

De reuzen



Een herfststorm, een schommelende caravan en vier planeten
waar het nog veel harder waait



schoolium

Brecht Corbeel · schoolium.me

Dit boekje is van _____

De reuzen: Jupiter, Saturnus, Uranus en Neptunus

Buiten raast een herfststorm en de oude caravan achter het huis van Lowies grootouders schommelt als een boot. Dan valt de stroom uit, en Kiko de neusbeer begint te grinniken: 'Noem je dit een storm?' Samen met Mei, Ilyas, Zoë en Lowie speel je de grote rondreis langs Jupiter, Saturnus, Uranus en Neptunus, met één zak brandstof en vier eindbazen. Houd je potlood klaar: je gaat duiken, rekenen, knutselen en moeilijke keuzes maken.

- Kiko wil dat jullie kunnen uitleggen wat het verschil is tussen een gasreus en een ijsreus, en waaruit ze bestaan.
- Kiko wil dat jullie Lowie kunnen uitleggen waarom je op geen enkele reus kan landen.
- Kiko wil dat jullie de Grote Rode Vlek, de stormen van Neptunus en de winden op de reuzen kunnen vergelijken met een storm in België.
- Kiko wil dat jullie kunnen vertellen waaruit de ringen van Saturnus bestaan en waarom Uranus op zijn zij ligt.
- Kiko wil dat jullie kunnen vertellen wat Voyager 2, Cassini en Juno ontdekten en hoe een zwaartekrachtslinger een sonde sneller maakt.
- Kiko wil dat jullie de vier reuzen kunnen vergelijken in een tabel en zelf een nieuwe missie kunnen verdedigen.

16.52 uur: windstoot 87



De caravan kraakt. Dan helt hij even opzij, alsof een reus ertegen leunt. Mei drukt haar neus tegen het raam. Op het dak tolleren de bekertjes van haar zelfgebouwde windmeter zo snel dat je ze niet meer ziet. 'Windstoot van 87 kilometer per uur,' leest ze van haar scherm. 'Gemeten, niet gegokt.'

De caravan staat achteraan in de tuin van Lowies grootouders. De crew noemt hem de Kajuit, omdat hij bij elke storm schommelt als een boot. Zoë, de verslaggever van hun eigen krantje, het Reuzenjournaal, krabbelt in haar schrift en fluistert terwijl ze schrijft: 'Welkom in de zwaarste storm ooit.' Lowie, in zijn voetbalsokken, vangt een zak winegums die van het rekje valt.

Ilyas speelt op het oude tv'tje. 'Stil. Nog één level en ik heb het record.' Dan floept het licht uit. Het scherm wordt zwart. Ook in het huis en in de hele straat gaan de lichten uit. In het donker hoor je alleen de wind, een tak die over het dak schraapt, en dan, heel duidelijk, iemand die grinnikt.

Lowie knipt zijn zaklamp aan. Op de bank zit Kiko, de neusbeer van de klas. Lowie mag hem dit weekend houden, met het klasdagboekje erbij. Kiko's lange snuit wiebelt in het licht. 'De zwaarste storm ooit?' zegt hij. 'Op Neptunus zouden ze dit een zuchtje noemen.'

In het donker, 16.55 uur

Ilyas

Mijn record. Weg. Niet eens opgeslagen.

I

Zoë

Wacht. Die knuffel praat. En ik schrijf alles op. Dit wordt mijn beste verslag ooit.

Z

Mei

Neptunus, een zuchtje? Hoe hard waait het daar dan?

M

Kiko

Meer dan 2 000 kilometer per uur. Meer dan twintig keer jouw windstoot.



Lowie

Dan blaast het daar iedereen van de grond.

L

Kiko

Welke grond? Daar begint het eerste probleem.



Mei

Gemeten of gegokt?

M

Kiko

Gemeten. Door een sonde die er in 1989 voorbijvloog. Zin om haar route na te spelen? Vier reuzen, vier eindbazen.



Ilyas

Zit er een skip in?

I

Kiko

Er zit er één in. Maar die moet je zelf vinden.

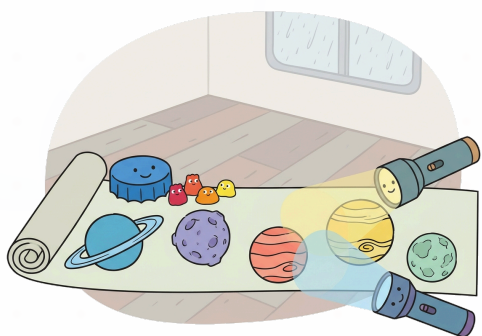


MISSIE

Missie Reuzenrit

Kiko rolt een oude rol behangpapier uit over de vloer. Op de achterkant heeft hij een spelbord getekend: de Aarde aan het ene uiteinde, vier reuzen ver daarachter. Een flessendop is jullie sonde: een ruimtetuig zonder mensen aan boord, vol camera's en meettoestellen. De zak winegums is jullie brandstof: elke stap kost er één, en er zitten er maar tien in. Bij elke reus wachten datakaarten, jullie buit, en een eindbaasvraag. Bezoek alle vier de reuzen voor de stroom terug is. En Lowie: brandstof eet je niet op.

Level 0: het startveld



'Eerst het startveld,' zegt Kiko. 'Je moet weten tegen wie je speelt.' Onder de bank vandaan haalt hij een voetbal, een tennisbal en twee knikkers en legt ze op het behangpapier. 'Niet op schaal, hoor, maar let op wie het grootst is.' Voorbij Mars en de asteroidengordel draaien vier planeten die alle andere doen verbleken: Jupiter, Saturnus, Uranus en Neptunus. Samen hebben ze ruim 99 procent van alle massa van de planeten. 'Massa?' vraagt Ilyas. 'Hoeveel materie, of spul, er in iets zit,' zegt Kiko. Hij veegt een kruimel van de vloer en legt

die naast de voetbal. 'Alle andere planeten samen, de Aarde ook, zijn daarnaast niet veel meer dan dit.'

Hij schuift de voetbal en de tennisbal naar links. 'Team één: de gasreuzen, Jupiter en Saturnus. Ze bestaan voor het grootste deel uit waterstof en helium, de lichtste gassen die er zijn. Dezelfde gassen als in de Zon.' 'En hoeveel van dat gas is waterstof?' vraagt Mei, haar potlood al in de aanslag. 'Van elke tien deeltjes gas in de lucht van Jupiter zijn er ongeveer negen waterstof.'

De twee knikkers rollen naar rechts. 'Team twee: de ijsreuzen, Uranus en Neptunus. Kleiner, en met veel minder waterstof en helium. Ongeveer 80 procent van hun massa is een heet, dik mengsel van water, ammoniak en methaan.' Lowie trekt een gezicht. 'Ammoniak, is dat niet dat scherpe gas dat je soms ruikt in schoonmaakmiddel?' 'Klopt,' zegt Kiko. 'En methaan is het belangrijkste gas in aardgas. Dat mengsel ruikt vast niet naar frietjes.'

'Maar waarom heet het dan ijs?' vraagt Zoë. 'Sterrenkundigen noemen die stoffen ijs, omdat ze ver van de Zon bevroren,' zegt Kiko. 'Maar diep in Uranus en Neptunus zijn ze heet en vloeibaar, onder een enorme druk.' 'Dus ijsreuzen zijn geen ijsreuzen?' 'Het is een familienaam,' zegt Kiko. 'Een meneer De Bakker bakt toch ook niet altijd brood.'

Lowies statskaart van de reuzen

ongeveer 1 300

Aardes passen in Jupiter

318 keer

zo zwaar als de Aarde is
Jupiter

ongeveer 760

Aardes passen in Saturnus

4 keer

zo breed als de Aarde zijn
Uranus en Neptunus

ruim 99 %

van alle massa van de
planeten zit in de vier reuzen

4,5 miljard km

van de Zon tot Neptunus

1 MEERKEUZE

● ○ ○

Voor de start moet Ilyas de reuzen in hun teams zetten. Welke twee reuzen spelen samen in het team van de ijsreuzen?

- ☐ A Jupiter en Saturnus
- ☐ B Saturnus en Uranus
- ☐ C Uranus en Neptunus
- ☐ D Jupiter en Neptunus



Kiko fluistert

Jupiter wordt soms een mislukte ster genoemd, maar dat klopt niet. Om in zijn kern waterstof te laten samensmelten tot helium, zoals de Zon doet, zou hij ongeveer tachtig keer zo zwaar moeten zijn.

2

WAAR OF ONWAAR



Mei schrijft in haar logboek: 'In Jupiter passen meer dan duizend Aardes.' Lowie gelooft er niets van. Waar of onwaar?



waar



onwaar

Level 1: Lowie wil landen

Lowie schuift de flessendop vooruit. Eén winegum, twee, drie, vier: Jupiter. 'Ik parkeer hier,' zegt hij. 'Even beentjes strekken.' Kiko trekt een wenkbrauw op. 'Parkeren waarop?' 'Op de grond, natuurlijk.' Kiko draait de eerste datakaart om. 'Dat hebben ze al eens geprobeerd. In het echt.'



In december 1995 liet de sonde Galileo een kleine capsule in Jupiter vallen, aan een parachute. Die zakte door de wolken en mat temperatuur, wind, gassen en bliksem. Bijna een uur lang stuurde ze berichten door. Toen werd het te heet en werd de druk te groot. Waarschijnlijk werd ze platgedrukt en smolt ze. Grond had ze nooit geraakt.

'Game over,' zegt Ilyas. 'Eerste leven kwijt.' Lowie mag opnieuw beginnen in een baan rond Jupiter, maar hij is zo boos dat hij een winegum opeet. Mei noteert droog in haar logboek: 'Brandstof: nog vijf.' Dan kijkt ze op. 'Wacht eens. Waarom is daar eigenlijk geen grond?'

Waarom je op een reus niet kan landen

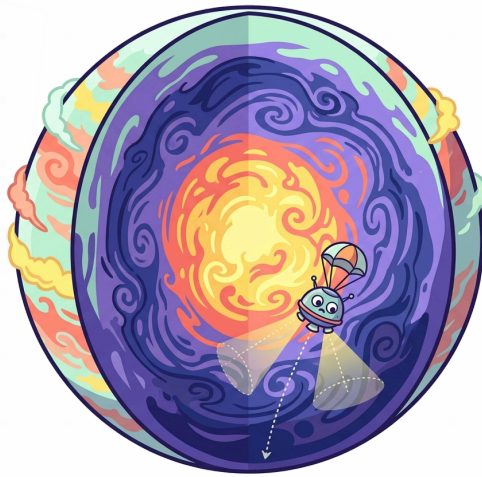
'Dat vroeg ik me ook af,' zegt Kiko. 'Een gasreus heeft geen korst, geen rotsen en geen strand. Hoe dieper je zakt, hoe meer gas er boven je ligt en op je drukt. Dat gewicht heet luchtdruk.' 'En hoe harder je gas samenperst, hoe heter het wordt,' vult Mei aan. 'Zoals een fietspomp warm wordt als je lang pompt.' 'Juist.'

Kiko zet een hoog glas op het behangpapier en vult het met water. Hij roert er stroop door: bovenaan een klein beetje, onderaan bijna alles, zodat het van boven naar onder geleidelijk dikker wordt. Lowie laat een moertje aan een draadje zakken. 'Waar staat het nu?' vraagt Kiko. Mei houdt er een liniaal naast. 'Nergens,' zegt ze. 'Het zakt trager en trager, maar er is geen plek waar het water stopt en de stroop begint.' 'Zo gaat het in Jupiter ook,' zegt Kiko. 'Diep in Jupiter wordt de druk zo groot dat het waterstofgas vloeibaar wordt. Er is geen plek waar het gas stopt en de vloeistof begint: het gaat heel geleidelijk. Denk aan mist die dikker en dikker wordt, tot hij soep is en daarna stroop. Nergens zit een rand waarop je kan staan.'

'Nog dieper wordt de waterstof zo samengedrukt dat hij elektriciteit geleidt, zoals een metaal,' gaat Kiko verder. 'Dat heet metallisch waterstof, en het maakt van Jupiter een gigantische magneet.' Zoë schrijft 'gigantische magneet' in haar schrift.

'En in het midden?' vraagt Lowie. 'Lang dachten sterrenkundigen aan een harde kern van steen,' zegt Kiko. 'Maar de sonde Juno, die in 2016 aankwam, mat Jupiters zwaartekracht heel precies. Die wijst op een wazige kern van steen en ijs, vermengd met waterstof, zonder rand. Ook daar kan je niet staan.'

'Maar we meten toch hoe breed Jupiter is?' vraagt Mei. 'Waar ligt dan de oppervlakte van een reus?' 'Dat is een afspraak,' zegt Kiko. 'Sterrenkundigen nemen de hoogte waar de luchtdruk even groot is als bij ons aan zee. Alle doorsnedes van de reuzen zijn op die hoogte gemeten.' 'Dus een reus is eigenlijk één reusachtige atmosfeer,' zegt Mei. Een atmosfeer is de laag gas rond een planeet.



Duik mee in Jupiter, laag per laag

- 1 Bovenaan drijven wolken van bevroren ammoniak, wit, geel en bruin gekleurd. Het is er ongeveer -110°C .
- 2 Dieper liggen andere wolkenlagen, en nog dieper wolken van water. Daar flitsen bliksems, zoals bij een onweer op Aarde.
- 3 Op ongeveer 150 tot 200 kilometer diepte gaf de Galileo-capsule het op. De druk was er ongeveer 23 keer zo hoog als bij ons aan zee, en het was er ongeveer 150°C .
- 4 Duizenden kilometers dieper wordt de waterstof heel geleidelijk vloeibaar. Er is geen strand en geen zeespiegel.
- 5 Nog dieper wordt de waterstof metallisch. Daar ontstaat het sterkste magnetisch veld van alle planeten.
- 6 In het midden zit een wazige kern van steen, ijs en waterstof, onder een druk van miljoenen keren die bij ons, en naar schatting heter dan het oppervlak van de Zon.

3 WAAR OF ONWAAR

● ○ ○

Lowie wil revanche: 'Als ik een sterkere sonde bouw, kan ik wel op Jupiter landen. Ik moet gewoon een hard plekje vinden.' Waar of onwaar?

☐

waar

☐

onwaar

4 INVULLEN

● ● ○

Mei schrijft de afspraak van de sterrenkundigen in haar logboek. Vul in: de 'oppervlakte' van een gasreus ligt op de hoogte waar de luchtdruk even groot is als _____.

Eindbaas-vraag van level 1. Lowie snapt het nog altijd niet: 'Ergens moet dat gas toch ophouden?' Leg hem in drie zinnen uit waarom een gasreus geen vast oppervlak heeft. Gebruik de woorden druk en vloeibaar.



Uit Mei's logboek

Door zijn binnenste van metallisch waterstof is Jupiter een gigantische magneet. Daardoor heeft hij het krachtigste poollicht van alle planeten: gloeiende ringen rond zijn polen die groter zijn dan de hele Aarde.

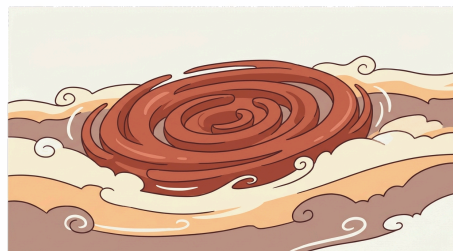
Level 1, deel 2: storm op een draaimolen

Zoë buigt zich over Kiko's tekening van Jupiter: strepen in oranje, wit en bruin, als een gestreepte voetbalsok. 'Waarom strepen?' Mei kijkt naar haar windmeter. 'Omdat het daar ook waait, denk ik. Maar in banen.'

Ze heeft gelijk. Jupiter draait razendsnel: één rotatie, één keer rond zijn eigen as, duurt maar ongeveer 10 uur. Daardoor worden de winden uitgerekt tot lange stromen rond de hele planeet.

In de lichte strepen, de zones, stijgt gas op. In de donkere gordels zakt het. Ertussen waait het tot meer dan 500 kilometer per uur.

Door dat draaien is Jupiter ook wat platgedrukt. Rond zijn middel, de evenaar, is hij ongeveer 9 000 kilometer breder dan van pool tot pool. Je kent dat gevoel van op de draaimolen: hoe sneller hij draait, hoe harder je naar buiten wordt geduwd.



En dan de Grote Rode Vlek. Dat is geen vlek, maar een storm: een draaikolk die tegen de wijzers van de klok in draait. Sterrenkundigen volgen hem al minstens sinds de jaren 1830. In 2017 was hij ongeveer 16 000 kilometer breed, ruim breder dan de Aarde. Aan zijn buitenrand waait het meer dan 600 kilometer per uur.

Juno ontdekte dat de storm niet alleen aan de oppervlakte zit. Hij reikt ongeveer 300 tot 500 kilometer diep in Jupiter, ongeveer zo diep als het ruimtestation hoog boven ons vliegt (rond 400 kilometer). Wel krimpt hij. In de 19de eeuw was hij meer dan twee keer zo breed als de Aarde, nu nog ongeveer 1,3 keer. Niemand weet of hij ooit verdwijnt.

Zoë glundert. 'Kop van mijn verslag: de Grote Rode Vlek verdwijnt volgende week! Iedereen gaat dat lezen.' 'Gemeten of gegokt?' vraagt Mei, zonder op te kijken. Ze telt de winegums in de zak, en haar gezicht betreft.

6 MEERKEUZE

● ○ ○

Zoë wil in haar verslag in één zin zeggen wat de Grote Rode Vlek is. Welke zin is juist?

- ☐ A Een vulkaan die rode lava spuwt.
- ☐ B Een reusachtige storm die al minstens sinds de jaren 1830 woedt.
- ☐ C Een meer van roest op de bodem van Jupiter.
- ☐ D De schaduw van een van Jupiters manen.

7 REKENEN

● ● ○

Jupiter is aan zijn evenaar ongeveer 450 000 kilometer rond en draait in ongeveer 10 uur één keer om zijn as. Hoe snel schuiven de wolken aan zijn evenaar mee? Vergelijk met de Aarde: die is ongeveer 40 000 kilometer rond en draait in 24 uur één keer om haar as.

Antwoord: _____



Datakaart: de komeet in stukken

In juli 1994 zag de hele wereld hoe de komeet Shoemaker-Levy 9 in meer dan twintig stukken op Jupiter neerstortte. De inslagen lieten donkere littekens in de wolken achter, sommige zo groot als de Aarde. Na enkele maanden waren ze weggewaaid.

Proefje: een storm in een fles

PROEFJE

20 minuten

Dit heb je nodig

- twee lege, gelijke plastic flessen van 1,5 liter, zonder dop
- sterke tape, bijvoorbeeld ducttape
- water
- een paar druppels voedingskleurstof
- een snuifje zwarte peper of wat glitter
- een gootsteen, emmer of grote bak om boven te werken
- een stopwatch of een gsm om de tijd te meten



Veiligheid

Werk boven een gootsteen of emmer, want de tape kan lekken. Gebruik alleen plastic flessen, nooit glas. Voedingskleurstof kan vlekken geven op kleren en tafels.

1

Kiko wil weten of de crew zelf een storm kan maken. Vul één fles voor ongeveer driekwart met water. Doe er een paar druppels kleurstof en een snuifje peper bij.

2

Zet de lege fles ondersteboven op de volle, opening tegen opening. Plak ze stevig en waterdicht aan elkaar met veel tape.

3

Draai het geheel om, zodat de volle fles bovenaan staat, en houd het boven de gootsteen. Doe verder niets. Meet hoe lang het duurt tot al het water beneden is. Wat hoor en zie je?

Proefje: een storm in een fles (vervolg)

PROEFJE

4

Draai alles terug om. Zwier de bovenste fles nu een paar keer stevig in rondjes, alsof je soep roert, en houd hem dan stil.

5

Kijk goed: er ontstaat een draaikolk, een slurf van draaiend water met een gat van lucht in het midden. Meet opnieuw hoe lang het duurt.

6

Volg één korreltje peper. Draait het sneller vlak bij het midden van de draaikolk of aan de rand?

Met welke methode liep de fles het snelst leeg, en hoe komt dat volgens jou? Jouw draaikolk valt na een minuut stil, de Grote Rode Vlek draait al bijna tweehonderd jaar: wat heeft die storm wat jouw fles niet heeft?

8

OPEN VRAAG

...

Zoë wil haar verslag de kop 'De Grote Rode Vlek verdwijnt volgende week!' geven. Mei vindt dat een slecht idee. Wie heeft gelijk? Gebruik minstens twee feiten uit dit level.

Tussenlevel: de geheime skip



Mei legt de winegums op een rij. Vijf. 'Naar Saturnus kost drie stappen, naar Uranus vier, naar Neptunus vijf. Twaalf nodig, vijf over. Dat lukt nooit.' Ilyas grijnst voor het eerst sinds de stroom uitviel. 'In elk spel zit een skip. Een truc om sneller te gaan zonder extra moeite.'

'Die skip bestaat echt,' zegt Kiko. 'De zwaartekrachtslinger.' Een sonde scheert vlak langs een planeet. De zwaartekracht van die planeet trekt de sonde aan en zwiert haar rond. Omdat de planeet zelf razendsnel rond de Zon beweegt, krijgt de sonde een stukje van die vaart mee. Ze vliegt sneller weg dan ze kwam, in een nieuwe richting.

Vergelijk het met een vriendin op rolschaatsen die je hand grijpt terwijl ze voorbijzoeft: je wordt meegesleurd en weggezwierd. De planeet verliest daarbij een piepklein beetje vaart, zo weinig dat niemand het kan meten. Maar je moet perfect mikken, anders mis je de planeet of vlieg je de verkeerde kant op.

Eind jaren 1970 stonden de vier reuzen zo gunstig dat één sonde ze na elkaar kon bezoeken, telkens met een slinger naar de volgende. Zo'n kans komt maar ongeveer één keer in de 175 jaar. NASA, de Amerikaanse ruimtevaartorganisatie, lanceerde in 1977 twee sondes: Voyager 1 en Voyager 2. Alleen Voyager 2 maakte de hele rondreis.

Zonder slingers had Voyager 2 er ongeveer 30 jaar over gedaan om Neptunus te bereiken. Met slingers waren het er 12. 'Dat is geen skip,' fluistert Ilyas eerbiedig. 'Dat is een wereldrecord.' Hij legt de flessendop tegen Jupiter en geeft hem een zwiep. Zonder één winegum schiet de dop weg. Recht op de ringen af.

9

MEERKEUZE



Ilyas wil zeker zijn dat hij zijn skip snapt. Waar haalt een sonde bij een zwaartekrachtslinger haar extra snelheid vandaan?

- ☐ A uit een extra tank brandstof
- ☐ B uit de vaart van de planeet die rond de Zon beweegt
- ☐ C uit de wind in de atmosfeer van de planeet
- ☐ D uit het zonlicht op haar panelen

10

REKENEN



Voyager 2 vertrok in 1977 en kwam in 1989 aan bij Neptunus. Zonder zwaartekrachtslingers had de reis ongeveer 30 jaar geduurd. Hoeveel jaar won de sonde met haar skip?

Antwoord: _____

11

OPEN VRAAG



Ilyas wil de skip volgend jaar herhalen met een nieuwe sonde die alle vier de reuzen na elkaar bezoekt. Kiko zegt dat dat niet gaat. Waarom niet? Leg uit.

**Datakaart: de broer die voorsteekt**

Voyager 1 vertrok zestien dagen na Voyager 2, maar was als eerste bij Jupiter, omdat hij een snellere baan nam. Na Saturnus en zijn grote maan Titan vloog hij het zonnestelsel uit. Eind 2026 is hij zo ver dat een radiobericht er een volle dag over doet: ongeveer 26 miljard kilometer.

Level 2: Saturnus en zijn ringen



'Level 2: Saturnus,' zegt Kiko, en hij tikt op de tweede cirkel op het behangpapier. 'De tweede gasreus. Iets kleiner dan Jupiter, ongeveer 120 000 tegenover 143 000 kilometer breed, maar meer dan drie keer zo licht. Hij draait in nog geen 11 uur om zijn as en is daardoor de platste planeet van allemaal. Toch waait het aan zijn evenaar tot ongeveer 1 800 kilometer per uur.' 'En de ringen?' vraagt Lowie. 'Een harde schijf, zoals een ijspiste, toch?'

Kiko schudt zijn snuit. Zoë grist de zak hagelslag uit de kast, strooit een brede cirkel rond Saturnus op het behangpapier en veegt met haar zaklamp door de korreltjes. Ze springen alle kanten op. 'Fout, Lowie,' zegt Kiko. 'De ringen bestaan uit ontelbare losse stukken, bijna allemaal waterijs. Elke hagelslagkorrel is een stuk ijs. Sommige zijn zo klein als een stofkorrel, andere zo groot als een huis. Elk stuk draait als een piepklein maantje rond Saturnus, de binnenste sneller dan de buitenste.'

'Hoe breed zijn die ringen dan?' vraagt Mei. 'Van de ene rand tot de andere meer dan 200 000 kilometer,' zegt Kiko. 'Maar ze zijn ongelooflijk dun, meestal maar een meter of tien.' Zoë strijkt de korreltjes plat met de zijkant van haar hand, tot er nog één dun laagje ligt. 'Maak een schaalmodel waarin de ringen zo breed zijn als een voetbalveld,' zegt Kiko, 'en ze worden nog veel dunner dan een haar.'

Zoë veegt met haar vinger een smalle kloof door de hagelslag. 'Zo'n kloof zit er echt,' zegt Kiko. 'Tussen ring A en ring B ligt een donkere kloof van ongeveer 4 800 kilometer: de scheiding van Cassini, genoemd naar de sterrenkundige die ze in 1675 zag.' 'En die letters?' vraagt Ilyas. 'D, C, B, A: dat is geen alfabet.' 'De ringen kregen hun letters in de volgorde waarin ze ontdekt werden,' zegt Kiko. 'Daarom liggen ze van binnen naar buiten in een vreemde volgorde: D, C, B, A, F, G en E.'

'Hoe oud zijn de ringen eigenlijk?' vraagt Mei. 'Dat weet niemand zeker,' zegt Kiko. 'Sommige metingen wijzen erop dat ze veel jonger zijn dan Saturnus zelf. Misschien zijn ze de resten van een maan of komeet die te dicht bij Saturnus kwam en door zijn zwaartekracht uit elkaar werd getrokken.'

'Hebben de andere reuzen ook ringen?' vraagt Ilyas. 'Alle drie,' zegt Kiko. 'Alleen zijn die smal, donker en veel moeilijker te zien.' 'Dus ringen zijn geen verkleedspul dat alleen Saturnus heeft,' zegt Zoë. 'Nee,' zegt Kiko. 'Saturnus heeft gewoon de duurste versie.'

12 WAAR OF ONWAAR



Ilyas test Lowie: 'Als je een ring van Saturnus van dichtbij bekijkt, zie je één gladde, harde plaat ijs.' Waar of onwaar?



waar



onwaar

13 INVULLEN



Ilyas kraakt de geheime code van de ringen. Vul in: de ringen van Saturnus kregen hun letters in de volgorde waarin ze _____ werden. Daarom ligt ring D het dichtst bij de planeet en ring _____ het verst.



Zoë's bonusbeeld

Rond de noordpool van Saturnus loopt een straalstroom, een smalle band van supersnelle wind, in de vorm van een zeshoek. Elke zijde ervan is langer dan de Aarde breed is. Hoe zo'n hoekige vorm in de wind blijft bestaan, wordt nog onderzocht.

14 REKENEN



Saturnus is aan zijn evenaar 120 536 kilometer breed en van pool tot pool 108 728 kilometer. Hoeveel kilometer is hij breder dan hoog? Is dat meer of minder dan de breedte van de Aarde (12 756 km)?

Antwoord: _____

Knutsel een planeet die platter wordt

KNUTSELEN

30 minuten

Dit heb je nodig

- twee stroken stevig papier of dun karton, elk ongeveer 2 cm breed en 40 cm lang
- een rond houten stokje zonder scherpe punt (of een potlood met een dopje van tape of een stukje kurk op de punt)
- plakband
- een perforator
- kleurpotloden of stiften
- de tabel met de reuzen in dit boekje



Veiligheid

Gebruik een stokje zonder scherpe punt en draai niet vlak bij iemands gezicht.

1

Lowie gelooft niet dat draaien een planeet platter maakt. Bewijs het hem. Kleur de twee stroken met de strepen van Jupiter of Saturnus.

2

Maak met de perforator een gaatje in het midden van elke strook en aan beide uiteinden. Laat een volwassene helpen als het karton dik is.

3

Leg de stroken in een kruis, met de middelste gaatjes op elkaar. Steek het stokje (of potlood) er een paar centimeter door en plak de stroken daar stevig vast aan het stokje. Dat is de noordpool.

Knutsel een planeet die platter wordt (vervolg)

KNUTSELEN

4

Buig de vier uiteinden naar beneden en schuif hun gaatjes over het stokje. Plak ze aan elkaar vast, maar niet aan het stokje: deze zuidpool moet vrij op en neer kunnen schuiven. Nu heb je een bol.

5

Houd het stokje rechtop tussen je handpalmen en wrijf je handen snel heen en weer, zodat de bol ronddraait. Kijk naar de vorm.

6

Draai eens traag en eens zo snel als je kan. Wanneer wordt je planeet het platst? Wat doet de zuidpool?

Waarom wordt een draaiende bol breder in het midden? Welke twee reuzen draaien het snelst volgens de tabel? Jupiter is aan zijn evenaar ongeveer 9 000 km breder dan van pool tot pool, Saturnus ongeveer 11 800 km. Klopt dat met wat jouw draaiende planeet deed?



Een Nederlandstalig tipje

In 1655 ontdekte de Nederlander Christiaan Huygens de grootste maan van Saturnus, Titan. Hij was ook de eerste die uitlegde dat Saturnus een platte ring rond zich heeft. Daarom heet de Europese capsule die in 2005 op Titan landde Huygens: de allereerste landing in het buitenste zonnestelsel.

Jij beslist: het einde van Cassini



Zoë draait de volgende datakaart om. 'Cassini. Kwam in 2004 aan bij Saturnus en draaide er dertien jaar rond.' Cassini was een sonde van NASA, de Europese ruimtevaartorganisatie ESA en Italië. Ze ontdekte onder meer dat de kleine maan Enceladus fonteinën van water de ruimte in spuit, uit een verborgen oceaan onder de ijskorst.

In 2017 was de brandstof bijna op. Zonder brandstof kan je een sonde niet meer besturen. Kiko: 'Jullie zijn de vluchtleiding. A: Cassini laten rondrijven tot ze stilvalt. B: Cassini op een maan laten neerkomen, voor een paar epische laatste foto's. C: Cassini in Saturnus laten duiken.' Jij beslist mee.

Lowie roept meteen B. Kiko schudt zijn snuit. 'Op Enceladus en Titan zou leven misschien mogelijk zijn. Op een sonde van de Aarde kunnen piepkleine bacteriën meereizen. Wat als je die daar achterlaat?' Ilyas snapt het als eerste. 'Dan weet je nooit meer of een bacterie die je daar vindt, van daar komt of van ons.'

Ook A is gevaarlijk: een stuurloze sonde kan na jaren toch op zo'n maan neerstorten. Daarom kozen de echte vluchtleiders C. Cassini dook eerst 22 keer door de smalle kloof tussen Saturnus en zijn ringen. Op 15 september 2017 stortte ze in de atmosfeer en verbrandde. Tot het allerlaatste moment stuurde ze metingen door.

De sonde Galileo kreeg in 2003 hetzelfde einde in Jupiter, om de ijsmaan Europa te beschermen. Zoë legt haar pen even neer. 'Een sonde die zichzelf opoffert.' Niemand zegt iets. En op dat moment klinkt er buiten een harde klap.

15 MEERKEUZE



Waarom lieten de vluchtleiders Cassini in 2017 in Saturnus duiken?

- ☐ **A** Omdat Saturnus er dan een extra ring bij kreeg.
- ☐ **B** Om te voorkomen dat de sonde ooit op een maan zou neerstorten waar misschien leven mogelijk is.
- ☐ **C** Omdat de sonde te zwaar was geworden door het ijs uit de ringen.
- ☐ **D** Omdat de sonde terughalen naar de Aarde te duur was.

16 OPEN VRAAG



Eindbaas-vraag van level 2. Lowie vindt het zonde dat Cassini zichzelf moest opofferen. Bedenk één goed argument vóór de keuze van de vluchtleiders en één argument ertegen. Wat zou jij gekozen hebben?

E1 OEFEN VERDER · WAAR OF ONWAAR



Sami denkt dat de ringen van Saturnus één vaste schijf zijn. Klopt dat?

- ☐ **waar**
- ☐ **onwaar**

E2 OEFEN VERDER · WAAR OF ONWAAR



Kiko beweert dat alleen de Aarde een maan heeft. Klopt dat?

- ☐ **waar**
- ☐ **onwaar**

Level 3: de reus die op zijn zij rolt

Lowie schijnt met zijn zaklamp door het raam. Mei's windmeter is van het dak gewaaid en ligt op zijn zij in het gras, maar de bekertjes draaien nog.

'Perfecte timing,' zegt Kiko. 'De volgende reus ligt ook op zijn zij.'



Kiko zet een knikker op het behangpapier en tekent met een stift een stipje op de bovenkant: de noordpool. 'Bijna alle planeten draaien als een tol: hun as staat min of meer rechtop.' Dan legt hij de knikker op zijn zij, met het stipje naar Ilyas' zaklamp. 'Uranus niet. Zijn as helt ongeveer 98 graden, zodat hij eerder als een rollende bal rond de Zon gaat. Hij draait ook achterstevoren, in de andere richting dan de meeste planeten. Eén rotatie duurt ongeveer 17 uur.'

'En de seizoenen?' vraagt Mei. 'De raarste van het zonnestelsel,' zegt Kiko. Ilyas houdt zijn zaklamp stil, als Zon. Kiko rolt de knikker in een grote cirkel eromheen, het stipje altijd naar dezelfde muur gericht. Eerst kijkt de noordpool naar de lamp, een halve ronde later de zuidpool. 'Uranus doet 84 jaar over één rondje om de Zon. Op elke pool schijnt de Zon dan ongeveer 42 jaar lang zonder onder te gaan. Daarna volgen 42 jaar nacht.'

'Een zomervakantie van 42 jaar,' zucht Lowie. 'Gevolgd door een winter van 42 jaar,' zegt Mei. Hoe Uranus zo is omgevalen, weet niemand zeker. De meest gangbare verklaring: lang geleden botste een enorm hemellichaam, misschien zwaarder dan de Aarde, tegen de jonge Uranus. 'Een voltreffer,' zegt Ilyas. 'En de eindbaas kwam nooit meer recht.'

'Waarom is hij eigenlijk blauwgroen?' vraagt Zoë. 'Door methaan in zijn atmosfeer,' zegt Kiko. 'Dat gas slurpt het rode deel van het zonlicht op en kaatst blauw en groen terug. En kijk: hij heeft ringen. Zijn eerste ringen werden in 1977 vanaf de Aarde ontdekt. Intussen kent men er dertien, smal en zwart als roet.'

Lowie legt de flessendop naast de knikker. 'Wie is hier al geweest?' 'Tot nu toe alleen Voyager 2, in januari 1986,' zegt Kiko. 'Hij ontdekte er tien nieuwe maantjes. Op de foto's leek Uranus een effen, bijna saaie bol. Pas later zagen grote telescopen er wolken en stormen op, toen de seizoenen veranderden.'

Mei tikt tegen de knikker. 'Dus Uranus is de koudste planeet?' 'Hij heeft de koudste plek,' zegt Kiko. 'Uranus heeft de laagste temperatuur die ooit in een planeet atmosfeer gemeten is: -224°C . Toch staat Neptunus nog veel verder van de Zon. Neptunus geeft warmte af vanuit zijn binnenste, Uranus bijna niet. Waarom? Dat is nog altijd een raadsel. En gemiddeld, bovenaan de wolken, is Neptunus zelfs iets kouder: kijk maar in de tabel verderop.' Hij knipoogt. 'Misschien weet de laatste eindbaas het.'

17 REKENEN



Eindbaas-vraag van level 3. Stel: je woont op de noordpool van Uranus en je wordt geboren op de eerste dag dat de Zon daar opkomt. Hoe oud ben je, in Aarde-jaren, als je je eerste zonsondergang ziet? Uranus doet 84 jaar over één rondje om de Zon. Leg ook uit waarom de seizoenen op Uranus zo vreemd zijn.

Antwoord: _____

18 WAAR OF ONWAAR



Ilyas redeneert: 'Op Uranus werd de laagste temperatuur van alle planeten gemeten, dus staat hij het verst van de Zon.' Waar of onwaar?

☐

waar

☐

onwaar



Kiko fluistert alweer

Diep in Uranus en Neptunus is de druk zo groot dat methaan uit elkaar kan vallen. Onderzoekers vermoeden dat daarbij diamantjes ontstaan die langzaam naar binnen zakken, als een diamantregen. In laboratoria lukte het al om zulke piepkleine diamantjes te maken, maar op de planeten zelf is het nog niet bewezen.

Op de walkietalkie: Kajuit aan huis, 18.47 uur

Oma Lieve

Huis aan Kajuit. Alles goed daar? De stroom is uit in heel de straat. Over.

O

L

Lowie

Kajuit aan huis. Ja oma. We zitten bij Uranus. Over.

Oma Lieve

Bij wie? Over.

O

Mei

Uranus. Een planeet. Mijn windmeter is ook omgewaaid, maar hij meet nog. Windstoot van 92 km/u. Over.

M

Z

Zoë

Ik schrijf alles op. Oma, jij komt ook in mijn verslag.

Ilyas

Op Neptunus waait het meer dan 2 000. Eigenlijk hebben wij geluk.

I

Oma Lieve

Om half acht eten. Met of zonder stroom. Ik haal frietjes aan de frituur. Over en uit.

O

L

Lowie

Kan Neptunus wachten tot na de frietjes?

Mei

Neptunus doet 165 jaar over één rondje om de Zon. Die kan wel even wachten.

M

Level 4: Neptunus, de stormkampioen

Ilyas geeft de flessendop een laatste zwiep langs Uranus, en hij glijdt helemaal naar de rand van het behangpapier: Neptunus. '4,5 miljard kilometer van de Zon,' zegt Kiko, 'dertig keer zo ver als de Aarde. Zonlicht doet er ongeveer vier uur over.' Lowie knipt zijn zaklamp uit. 'En hoe ziet de Zon er dan uit?' 'Gewoon een felle ster aan een zwarte hemel.' Even is het donker en stil in de caravan, op het kraken van de wanden na.

'En wat zag Voyager 2 daar?' vraagt Mei. 'In augustus 1989, twaalf jaar na zijn vertrek, vloog hij voorbij,' zegt Kiko. 'Hij zag een donkere storm ongeveer zo groot als de Aarde, de Grote Donkere Vlek. Vijf jaar later keek de ruimtetelescoop Hubble opnieuw. De vlek was weg. Stormen op Neptunus komen en gaan veel sneller dan op Jupiter.'

'En de wind?' vraagt Ilyas. 'Op Neptunus werden de snelste winden van het hele zonnestelsel gemeten, meer dan 2 000 kilometer per uur,' zegt Kiko. 'Dat is sneller dan het geluid op Aarde, en ongeveer zes keer zo snel als de zwaarste orkaan ooit gemeten.' Net dan rukt een windstoot aan de caravan en Mei's windmeter schiet op 92. 'Jouw eerste windstoot van 87, maal 23,' rekt Ilyas, 'en je zit op Neptunus.' Mei kijkt naar haar logboek. Haar 92 lijkt opeens heel klein.



'Maar hoe kan dat, zo ver van de Zon?' vraagt Zoë. 'Op Aarde haalt het weer zijn energie bijna helemaal uit zonlicht,' zegt Kiko. 'Neptunus krijgt ongeveer 900 keer minder zonlicht dan wij. Toch geeft hij meer dan twee keer zoveel warmte af als hij van de Zon krijgt. Volgens sterrenkundigen komt die extra warmte uit zijn binnenste en drijft ze vooral het weer aan.'

'Misschien helpt het ook dat er geen bergen, bossen of steden zijn die de wind afremmen,' zegt Kiko. 'Zoals een ijshockeypuck,' zegt Lowie. 'Eén duw en hij glijdt eindeloos door, omdat niets hem tegenhoudt.' 'Dat vermoeden veel sterrenkundigen,' zegt Kiko. 'Maar zeker is het niet. Jupiter en Saturnus hebben ook geen vast oppervlak, en daar waait het toch trager. Helemaal begrijpen doet nog niemand het.'

Nog twee verrassingen. Neptunus is iets kleiner dan Uranus, maar wel zwaarder: er zit meer massa in een kleinere bol. En zijn grootste maan, Triton, draait in de omgekeerde richting rond. Waarschijnlijk was Triton ooit een losse ijswereld van voorbij Neptunus, die door de reus werd ingevangen. 'Gevangen door de eindbaas,' zegt Zoë. 'Dat wordt mijn voorpagina.'



Wist je dat...

De bekende diepblauwe foto's van Neptunus zijn te blauw. Ze werden destijds sterk bewerkt om de wolken en stormen beter te tonen. Een studie uit 2024 liet zien dat Neptunus en Uranus in het echt bijna dezelfde lichte groenblauwe kleur hebben, Neptunus met een tikje meer blauw.

19 MEERKEUZE

Eindbaas-vraag van level 4. Neptunus krijgt ongeveer 900 keer minder zonlicht dan de Aarde. Toch waaien daar de snelste winden van het zonnestelsel. Welke energiebron drijft zijn weer volgens sterrenkundigen vooral aan?

- A** Zonlicht, want de Zon schijnt daar feller dan op Aarde.
- B** Warmte uit zijn binnenste.
- C** Zijn maan Triton, die de wind aanblaast.
- D** De ringen, die de lucht rondduwen.

20 INVULLEN

Mei vult haar stormlogboek aan. Vul in: de snelste winden van het zonnestelsel waaien op _____, met meer dan _____ kilometer per uur.

Mei's stormranglijst

Waar?	Snelste wind (ongeveer)	Vergeleken met Mei's windstoot van 87 km/u
zware herfststorm in België	windstoten van ongeveer 100 km/u	iets harder
zwaarste orkaan ooit gemeten op Aarde	ongeveer 340 km/u	ongeveer 4 keer zo hard
Jupiter, tussen de wolkenstrepen	meer dan 500 km/u	ongeveer 6 keer zo hard
Jupiter, rand van de Grote Rode Vlek	meer dan 600 km/u	ongeveer 7 keer zo hard
Uranus	ongeveer 900 km/u	ongeveer 10 keer zo hard
Saturnus, aan de evenaar	ongeveer 1 800 km/u	ongeveer 20 keer zo hard
Neptunus	meer dan 2 000 km/u	meer dan 23 keer zo hard

21 IN VOLGORDE



Zoë maakt een affiche en wil de stormen tonen van traagste naar snelste wind. Zet ze in de juiste volgorde met Mei's stormranglijst: Saturnus (evenaar), herfststorm in België, Neptunus, rand van de Grote Rode Vlek, Uranus.

Saturnus (evenaar)

herfststorm in België

Neptunus

rand van de Grote Rode Vlek

Uranus

Jouw volgorde:

E3 OEFEN VERDER · OPEN VRAAG



Wout kiest Neptunus als rustige vakantiebestemming. Geef één reden om zijn plan te herzien.

E4 OEFEN VERDER · MEERKEUZE



Kiko zoekt de grootste planeet van ons zonnestelsel. Welke kiest hij?

- ☐ A Jupiter
- ☐ B Saturnus
- ☐ C Neptunus

Het ruimteweerbericht van Zoë

SCHRIJVEN

40 minuten

Dit heb je nodig

- papier en potlood
- kleurpotloden of stiften
- dit boekje, vooral de tabellen
- eventueel een tablet om te filmen, met toestemming

- 1 Zoë wil een nieuwe rubriek voor haar Reuzenjournaal: het weerbericht van de reuzen. Kies één reus.
- 2 Zoek in dit boekje vijf weerfeiten over jouw reus: de snelste wind, de temperatuur bovenaan de wolken, een bekende storm of een vreemd verschijnsel (de Grote Rode Vlek, de Grote Donkere Vlek, de zeshoek, de ringen of de omgevallen as), hoe lang een dag duurt en of er seizoenen zijn.
- 3 Schrijf een weerbericht van 8 tot 12 zinnen, zoals op tv. Gebruik minstens drie getallen met de juiste eenheid: km/u, °C, uur of jaar.
- 4 Voeg een weeralarm toe, bijvoorbeeld: 'Code rood voor wie in de buurt van de Grote Rode Vlek vliegt.'
- 5 Teken een weerkaart van je reus, met pijlen voor de wind en eigen symbolen voor de stormen.
- 6 Presenteer je weerbericht in één minuut aan de klas, of film het met toestemming.

Welk feit verraste je publiek het meest? En wat betekent 'morgen' eigenlijk op een planeet waar een dag maar ongeveer 10 uur duurt?

Laatste level: plan je eigen missie

Om 19.20 uur springt het licht weer aan, in de hele straat. Het tv'tje zoemt, Ilyas' game start opnieuw op, maar hij kijkt er niet eens naar. Kiko tikt op het lege stuk behangpapier voorbij Neptunus. 'Laatste level. Geen datakaarten meer. Jullie plannen zelf de volgende missie.'

Eerst een probleem: energie. Hoe verder van de Zon, hoe zwakker het zonlicht, en dat gaat snel. Sta je twee keer zo ver, dan krijg je vier keer minder licht. Drie keer zo ver: negen keer minder. Jupiter staat ruim vijf keer zo ver van de Zon als de Aarde. Daar is het zonlicht ongeveer 27 keer zwakker.

Juno haalt het nog net met zonnepanelen: drie enorme vleugels van elk ongeveer 9 meter lang. Voyager en Cassini kregen een kernbatterij mee: radioactief materiaal dat warmte afgeeft, die wordt omgezet in elektriciteit. Zo sturen de Voyagers na bijna vijftig jaar nog altijd zwakke signalen naar huis.

Wetenschappers willen dolgraag terug naar de ijsreuzen. In 2022 zetten Amerikaanse wetenschappers een sonde naar Uranus bovenaan hun lijst van belangrijkste nieuwe missies. Vertrokken is die nog niet. Wel zijn er twee sondes onderweg naar de manen van Jupiter: Europa Clipper van NASA, aankomst in 2030, en JUICE van ESA, aankomst in 2031.



Het grote reuzenoverzicht (afgerond)

Kenmerk	Jupiter	Saturnus	Uranus	Neptunus
soort	gasreus	gasreus	ijsreus	ijsreus
doorsnede aan de evenaar	142 984 km	120 536 km	51 118 km	49 528 km
zo zwaar als ... Aardes	318	95	14,5	17
afstand tot de Zon	778 miljoen km	1,43 miljard km	2,87 miljard km	4,5 miljard km
één rotatie (dag)	ongeveer 10 uur	bijna 11 uur	ongeveer 17 uur, achterstevoren	ongeveer 16 uur
één rondje om de Zon (jaar)	bijna 12 jaar	ongeveer 29,5 jaar	84 jaar	ongeveer 165 jaar
helling van de as	3°	27°	98°	28°
temperatuur bovenaan de wolken	ongeveer -110 °C	ongeveer -140 °C	ongeveer -195 °C	ongeveer -200 °C
bekende manen (stand 2026)	meer dan 100	bijna 300	bijna 30	16
bezocht door onder meer	Pioneer, Voyager 1 en 2, Galileo, Juno	Pioneer 11, Voyager 1 en 2, Cassini	alleen Voyager 2	alleen Voyager 2

22 IN VOLGORDE



Lowie sorteert zijn statskaarten van zwaarste naar lichtste reus. Hij denkt dat de grootste reus ook altijd de zwaarste is. Zet ze in de juiste volgorde met het grote reuzenoverzicht: Uranus, Jupiter, Neptunus, Saturnus.

Uranus

Jupiter

Neptunus

Saturnus

Jouw volgorde:

23 VERBINDEN

Door Lowies winegumvingers zijn de datakaarten door elkaar geraakt. Verbind elke sonde met wat ze deed.

1 Voyager 2

2 Cassini

3 Juno

4 de Galileo-capsule

5 Huygens

A landde in 2005 op Titan, de grootste maan van Saturnus

B dook in 1995 aan een parachute in de wolken van Jupiter

C de enige sonde die Uranus en Neptunus bezocht

D draaide dertien jaar rond Saturnus en dook er in 2017 in

E E. kwam in 2016 aan bij Jupiter en vond aanwijzingen voor een wazige kern

Mijn antwoord: _____



Mei's regel: gemeten of gegokt?

Sommige cijfers over de reuzen veranderen. Begin 2023 telde men bij Saturnus 83 manen, twee jaar later al meer dan 270 en in 2026 bijna 300, omdat telescopen steeds kleinere brokjes vinden. Ook de Grote Rode Vlek verandert van grootte. Zet daarom bij een cijfer altijd van wanneer het is, en zoek de nieuwste telling op bij een betrouwbare bron, zoals NASA of ESA.



Een Belgisch tipje

Ook België werkt mee aan JUICE. Onderzoekers van de Koninklijke Sterrenwacht van België in Ukkel zijn betrokken bij vier van de tien meetinstrumenten, onder meer om te ontdekken hoe de ijsmaan Ganymedes vanbinnen in elkaar zit. JUICE vertrok in april 2023 en komt in 2031 aan bij Jupiter.

24 REKENEN



Eindbaas-vraag van het laatste level. Jullie sonde moet naar Uranus, dat ongeveer 19 keer zo ver van de Zon staat als de Aarde. Mei wil zonnepanelen, Ilyas een kernbatterij. Reken eerst uit hoeveel keer zwakker het zonlicht bij Uranus is. Wie heeft gelijk, en waarom?

Antwoord: _____

Debat: welke reus krijgt de volgende sonde?

DEBAT

30 minuten

Dit heb je nodig

- de klas in vier groepjes
- dit boekje, vooral de tabellen en de raadsels
- per groepje een groot blad papier en stiften
- een kookwekker of tijdnemer

1 Kiko heeft geld voor één nieuwe sonde, en elk groepje wil die naar zijn eigen reus sturen. Trek lotjes: Jupiter, Saturnus, Uranus of Neptunus.

2 Zoek in dit boekje minstens drie sterke argumenten voor jouw reus. Welk raadsel kan een sonde daar oplossen? Hoeveel keer kreeg hij al bezoek? Welke energie heeft de sonde nodig?

3 Bedenk ook een zwak punt van jouw reus en hoe je dat weerlegt. Bijvoorbeeld: 'Jupiter kreeg al veel bezoek.'

4 Elk groepje krijgt twee minuten om zijn reus te verdedigen. Daarna mag elk ander groepje één kritische vraag stellen.

5 Stem in stilte, met je ogen dicht. Je mag niet op je eigen reus stemmen.

Welk argument van een ander groepje vond je het sterkst? En waarom kozen echte wetenschappers in 2022 volgens jou voor Uranus?

Het experiment van Galileo: de manen van Jupiter

BUITEN

ongeveer 30 minuten per avond, op 3 tot 4 heldere avonden

Dit heb je nodig

- een gewone verrekijker
- iets om de verrekijker stil op te laten steunen, zoals een muurtje, een stoelleuning of een statief
- een volwassene die meegaat
- een sterrenkaart of de website van een volkssterrenwacht
- een notitieboekje en potlood
- een zaklamp met rode folie ervoor
- warme kleren



Veiligheid

Richt de verrekijker nooit naar de Zon, ook niet als ze laag staat of net ondergaat: dat beschadigt je ogen meteen en blijvend. Begin pas als de Zon helemaal onder is. Ga in het donker alleen naar buiten met een volwassene.

1

Kiko wil weten of je kan zien wat Galileo Galilei in 1610 als eerste zag. Zoek eerst samen met een volwassene op of Jupiter deze weken 's avonds zichtbaar is, en in welke richting. Gebruik een sterrenkaart of de website van een volkssterrenwacht of van de Koninklijke Sterrenwacht van België.

2

Jupiter is na de Maan en Venus meestal het helderste lichtpunt aan de nachthemel. Hij twinkelt minder dan de sterren en schijnt rustig.

3

Laat je ogen ongeveer 10 minuten wennen aan het donker. Kijk intussen niet op een fel scherm. Heb je licht nodig om te tekenen, gebruik dan de zaklamp met rode folie.

Het experiment van Galileo: de manen van Jupiter (vervolg)

BUITEN

4

Leg de verrekijker stil op je steun en zoek Jupiter. Je ziet een klein schijfje, en vaak een tot vier piepkleine lichtpuntjes op één lijn ernaast: zijn grote manen Io, Europa, Ganymedes en Callisto.

5

Teken Jupiter als een cirkeltje en zet de puntjes precies waar jij ze ziet. Noteer de datum en het uur.

6

Herhaal dit op drie of vier avonden. Vergelijk je tekeningen: verschuiven de puntjes? Is er soms een verdwenen?

Galileo zag dat die puntjes rond Jupiter draaien. Waarom was dat in 1610 zo'n schok voor mensen die dachten dat alles rond de Aarde draait?

19.58 uur: frietjes en een nieuwe regel



Een half uur later zitten ze aan de keukentafel van oma Lieve, met frietjes van de frituur. De storm is gaan liggen. Mei's windmeter staat weer op het dak, met een extra laag tape. Zoë schrijft haar verslag netjes over. De kop is veranderd: 'Vier reuzen, nul landingen.'

Ilyas heeft voor het eerst in zijn leven een recordpoging niet afgemaakt, en hij vindt het niet eens erg. Van de vijf winegums is er nog één over. Over de andere vier zwijgt Lowie. Hij legt de laatste plechtig op het behangpapier, naast Neptunus. 'Voor de volgende sonde.'

Kiko zit stil op de vensterbank, gewoon een knuffel. Maar in Mei's logboek staat een nieuwe regel, in hanenpoten die niet van haar zijn: 'Rond Jupiter draait een maan met waarschijnlijk meer water dan alle zeeën van de Aarde samen. Onder het ijs. Wie gaat kijken? K.'

Woordenlijst

gasreus

Een reuzenplaneet die vooral uit waterstof en helium bestaat, zoals Jupiter en Saturnus.

massa

Hoeveel materie of 'spul' er in iets zit.

luchtdruk

Het gewicht van al het gas dat boven je ligt en op je drukt.

draaikolk

Een stroming die rond een midden draait, zoals een storm of het water in een leeglopend bad.

ashelling

Hoe schuin de draaias van een planeet staat; bij Uranus is dat ongeveer 98 graden.

zwaartekrachtslinger

Een sonde scheert langs een planeet en krijgt zo bijna gratis extra vaart en een nieuwe richting.

kernbatterij

Een energiebron voor verre sondes die de warmte van radioactief materiaal omzet in elektriciteit.

ijsreus

Een reuzenplaneet die vooral uit water, ammoniak en methaan bestaat, zoals Uranus en Neptunus.

atmosfeer

De laag gas rond een planeet.

metallisch waterstof

Waterstof die zo hard samengedrukt is dat hij elektriciteit geleidt, zoals een metaal.

afplatting

Het platter worden van een snel draaiende planeet: breder aan de evenaar dan van pool tot pool.

sonde

Een ruimtetuig zonder mensen aan boord dat metingen doet en foto's maakt.

methaan

Een gas dat rood licht opslorpt en Uranus en Neptunus hun blauwgroene kleur geeft.



Jouw eindbaas: het onopgeloste raadsel

Op het lege stuk behangpapier voorbij Neptunus staat nog niets. Drie raadsels hebben nog altijd geen antwoord: waarom Uranus bijna geen warmte afgeeft, hoe de zeshoek van Saturnus zijn vorm houdt en hoe lang de Grote Rode Vlek nog blijft. Welk raadsel kiest de crew? Kies er zelf ook één. Welke meting moet een sonde doen om het op te lossen, en wat heeft ze daarvoor nodig: welke energiebron, welke route, hoeveel jaar reizen? Schrijf je plan op één blad.

Wat neem ik mee?

- ✓ Jupiter en Saturnus zijn gasreuzen van vooral waterstof en helium. Uranus en Neptunus zijn ijsreuzen van vooral water, ammoniak en methaan. Ijsreus is een familienaam, zegt Kiko.
- ✓ Lowie, noteer dit: op een reus kan je niet landen. Het gas wordt dieper steeds dikker, heter en vloeibaar, zonder grond. De Galileo-capsule werd in 1995 platgedrukt voor ze iets vast raakte.
- ✓ Jupiter draait in ongeveer 10 uur om zijn as. Daardoor heeft hij strepen van wind en is hij wat platgedrukt.
- ✓ De Grote Rode Vlek is een storm breder dan de Aarde die al minstens sinds de jaren 1830 woedt, maar wel krimpt. Gemeten, niet gegokt.
- ✓ De ringen van Saturnus zijn ontelbare losse stukken ijs: meer dan 200 000 km breed en meestal maar zo'n 10 meter dik.
- ✓ Uranus ligt op zijn zij, met een as die 98 graden helt. Op zijn polen duurt een zomer 42 jaar.
- ✓ Op Neptunus waaien de snelste winden: meer dan 2 000 km per uur. Hij krijgt weinig zonlicht, maar heeft warmte van binnenuit. Sterrenkundigen vermoeden dat bijna niets de wind afremt, maar zeker is dat niet.
- ✓ Met zwaartekrachtslingers bezocht Voyager 2 alle vier de reuzen. Het is de enige sonde die bij Uranus en Neptunus was.
- ✓ Cassini draaide dertien jaar rond Saturnus en dook er in 2017 in, om manen waar misschien leven mogelijk is te beschermen.
- ✓ Hoe verder van de Zon, hoe zwakker het zonlicht. Daarom krijgen verre sondes een kernbatterij mee in plaats van zonnepanelen.

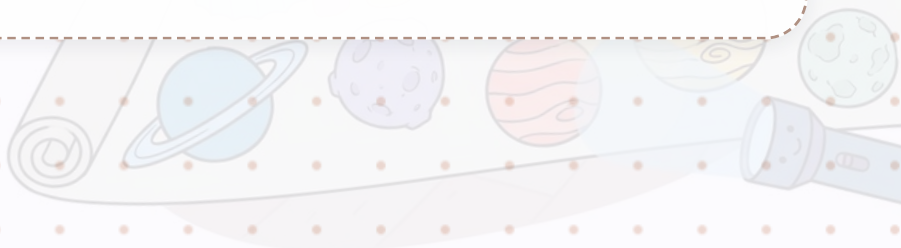




Tip voor ouders en leerkrachten

Jupiter en Saturnus zijn met het blote oog makkelijk te vinden; met een gewone verrekijker op een steun zie je de grote manen van Jupiter, en met een kleine telescoop de ringen van Saturnus. Veel volkssterrenwachten in Vlaanderen houden publieksavonden waar kinderen zelf door een telescoop mogen kijken, en het Planetarium in Brussel heeft voorstellingen over de planeten. Een mooie gespreksvraag aan tafel: was het juist om Cassini in Saturnus te laten neerstorten, en wie mag zoiets eigenlijk beslissen?

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

