten lieten hun afvalzakken met plas, kaka en braaksel achter, om gewicht te sparen voor maanstenen. Sommige onderzoekers willen ze ooit ophalen: als er na zoveel jaren nog bacteriën in leven zijn, vertelt dat veel over hoe taai leven is.

21 INVULLEN



Ingenieurs bouwen sondes in superpropere ruimtes, zodat ze geen Aardse _____ meeslepen naar plekken waar misschien leven is. Dat heet planetaire bescherming. Welk woord ontbreekt?

Etappe 5: wie gaat er mee?

Zaterdag tekent Tuur een raket op het whiteboard, met vier raampjes. 'Vier plekken. Wij viëren. Klaar.' 'En wie bouwt de raket?' vraagt Amira. 'Wie kweekt de sla? Wie stuurt alles vanop de Aarde? Wie schrijft de regels voor de ruimtebuit?' Tuur kijkt naar zijn vier raampjes. Ze lijken plots erg klein.

'Voor elke astronaut werken er duizenden mensen op de grond,' zegt Kiko. Amira zoekt het op haar tablet. 'Toen ESA in 2021 nieuwe astronauten zocht, schreven meer dan 22 500 mensen zich in. Na een selectie van ongeveer anderhalf jaar werden er 17 gekozen, onder wie een parastronaut met een beenprothese.' 'Hij moet tonen dat ook mensen met een handicap in de ruimte kunnen werken,' vult Kiko aan.

'Een van de vijf nieuwe vaste astronauten is een Belg,' leest Amira verder. 'Raphaël Liégeois, ingenieur en hersenonderzoeker. Hij wordt de derde Belg in de ruimte, na Dirk Frimout en Frank De Winne. Zijn vlucht naar het ISS staat gepland voor 2027.' 'Is hij al vertrokken?' vraagt Lore. 'Dat mag jij uitzoeken, crewlid vijf,' zegt Bao. 'En ook wat hij daarboven onderzoekt.'

Over het hek buigt de buurvrouw zich, met een emmer pony-brokjes. Kiko verstijft: weer een knuffel. 'Praten jullie over de ruimtevaart? Mijn broer werkt in Redu, bij het grondstation van ESA.' Ze zwaait en loopt met haar emmer verder.

'Ruimtevaart is ook in België een groot team,' fluistert Kiko, zodra ze weg is. 'ESA heeft een grondstation in Redu, bedrijven in Vlaanderen en Wallonië bouwen onderdelen voor raketten en satellieten, en in Ukkel houden onderzoekers het ruimteweer en de Marslucht in de gaten.' 'Dus je hoeft niet zelf in de raket te zitten,' zegt Lore. 'Nee,' zegt Kiko. 'Maar zonder jou vertrekt hij niet.'

Tuur schrijft onder zijn vier raampjes met kleine letters: en nog duizend anderen. Kiko knikt naar de vijf vakjes op het whiteboard. 'Kleur het laatste in. Morgen wacht de laatste, zwaarste proef: iemand overtuigen die het niet met je eens is.'



Wie werkt er mee aan Operatie Rode Stip?

Beroep	Wat doe je?	Wat studeer je ervoor?
raketingenieur	ontwerpt motoren, tanks en hitteschilden	ingenieur (wiskunde, fysica, techniek)
programmeur	schrijft de software die het schip bestuurt en het zelf laat landen	informatica
vluchtleider	volgt de missie dag en nacht vanop de grond en beslist bij problemen	ingenieur of wetenschapper, plus jaren training
ruimtearts	bewaakt de gezondheid van de crew, voor, tijdens en na de reis	geneeskunde
ruimtebioloog	kweekt planten aan boord en zoekt naar sporen van leven	biologie of bio-ingenieur
planetengeoloog	onderzoekt rotsen, ijs en stof van andere werelden	geologie of fysica
ruimteweervoorspeller	waarschuwt de crew als er een uitbarsting op de Zon aankomt	fysica of sterrenkunde
jurist ruimterecht	schrijft en controleert de regels: wie mag wat in de ruimte?	rechten
astronaut	voert proeven uit, herstelt het schip en werkt op Mars	meestal ingenieur, wetenschapper, arts of piloot, plus jaren training

22 VERBINDEN

● ○ ○

Wie lost het op? Verbind elk probleem van Operatie Rode Stip met het beroep dat het oplost.

1 De botten van de crew worden dunner in gewichtloosheid. ●

● **A** programmeur

2 Er komt een uitbarsting op de Zon aan. ●

● **B** jurist ruimterecht

3 Het schip moet zelf landen, want antwoord van de Aarde duurt te lang. ●

● **C** ruimtearts

4 Twee landen maken ruzie over ijs op de Maan. ●

● **D** ruimtebioloog

5 Er moet sla groeien aan boord. ●

● **E** E. ruimteweervoorspeller

Mijn antwoord: _____

Zondag: de zwaarste proef

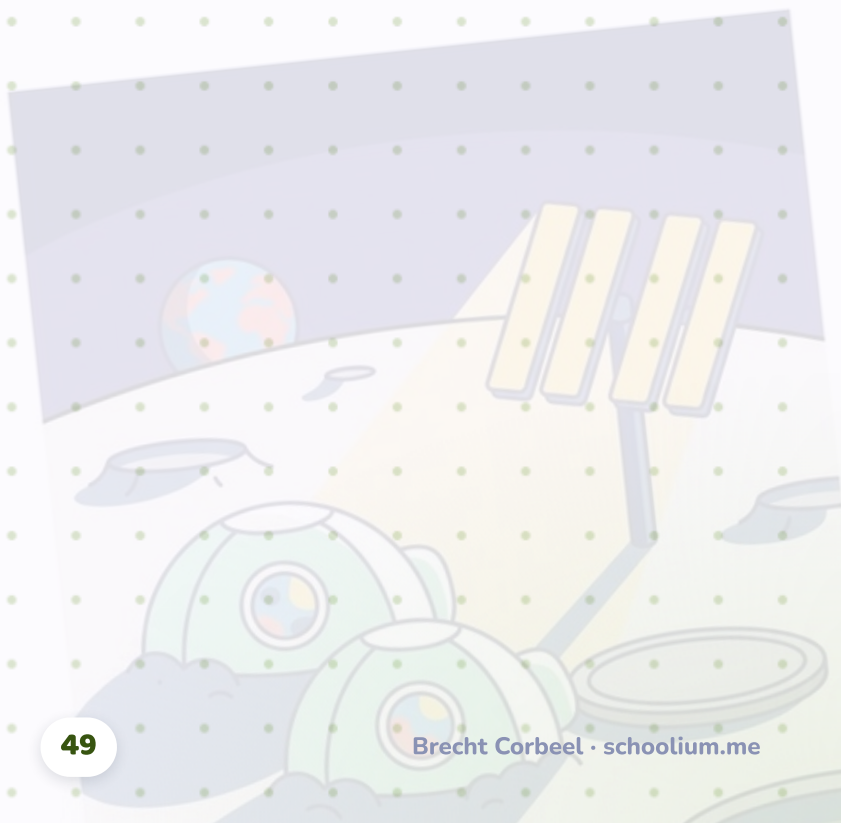
Zondagnamiddag. Oma Rosa heeft wafels gebakken en mag jury zijn. Kiko zit muisstil op de vensterbank: zolang er een volwassene kijkt, is hij gewoon een knuffel. Op het glas van de serre staan nog de zes vragen van Dossier Hallo, met daarnaast de vijf etappes van Operatie Rode Stip. Alle vakjes zijn gekleurd.



De laatste proef is een stelling: 'Wie als eerste ijs vindt op de Maan, mag het houden en verkopen.' Ze gooien een muntstuk op. Tuur en Amira moeten voor zijn, Lore en Bao tegen. Amira kreunt: ze moet pleiten voor iets wat ze zelf niet vindt. Twintig minuten later heeft oma Rosa een volgeschreven servet en een moeilijke keuze.

Ze geeft de laatste wafel aan Amira. 'Jij zei dat wie veel geld in een maanmijn steekt, ook iets moet kunnen terugverdienen, maar dat er afspraken nodig zijn zodat er ijs overblijft voor wie later komt. Je verdedigde de andere kant, en toch dacht je aan iedereen.' Amira kijkt verrast. 'Ik geloofde mezelf bijna.'

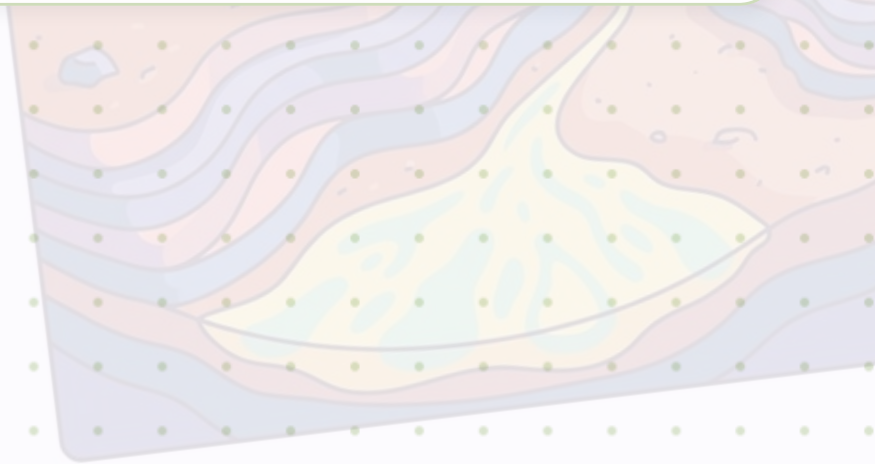
Om zeven uur lopen ze naar de wei. De pony's draven naar het hek. Tik. Tik. Tik. Tuur houdt zijn radio omhoog en grijnst. 'Hallo, buurvrouw.' Boven de schuur staat weer de orangerode stip.



'Misschien leven er diep onder de grond van Mars bacteriën,' zegt Lore. 'Of lagen ze er vroeger.' 'Misschien zoekt een van ons het ooit uit,' zegt Bao. 'Op Marstijd. Met vertraging.'

Kiko klimt op Tuurs schouder, nu oma binnen is. 'Over een jaar of vijftientig staat er misschien een van jullie op Mars,' fluistert hij. 'Die kijkt dan omhoog naar een blauw stipje aan de hemel en vraagt zich af: zou daar leven zijn?' Hij grinnikt. 'En dat stipje zijn wij.'

Tuur zet de radio uit. Het getik stopt. Maar boven de bomen blijft die ene rode stip schitteren, alsof hij wacht. Iemand moet ernaartoe. Iemand moet de raket bouwen, de sla kweken, de regels schrijven en de verdachten beschermen. Waarom niet jij?



Het grote ruimtedebat

DEBAT

45 minuten

Dit heb je nodig

- drie kaartjes met de stellingen
- een muntstuk om op te gooien
- een stopwatch
- papier voor de argumenten
- dit boekje als bron
- een jury van drie klasgenoten

- 1 Kies met de klas één stelling. A: 'Wie als eerste ijs of metaal vindt op de Maan of een asteroïde, mag het houden en verkopen.' B: 'Ruimtetoerisme moet verboden worden zolang er zoveel afval rond de Aarde vliegt.' C: 'We mogen pas mensen naar Mars sturen als we zeker weten dat we er geen leven besmetten.'
- 2 Verdeel de klas in een voor- en een tegengroep. Gooi een muntstuk op om te bepalen welke groep wat verdedigt. Misschien moet je pleiten voor iets wat je zelf niet vindt, net als Amira.
- 3 Elke groep zoekt in dit boekje minstens drie argumenten, elk met een feit erbij, bijvoorbeeld over het Ruimteverdrag, het ruimteafval of de planetaire bescherming.
- 4 Elke groep krijgt twee minuten om te starten. Daarna mag elke groep twee keer één minuut reageren.
- 5 Regel: je valt argumenten aan, nooit personen. Wie een feit noemt, zegt erbij waar het vandaan komt.
- 6 De jury kiest de groep met de sterkste argumenten en de beste feiten, niet de groep die het luidst sprak. Daarna stemt de hele klas nog eens: wat vind je nu echt?

Welk argument van de andere groep vond je eigenlijk sterk? Ben je na het debat een beetje van mening veranderd, en waardoor?

Woordenlijst

stofwisseling

Alles wat een levend wezen doet om stoffen op te nemen en er energie uit te halen.

extremofiel

Levend wezen, meestal een microbe, dat het goed doet op heel hete, koude, zoute of zure plekken.

exoplaneet

Planeet die rond een andere ster draait dan onze Zon.

priemgetal

Getal groter dan 1 dat je alleen kan delen door 1 en door zichzelf, zoals 2, 3, 5, 7, 23 en 73.

Fermi-paradox

De vraag waarom we niemand horen of zien, terwijl er zoveel sterren en planeten zijn.

gewichtloosheid

Toestand waarin je zweeft omdat je samen met je ruimteschip valt, bijvoorbeeld in een baan rond de Aarde.

planetaire bescherming

Maatregelen om geen Aardse bacteriën naar andere werelden te brengen waar misschien leven is.

leefbare zone

Gordel rond een ster waar een planeet niet te heet en niet te koud is voor vloeibaar water.

beerdiertje

Diertje van ongeveer een halve millimeter met acht poten, dat uitgedroogd als tonnetje jaren kan overleven.

SETI

Zoektocht naar buitenaardse intelligentie, vooral door te luisteren naar radiosignalen uit de ruimte.

Drake-vergelijking

Reeks stappen, zoals een trechter, om te schatten hoeveel beschavingen met zenders er in de Melkweg zijn.

lanceervenster

Periode waarin de planeten zo staan dat je met de minste brandstof van de ene naar de andere vliegt.

ruimteafval

Dode satellieten, lege rakettrappen en brokstukken die nutteloos rond de Aarde blijven razen.

Ruimteverdrag

Afspraak uit 1967: landen gebruiken de ruimte vreedzaam en pikken geen hemellichaam in.

23 OPEN VRAAG ● ● ●

Laatste proef. Het is 2050. De eerste bemanning voor Mars wordt samengesteld, en jij mag solliciteren: voor een van de vier plekken in de raket, of voor een job op de grond. Schrijf een sollicitatiebrief van 8 tot 10 zinnen. Welk beroep kies je? Welke drie problemen van een Marsreis help jij oplossen, en hoe? En hoe zorg je ervoor dat de missie geen Aardse bacteriën op Mars achterlaat en geen nieuw ruimteafval maakt?

E2 OEFEN VERDER · OPEN VRAAG ● ○ ○

Noor tekent een Marsbasis. Noem twee voorzieningen die mensen daar nodig hebben.

E3 OEFEN VERDER · OPEN VRAAG ● ○ ○

Yara kiest eerst een robotmissie naar een gevaarlijke plek. Noem één voordeel ten opzichte van een bemande missie.

Wat neem ik mee?

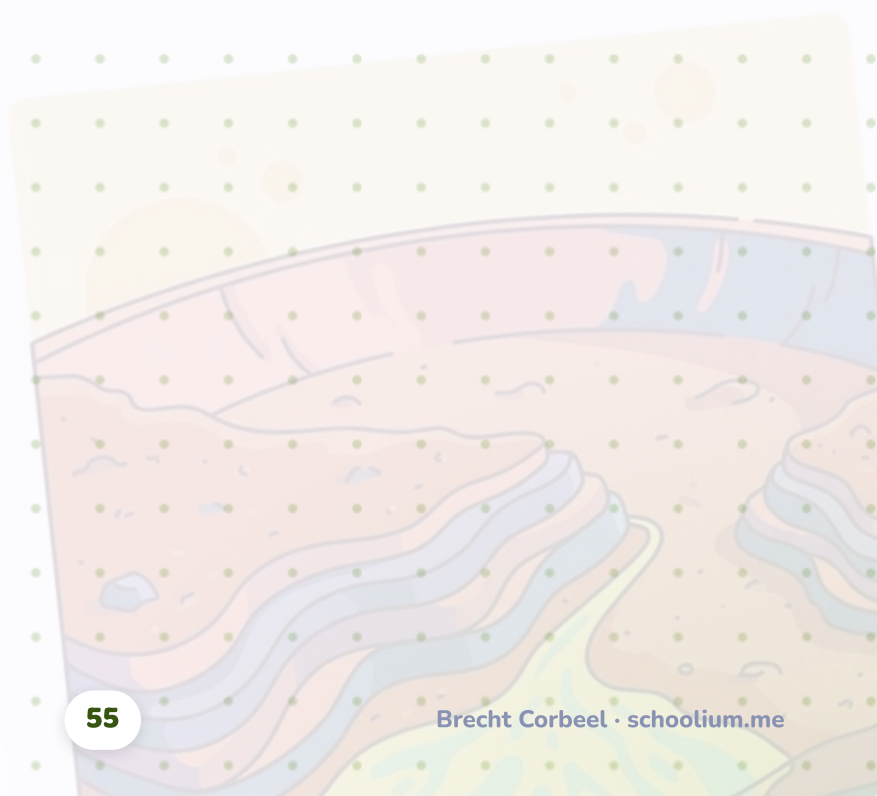
- ✓ Iets leeft als het stoffen omzet in energie, groeit, reageert, jongen krijgt die erop lijken en uit cellen met DNA bestaat. Een kaarsvlam leeft dus niet.
- ✓ Leven heeft vloeibaar water, energie, bouwstenen zoals koolstof en tijd op een rustige plek nodig. Daarom volgen sterrenkundigen het water.
- ✓ Extremofielen leven bij ongeveer 120 °C, in zout, in zuur en onder het ijs. Beerdiertjes overleefden als tonnetje zelfs tien dagen in de open ruimte.
- ✓ De beste verdachten voor leven zijn Mars (vroeger water), Europa (een oceaan onder het ijs), Enceladus (fontein met water, zout en fosfor) en Titan (meren van methaan).
- ✓ SETI luistert sinds 1960 naar radiosignalen. Het moeilijkste is alles van hier uitsluiten: ons signaal was een schrikdraad, dat van Parkes een microgolfoven.
- ✓ Het Arecibo-bericht van 1974 had 1 679 hokjes: 23 x 73, twee priemgetallen. Een antwoord uit M13 zou pas na ongeveer 50 000 jaar hier zijn.
- ✓ De Drake-vergelijking is een trechter vol gokken. Ze geeft geen antwoord, maar toont wat we nog moeten onderzoeken. En Fermi vroeg: waar is iedereen?
- ✓ Artemis brengt mensen terug naar de Maan. Een basis bij de zuidpool kan waterijs gebruiken voor drinkwater, zuurstof en raketbrandstof.
- ✓ Naar Mars vertrek je in een lanceerverenster, ongeveer om de 26 maanden. Heen en terug duurt bijna drie jaar, met straling, zwakkere botten en tot 22 minuten vertraging.
- ✓ De ruimte is van iedereen: geen land mag de Maan inpikken, we ruimen afval op en we slepen geen Aardse bacteriën mee. En voor elke astronaut werken duizenden mensen op de grond.



Tip voor ouders en leerkrachten

Het gistproefje en de safari op het muurtje lukken thuis en in de klas; beerdietjes vinden gaat vaak al met een eenvoudige schoolmicroscop die 20 tot 40 keer vergroot. Het Euro Space Center in Transinne en het Planetarium in Brussel zijn mooie uitstappen rond leven in de ruimte en reizen naar Mars. Zoek samen op of Raphaël Liégeois al naar het ISS vertrokken is. Gespreksvraag aan tafel: als we morgen bacteriën vinden op Mars, verandert dat dan hoe we naar onszelf kijken, en mogen we daarna nog mensen naar Mars sturen?

De antwoorden staan in het apart antwoordenboekje van dit boekje.



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