

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

3 De rots- planeten

5 **Manen, kometen en asteroiden**

7 Sterren en sterrenbeelden

9 Zwarte gaten

11 Raketten en astronauten

13 Leven in de ruimte?

2 De Zon

4 De reuzen

6 Aarde en Maan

8 Melkweg en heelal

10 Ruimtevaart door de tijd

12 Telescopen en sondes

14 Proefjes en ruimtequiz

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

Tekst en opmaak: Brecht Corbeel · schoolium.me

RUIMTEBOEKJE

5

Manen, kometen en asteroiden



Een tentnacht vol vallende sterren, een album met lege vakjes en één vraag die Selin wakker houdt

 **schoolium**

Brecht Corbeel · schoolium.me

Dit boekje is van _____

Manen, dwergplaneten, kometen en asteroïden

Het is de nacht van de vallende sterren, en in de tent achteraan in Febes tuin houdt Selin een filmpje omhoog: ASTEROÏDE OP WEG NAAR ONS. Dan kruipt Kiko de neusbeer uit een slaapzak en klapt een verzamelalbum open met zeven lege bladzijden. Samen met Febe, Malik, Selin en Jonas jaag je tot zonsopgang op manen met vulkanen, ijsbollen met staarten en het rotsblok dat de dinosaurussen trof. Pak je potlood: je gaat ruilen, rekenen, buiten tellen en uitzoeken wat bewezen is en wat alleen eng klinkt.

- Op het einde kan je vijf bijzondere manen herkennen en uitleggen waarom onderzoekers op sommige ijsmanen naar leven zoeken.
- Op het einde kan je uitleggen wat een dwergplaneet is en waarom Pluto in 2006, net als Ceres vroeger, een andere soortnaam kreeg.
- Op het einde kan je asteroïden en kometen uit elkaar houden en vertellen waarom een komeetstaart altijd van de Zon weg wijst.
- Op het einde kan je een meteoroïde, een meteor en een meteoriet uit elkaar houden en zelf vallende sterren tellen.
- Op het einde kan je vertellen hoe een inslag 66 miljoen jaar geleden de dinosaurussen trof en hoe DART een asteroïde een duw gaf.
- Jouw missie: een eng filmpje over een asteroïde onderzoeken en uitmaken wat er echt gemeten is.

23.31 uur: de eerste streep



'Daar!' Jonas schiet overeind en stoot zijn hoofd tegen het tentdoek. Boven de appelboom flitst een witte streep door de hemel. 'Eén,' zegt Jonas, en hij zet met balpen een streepje op zijn arm.

Het is 12 augustus, de nacht van de vallende sterren. De crew slaapt in de tent achteraan in Febes tuin, waar geen straatlampen staan. Malik ligt op zijn rug. 'Ik tel er zeker één per minuut,' zegt hij. 'Tegen de ochtend heb ik er honderd.'

Alleen Selin kijkt niet naar boven. Ze zit in de tentopening met haar knieën opgetrokken. Haar gsm verlicht haar gezicht. Op het filmpje knalt een gloeiende rots op de Aarde, met in vette letters: ASTEROÏDE OP WEG NAAR ONS. WETENSCHAPPERS ZWIJGEN. Twee miljoen keer bekeken.

'Wat als die streep van daarnet er een was?' fluistert ze. Niemand antwoordt. Dan klinkt er een droge stem uit Febes slaapzak. 'Die streep was een stofkorreltje. Kleiner dan een rijstkorrel.'

Iedereen verstijft. Uit de slaapzak kruipt Kiko, de neusbeer van de klas, die Febe een week mee naar huis mocht nemen. Zijn lange snuit wiebelt, zijn gestreepte staart staat recht omhoog. 'En nu,' zegt hij, 'zoeken we uit of Selin vannacht kan slapen.'

In de tent, 23.36 uur

Malik

Oké. De knuffel praat. Is dit een bonuslevel?

M



Kiko

Neusbeer, geen knuffel. En ja: een bonuslevel met zeven levels.

S

Selin

Weet jij of die asteroïde komt?



Kiko

Nog niet. Ik weet wel dat paniek geen meetinstrument is. Eerst kijken, dan schrikken.

Jonas

Hoe kijk je naar iets dat in de ruimte zit?

J



Kiko

Door eerst al het kleine spul van het zonnestelsel te leren kennen. Manen, dwergplaneten, rotsblokken, ijsbollen. Pas dan snap je wat een asteroïde gevaarlijk maakt.

F

Febe

Klein spul? Een maan is toch niet klein?



Kiko

Wacht maar tot je er een met vulkanen ziet.

MISSIE

Missie Leeg Album

Kiko legt een dik verzamelalbum op de luchtmatras: Het Klein Spul van het Zonnestelsel. Zeven bladzijden vol lege vakjes. Bij elk level verdient de crew kaarten, maar alleen met juiste feiten erop. Na level 7 wacht de eindbaas: het filmpje van Selin. Is het waar, half waar of gewoon eng? Eén regel geldt het hele boek lang: paniek is geen meetinstrument.

Tip voor ouders en leerkrachten

Rond 12 augustus (Perseïden) en 13-14 december (Geminiden) kan je met kinderen vallende sterren tellen: een donkere plek, een ligmatje en geduld volstaan, en verschillende volkssterrenwachten in Vlaanderen houden dan kijkavonden. In het Museum voor Natuurwetenschappen in Brussel zie je de iguanodons van Bernissart, die ongeveer 125 miljoen jaar geleden leefden, lang vóór de inslag; in het Planetarium in Brussel lopen voorstellingen over het zonnestelsel. Een goede gespreksvraag: hoe herken je een filmpje dat je bang wil maken, en waar kijk je zo'n bericht na?

De antwoorden staan in het apart antwoordenboekje van dit boekje.

Level 1: manen met superkrachten



Kiko schuift de eerste kaarten uit het album. Een maan is een hemellichaam dat rond een planeet draait in plaats van rechtstreeks rond de Zon. Wij hebben er één. Saturnus heeft er meer dan 270, Jupiter bijna honderd, en er komen er regelmatig bij. De meeste zijn brokjes van een paar kilometer, maar sommige zijn echte werelden.

De eerste kaart is geel en oranje, vol zwarte vlekken. Io, een maan van Jupiter, is de meest vulkanische plek van het zonnestelsel, met meer dan vierhonderd actieve vulkanen. Sommige spuiten pluimen van zwavelgas honderden kilometers hoog. Door de zwavel lijkt Io op een oude pizza.

'Io staat toch ver van de Zon?' vraagt Jonas. 'Waar komt die hitte vandaan?' Kiko gooit Malik een stressbal toe. 'Knijp.' Na een minuut zegt Malik: 'Hij wordt warm.' 'Zo verwarmt Jupiter Io,' zegt Kiko.

Io draait vlak bij de reus, in een baan die niet helemaal rond is. Komt Io dichterbij, dan trekt Jupiter harder en rekt de maan uit. Verder weg veert ze terug. Dat kneden door zwaartekracht heet getijdenwerking. De buurmanen Europa en Ganymedes houden Io's baan uitgerekt, zodat het kneden nooit stopt.

De volgende kaart is wit met bruine barsten. Europa is iets kleiner dan onze Maan. Onder haar dikke ijskorst zit volgens onderzoekers een oceaan van zout water, met naar schatting twee keer zoveel water als alle zeeën op Aarde samen. Ook hier is het kneden door Jupiter de kachel.

Dan Ganymedes: 5 268 kilometer breed, de grootste maan van het zonnestelsel en groter dan de planeet Mercurius. Hij is de enige maan met een eigen magnetisch veld. Ook onder zijn ijs zit waarschijnlijk een oceaan. 'Legendarisch,' fluistert Malik. 'Die wil ik.'

Febes manenkaarten

Maan	Draait rond	Doorsnede (ongeveer)	Superkracht
onze Maan	Aarde	3 475 km	om mee te vergelijken
Io	Jupiter	3 640 km	meer dan 400 actieve vulkanen
Europa	Jupiter	3 120 km	oceaan van zout water onder het ijs
Ganymedes	Jupiter	5 270 km	grootste maan, eigen magnetisch veld
Titan	Saturnus	5 150 km	dikke lucht, meren van vloeibaar methaan
Enceladus	Saturnus	500 km	fontein van water op de zuidpool
Triton	Neptunus	2 710 km	draait achteruit rond Neptunus, ijsgeisers



Kiko fluistert

Ganymedes is groter dan de planeet Mercurius, maar nog niet half zo zwaar. Hij bestaat voor ongeveer de helft uit ijs, en ijs is veel lichter dan het gesteente en ijzer van Mercurius.

1

WAAR OF ONWAAR



Jonas schrijft op de kaart van Io: 'Io is zo heet vanbinnen omdat hij dicht bij de Zon staat.' Febe wil de kaart pas in het album steken als het klopt. Waar of onwaar?



waar



onwaar

Missie volbracht!

Wat neem ik mee?

- ✓ Sommige manen zijn echte werelden: Io heeft vulkanen, Europa en Enceladus hebben een oceaan onder hun ijs, Titan heeft meren van methaan en Ganymedes is groter dan Mercurius.
- ✓ Ver van de Zon kan een maan toch warm zijn vanbinnen, omdat de zwaartekracht van haar planeet haar kneedt. Dat heet getijdenwerking.
- ✓ Pluto is sinds 2006 een dwergplaneet: hij is rond, maar niet de baas in zijn zone. Met Ceres gebeurde rond 1850 iets gelijkaardigs.
- ✓ De asteroïdengordel is vooral lege ruimte. De brokken liggen gemiddeld ongeveer een miljoen kilometer uit elkaar.
- ✓ Een komeet is een vuile sneeuwbal. Vlak bij de Zon krijgt ze een coma en twee staarten, en die wijzen altijd van de Zon weg.
- ✓ Een korrel in de ruimte is een meteoroïde, de lichtstreep is een meteor, en wat de grond haalt, is een meteoriet.
- ✓ De Perseïden in augustus zijn stof van de komeet Swift-Tuttle, dat met ongeveer 59 kilometer per seconde in de lucht verdampt.
- ✓ 66 miljoen jaar geleden sloeg een asteroïde van ongeveer 10 kilometer in. Vooral de donkerte en de kou daarna deden de grote dinosaurussen uitsterven. Vogels zijn de dinosaurussen die het haalden.
- ✓ DART bewees in 2022 dat je een asteroïde een duw kan geven. Hoe vroeger je een gevaarlijke vindt, hoe kleiner het duwtje mag zijn.
- ✓ Een kans op een inslag kan eerst stijgen en dan naar nul zakken: niet de asteroïde verandert, wel wat we weten. Paniek is geen meetinstrument.

Woordenlijst

maan

Hemellichaam dat rond een planeet draait in plaats van rechtstreeks rond de Zon.

dwergplaneet

Rond hemellichaam dat rond de Zon draait, maar niet de baas is in zijn eigen zone.

asteroïdengordel

Brede, vooral lege zone tussen Mars en Jupiter waar de meeste asteroïden rondcirkelen.

coma

Wolk van gas en stof rond de kern van een opwarmende komeet.

meteoroïde

Korrel of brok die door de ruimte zweeft.

meteoriet

Stuk uit de ruimte dat de grond bereikt zonder helemaal op te branden.

sonde

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

getijdenwerking

Het kneden van een maan door de zwaartekracht van haar planeet; daardoor wordt de maan vanbinnen warm.

asteroïde

Rotsblok of brok metaal dat rond de Zon draait, van enkele meters tot honderden kilometers breed.

komeet

Brok ijs, stof en steen die bij de Zon opwarmt en dan een coma en staarten krijgt.

zonnewind

Stroom van piepkleine deeltjes die de Zon voortdurend de ruimte in blaast.

meteoor

Lichtstreep van een korrel die in de dampkring verdampt; ook vallende ster genoemd.

meteorenzwerm

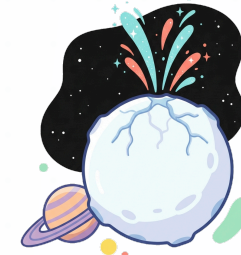
Veel vallende sterren in één nacht, als de Aarde door het stofspoor van een komeet of asteroïde vliegt.

planetaire verdediging

Gevaarlijke asteroïden opsporen en manieren testen om ze van koers te duwen.

Level 1, deel 2: de grote ruil

Bij Saturnus vallen twee manen op. Titan is de tweede grootste maan en de enige met een dikke lucht, vooral van stikstof, zoals bij ons. De luchtdruk is er ongeveer anderhalve keer zo hoog. Een oranje nevel verbergt de grond, en het is er ongeveer -180°C .



Zo koud dat water steenhard is, maar methaan, bij ons het gas in aardgas, vloeibaar. Het regent er methaan, en er liggen rivieren, meren en zeeën van methaan en ethaan. In 2005 landde de Europese capsule Huygens er. De vliegende robot Dragonfly van NASA staat gepland voor een lancering in 2028.

Enceladus is maar ongeveer 500 kilometer breed, zeven keer smaller dan onze Maan. Toch zag de sonde Cassini in 2005 fontein van waterdamp en ijskorreltjes uit barsten op de zuidpool spuiten, uit een verborgen oceaan. Cassini vloog erdoor en proefde zout en stoffen met koolstof, mogelijke bouwstenen van leven.

Dan begint het ruilen. Malik wil Io, de vlammendste kaart. Febe wil Europa. Jonas klemt Titan vast. Selin legt Enceladus voorzichtig in het album. 'Waarom die kleine?' vraagt Malik. 'Omdat je klein kan zijn en toch fontein hebt,' zegt Selin. Voor het eerst die avond lacht ze. Op dat moment glijdt er een kaart uit het album die nergens past.



Uit Jonas' uitvindersschrift

Op Titan is de lucht dik en de zwaartekracht zwak, ongeveer een zevende van die op Aarde. Onderzoekers rekenden uit dat een mens er met grote vleugels aan zijn armen zou kunnen vliegen. Alleen heb je dan wel een pak nodig tegen -180°C .

2 VERBINDEN



In het album staan vijf vakjes met een superkracht, maar Maliks ruilstapel ligt door elkaar. Verbind elke maan met haar superkracht.

1 Io



2 Europa



3 Ganymedes



4 Titan



5 Enceladus



● **A** dikke lucht en meren van vloeibaar methaan

● **B** fontein van water uit barsten op de zuidpool

● **C** meer dan 400 actieve vulkanen

● **D** grootste maan, met een eigen magnetisch veld

● **E** E. ijskorst met een oceaan van zout water, met twee keer zoveel water als alle zeeën op Aarde

Mijn antwoord: _____

3 OPEN VRAAG



Eindbaas-vraag van level 1. Selin snapt het niet: 'Europa en Enceladus staan zo ver van de Zon dat alles bevroert. Waarom zoeken onderzoekers daar dan naar leven?' Leg het haar uit. Gebruik de woorden oceaan en getijdenwerking.

5.58 uur: het laatste vakje

A ls de lucht boven het maïsveld grijs wordt, slapen Malik en Jonas met hun hoofden tegen elkaar. Jonas' arm staat vol streepjes: 61 vallende sterren. Febe telt de kaarten in het album. Elk vakje is gevuld, behalve één, op de laatste bladzijde. Er staat geen naam bij.

Selin is als laatste wakker. Laag boven de appelboom trekt nog een streep. Ze schrikt niet. 'Swift-Tuttle,' fluistert ze. 'Korreltje. Meteoröide. Meteor.' Kiko snurkt zachtjes, zijn snuit onder zijn staart. Selin pakt Febes stift en schrijft drie vraagtekens in het lege vakje. Dan doet ze haar ogen dicht.



Jouw eindbaas: het lege vakje

Elke nacht vinden telescopen nieuwe stipjes die bewegen, en veel ervan hebben nog geen naam. Ontwerp de kaart voor het lege vakje: een ijsmaan, een dwergplaneet, een komeet of een asteroïde die nog niemand van dichtbij bezocht. Welke vraag wil jij erover beantwoorden? Welke meting moet een sonde doen, welke energie heeft ze nodig en hoe lang duurt de reis? En hoe zorg je dat je antwoord straks bewezen is, en niet alleen spannend klinkt?

Schrijven: het eerlijke filmpje

40 minuten

SCHRIJVEN

Dit heb je nodig

- papier en potlood
- dit boekje
- eventueel een tablet om te filmen, met toestemming

- 1 Selin wil een eigen filmpje maken dat even spannend is als het enge, maar wel klopt. Kies een onderwerp uit dit boekje: 2024 YR4, Apophis, DART, Tsjeljabinsk of de dinosaurussen.
- 2 Schrijf eerst de slechtst mogelijke titel: zo eng mogelijk, in hoofdletters, zonder één echt feit. Lees hem hardop en lach erom.
- 3 Schrijf dan een eerlijke titel die toch nieuwsgierig maakt. Bijvoorbeeld: 'Deze asteroïde haalde het nieuws. Dit gebeurde er echt.'
- 4 Schrijf een tekst van 8 tot 12 zinnen met minstens vier feiten uit dit boekje. Zet bij elk getal van wanneer de meting is.
- 5 Voeg één zin toe die je kijkers geruststelt zonder te liegen, en één zin over iets wat onderzoekers nog niet weten.
- 6 Lees je tekst in één minuut voor, of film hem met toestemming. Een klasgenoot controleert elke bewering met het boekje: nagekeken of niet?

Waarom krijgt een eng filmpje vaak meer kijkers dan een eerlijk filmpje? Aan welke drie dingen herken je voortaan een filmpje dat je bang wil maken?

Level 2: de kaart met een kras

Febe raapt de kaart op: een grijze bol met een licht hartje. Iemand heeft het woord PLANEET doorstreept en 'sinds 2006' eronder gekrabbeld. 'Een kaart met een fout?' Febe frons. 'In mijn verzameling bestaan geen fouten.' 'Dit is de beroemdste ruzie uit de sterrenkunde,' zegt Kiko.

Febe draait de kaart om. Achterop staat één jaartal: 1930. 'Toen werd Pluto ontdekt,' zegt Kiko, 'en 76 jaar lang was hij de negende planeet.' In 2005 maakte een Amerikaans team bekend dat het nog verder een ijswereld had gevonden, bijna zo breed als Pluto en ruim een kwart zwaarder. Kranten noemden ze meteen de tiende planeet.

Moest elk ijsbolletje voorbij Neptunus een planeet worden? Op 24 augustus 2006 stemden sterrenkundigen in Praag over een regel. Een planeet draait rond de Zon, is door haar eigen zwaartekracht bijna rond, en heeft haar baan schoongeveegd: ze is de baas in haar zone.

'Zoals een eindbaas die alle kleine monsters in zijn level heeft opgeslokt of weggeslingerd,' zegt Kiko. De Aarde is meer dan een miljoen keer zwaarder dan al het andere spul in haar baan samen. Pluto deelt zijn zone met talloze ijsbrokken, die samen veel zwaarder zijn dan hij. Pluto werd dus een dwergplaneet.

De nieuwe ijswereld kreeg een passende naam: Eris, naar de Griekse godin van ruzie. 'En het is al eens gebeurd,' zegt Kiko. In 1801 vond de Italiaan Giuseppe Piazzi tussen Mars en Jupiter Ceres, en dat werd een planeet genoemd. Daarna volgden Pallas, Juno, Vesta en steeds meer. Rond 1850 kregen ze een nieuwe soortnaam: asteroïden.

Sinds 2006 is Ceres een dwergplaneet. Erkend zijn er nu vijf: Ceres, Pluto, Eris, Haumea en Makemake. Haumea heeft de vorm van een rugbybal, draait in ongeveer vier uur om haar as en heeft een ring. Febe schrijft een nieuw etiket: 'Dwergplaneet, sinds 2006. Geen fout. Een nieuwe soort.'



4 INVULLEN

Febe maakt een nieuw etiket voor de kaart met de kras. Vul in: Pluto werd in _____ een dwergplaneet. De ontdekking van _____, een ijswereld die ruim een kwart zwaarder is dan Pluto, deed de ruzie losbarsten.

23 IN VOLGORDE

Selin zet de geschiedenis van 2024 YR4 op een rij voor haar reactie. Zet de gebeurtenissen in de juiste volgorde.

Na metingen met de James Webb-telescoop wordt ook een inslag op de Maan uitgesloten.

Een telescoop ontdekt 2024 YR4.

De kans op een inslag op de Aarde stijgt tot ongeveer 3 procent.

Een inslag op de Aarde wordt uitgesloten, maar de kans op een inslag op de Maan stijgt tot ongeveer 4 procent.

Jouw volgorde:

24 OPEN VRAAG

Eindbaas-vraag van level 7. Febe vindt het raar: 'De kans op een inslag steeg eerst en zakte daarna naar nul, terwijl de asteroïde zijn baan niet veranderde.' Leg uit hoe dat kan. Gebruik het voorbeeld van het dartbord.

De eindbaas: het filmpje van Selin

Om 3.25 uur kruipt de crew terug de tent in. Selin kijkt nu anders naar haar scherm. 'Mijn filmpje gaat over een asteroïde die in 2032 zou inslaan.' 'Dan ken ik hem,' zegt Kiko. '2024 YR4, ontdekt in december 2024. Ongeveer 60 meter breed.'



In februari 2025 steeg de kans dat YR4 de Aarde zou raken tot ongeveer 3 procent: de hoogste kans ooit gemeten voor een asteroïde van die grootte. Telescopen over de hele wereld volgden hem. Eind februari was een inslag op de Aarde uitgesloten. Daarna steeg de kans op een inslag op de Maan tot ongeveer 4 procent.

In februari 2026 keek de ruimtetelescoop James Webb nog eens: ook een inslag op de Maan is uitgesloten. 'Maar de asteroïde veranderde toch niet van baan?' vraagt Febe. 'Nee,' zegt Kiko. 'Onze kennis veranderde.'

Hij legt het uit met een dartbord. Wie van heel ver gooit, weet nog niet waar het pijltje landt: ergens binnen een grote cirkel. Elke nieuwe meting maakt die cirkel kleiner. Zolang de Aarde in de cirkel ligt, is er een kans. Valt de Aarde erbuiten, dan zakt de kans naar nul.

'Dus de wetenschappers zwegen helemaal niet,' zegt Selin. 'Ze maakten elke nieuwe kans bekend. Het filmpje stopte gewoon bij het engste moment.' Ze typt een reactie: 'Nagekeken: geen inslag in 2032, ook niet op de Maan. Bron: NASA en ESA.' Dan legt ze haar gsm weg.

Level 2, deel 2: op bezoek bij het hart

'Hoe weten we hoe Pluto eruitziet?' vraagt Selin. Door New Horizons, een sonde: een ruimtetuig zonder mensen aan boord, vol camera's en meettoestellen. Ze vertrok in januari 2006, toen Pluto nog een planeet was, en vloog negen en een half jaar.



Op 14 juli 2015 suisde ze voorbij. Pluto bleek bergen van waterijs van enkele kilometers hoog te hebben, een dunne blauwe nevel en een enorme lichte vlakte in de vorm van een hart: een gletsjer van bevroren stikstof, het gas dat bij ons het grootste deel van de lucht vormt.

Pluto's grootste maan, Charon, is ongeveer half zo breed als Pluto. De twee tonen elkaar altijd dezelfde kant, als dansers die elkaars handen vasthouden. Een bericht van New Horizons deed er ongeveer vierenhalf uur over om de Aarde te bereiken.

Kiko tikt op de kaart van Ceres. 'Deze woont in de drukste buurt van het zonnestelsel. Denkt iedereen.' Jonas grijnst en graait in zijn rugzak. 'Een asteroïdenveld? Daar heb ik een schip voor gebouwd.'



Uit Febes verzamelmap

Na Pluto vloog New Horizons verder. Op 1 januari 2019 flitste ze langs Arrokoth, een ijsbrok van ongeveer 36 kilometer lang in de vorm van een sneeuwman: het verste hemellichaam dat ooit van dichtbij bezocht werd. Aan boord reist ook een snuifje as van Clyde Tombaugh, de man die Pluto ontdekte.

5

REKENEN

Pluto werd ontdekt in 1930 en doet 248 jaar over één rondje om de Zon. Malik wil weten wanneer Pluto zijn eerste volledige rondje sinds zijn ontdekking afmaakt. Reken het uit. Hoe oud zou jij dan zijn?

Antwoord: _____

6 MEERKEUZE



Malik vindt het oneerlijk: 'Pluto is de enige die ooit werd weggezet.' Febe weet beter. Wat hebben Ceres en Pluto gemeen?

- A** Ze draaien allebei rond Jupiter.
- B** Ze werden allebei eerst een planeet genoemd en kregen een nieuwe soortnaam toen er veel gelijkaardige hemellichamen werden gevonden.
- C** Ze hebben allebei een hartvormige vlakte van stikstofijs.
- D** Ze werden allebei bezocht door New Horizons.

7 OPEN VRAAG



Eindbaas-vraag van level 2. Stel: een telescoop vindt morgen ver voorbij Neptunus een wereld zo groot als de Aarde, die haar zone helemaal heeft schoongeveegd. Wordt dat een planeet of een dwergplaneet? Leg uit met de drie regels. Wat leren Ceres en Pluto ons over hoe sterrenkundigen indelen?

.....

.....

.....

E1 OEFEN VERDER · WAAR OF ONWAAR



Wout zegt: "Een dwergplaneet is verdwenen uit het zonnestelsel." Klopt dat?

☐ **waar**

☐ **onwaar**

Nog één kaart, 3.18 uur

Malik

Er zit nog één kaart in het pakje. Apophis. Klinkt als een eindbaas.

M



Kiko

Genoemd naar een Egyptische god van chaos. Een asteroïde van ongeveer 340 meter.



Selin

Laat me raden. Hij komt op ons af.



Kiko

Hij komt langs. Op vrijdag 13 april 2029, op ongeveer 32 000 kilometer van de grond. Dichterbij dan sommige satellieten.

Febe

Vrijdag de dertiende? Dat verzin je niet.

F



Kiko

In 2004 dachten ze even dat de kans op een inslag bijna 3 procent was. Na nieuwe metingen: geen gevaar, minstens de komende honderd jaar.



Jonas

Kunnen we hem zien?



Kiko

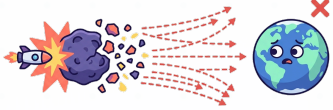
Vanuit delen van Europa en Afrika misschien met het blote oog, als een lichtpuntje dat tussen de sterren schuift. Als het weer meezit.



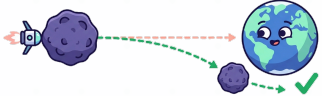
Selin

Dan wil ik kijken. Niet bang zijn. Gewoon kijken.

Jij beslist: opblazen of duwen?



Jonas plakt kurken aan elkaar tot een asteroïde. 'In films blazen ze hem gewoon op. Boem!' Kiko legt twee kaarten neer. 'Jij beslist. Kaart A: opblazen. Kaart B: jaren op voorhand een duwtje geven.'



Kies je A, dan gebeurt dit. Blaas je een grote asteroïde vlak voor aankomst op, dan krijg je misschien een zwerm brokken die verder vliegen op dezelfde koers. In plaats van één

kogel komt er een hagelbui op je af. Onderzoekers zien opblazen hoogstens als laatste redmiddel.

Kies je B, dan gebeurt dit. Een duwtje verandert de snelheid van een asteroïde maar een klein beetje, minder dan een centimeter per seconde. Maar duw je jaren op voorhand, dan groeit dat piepkleine verschil tot duizenden kilometers en vliegt de asteroïde voorbij. Het geheim is niet kracht. Het geheim is tijd.

'Zoals bij biljart,' zegt Malik. 'Een heel klein hoekje bij de eerste stoot, en aan het einde ligt de bal helemaal ergens anders.' 'Precies,' zegt Kiko. 'Wie vroeg kijkt, heeft genoeg aan een tikje. Daarom is vinden belangrijker dan opblazen.'

Spel: ruilkaarten van het Klein Spul

SPEL

60 minuten

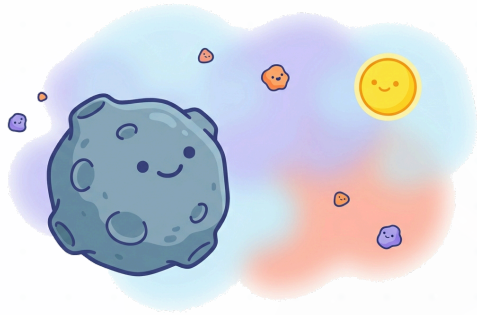
Dit heb je nodig

- stevig papier of dun karton, geknipt in kaartjes van ongeveer 6 bij 9 cm
- kleurpotloden of stiften
- een schaar
- dit boekje, vooral de manentabel en de levels

- 1 Febe wil haar album uitbreiden, en jouw groepje mag de kaarten ontwerpen. Maak minstens twaalf kaarten: manen, dwergplaneten, asteroïden en kometen uit dit boekje. Elke kaart krijgt een tekening en een naam.
- 2 Spreek samen drie stats af die je op elke kaart kan invullen, bijvoorbeeld de doorsnede in km, het jaar van ontdekking of van het eerste bezoek, en één superkracht in je eigen woorden.
- 3 Geef elke kaart een zeldzaamheid: gewoon, zeldzaam of legendarisch. Spreek af waarom. Is iets zeldzaam omdat er weinig van zijn, omdat het heel vreemd is, of omdat er weinig over bekend is?
- 4 Speel met twee. Om de beurt kies je een stat met een getal en leg je je bovenste kaart. Wie de hoogste waarde heeft, wint de kaart van de ander. Je superkracht is je joker: één keer per spel mag je, nadat je de kaart van de ander hebt gezien, een andere stat kiezen.
- 5 Ruilen mag ook, maar alleen als je de ander één echt feit vertelt over de kaart dat er niet op staat. Klopt het feit niet, dan gaat de ruil niet door.

Met welke stat was vergelijken het eerlijkst? En waarom is het een beetje vreemd om een maan en een komeet op grootte te vergelijken?

Level 3: Jonas' schip en het lege veld



Jonas zet een ruimteschip op de luchtmatras: een wc-rolletje, twee kurken en veel tape. 'Door een asteroïdenveld vlieg je zigzag. Links, rechts, onder die rots door.' Malik knikt. 'Eén fout en je laatste leven is weg.' Kiko schudt zijn snuit. 'In games, ja. In het echt is de gordel vooral leeg.'

De asteroïdengordel ligt tussen Mars en Jupiter. Er zijn al meer dan een miljoen asteroïden gevonden, rotsblokken van een paar meter tot honderden kilometers breed. Toch liggen ze gemiddeld ongeveer een miljoen kilometer uit elkaar, bijna drie keer de afstand van de Aarde tot de Maan. Al meer dan tien sondes vlogen erdoor, zonder één botsing.

Samen wegen ze minder dan een twintigste van onze Maan, en Ceres alleen is daar al ongeveer een derde van. Een planeet werd die puinhoop nooit, door de reus naast de deur: Jupiters zwaartekracht schudt de brokken door elkaar, zodat ze te hard botsen om samen te klonteren. Zo bleven het restjes uit de bouwtijd van het zonnestelsel.

'Kan je die brokken gaan halen?' vraagt Malik. 'Als souvenir?' Het is gelukt. De Japanse sonde Hayabusa2 bracht in 2020 een paar gram mee van de asteroïde Ryugu. In 2023 landde een capsule van de NASA-sonde OSIRIS-REx, met ruim 120 gram van Bennu. Daarin zaten zouten en aminozuren: bouwstenen die je lichaam gebruikt om eiwitten te maken.

DART in cijfers

26 september 2022

de dag van de botsing

ongeveer 22 000 km/u

snelheid van DART bij de botsing

ongeveer 150 m

breedte van het maantje Dimorphos

bijna 12 uur

één rondje van Dimorphos rond Didymos, vóór de botsing

ongeveer 33 minuten

zoveel korter duurde dat rondje erna

73 seconden

het doel dat NASA vooraf stelde

21 WAAR OF ONWAAR

Onder Selins filmpje staat een reactie: 'DART heeft de Aarde gered van een asteroïde die op ons afkwam.' Waar of onwaar?

☐ waar

☐ onwaar

22 REKENEN

NASA hoopte dat het rondje van Dimorphos minstens 73 seconden korter zou worden. Het werd ongeveer 33 minuten korter. Hoeveel keer meer dan het doel is dat?

Antwoord: _____

Level 7: de biljartstoot van DART



'Kunnen we iets doen als er toch een komt?' vraagt Selin. 'Eerst moet je ze vinden,' zegt Kiko. 'Hoe dan?' vraagt Jonas. 'Telescopen fotograferen elke nacht de hemel en zoeken stipjes die bewegen,' zegt Kiko. 'Zo kennen we al meer dan 40 000 asteroïden die in de buurt van de Aarde komen.'

'En de grote?' vraagt Malik. 'Die breder zijn dan een kilometer? Daarvan is volgens NASA al ongeveer 95 procent gevonden,' zegt Kiko. 'Geen enkele bekende grote asteroïde heeft de komende honderd jaar een kans van betekenis om ons te raken. Vind je er toch een op ramkoers, dan geef je hem jaren op voorhand een duw.'

In 2022 testte NASA dat met de sonde DART. Het doelwit was Dimorphos, een maantje van ongeveer 150 meter rond de grotere asteroïde Didymos. Die twee waren nooit gevaarlijk: het was een test. Op 26 september 2022 knalde DART er met ongeveer 22 000 kilometer per uur op.

Vóór de botsing deed Dimorphos bijna 12 uur over één rondje rond Didymos, erna ongeveer 33 minuten minder. NASA had gehoopt op minstens 73 seconden. Bij de klap spoot een enorme wolk puin weg, en dat puin duwde Dimorphos extra, zoals een terugslag. 'Pijl in de roos,' zegt Malik.

De Europese sonde Hera gaat kijken hoe Dimorphos eruitziet. Ze vertrok in oktober 2024 en komt eind 2026 bij Dimorphos aan. Mee aan boord is een klein satellietje met GRASS, een meettoestel van de Koninklijke Sterrenwacht van België, dat als eerste de zwaartekracht op het oppervlak van een asteroïde moet meten.

Ook Ceres kreeg bezoek. De sonde Dawn draaide er van 2015 tot 2018 rond en vond heldere vlekken in een krater. Ze bleken van zout, dat uit het binnenste naar boven was gekomen.

'En België?' vraagt Febe. 'Doen wij ook mee?' 'Zeker,' zegt Kiko. 'In de Koninklijke Sterrenwacht in Ukkel ontdekte Eugène Delporte in 1925 een asteroïde die hij Belgica noemde. Later ontdekte Eric Elst van dezelfde sterrenwacht er ongeveer 3 800, vooral met telescopen in het buitenland.'

'Wie een asteroïde ontdekt, mag een naam voorstellen,' voegt Kiko toe. 'Zo draait er nu een rotsblok met de naam van een Belgische tennisster rond de Zon. Welke naam zou jij kiezen?'

Selin kijkt op van haar gsm. 'Als de gordel zo leeg is, waar komt de asteroïde van mijn filmpje dan vandaan?' 'Sommige brokken worden uit de gordel geslingerd en kruisen de baan van de Aarde,' zegt Kiko. 'En sommige bezoekers komen van veel verder. Met een staart.'

8 WAAR OF ONWAAR

Jonas schrijft in zijn logboek: 'In de asteroïdengordel moet een sonde de hele tijd rotsen ontwijken, zoals in een ruimtegame.' Waar of onwaar?

☐ waar

☐ onwaar

9 INVULLEN

Febe schrijft op de kaart van Ceres wat Dawn ontdekte. Vul in: de heldere vlekken in een krater van Ceres bestaan uit _____, dat uit het _____ van Ceres naar boven kwam.

Level 4: de staart die verkeerd hing



Malik tekent op de achterkant van een chipszak een komeet: een bal met een staart erachter, als de vlammen van een raket. 'Zo.' Kiko kijkt een hele tijd. 'Mooi getekend. En helemaal fout.'

Een komeet is een brok ijs, stof en steen van een paar kilometer breed: een vuile sneeuwbal met een korst zwarter dan houtskool. Ver van de Zon is ze bevroren en onzichtbaar. Komt ze dichterbij, dan warmt ze op.

'Dan smelt het ijs,' raadt Malik. 'Nee,' zegt Kiko. 'Het ijs smelt niet, het wordt meteen gas, en dat gas sleurt stof mee.'

Zo ontstaat rond de kern een wolk van gas en stof, de coma, soms groter dan Jupiter. Zonlicht en de zonnewind, een stroom deeltjes die de Zon uitblaast, duwen die wolk weg. Er groeien twee staarten: een rechte, blauwige van gas en een gebogen van stof, soms tientallen miljoenen kilometers lang.

'Waar wijzen die staarten naartoe?' vraagt Kiko. 'Naar achter,' zegt Malik. 'Van de Zon weg,' zegt Kiko. 'Altijd. Vliegt de komeet van de Zon weg, dan vliegt ze met haar staart vooruit.' Malik draait zijn chipszak om. 'Dus mijn komeet rijdt soms achteruit.'

De bekendste komeet is die van Halley, die ongeveer om de 76 jaar terugkomt. In 1986 vloog de Europese sonde Giotto er heel dichtbij langs (ongeveer 600 kilometer) en nam de scherpste foto's van de kern van Halley: een donkere aardappel van ongeveer 15 kilometer. De volgende keer is Halley terug in 2061.

Van stofkorrel tot dino-killer: hoe vaak valt er iets? (schattingen van NASA)

- 1 Kiko spant een touw door de tent: links het kleinste, rechts het grootste, een ladder. Eerste sport, stof- en zandkorrels: elke dag, het hele jaar door. Ze geven vallende sterren en raken de grond nooit.
- 2 Een rotsblok zo groot als een auto: ongeveer één keer per jaar. Het geeft een prachtige vuurbal en verbrandt hoog in de lucht. 'Dus elk jaar valt er eentje en wij merken niets?' vraagt Febe. 'Precies,' zegt Kiko. 'Jonas, zet jij je schip op deze sport?'
- 3 Rotsblokken kleiner dan ongeveer 25 meter verbranden of ontploffen meestal hoog in de lucht en doen weinig of geen schade. Soms toch wat, zoals in 2013 in Tsjeljabinsk.
- 4 Een rotsblok van tientallen meters: in 1908 ontplofte er een boven Toengoeska in Siberië en velde het een bos zo groot als de provincie Vlaams-Brabant. Daarom is 30 juni nu de Internationale Asteroidendag. Jonas schuift zijn schip een stuk op.
- 5 Een rotsblok zo groot als een voetbalveld: ongeveer één keer in de 2 000 jaar. Het kan een hele streek zwaar beschadigen. 'Dus bijna zeker niet in mijn leven,' zegt Malik. 'Heel waarschijnlijk niet,' zegt Kiko. 'Maar daarom zoeken we ze.'
- 6 Een rotsblok dat de hele wereld kan treffen: ongeveer één keer in de paar miljoen jaar. Een asteroïde van 10 kilometer zoals die van de dinosaurussen is nog veel zeldzamer. 'En op welke sport zat mijn filmpje?' vraagt Selin. 'Dat zoeken we straks uit,' zegt Kiko.



Zie je ooit een superfelle flits?

Op 15 februari 2013 ontplofte een rotsblok van ongeveer 18 meter op 20 à 30 kilometer hoogte boven Tsjeljabinsk in Rusland. De flits was feller dan de Zon. Pas een à twee minuten later kwam de drukgolf aan, en die liet duizenden ramen springen. Ongeveer 1 500 mensen raakten gewond, vooral door rondvliegend glas: veel van hen waren naar het raam gelopen om te kijken. Zie je ooit zo'n flits, blijf dan weg van ramen en ga achter een muur zitten. Kijk nooit recht in de Zon of in een felle flits.

19 MEERKEUZE

Selin dacht dat alle dinosaurussen meteen door de klap stierven. Wat trof volgens onderzoekers de meeste planten en dieren over de hele wereld?

- ☐ A de vloedgolf, die over alle continenten spoelde
- ☐ B de duisternis en de kou, omdat roet en stof het zonlicht lang tegenhielden
- ☐ C de aardbeving, die overal even sterk was
- ☐ D het iridium, dat giftig was

20 OPEN VRAAG

Eindbaas-vraag van level 6. Waarom overleefden kleine zoogdieren en vogels de ramp vaker dan een grote vleesetende dinosaurius? Gebruik wat je weet over planten, voedsel en grootte.

10 MEERKEUZE

Malik moet zijn chipszak-komeet verbeteren voor ze in het album mag. In welke richting wijzen de staarten van een komeet?

- ☐ A altijd naar achteren, tegen de vliegrichting in
- ☐ B altijd naar de Zon toe
- ☐ C altijd van de Zon weg
- ☐ D altijd naar de Aarde

**Wist je dat...**

In juli 2025 ontdekte een telescoop in Chili een komeet die niet uit ons zonnestelsel kwam, maar van tussen de sterren: 3I/ATLAS, pas de derde bezoeker van buitenaf die mensen ooit zagen. In oktober 2025 vloog ze het dichtst langs de Zon, en ze verlaat ons zonnestelsel voorgoed. Zoek op hoe sterrenkundigen nu over haar praten.

E2 OEFEN VERDER · MEERKEUZE

Noor tekent een komeetstaart. Welke richting is belangrijk?

- ☐ A Altijd achter de vliegrichting
- ☐ B Van de Zon af
- ☐ C Altijd naar de Aarde

Proefje: een komeetstaart die altijd weggijkt

PROEFJE

25 minuten

Dit heb je nodig

- een ventilator met een beschermrooster (de Zon en de zonnewind, maar dan naar één kant)
- een tennisbal of een bal piepschuim (de kern)
- een stokje of een stevig rietje om de bal op te prikken
- stroken crêpepapier of linten van ongeveer 40 cm, in twee kleuren
- plakband
- een blad papier en een potlood
- een grote vrije ruimte, bijvoorbeeld de klas met de banken opzij



Veiligheid

Gebruik alleen een ventilator met een rooster en steek nooit vingers, stroken of het stokje door het rooster. Zet de ventilator zo dat hij niet kan omvallen en houd het snoer uit het looppad.

- 1 Malik gelooft het pas als hij het ziet. Kleef de stroken rondom aan de bal en prik de bal op het stokje. Neem één kleur voor de gasstaart en een andere voor de stofstaart.
- 2 Zet de ventilator stevig op een stoel aan de rand van de ruimte, met de wind naar de open ruimte, en zet hem aan. Hij is de Zon die zonnewind blaast. Een echte Zon blaast naar alle kanten, een ventilator maar naar één kant.
- 3 Loop met je komeet in een grote boog vóór de ventilator, altijd in de wind: van ver weg naar dichtbij en weer weg. Houd de bal ongeveer op de hoogte van de ventilator. Loop nooit achter of naast de ventilator: daar is bijna geen wind en hangen de stroken gewoon naar beneden.

Eerst kwamen een vuurbal, een vloedgolf en aardbevingen. Daarna regende gloeiend puin over de hele wereld en zette bossen in brand. Het werd donker. 'Hoe lang bleef het donker?' vraagt Selin. 'Roet en stof hielden maanden tot jaren het zonlicht tegen,' zegt Kiko. 'Het werd koud, en planten groeiden niet meer.'

Zonder planten geen planteneters, en zonder planteneters geen vleeseters. Ongeveer drie op de vier soorten planten en dieren stierven uit, ook alle grote dinosaurussen. Kleine dieren die zich konden verstoppen en weinig eten nodig hadden, overleefden vaker. En één groep dinosaurussen haalde het: de vogels.

'Hoe weten ze dat?' vraagt Febe. Kiko legt een foto neer van een rots met een dun, grijs laagje erin. 'Dat is toch gewoon modder?' zegt Malik.

'Het lijkt zo,' zegt Kiko. 'Maar overal ter wereld ligt in de rotsen uit die tijd zo'n laagje klei met veel iridium, een metaal dat zeldzaam is op Aarde maar veel voorkomt in asteroiden. Erin zitten ook glasbolletjes van gesmolten gesteente en kwarts met sporen van een enorme schok.'

Wel discussiëren onderzoekers nog over hoeveel reusachtige vulkanen in India, die in dezelfde tijd uitbarstten, meespeelden. Selin kijkt naar haar handen. 'Dus het kan echt gebeuren.' 'Het is gebeurd,' zegt Kiko. 'Zo groot, eens in de tientallen miljoenen jaren. Kijk eens hoe vaak het kleiner gebeurt.'



Dino's met een Belgisch etiket

Het allerlaatste stukje van de tijd van de dinosaurussen, vlak voor de inslag, heet het Maastrichtien. Die naam bedacht de Luikse geoloog André Dumont in 1849, naar de kalksteenlagen rond Maastricht, vlak bij de Belgische grens. In die lagen vond men ook fossielen van de mosasaurus, een reusachtig zeereptiel uit die tijd.

18 INVULLEN

• • •

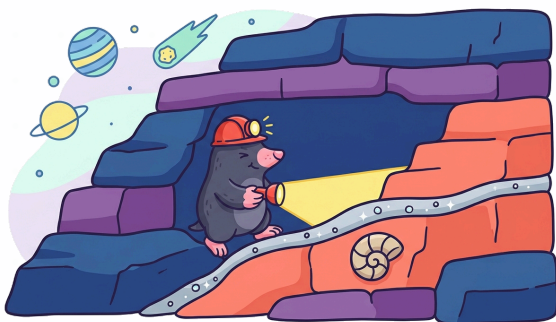
Febe vult de dinokaart in. Vul in: ongeveer _____ miljoen jaar geleden sloeg een asteroïde van ongeveer _____ kilometer breed in bij Mexico.

17 OPEN VRAAG



Jonas wil zijn zwarte korreltjes toch laten nakijken. Hoe kan je bewijzen dat een bolletje echt uit de ruimte komt en niet van remmen of een fabriek? Bedenk minstens twee manieren.

Level 6: de dag dat het donker werd



Om 2.40 uur stelt Selin de vraag die ze al de hele nacht inslikt. 'En de dinosaurussen? Die werden toch door een asteroïde uitgeroeid?' Het blijft stil. 'Ja,' zegt Kiko. 'Ik ga niet liegen. Maar luister tot het einde.'

Ongeveer 66 miljoen jaar geleden sloeg een asteroïde van ongeveer 10 kilometer breed in bij het huidige Mexico, tientallen keren sneller dan een kogel. Hij sloeg een krater van ongeveer 180 kilometer breed, de Chicxulub-krater, die nu verborgen ligt onder jongere lagen en onder de zee.

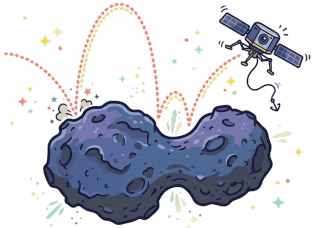
Proefje: een komeetstaart die altijd wegkijkt (vervolg)

PROEFJE

- 4 Een klasgenoot kijkt waar de stroken naartoe wijzen: als je naar de ventilator toe loopt, als je er vlak langs gaat en als je weer wegloopt. Wijzen ze telkens van de ventilator weg?
- 5 Herhaal het. Waar wapperen de stroken het langst en het wildst: ver weg of vlak bij de ventilator?
- 6 Teken je baan van bovenaf, met vier komeetjes en hun staarten op de juiste plaats.

Wanneer liep jouw komeet met haar staart vooruit? En wat klopt er niet aan je model? Denk aan de ventilator, die maar naar één kant blaast, en aan het feit dat een echte komeet pas een staart krijgt wanneer haar ijs opwarmt.

Jij beslist: landen op een komeet



In het kometenpakje zit nog een kaart: Rosetta. Die Europese sonde draaide vanaf 2014 twee jaar rond komeet 67P, een ijsbrok van ongeveer vier kilometer in de vorm van een badeend. Ze had een lander bij zich, Philae, ongeveer zo groot als een wasmachine.

'Jullie zijn de vluchtleiding,' zegt Kiko. 'A: Philae gewoon laten neerzakken. B: Philae vastschieten met harpoenen.' Jonas kiest A,

Malik B. 'Het echte team koos voor harpoenen,' zegt Kiko. 'De zwaartekracht van zo'n komeet is piepklein. Zonder anker blijf je er niet liggen.'

Op 12 november 2014 raakte Philae de komeet. Maar de harpoenen vuurden niet. De lander stuiterde weg, bijna twee uur lang, en kwam na nog een botsing scheef tegen een rotswand in de schaduw terecht. Zonder zonlicht op zijn panelen was zijn batterij na ongeveer zestig uur leeg.

'Mislukt,' zegt Malik. 'Niet helemaal,' zegt Kiko. Philae deed toch metingen, en Rosetta bleef nog twee jaar onderzoeken. In 2016 vond Rosetta de lander terug op een foto, geklemd in een spleet. De les: op een komeet weeg je bijna niets, en één klein duwtje is al een sprong.

Malik kijkt naar buiten. 'En al dat stof dat zo'n komeet verliest, waar blijft dat?' Net dan schiet er weer een witte streep door de hemel.

11 OPEN VRAAG



Eindbaas-vraag van level 4. Malik snapt niet waarom Philae zo ver wegstuiterde. 'Als ik een doos laat vallen, stuitert die toch maar even?' Leg uit waarom landen op een komeet zo moeilijk is.

Onderzoek: op jacht naar ruimtestof

ONDERZOEK

45 minuten

Dit heb je nodig

- vuil uit een dakgoot of slib onderuit een regenton, opgehaald door een volwassene
- stof van een stoep vlak bij een drukke straat
- twee jampotten
- een sterke magneet en twee plastic zakjes
- twee witte bordjes of vellen papier
- een loop, of een gsm met zoomfunctie
- rubberen handschoenen



Veiligheid

Klim nooit zelf op een dak of ladder; laat een volwassene het staal nemen. Draag handschoenen bij het werken met vuil en was daarna je handen. Sterke magneten mogen nooit ingeslikt worden: houd ze weg van kleine kinderen, en ook van gsm's en bankkaarten.

- 1 Laat een volwassene vuil uit een dakgoot of slib uit een regenton halen. Doe het in een jampot. Verzamel in de tweede jampot stof van een stoep langs een drukke straat.
- 2 Steek de magneet in een plastic zakje en roer ermee door het eerste staal. Alles wat ijzer bevat, blijft aan de buitenkant van het zakje plakken.
- 3 Houd het zakje boven een wit bordje en haal de magneet eruit. De korreltjes vallen los.
- 4 Doe hetzelfde met het tweede staal, met een nieuw zakje en het tweede bordje.
- 5 Bekijk beide bordjes met de loop. Teken wat je ziet: hoekig of rond, roestig of glanzend? Tel hoeveel korrels je ongeveer hebt.
- 6 Schrijf op wat je nog nodig zou hebben om zeker te zijn dat een bolletje uit de ruimte komt.

Vond je meer magnetische korrels in het stof van de straat of in het dakgootvuil? Wat zegt dat over waar de meeste korrels vandaan komen?

Vijftig micrometeorieten (of toch niet)

Jonas heeft die middag het vuil uit de dakgoot van het tuinhuis laten halen door Febes papa. Nu roert hij er met zijn detector door. Aan het zakje kleven tientallen zwarte korreltjes. 'Vijftig micrometeorieten!' roept hij. 'Ik word wereldberoemd.'



Kiko bekijkt ze met Febes loop. 'Echte micrometeorieten zijn piepkleine bolletjes, kleiner dan een halve millimeter, met een gesmolten, glanzend velletje. Deze zijn hoekig en roestig.' Ook remmen, fabrieken, vuurwerk en slijpmachines maken ijzerkorrels, zelfs bolletjes. Onderzoekers hebben een sterke microscoop en metingen nodig om het verschil te zien.

Jonas laat zijn hoofd hangen. 'Mislukt.' 'Niet waar,' zegt Kiko. 'Je weet nu hoe je het beter doet.' Een Noorse amateur-onderzoeker vond met hulp van wetenschappers toch echte micrometeorieten op daken in steden. Selin knikt langzaam. 'Een vondst is pas een ontdekking als je kan bewijzen dat het niets anders is. Dat geldt ook voor mijn filmpje.'



Kiko snuift

Rosetta snuffelde aan het gas rond komeet 67P. Volgens de onderzoekers zou de komeet, als je ze kon ruiken, stinken naar rotte eieren, paardenstal en een vleugje alcohol.

12 IN VOLGORDE

Selin zet de reis van een komeet op volgorde voor het album. Zet de stappen in de juiste volgorde.

De staarten worden het langst, vlak bij de Zon.

Ver van de Zon is de komeet een bevroren, onzichtbare brok.

De Aarde vliegt door het stofspoor en we zien vallende sterren.

De komeet warmt op, het ijs wordt gas en er ontstaat een coma.

De komeet vliegt weg en laat een spoor van stof achter in haar baan.

Jouw volgorde:



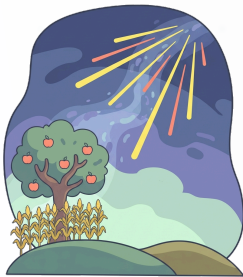
Een Belgisch tipje

In november 1956 vonden Sylvain Arend en Georges Roland in de Sterrenwacht van Ukkel een nieuwe komeet op hun fotoplaten. In april 1957 was de komeet Arend-Roland met het blote oog te zien, met een vreemde spits die naar de Zon leek te wijzen. Dat was stof in haar baan, dat de Aarde van opzij zag.

Level 5: wat is een vallende ster echt?

'Daar kijk je al de hele avond naar,' zegt Kiko. De crew kruipt de tent uit en legt de slaapzakken naast elkaar in het gras, gezicht naar de hemel. Jonas staat op 23 streepjes.

Deze nacht vliegt de Aarde door het stofspoor van de komeet Swift-Tuttle, die ongeveer om de 133 jaar langs de Zon komt. In de ruimte heet zo'n korreltje een meteoroïde. In de dampkring geeft het een lichtstreep: een meteor, of vallende ster. Valt er een stuk op de grond, dan is dat een meteoriet.



De Perseïden razen met ongeveer 59 kilometer per seconde de lucht in. 'Per seconde?' vraagt Malik. 'Niet per uur?' 'Per seconde,' zegt Kiko.

De lucht vóór het korreltje wordt zo hard samengeperst dat ze gloeiend heet wordt. Het korreltje verdampt en de lucht licht op, meestal op 80 tot 120 kilometer hoogte, ver boven de vliegtuigen. In een fractie van een seconde is het voorbij.

Ze heten Perseïden omdat ze uit één punt in het sterrenbeeld Perseus lijken te komen. Dat is perspectief, zoals sneeuwvlokken in de koplampen van een auto. Elk jaar rond 12 augustus komen ze terug, omdat de Aarde dan op dezelfde plek in haar baan door hetzelfde stofspoor rijdt.

'Valt er alleen iets tijdens een zwerm?' vraagt Febe. 'Nee,' zegt Kiko. 'Ook op gewone dagen valt er ruimtestof, volgens schattingen tientallen tonnen per dag, meestal fijner dan zand. Een heel heldere meteor heet een vuurbol.'

'Dus een vallende ster is meestal geen brok van een asteroïde,' zegt Selin. 'Meestal een stofje van een komeet,' zegt Kiko. 'Maar niet altijd, zoals we zo meteen zien.'

15 WAAR OF ONWAAR

Malik zegt: 'Een meteoriet die net geland is, is altijd gloeiend heet en ligt in een rokende krater.' Waar of onwaar?

☐ waar

☐ onwaar

16 MEERKEUZE

Febe wil weten waar ze het best op meteorietenjacht gaat. Waarom vinden onderzoekers zoveel meteorieten op Antarctica?

- ☐ A Omdat er daar veel meer meteorieten vallen dan elders.
- ☐ B Omdat zwarte stenen opvallen op het ijs, en het stromende ijs ze op sommige plekken samenbrengt.
- ☐ C Omdat de pinguïns ze verzamelen.
- ☐ D Omdat de Zon er nooit schijnt, zodat de stenen niet smelten.

E4 OEFEN VERDER · OPEN VRAAG

Noor noemt een komeet een "vuurbal". Noem twee soorten materiaal waaruit een komeet bestaat.

Level 5, deel 2: een steen uit de hemel

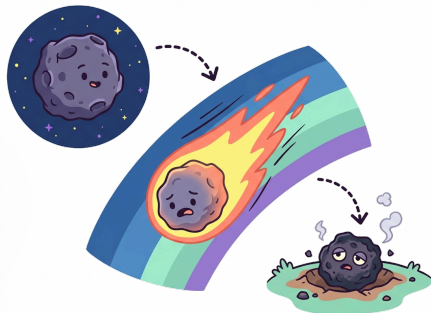
Jonas haalt zijn uitvinding boven: een sterke magneet aan een stok, in een plastic zakje. 'Een meteorietdetector.' 'Niet slecht,' zegt Kiko. De meeste meteorieten zijn van steen, maar bijna allemaal bevatten ze ijzer en trekken ze een magneet aan. Ongeveer een op twintig is bijna helemaal van ijzer en nikkel.

Een verse meteoriet herken je aan een dun zwart korstje: tijdens de val smelt de buitenkant even en stolt dan. Binnenin blijft de steen koud. Een meteoriet die net geland is, is dus meestal koud of lauw. De lucht remt kleine stenen zo af dat ze geen grote krater maken.

'Waar zoek je het best naar meteorieten?' vraagt Febe. 'Op het blauwe ijs van Antarctica,' zegt Kiko. 'Een zwarte steen valt daar meteen op, en het trage stromen van het ijs brengt stenen samen.'

'Daar zoeken ook Belgen,' zegt Kiko. In 2023 vond een team rond onderzoekster Vinciane Debaille, in de buurt van het Belgische poolstation Prinses Elisabeth, een meteoriet van 7,6 kilogram.

Echte meteorieten zijn zeldzaam. De meeste 'ruimtestenen' die mensen vinden, zijn gewone stenen of slakken van een oude smidse. Denk je er een te hebben? Noteer waar je hem vond, raak hem weinig aan en laat een volwassene een museum contacteren.



13 VERBINDEN

Kiko test de crew met de drie namen voor één korreltje. Verbind elk woord met de juiste uitleg.

1 meteoroïde

2 meteor

3 meteoriet

A een stuk dat de grond bereikt zonder helemaal op te branden

B een korrel of brok die door de ruimte zweeft

C de lichtstreep in de dampkring, ook vallende ster genoemd

Mijn antwoord: _____

14 REKENEN

Een Perseïde vliegt ongeveer 59 kilometer per seconde. Jonas wil weten hoeveel kilometer per uur dat is. Vergelijk ook met een vliegtuig, dat ongeveer 900 km per uur vliegt.

Antwoord: _____

E3 OEFEN VERDER · INVULLEN

Sami vindt een ruimtebrok die de grond heeft bereikt. Dat noemen we een _____.

De vallende-sterrenkalender van de crew

Zwerm	Op zijn best (ongeveer)	Per uur onder een perfect donkere hemel (ongeveer)	Stof van
Quadrantiden	3-4 januari	tot 110, maar slechts een paar uur lang	de asteroïde 2003 EH1
Perseïden	12-13 augustus	100	de komeet Swift-Tuttle
Orioniden	21 oktober	20	de komeet van Halley
Leoniden	17 november	15	de komeet Tempel-Tuttle
Geminiden	13-14 december	150	de asteroïde Phaethon



Febes zeldzaamste kaart

De Geminiden in december komen niet van een komeet, maar van Phaethon, een rotsachtige asteroïde van ongeveer 5 kilometer. Hij komt zo dicht bij de Zon dat hij waarschijnlijk scheurt en brokkelt. Hoe hij precies zijn stofspoor maakt, onderzoeken sterrenkundigen nog.

Buiten: tel vallende sterren met je eigen crew

BUITEN

minstens 1 uur, op een heldere nacht

Dit heb je nodig

- een heldere nacht tijdens een zwerm uit de kalender, liefst zonder felle Maan
- een donkere plek zonder straatlampen, met een volwassene
- een ligstoel, matje of slaapzak en warme kleren, ook in augustus
- een tellijst, een potlood en een klok
- een zaklamp met rood papier of rode folie ervoor



Veiligheid

Ga 's nachts alleen naar buiten met een volwassene, ver van drukke wegen en open water. Kleeid je warm, want ook in de zomer koelt het 's nachts sterk af.

- 1 Zoek met een volwassene een donkere plek, weg van straatlampen. Ga plat liggen: zo zie je het grootste stuk hemel.
- 2 Kijk een kwartier lang niet naar een scherm, zodat je ogen aan het donker wennen. Gebruik alleen rood licht om te schrijven.
- 3 Kijk niet naar één punt, maar naar een groot stuk hemel. Een verrekijker heb je niet nodig: meteoren zijn te snel.
- 4 Tel per kwartier hoeveel vallende sterren je ziet. Noteer of ze lang of kort waren en of er een vuurbol tussen zat.
- 5 Tel voor en na middernacht. Wanneer zie je er meer?
- 6 Vergelijk jullie aantal met de kalender. Waarom zien jullie er waarschijnlijk minder dan in de tabel?

Na middernacht zie je meestal meer meteoren, omdat jouw kant van de Aarde dan vooraan zit in haar baan, zoals de voorruit van een auto die door de regen rijdt. Klopte dat met jouw telling? Wat kan een verschil verklaren?
