

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

RUIMTEBOEKJE

14

Proefjes en ruimtequiz

SPACE-SCIENCE WORKBOOK



Een gescheurde koepel, acht proefjes uit de keukenkast en een eindbaas met zestig vragen

 **schoolium**

Brecht Corbeel · schoolium.me

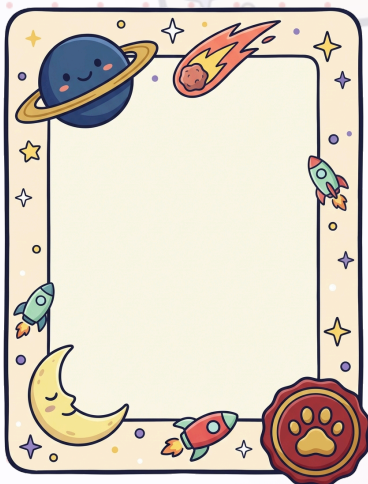
Dit boekje is van _____

Jouw missie

Ruimteproefjes en de grote ruimtequiz

Vier dagen voor de Ruimtenacht scheurt de opblaasbare sterrenkoepel, en de hele school kijkt naar Aya, Tuur, Marit en Kofi. Kiko de neusbeer heeft een plan: acht proefjes met spullen uit de keukenkast, en op vrijdagavond de grote ruimtequiz, met zestig vragen over alles wat je in deze reeks ontdekte. Jij speelt mee als vijfde crewlid: je lanceert, meet, rekent en twijfelt, en op het einde schrijf je je eigen naam op een ruimtediploma.

- Op het einde kan je acht ruimteproefjes veilig klaarzetten en uitvoeren, en bij elk uitleggen welk stukje ruimtewetenschap je ziet.
- Op het einde kan je een eerlijke proef opzetten: je verandert telkens maar één ding, je herhaalt en je meet wat er gebeurt.
- Op het einde kan je met een bal, een lamp, een stok en een doos de maanfasen, de echte middag en zelfs de grootte van de Zon onderzoeken, zonder ooit in de Zon te kijken.
- Jouw missie: de grote ruimtequiz van zestig vragen spelen en bij elke fout terugbladeren naar het boekje waar het antwoord staat.
- Op het einde kan je veertig ruimtewoorden van A tot Z in je eigen woorden uitleggen.
- Jouw eindmissie: je ruimtediploma invullen en een eigen kijkmissie voor de zomer kiezen.



Tip voor ouders en leerkrachten

Laat de acht proefjes draaien als stations op een slotdag of ouderavond: de kinderen leggen uit, de bezoekers doen. De waterraket en alles met de Zon gebeuren altijd onder toezicht van een volwassene en volgens de veiligheidsregels in het boekje (waterraket: fles van bruiswater, veiligheidsbril, groot grasveld, maximaal 3 bar). Speel de quiz in teams en per ronde, en laat kinderen bij elke fout zelf het juiste boekje opzoeken: dat leert meer dan de score. Wie verder wil: volkssterrenwachten zoals MIRA in Grimbergen of Urania in Hove organiseren kijkavonden en veilige zonnewaarnemingen.

De antwoorden staan in het apart antwoordenboekje van dit boekje.



Missie volbracht!

Wat neem ik mee?

- ✓ Een raket werkt met actie en reactie: ze duwt gas, lucht of water naar achteren en krijgt zelf een duw naar voren. Om op te stijgen moet die duw groter zijn dan haar gewicht.
- ✓ Bij een eerlijke proef verander ik maar één ding tegelijk, en ik doe alles drie keer. Pas dan weet ik wat het verschil maakte.
- ✓ Als de Zon een voetbal was, was de Aarde een speldenknop op 24 meter en Neptunus een erwt op ongeveer 715 meter. Het zonnestelsel is vooral leeg.
- ✓ De Maan is altijd voor de helft verlicht. Wij zien telkens een ander stuk van die helft. Omdat haar baan ongeveer 5 graden scheef staat, is er niet elke maand een verduistering.
- ✓ Veel kraters betekent een oud oppervlak, en wat bovenop ligt, is jonger. Zo lezen onderzoekers de leeftijd van de Maan.
- ✓ Een waterraket vliegt het best met ongeveer een derde water. Alleen met een volwassene, een veiligheidsbril, een fles van bruiswater en nooit meer dan 3 bar.
- ✓ De schaduw van een stok is het kortst als de Zon op haar hoogst staat, en dan wijst ze naar het noorden. In België is dat in de zomer rond 13.45 uur, niet om 12 uur.
- ✓ Met een gaatje en een wit blad kan ik de Zon bekijken en zelfs meten, met mijn rug naar de Zon. Het beeld is ongeveer 107 keer kleiner dan de afstand tot het gaatje. Rechtstreeks in de Zon kijk ik nooit, ook niet met een gewone zonnebril.
- ✓ Ik onthoud het best door mezelf te overhoren, en van een fout die ik meteen verbeter, leer ik soms het meest.
- ✓ Ik speelde de grote ruimtequiz over dertien boekjes. Wat ik nog niet wist, weet ik nu terug te vinden.

Maandag, 8.25 uur: een koepel als een leeggelopen springkasteel



Aya rent over de natte speelplaats, haar gsm hoog boven haar hoofd. 'Hij is kapot!' roept ze. 'De koepel! Gescheurd, van boven tot onder!' Op het scherm staat een foto van de opblaasbare sterrenkoepel die de school had gehuurd voor de Ruimtenacht van vrijdag. Hij ligt plat in een garage, als een leeggelopen springkasteel.

Het bericht van de juf eronder is kort: 'Geen vervanging gevonden. Sorry, crew. We zoeken iets anders.' Iets anders. Vrijdag komen alle ouders, broers, zussen en grootouders. De klas van Aya zou hen in de koepel de sterrenhemel tonen. Dertien ruimteboekjes lang hebben ze naar dit moment toegeleefd.

In de klas zit Kiko de neusbeer bovenop de stapel van dertien boekjes, met een vergiet op zijn kop als helm. Tuur gooit zijn rugzak op de bank. 'Dan bouwen we het heelal toch gewoon zelf?' Marit fronst. Kofi zet zijn camera aan. En Kiko grijnst. Dat doet hij alleen als hij een plan heeft.

Groepschat Ruimtenacht-crew, maandag, 8.31 uur

Kofi

Dag volgers. Alle zevenendertig. Breaking news: de Ruimtenacht is afgelast.

K

M

Marit

Ze is NIET afgelast. De koepel is stuk. Dat is iets anders.

Tuur

Ik heb thuis lege flessen, ballonnen, een fietspomp en een zak bloem. Ik bouw raketten. Klaar.

T

A

Aya

Raketten op een ouderavond. Wat kan er misgaan.



Kiko

Alles, als je het verkeerd doet. Niets, als je het goed doet. Kijk naar het bord: Seizoen 14.

A

Aya

Seizoen 14? Er zijn maar dertien boekjes.



Kiko

Precies. Dit is het laatste seizoen. Met een battle pass, acht tiers en een eindbaas.

Kofi

Wie is de eindbaas?

K



Kiko

Ik.

Vrijdag, 22.30 uur: een stip die niet knippert



Buiten is het nog niet helemaal donker, maar de eerste sterren zijn er. De crew ligt op het gras, op een paar dekens uit de turnzaal. Dan wijst Marit naar het westen. Een heldere stip schuift traag over de hemel, zonder te knippen en zonder geluid. 'Een vliegtuig?' vraagt Kofi. 'Geen lichtjes die knippen,' zegt Tuur. 'Het ISS.' Ze zwaaien alle vier.

'Is het nu gedaan?' vraagt Aya. 'Seizoen 14?' Kiko kijkt naar de stip tot ze achter het dak verdwijnt. 'Seizoen 14 wel,' zegt hij. 'Maar seizoen 15 begint vannacht. En deze keer ben jij de gids.'

MISSIE

Jouw missie voor seizoen 15

Kies deze zomer minstens één kijkmissie en schrijf je ontdekking op: tel vallende sterren tijdens de Perseïden rond 12 en 13 augustus, zoek de Poolster met de Steelpan, volg de Maan een maand lang, zoek het ISS boven je huis, of maak je eigen schaduwklok. Ga met een volwassene, en kijk nooit naar de Zon. In september vertel je je nieuwe klas wat je zag, en welke vraag je nog niet kon beantwoorden. Want die vraag is het begin van je volgende seizoen.

Woordenlijst (vervolg)

sonde

Onbemand ruimtetuig dat naar planeten, manen of kometen reist om ze te onderzoeken.

supernova

Gigantische ontploffing van een zware ster op het einde van haar leven.

uitdijen

Groter worden. Het heelal dijt uit: de ruimte tussen groepen sterrenstelsels wordt steeds groter.

witte dwerg

Hete, ingekrompen kern die overblijft van een ster zoals de Zon, ongeveer zo groot als de Aarde.

zwaartekracht

De kracht waarmee alles wat massa heeft, andere dingen naar zich toe trekt.

stuwkracht

De duw die een raket vooruit krijgt doordat ze gas, lucht of water met kracht naar achteren wegduwt.

telescoop

Kijker die met lenzen of spiegels veel meer licht vangt dan je oog en verre dingen vergroot.

verduistering

De Maan schuift voor de Zon (zonsverduistering) of door de schaduw van de Aarde (maansverduistering).

zonnewijzer

Klok die met de schaduw van een stok toont hoe laat het is volgens de Zon.

zwart gat

Plek waar massa zo samengeperst is dat niets eruit ontsnapt, zelfs licht niet.

MISSIE

Ruimtediploma

Hierbij verklaart Kiko de neusbeer, gids van de ruimtecrew, dat _____ (naam) seizoen 14 heeft uitgespeeld. Battle pass: _____ van 800 xp. Grote ruimtequiz: _____ van 60 sterren. Rang: _____. Mijn lievelingsplek in het heelal: _____. Wat ik deze zomer aan de hemel ga zoeken: _____. Datum: _____. Handtekening van de crew: _____. Pootafdruk van Kiko: _____. Rangen: 0 tot 20 sterren is Ruimtecadet, 21 tot 35 is Piloot, 36 tot 50 is Commandant, 51 tot 60 is Kosmische legende. Elke rang telt: ook Joeri Gagarin was ooit een leerling-piloot. Ruimtereeks van Brecht Corbeel, schoolium.me.

MISSIE

Dossier: de battle pass van seizoen 14

Op het bord hangt een groot blad met acht lege vakjes. Elk vakje is een tier: een proefje met spullen uit de keukenkast, de schuif of de garage. Test het proefje, snap wat je ziet, en laat vrijdag de bezoekers het zelf doen. Elke tier die je haalt, is 100 xp waard: kleur dan het vakje in je eigen boekje. Om 21 uur volgt de eindbaas: de grote ruimtequiz, zestig vragen over alle dertien boekjes. Boven het blad staat in rode letters nog een regel: Marit is veiligheidschef. Wat zij zegt, is wet.

Tier 1, maandag, 12.40 uur: hard mode



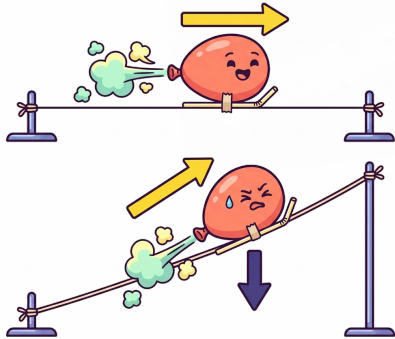
In de turnzaal heeft de turnjuf een touw gespannen, van de vloer tot de bovenste lat van het wandrek, steil omhoog. Tuur rijgt er een rietje op. 'Ballonraketten langs een plat touw deden we al,' zegt hij. 'Dat is level één. Dit is hard mode.' Hij plakt een opgeblazen ballon onder het rietje, met vier paperclips als lading.

Aftellen. Loslaten. De ballon sist, kruipt een halve meter omhoog en zakt zielig terug. Kofi filmt alles. 'Epic fail, live voor al mijn volgers.' Tuur haalt de paperclips eraf. Nu haalt de ballon bijna drie meter. Langs een plat touw vloog dezelfde ballon, met lading, gisteren nog door de hele gang.

'Hij is dus niet kapot,' zegt Aya. 'Wat is er dan anders?' Kiko wijst naar boven. 'Het touw. Daar zit je eindbaas.'

Waarom omhoog zoveel moeilijker is

Een raket werkt met actie en reactie. De ballon perst lucht naar achteren, en die lucht duwt de ballon even hard naar voren. Die duw heet de stuwkracht. Langs een plat touw moet de stuwkracht alleen de wrijving van het rietje overwinnen. Steil omhoog moet ze ook een groot deel van het gewicht van ballon en lading optillen.



Een echte raket heeft hetzelfde probleem, maar dan enorm. Ze komt pas van de grond als haar motoren harder duwen dan ze weegt. De Saturnus V, de maanraket uit boekje 10, woog volgetankt bijna 3 miljoen kilo. Haar vijf motoren duwden bij de start maar een beetje harder dan dat gewicht. Daarom kroop ze eerst traag omhoog.

Aya wil weten welk ontwerp het best werkt. 'Dan moet je eerlijk testen,' zegt Kiko. Een eerlijke proef verandert telkens maar één ding. Verander je tegelijk de ballon, het touw en de lading, dan weet je achteraf niet wat het verschil maakte. En je doet elke test drie keer, want één keer kan toeval zijn.

Tuur schrijft het met dikke letters in zijn logboek: ÉÉN DING TEGELIJK. Dan kijkt hij naar Kofi, die met een voetbal onder zijn arm de turnzaal binnenkomt. 'Waarvoor is die bal?' Kofi grijnst. 'Voor de Zon.'

Woordenlijst (vervolg)

nevel

Reusachtige wolk van gas en stof in de ruimte, waarin sterren ontstaan of die stervende sterren achterlaten.

omwenteling

Eén volledig rondje rond de Zon (in deze reeks ook: één omloop); bij de Aarde duurt dat een jaar. Eén draai om de eigen as noemen we hier rotatie.

Poolster

Ster boven de noordpool van de Aarde. De hele hemel lijkt rond haar te draaien.

raket

Voertuig dat vooruitgaat door razendsnel gas naar achteren uit te stoten; werkt ook zonder lucht.

satelliet

Toestel dat mensen in een baan rond de Aarde of een andere hemelbol brachten, bijvoorbeeld voor het weer of GPS.

oerknal

Het begin van het heelal, ongeveer 13,8 miljard jaar geleden: alles was heet en dicht en begon uit te dillen.

planeet

Grote, ronde bol die rond een ster draait, zijn baan heeft leeggeveegd en geen eigen licht maakt.

quasar

Stralend hart van een ver sterrenstelsel, waar gas rond een superzwaar zwart gat gloeit.

rotatie

Het draaien van een hemellichaam om zijn eigen as; bij de Aarde geeft dat dag en nacht.

schaalmodel

Model waarin alles even veel keer kleiner is gemaakt, zodat de verhoudingen blijven kloppen.

Woordenlijst (vervolg)

heelal

Alles wat bestaat: alle ruimte, tijd, sterren en sterrenstelsels, en wat daartussen zit.

kernfusie

Atoomkernen smelten samen tot een zwaardere kern. Daarbij komt veel energie vrij, zoals in de Zon.

krater

Ronde kuil die ontstaat als een rotsblok uit de ruimte met enorme snelheid inslaat.

maanfase

De vorm waarin je vanop de Aarde het verlichte deel van de Maan ziet.

meteoriet

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

ijsreus

Reuzenplaneet van vooral water, ammoniak en methaan, zoals Uranus en Neptunus.

komeet

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

lichtjaar

De afstand die licht in één jaar aflegt: ongeveer 9 460 miljard kilometer. Een afstand, geen tijd.

Melkweg

Ons eigen sterrenstelsel, met de Zon erin; aan de hemel een lichte streep.

neutronenster

Superzware rest van een ontplofte ster: meer massa dan de Zon in een bol van ongeveer 20 km.

Tier 1: de raketballon-race in hard mode

PROEFJE

30 minuten

Dit heb je nodig

- drie lange ballonnen van dezelfde soort (latexvrij als iemand allergisch is)
- een rietje
- een glad touw of een vislijn van ongeveer 4 meter
- plakband
- vier paperclips
- een meetlint
- een volwassene die het touw hoger vastmaakt (aan de bovenkant van een wandrek, een kapstok of een deurklink, op ongeveer 2 à 2,5 meter hoogte)
- je logboek en een potlood



Veiligheid

Laat een volwassene het touw vastmaken: klim zelf niet op een stoel, trap of wandrek. Richt een ballon nooit naar iemands gezicht. Ruim kapotte ballonstukjes meteen op, want kleine kinderen en huisdieren kunnen erin stikken.

1

Rijg het rietje op het touw en span het touw horizontaal tussen twee stoelen. Dat is baan 1.

2

Blaas de ballon op tot hij ongeveer 25 centimeter lang is. Meet dat elke keer, zodat elke test evenveel lucht krijgt. Knijp hem dicht en plak hem onder het rietje, met de opening naar achteren.

3

Laat los en meet hoe ver de ballon komt. Doe het drie keer en schrijf alles in een tabel.

Tier 1: de raketballon-race in hard mode (vervolg)

PROEFJE

- 4 Laat de volwassene een uiteinde van het touw hoger vastmaken, bijvoorbeeld op 1 meter hoogte, zodat het schuin omhoog loopt: baan 2. Daarna nog hoger, op ongeveer 2 à 2,5 meter, zodat het touw zo steil mogelijk omhoog loopt: baan 3. Span het touw telkens strak. Verander verder niets.
- 5 Doe elke baan opnieuw met twee en daarna met vier paperclips aan de ballon.
- 6 Reken voor elke proef het gemiddelde uit: tel de drie afstanden op en deel door drie.

Op welke baan maakte de lading het grootste verschil? Wat moet een echte raket dus kunnen voor ze van het lanceerplatform loskomt?

1 REKENEN



Langs baan 1 haalt Tuurs ballon 3,4 m, 3,9 m en 3,5 m. Wat is de gemiddelde afstand? Met vier paperclips haalt hij gemiddeld 2,4 m. Hoeveel minder ver is dat?

Antwoord: _____

Woordenlijst

actie en reactie

Duw je iets weg, dan duwt dat iets jou even hard terug. Zo werkt elke raket.

baan

De weg die een hemellichaam of ruimtetuig telkens opnieuw rond een ander hemellichaam aflegt.

camera obscura

Donkere kamer of doos met een gaatje, waarin een omgekeerd beeld van buiten op een scherm valt.

eerlijke proef

Proef waarbij je telkens maar één ding verandert, zodat je weet wat het verschil maakt.

extremofiel

Levend wezen dat overleeft op plekken die voor ons veel te heet, te koud, te droog of te zout zijn.

asteroïde

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

bewoonbare zone

Gebied rond een ster waar het op een planeet niet te heet en niet te koud is voor vloeibaar water.

dwergplaneet

Rond hemellichaam dat rond de Zon draait, maar zijn baan niet heeft leeggeveegd, zoals Pluto.

exoplaneet

Planeet die rond een andere ster dan de Zon draait.

gewichtloosheid

Je gewicht niet voelen, omdat je samen met alles om je heen valt.

Vrijdag, 21.58 uur: de kist die nooit op slot was

Eindstand: Team Speldenknop 54, de Melkwegmama's 54. Gelijk. De mama van Kofi kijkt naar Aya. Aya kijkt naar de mama van Kofi. Iedereen kijkt naar Kiko. Die klimt op de kist, haalt het vergiet van zijn kop en zegt: 'Dan is er maar één oplossing. De kist is voor iedereen.'



Het hangslot was nooit dicht. In de kist liggen stapels lege diploma's en een briefje in Kiko's kriebelschrift: 'Een ruimtediploma krijg je niet omdat je alles weet. Je krijgt het omdat je bleef zoeken.' Kofi filmt het briefje. Voor één keer zegt hij niets tegen zijn volgers.

'Weet je wat raar is?' zegt Aya. 'Van mijn fouten heb ik het meest onthouden. Venus. Voor altijd.' Tuur knikt. 'Mijn volle fles. Nooit meer.' Marit grijnst. 'En een hele week proefjes zonder één enkele gewonde.' Kiko knikt tevreden. 'Nog één ding voor jullie naar huis gaan. Jullie woordenboek.'

Het woordenboek van de crew

Elk crewlid schrijft tien woorden op die ze deze reeks echt hebben leren kennen, in hun eigen woorden. Kiko's regel: een woord dat je aan een kleuter kan uitleggen, ken je echt. Samen worden het veertig ruimtewoorden, van A tot Z. Welke kan jij uitleggen zonder te spieken?

2 MEERKEUZE

Kofi wil voor zijn filmpje dat de ballon met vier paperclips toch tot boven aan het steile touw raakt. Wat helpt het meest?

- ☐ A Een langer touw gebruiken.
- ☐ B De ballon voller blazen, zodat hij langer kan blijven duwen.
- ☐ C De ballon met de opening naar boven plakken.
- ☐ D Nog meer paperclips aan de ballon hangen.



Wist je dat... een raket onderweg steeds sneller versnelt, zonder extra gas te geven?

Elke seconde verbrandt een grote raket tonnen brandstof, en daardoor wordt ze lichter. Met dezelfde duw gaat een lichtere raket sneller vooruit, net zoals je een lege winkelkar makkelijker wegduwt dan een volle.

Tier 2, dinsdag, 10.15 uur: een Zon onder je arm

Kofi heeft een plan voor de inkomhal: het hele zonnestelsel aan het plafond, op schaal. Hij legt de voetbal op de vensterbank. 'Dit is de Zon. Nu de rest.' Aya rekent het na op de achterkant van een rekenblad. Dan legt ze een speld op tafel. 'Kofi. Dit is de Aarde. En die hangt op bijna 24 meter.'

Kofi kijkt van de speld naar de bal en weer terug. 'Dat is een bug.' 'Dat is wiskunde,' zegt Aya.

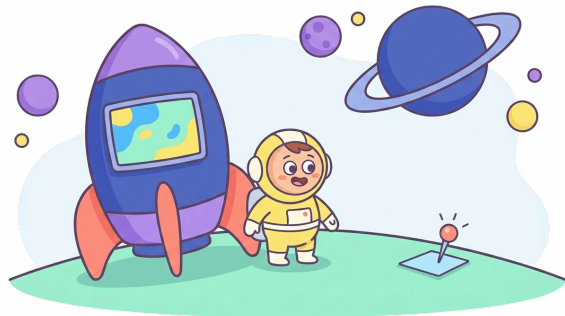
Grootte en afstand op dezelfde schaal

De Zon is ongeveer 1,39 miljoen kilometer breed. Een voetbal is ongeveer 22 centimeter. Laat je 22 centimeter staan voor 1,39 miljoen kilometer, dan staat 1 centimeter voor ongeveer 63 000 kilometer. De Aarde, ongeveer 12 750 kilometer breed, wordt zo een bolletje van 2 millimeter. Een speldenknop.

Op dezelfde schaal ligt de Aarde bijna 24 meter van de voetbal: verder dan de inkomhal lang is. Jupiter, zo groot als een grote knikker, ligt op 123 meter. Neptunus, een erwt, ligt op ongeveer 715 meter: aan de andere kant van het dorp. En daartussen? Bijna niets.

'Daarom kloppen bijna alle tekeningen van het zonnestelsel niet,' zegt Kiko. 'Ze tonen de planeten groot en dicht bij elkaar, anders zie je ze niet en passen ze niet op een blad.' In boekje 1 rolde een crew de afstanden uit met toiletpapier. Nu staan grootte en afstand op dezelfde schaal, en zie je pas hoe leeg de ruimte is.

Kofi zucht en zet de voetbal terug in de kast. Het plafond van de inkomhal blijft leeg. Maar Marit kijkt al naar de lamp zonder kap op de lessenaar van de juf. 'Mag ik die vanmiddag lenen?' vraagt ze. 'En iemands hoofd?'



73 OPEN VRAAG

Eindbaas-raadsel 2: Twee proefjes uit de battle pass van dit boekje werken met precies hetzelfde natuurprincipe als een echte raket. Welke twee, en welk principe is het?

74 OPEN VRAAG

Eindbaas-vraag 3, voor de laatste ster: Kofi zegt: 'Als ik 's nachts naar de hemel kijk, zie ik eigenlijk alleen het verleden.' Heeft hij gelijk? Gebruik minstens drie voorbeelden uit verschillende boekjes, met afstanden of reistijden van het licht.

E4 OEFEN VERDER · MEERKEUZE

Noor vergelijkt twee proefballonnen als raket. Wat maakt haar vergelijking eerlijker?

- ☐ A Eén factor veranderen en de andere omstandigheden gelijk houden
- ☐ B Alles tegelijk veranderen
- ☐ C Alleen de beste poging opschrijven

69 WAAR OF ONWAAR

In 2007 hingen gedroogde beerdiertjes, piepkleine diertjes van ongeveer een halve millimeter, tien dagen buiten een ruimtecapsule, in het luchtledige van de ruimte. Terug op Aarde kwamen er veel weer tot leven toen ze water kregen. Waar of onwaar?

☐ waar

☐ onwaar

70 MEERKEUZE

Op welke twee manen zoeken onderzoekers naar leven, omdat er onder het ijs een oceaan van vloeibaar water zit?

- ☐ A Io en onze Maan
- ☐ B Europa en Enceladus
- ☐ C Phobos en Deimos, de maantjes van Mars

71 REKENEN

In 1974 stuurde de radiotelescoop van Arecibo een bericht naar een sterrenhoop op ongeveer 25 000 lichtjaar. Stel dat daar iemand woont die meteen antwoordt. In welk jaar komt dat antwoord hier ten vroegste aan?

Antwoord: _____

72 INVULLEN

Eindbaas-raadsel 1: Ik ben de grootste van mijn soort. Een storm op mij is breder dan de Aarde en woedt al minstens sinds de jaren 1830. Vier van mijn manen zag Galileo in 1610 als stipjes. In 2031 komt de sonde Juice bij mij aan. Ik ben _____.

Het voetbal-zonnestelsel (1 cm is ongeveer 63 000 km, afgerond)

Hemellichaam	Echte doorsnede	Op schaal	Zo groot als	Afstand tot de voetbal-Zon
Zon	1,39 miljoen km	22 cm	een voetbal	-
Mercurius	4 879 km	0,8 mm	een stipje van een fijne stift	9 m
Venus	12 104 km	1,9 mm	een speldenknop	17 m
Aarde	12 756 km	2,0 mm	een speldenknop	24 m
Mars	6 792 km	1,1 mm	een maanzaadje	36 m
Jupiter	142 984 km	2,3 cm	een grote knikker	123 m
Saturnus	120 536 km	1,9 cm	een hazelnoot	227 m
Uranus	51 118 km	8 mm	een erwten	454 m
Neptunus	49 528 km	8 mm	een erwten	715 m

Tier 2: wandel door het voetbal-zonnestelsel

BUITEN

50 minuten

Dit heb je nodig

- een voetbal (de Zon)
- acht kaartjes (één per planeet) van stevig karton en een fijne zwarte stift
- een meetlat met millimeters
- een meetlint of meetwiel, of je eigen stappen (zie stap 1)
- steentjes of wasknijpers om de kaartjes vast te leggen
- een kaart van je buurt, op papier of op een scherm, samen met een volwassene



Veiligheid

Werk alleen op het schoolterrein of op een pad zonder verkeer, met een volwassene in de buurt. Loop niet achteruit terwijl je meet, en stap nooit een straat op om een afstand af te stappen: die zoek je op de kaart. Kijk nooit naar de echte Zon.

- 1 Meet hoe lang jouw stap is: zet tien gewone stappen, meet de afstand en deel door tien.
- 2 Teken op elk kaartje met de meetlat een planeet op de juiste grootte uit de tabel. De Aarde is een stipje van 2 millimeter, Jupiter een rondje van 2,3 centimeter. Schrijf de naam eronder.
- 3 Leg de voetbal aan het begin van een lange, rechte strook op het schoolterrein, bijvoorbeeld langs het voetbalveld.

Aan de tafel van Team Speldenknop, 21.41 uur

Tuur

Eén ster achter. Eén.

T

K

Kofi

Mijn mama kijkt naar ons. Ze heeft dat gezicht.

Tuur

Welk gezicht?

T

K

Kofi

Het gezicht van iemand die al een plek voor de beker zoekt.

Marit

Er is geen beker. Er is een kist.

M

A

Aya

Lees elke vraag twee keer. Ik meen het. Ik heb het geleerd van Mercurius.



Kiko

(tikt op de microfoon) Eindbaasronde. Wie twijfelt, denkt aan wat hij deze week zelf gemeten heeft.

68

MEERKEUZE

• ○ ○

Kiko leest de eerste vraag voor met een zaklamp onder zijn kin. Wat heeft leven zoals wij het kennen volgens onderzoekers nodig?

- A zuurstof, gras en een blauwe hemel
- B vloeibaar water, een bron van energie en bouwstenen zoals koolstof
- C een maan en een temperatuur van minstens 20 graden
- D een dikke laag ijs

65 REKENEN

Een telescoop heeft een spiegel met een brandpuntsafstand van 1 000 mm. Je kiest een oculair van 20 mm. Hoeveel keer vergroot hij?

Antwoord: _____

66 INVULLEN

In januari 1610 zag _____ vier manen rond Jupiter. Dat bewees dat niet alles rond de Aarde draait.

67 WAAR OF ONWAAR

Een radiotelescoop werkt ook overdag en als het bewolkt is. Waar of onwaar?

☐ waar

☐ onwaar

Eindbaasronde: is daar iemand? (boekje 13 en alles door elkaar)

Na ronde vier: de Melkwegmama's 48, Team Speldenknop 47. Nog zeven vragen. Kiko staat op van zijn stapel boekjes. 'De laatste ronde gaat over de grootste vraag van allemaal: zijn we alleen?' zegt hij. 'Daarna komen drie eindbaas-vragen waarvoor je dertien boekjes tegelijk in je hoofd moet hebben.' Het wordt muisstil in de refter.

Tier 2: wandel door het voetbal-zonnestelsel (vervolg)**BUITEN**

- 4** Meet of stap de afstanden af en leg telkens het kaartje neer: Mercurius op 9 m, Venus op 17 m, de Aarde op 24 m en Mars op 36 m.
- 5** Ga bij de Aarde staan en kijk terug naar de voetbal. Zo groot lijkt de echte Zon ook aan de hemel. Naar de echte kijk je nooit: nu weet je het zonder te kijken.
- 6** Jupiter ligt op 123 m, Saturnus op 227 m, Uranus op 454 m en Neptunus op 715 m. Zoek met een volwassene op de kaart waar die afstanden vanaf je school uitkomen. Wat ligt er op 715 meter?

Je wandelde vooral door lege ruimte. Waarom tekenen boeken het zonnestelsel dan toch altijd vol en dicht op elkaar?

3 REKENEN

Marit zet stappen van 60 centimeter. Hoeveel stappen moet ze zetten van de voetbal-Zon tot de speldenknop-Aarde op 24 meter?

Antwoord: _____

4 OPEN VRAAG

Kofi wil toch een zonnestelsel aan het plafond van de inkomhal, die 12 meter lang is. Hij wil Neptunus aan het einde. Wat gebeurt er als hij de afstanden juist op schaal zet? Wat kan hij anders doen, en wat zet hij eerlijk op het bordje erbij?



Wist je dat... de dichtstbijzijnde ster in het voetbal-zonnestelsel in Amerika zou liggen?

Proxima Centauri staat ongeveer 4,2 lichtjaar ver. Op de schaal van de voetbal-Zon wordt dat ongeveer 6 350 kilometer: verder dan van Brussel naar New York. En tussen Neptunus en die ster? Bijna niets.

Tier 3, dinsdag, 14.00 uur: Tuurs hoofd is een planeet

Marit maakt het klaslokaal pikdonker. Zwarte vuilniszakken voor de ramen, de lamp zonder kap op de lessenaar, en een witte pingpongbal op een stokje in Tuurs hand. 'De lamp is de Zon,' zegt ze. 'De bal is de Maan. En jouw hoofd is de Aarde.' Tuur grijnst. 'Eindelijk een rol op mijn niveau.'



Tuur houdt de bal op armlengte en draait rond. Het balletje verandert van een donker bolletje in een halve bal en een helverlichte bol, en weer terug. Aya zit op de vloer met boekje 6 op haar knieën. 'Fout!' roept ze. 'Je krijgt eerst een C en pas daarna een D. Dat is achterstevoren!'

61 INVULLEN

Om in een baan rond de Aarde te blijven, moet een ruimtetuig ongeveer _____ km per uur opzij gaan.

62 REKENEN

Het ISS doet ongeveer 90 minuten over één rondje rond de Aarde. Hoeveel rondjes maakt het in 24 uur? Hoeveel zonsopgangen zien de astronauten dan per dag?

Antwoord: _____

63 WAAR OF ONWAAR

Een verschilder die rond de Aarde vliegt, is ongevaarlijk voor een ruimtestation, want hij is veel te klein. Waar of onwaar?

☐ waar

☐ onwaar

64 MEERKEUZE

Waarom hangt de ruimtetelescoop Hubble boven de lucht?

- ☐ A Omdat hij daar veel dichter bij de sterren is.
- ☐ B Omdat hij daar geen last heeft van bewegende lucht, wolken en stadslicht.
- ☐ C Omdat telescopen op Aarde verboden zijn.
- ☐ D Omdat zijn zonnepanelen anders niet werken.

57 MEERKEUZE

Apollo 13 raakte in 1970 beschadigd op weg naar de Maan. Hoe liep het af?

- ☐ A De bemanning landde toch nog op de Maan.
- ☐ B De bemanning kwam veilig terug, onder meer dankzij een oplossing met plastic zakken, karton, plakband en een sok.
- ☐ C Het ruimteschip bleef voor altijd rond de Maan draaien.
- ☐ D Een tweede raket kwam de bemanning ophalen.

58 WAAR OF ONWAAR

Voyager 1 is het verste ding dat mensen ooit gemaakt hebben. Waar of onwaar?

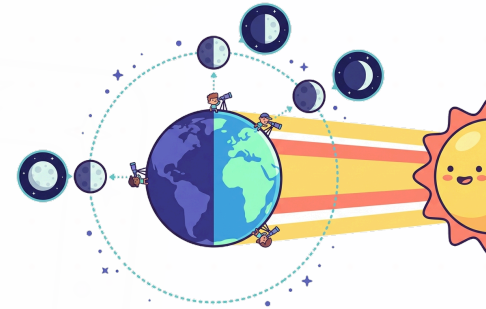
☐ **waar**☐ **onwaar****59 OPEN VRAAG**

De Sovjet-Unie haalde de meeste eersten van de ruimtewedloop, de Verenigde Staten haalden de Maan. Wie won volgens jou? Kies een kant en geef ook een argument voor de andere kant.

60 MEERKEUZE

Een kleuter vraagt luid aan zijn mama: 'Waarom zweven astronauten in het ISS?' Welk antwoord moet mama geven?

- ☐ A Omdat er in de ruimte geen zwaartekracht is.
- ☐ B Omdat ze samen met het station rond de Aarde vallen.
- ☐ C Omdat het ISS een grote magneet heeft.
- ☐ D Omdat de lucht in het ISS hen omhoog duwt.

Waarom de Maan van vorm lijkt te veranderen

Tuur draaide naar rechts. Van boven op de noordpool gezien gaat de Maan tegen de wijzers van de klok in rond de Aarde. Draai je naar links, dan klopt het: na nieuwe maan verschijnt rechts een sikkeltje, dat groeit tot een D en daarna tot volle maan. Zoals boekje 6 zei: lijkt ze op een D, dan groeit ze.

Bij de derde ronde ziet Marit het belangrijkste. De bal is altijd voor de helft verlicht, aan de kant van de lamp. Alleen zie je vanaf Tuurs hoofd telkens een ander stuk van die verlichte helft. De Maan verandert dus niet van vorm: wij kijken telkens vanuit een andere hoek. Van nieuwe maan tot nieuwe maan duurt ongeveer 29,5 dagen.

Dan schuift Tuur de bal precies tussen zijn gezicht en de lamp. Er glijdt een schaduwvlekje over zijn neus. 'Zonsverduistering!' roept Kofi. Als Tuur de bal achter zijn hoofd in zijn eigen schaduw zet, wordt die donker: een maansverduistering. 'Maar waarom is er dan niet elke maand een verduistering?' vraagt Aya.

Kiko tilt Tuurs arm een beetje op. Nu glijdt de bal boven de schaduw van zijn hoofd door. De baan van de Maan staat ongeveer 5 graden scheef tegenover die van de Aarde. Meestal schuift de Maan dus net boven of onder de Zon of de schaduw door. Alleen als alles op één lijn staat, krijg je een verduistering.

Als de vuilniszakken van de ramen gaan, staat Tuur al bij de keukenkast van de klas. Hij houdt een zak bloem en een doos cacao omhoog. 'Morgen,' zegt hij plechtig, 'gaan we bombarderen.' Marit zucht. 'Morgen gaan we laten vallen, Tuur. Niet bombarderen.'

Tier 3: maanfasen en verduisteringen met je eigen hoofd

25 minuten

PROEFJE

Dit heb je nodig

- een lamp zonder kap, met een ledlamp die niet heet wordt
- een witte pingpongbal of piepschuimbal
- een stokje of potlood (een volwassene maakt het gaatje in de bal)
- een kamer die je helemaal donker kan maken
- een helper
- je logboek en een potlood



Veiligheid

Gebruik een ledlamp die koel blijft en raak de lamp niet aan. Kijk naar de bal, niet lang in de felle lamp. Ruim kabels en tassen op, zodat niemand struikelt in het donker. Een volwassene maakt het gaatje in de bal.

- 1 Zet de lamp op ooghoogte aan één kant van de kamer en maak de rest donker.
- 2 Steek de bal op het stokje. Houd hem met gestrekte arm voor je, iets boven je hoofd, tussen jou en de lamp. Dit is nieuwe maan: je ziet de donkere kant.
- 3 Draai langzaam naar links rond, op de plaats. Houd de bal altijd recht voor je neus.
- 4 Stop telkens na een achtste draai. Je helper tekent in acht rondjes wat je ziet: sikkkel, eerste kwartier, bolle maan, volle maan en weer terug.
- 5 Laat bij volle maan de bal achter je hoofd in je eigen schaduw zakken: een maansverduistering. Schuif bij nieuwe maan de bal precies voor de lamp, zodat zijn schaduw op je gezicht valt: een zonsverduistering.
- 6 Houd de bal nu een klein beetje hoger en draai opnieuw rond. Wat gebeurt er met de verduisteringen?

Waarom zie je de Maan in verschillende vormen, terwijl ze altijd voor de helft verlicht is? En waarom is er niet elke maand een verduistering?



Wist je dat... er op de Aarde meer bomen staan dan er sterren in de Melkweg zijn?

Onderzoekers schatten dat er op de Aarde ongeveer 3 000 miljard bomen staan. In de Melkweg staan volgens de schattingen 100 tot 400 miljard sterren. Maar in het heelal dat we kunnen zien, zijn er honderden miljarden sterrenstelsels.

Ronde 4: raketten, mensen en kijkers (boekjes 10, 11 en 12)

Na ronde drie is het gelijk: 37 tegen 37. De Komeetkoppen geven het op en delen hun snoep uit aan iedereen. De mama van Kofi fluistert iets tegen haar team. 'Ronde vier gaat over ruimtevaart,' zegt Kofi zacht. 'Mijn mama heeft elk boek over Apollo gelezen.' Tuur legt zijn hand plat op tafel. 'Wij hebben deze week zelf raketten gelanceerd.'

56 VERBINDEN

Verbind elke ruimte-eerste met het juiste jaar.

- | | |
|--|-----------|
| 1 Spoetnik 1, de eerste kunstmaan | A 1961 |
| 2 Joeri Gagarin, de eerste mens in de ruimte | B 1992 |
| 3 Valentina Teresjkova, de eerste vrouw in de ruimte | C 1957 |
| 4 de eerste stap op de Maan | D 1969 |
| 5 Dirk Frimout, de eerste Belg in de ruimte | E E. 1963 |

Mijn antwoord: _____

52 WAAR OF ONWAAR

Als de Zon een zwart gat met dezelfde massa werd, zou de Aarde erin gezogen worden. Waar of onwaar?

☐ **waar**☐ **onwaar****53 IN VOLGORDE**

Zet deze dingen in de juiste volgorde, van klein naar groot.

de Zon**een neutronenster****de Melkweg****de Aarde****Betelgeuze**

Jouw volgorde:

54 MEERKEUZE

De buurman die eigenlijk voor de friet kwam, fluistert: 'Als je een planeet niet ziet, hoe vind je hem dan?' Hoe vinden sterrenkundigen een exoplaneet met de transitmethode?

- ☐ **A** Ze zien de planeet als een helder puntje naast de ster.
- ☐ **B** Ze meten dat een ster telkens heel even een beetje zwakker wordt als er een planeet voor schuift.
- ☐ **C** Ze sturen een sonde naar elke ster.
- ☐ **D** Ze horen de planeet met een radiotelescoop.

55 INVULLEN

Raadsel: Ik ben een snel draaiende neutronenster. Mijn stralingsbundels zwiepen als een vuurtoren over de Aarde. Jocelyn Bell ontdekte de eerste van mijn soort in 1967. Ik ben een _____.

5 MEERKEUZE

Tuur houdt de bal precies tussen zijn hoofd en de lamp. Bij welke maanfase kan er dus een zonsverduistering zijn?

- ☐ **A** bij nieuwe maan
- ☐ **B** bij eerste kwartier
- ☐ **C** bij volle maan
- ☐ **D** bij laatste kwartier

Wist je dat... de Maan tijdens een maansverduistering koperrood wordt?

Ook in de schaduw van de Aarde komt er nog wat zonlicht bij de Maan, omdat onze lucht het een beetje afbuigt. Die lucht laat vooral rood licht door, net zoals bij een zonsondergang. Naar een maansverduistering mag je gewoon kijken, met je blote ogen of een verrekijker.

E1 OEFEN VERDER · WAAR OF ONWAAR

Kiko zegt: "Bij een gewone volle maan staat de Maan in de schaduw van de Aarde." Klopt dat?

☐ **waar**☐ **onwaar****E2 OEFEN VERDER · INVULLEN**

Noor vult haar uitleg aan: de Maan maakt geen eigen licht, maar weerkaatst licht van de _____.

Tier 4, woensdag, 9.30 uur: kraterdetectives



Op het grasveld achter de school staat een ovenschaal vol bloem met een laagje cacao erover. 'Kraters maken deden we al in boekje 3,' zegt Kofi. 'Plof, gat, klaar.' Kiko schudt zijn kop. 'Vandaag word je kraterdetective. Je gaat aan kraters aflezen hoe oud een stuk planeet is.'

Aya kan niet wachten. Ze gooit een knikker hard en schuin in de schaal. Er spat een wolk bloem op, recht in Tuurs gezicht. Marit fluit zo hard dat er een merel wegvliegt. 'Laten vallen. Niet gooien. Regel van de veiligheidschef.' Tuur hoest wit stof. Aya bijt op haar lip. 'Sorry.' Haar krater is een langgerekte veeg.

'Ook dat is een les,' zegt Kiko. 'Jouw knikker is traag, dus hij schuift. Een echte inslag gaat zo snel dat het rotsblok ontploft. Dan wordt de krater bijna altijd rond, ook als het schuin binnenkomt.'

48 MEERKEUZE

De Melkwegmama's zijn trots op hun teamnaam. Maar wat is de Melkweg eigenlijk?

- ☐ A een lange wolk hoog boven de bergen
- ☐ B ons eigen sterrenstelsel, dat we van binnenuit zien als een lichte streep
- ☐ C een streep stof die een komeet achterliet
- ☐ D een ander sterrenstelsel naast het onze

49 OPEN VRAAG

De Komeetkoppen fluisteren druk. Het Andromedastelsel staat ongeveer 2,5 miljoen lichtjaar ver. Stel dat iemand in Andromeda vanavond met een supertelefoon naar de Aarde kijkt. Ziet die de Aarde van vandaag? Leg uit wat die wel ziet.

50 INVULLEN

De Belg Georges _____ legde in 1927 als eerste uit dat het heelal uitdijt.

51 WAAR OF ONWAAR

De oerknal was een ontploffing op één plek, en sindsdien vliegt alles van dat ene punt weg. Waar of onwaar?

☐ waar

☐ onwaar

44 INVULLEN

Een lichtjaar is geen tijd, maar een _____: hoe ver licht in één jaar gaat, ongeveer 9 460 miljard kilometer.

45 OPEN VRAAG

Een kleuter wijst naar zijn lichtgevende armbandje en roept: 'Dat is de Poolster!' Niet helemaal. Je staat op een heldere avond in de tuin en wil de echte Poolster vinden. Hoe doe je dat met de Steelpan?

46 WAAR OF ONWAAR

De sterren van een sterrenbeeld staan in de ruimte allemaal dicht bij elkaar. Waar of onwaar?

☐ waar

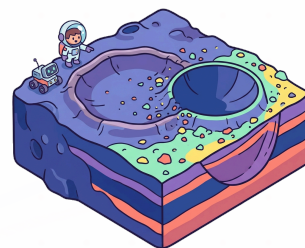
☐ onwaar

47 MEERKEUZE

De opa's zien een heldere stip die bijna niet twinkelt en die over een paar weken tussen de sterren opschuift. Wat is het waarschijnlijk?

- ☐ A een heel jonge ster
- ☐ B een planeet
- ☐ C een vallende ster
- ☐ D een supernova

Kraters zijn klokken



Inslagen treffen een planeet of maan min of meer overal even vaak, en vroeger nog veel vaker dan nu. Hoe langer een stuk grond al bestaat, hoe meer klappen het dus opving. Een oppervlak vol kraters is oud. Een oppervlak met weinig kraters is jong: daar heeft iets de oude kraters uitgewist.

Kijk maar naar de Maan. De lichte hooglanden zitten bomvol kraters: ze zijn meer dan 4 miljard jaar oud. De donkere vlekken, die mensen vroeger zeeën noemden, hebben veel minder kraters. Daar

stroomde ruim 3 miljard jaar geleden lava uit de diepte. Die vulde de oude kraters op en stolde tot vlakten van donker gesteente.

Welke krater is de jongste? Kijk wat er bovenop ligt. Een krater die over een andere ligt, is jonger. Witte strepen van uitgespat puin, de stralen, liggen bovenop alles wat ouder is. Rond de krater Tycho lopen ze bij volle maan over een groot stuk van de Maan. Tycho is ongeveer 100 miljoen jaar oud: een baby.

Tegen de middag zit iedereen onder de bloem, behalve Marit. Tuur veegt zijn neus af en kijkt naar de lege flessen in de papiermand. 'Vanmiddag,' zegt hij, 'vliegen we echt.' Marit kijkt naar de fietspomp onder zijn arm. 'Vanmiddag,' zegt ze, 'zijn er regels.'



Tier 4: lees de leeftijd van een planeet

PROEFJE

40 minuten

Dit heb je nodig

- een ovenschaal of kartonnen doos van ongeveer 30 cm breed
- ongeveer 1 kg bloem
- 3 eetlepels cacaopoeder en een klein zeefje
- een meetlat of een stuk karton om glad te strijken
- 5 knikkers of ronde steentjes van verschillende grootte
- een lepel
- oude kranten
- een helper die niet weet wat je doet: de detective



Veiligheid

Laat de knikkers vallen, gooi ze nooit, en houd je gezicht weg van de schaal. Werk buiten of op kranten, blaas niet in de bloem en wrijf niet in je ogen. Eet de bloem en de cacao achteraf niet op, en was je handen.

- 1 Leg kranten op de grond, liefst buiten. Vul de schaal met ongeveer 4 cm bloem, strijk glad en zeef er een dun laagje cacao over.
- 2 Tijdperk 1: laat tien keer een knikker vallen van ongeveer 50 cm hoog, verspreid over de hele schaal. Haal de knikker er telkens voorzichtig uit met de lepel.
- 3 Tijdperk 2, de lavavloed: strijk met de meetlat alleen de rechterhelft weer glad, zodat de kraters daar verdwijnen. Zeef er een nieuw laagje cacao over. Dat is je jonge lavavlakte.

41 WAAR OF ONWAAR

• • •

Tussen 1969 en 1972 liepen twaalf mensen op de Maan. Waar of onwaar?

☐ waar

☐ onwaar

42 MEERKEUZE

• • •

Hoe is de Maan volgens de meeste onderzoekers ontstaan?

- ☐ A De Aarde ving haar toen ze toevallig voorbijvloog.
- ☐ B Uit het puin van een botsing tussen de jonge Aarde en een planeet zo groot als Mars.
- ☐ C Ze brak af toen de Aarde te snel draaide.
- ☐ D Ze ontstond pas na de dinosaurussen.

Ronde 3: sterren, stelsels en kosmische monsters (boekjes 7, 8 en 9)

Halfweg. Team Speldenknop 25, de Melkwegmama's 26, de Komeetkoppen 19, maar wel met de beste snoepjes. Kiko dimt het licht nog wat verder. 'Nu gaan we ver,' zegt hij. 'Zo ver dat het licht dat je ziet al onderweg was toen er nog geen mensen bestonden.'

43 MEERKEUZE

• • •

Een ster schijnt blauwwit, een andere oranje-rood. Welke is het heetst?

- ☐ A de blauwwitte ster
- ☐ B de oranje-rode ster
- ☐ C ze zijn even heet
- ☐ D dat kan je aan de kleur niet zien

37 OPEN VRAAG

Een filmpje roept: 'De kans op een inslag is gestegen!' Een week later is die kans nul. Is de asteroïde van koers veranderd? Leg uit.

38 INVULLEN

Lijkt de Maan op een D, dan _____ ze. Lijkt ze op een C, dan neemt ze af.

39 MEERKEUZE

Waarom zien we altijd dezelfde kant van de Maan?

- ☐ A Omdat de Maan niet om haar as draait.
- ☐ B Omdat ze even lang om haar as draait als rond de Aarde: ongeveer 27,3 dagen.
- ☐ C Omdat de andere kant altijd donker is.
- ☐ D Omdat de Aarde de achterkant verbergt.

40 REKENEN

Hoogwater komt aan onze kust elke dag gemiddeld ongeveer 50 minuten later. Op maandag is het hoogwater om 14.10 uur. Hoe laat is het hoogwater dan ongeveer op donderdag?

Antwoord: _____

Tier 4: lees de leeftijd van een planeet (vervolg)**PROEFJE**

- 4** Tijdperk 3: laat nog vier keer een knikker vallen, verspreid over de hele schaal. Laat als laatste de grootste knikker van 1 meter hoog vallen, voor een krater met stralen.
- 5** Roep de detective erbij. Kan hij of zij zeggen welke helft het oudst is, en welke krater de jongste? Hoe weet de detective dat?
- 6** Tel de kraters op elke helft en schrijf het op. Vergelijk met een foto van de volle maan: waar zitten de meeste kraters?

Hoe zie je aan kraters welk stuk van een planeet of maan het oudst is? En waarom zou je op de Aarde zelf zo weinig kraters vinden?

6 WAAR OF ONWAAR

Kofi zegt: 'Op de donkere vlekken van de Maan zie je minder kraters, dus daar vielen gewoon minder rotsblokken neer.' Waar of onwaar?

☐ **waar**☐ **onwaar****7 OPEN VRAAG**

De detective van Tuur telt op de linkerhelft 14 kraters en op de rechterhelft maar 4. Rechts ligt ook een grote krater met witte stralen, die over de rand tot op de linkerhelft lopen. Wat kan de detective hier allemaal uit afleiden?



Wist je dat... er op de Aarde maar ongeveer 200 inslagkraters bekend zijn, en op de Maan honderdduizenden?

Wind, regen, rivieren, planten en de bewegende platen van de aardkorst wissen kraters op de Aarde langzaam uit. De Maan heeft geen weer en geen planten. Daar blijven kraters miljarden jaren liggen.

Tier 5, woensdag, 14.00 uur: meer is meer, zegt Tuur

Op het sportveld van het dorp heeft Tuurs papa een lanceerplank gemaakt: een plankje met drie pinnen, een kurk met een balnaald erdoor en een fietspomp met een drukmeter. Marit deelt veiligheidsbrillen uit en legt een touw op vijf meter. 'Niemand komt over dat touw,' zegt ze. 'Behalve jouw papa.'



Tuur vult een lege fles van bruiswater tot aan de rand. 'Meer water is meer kracht,' zegt hij. 'Logisch.' Kofi wil een lege fles proberen, 'want lucht is lichter'. Aya twijfelt. Kiko zegt niets. Hij wil dat ze het zelf ontdekken.



Jij beslist: volle fles, lege fles of iets ertussen?

Tuur wil een fles die tot aan de rand vol water zit. Kofi wil een lege fles, met alleen lucht. Aya stelt voor om de fles voor een derde met water te vullen. Welke fles vliegt volgens jou het hoogst? Schrijf je keuze op, en waarom. Lees dan verder en kijk wat er gebeurt.

33 VERBINDEN

Verbind elk woord met de juiste beschrijving.

1 meteoroïde

2 meteor

3 meteoriet

4 komeet

A de lichtstreep van een korrel die in onze lucht verdampt

B een vuile sneeuwbal die bij de Zon een coma en staarten krijgt

C een stuk uit de ruimte dat de grond bereikt

D een korrel of brok die door de ruimte zweeft

Mijn antwoord: _____

34 MEERKEUZE

Waar wijst de staart van een komeet altijd naartoe?

- A altijd naar achteren, zoals de rook achter een stoomtrein
- B altijd van de Zon weg
- C altijd naar de Aarde
- D altijd naar beneden

35 WAAR OF ONWAAR

De asteroïdengordel zit zo vol rotsblokken dat een sonde er bijna niet doorheen kan zonder te botsen. Waar of onwaar?

☐ waar

☐ onwaar

36 INVULLEN

In 2022 knalde de sonde _____ tegen het maantje Dimorphos, om te testen of je een asteroïde een duwtje kan geven.

29 WAAR OF ONWAAR

Met een ruimteschip dat stevig genoeg is, kan je landen op Jupiter. Waar of onwaar?

☐ **waar**☐ **onwaar****30 MEERKEUZE**

Waaruit bestaan de ringen van Saturnus?

- ☐ **A** uit een harde schijf van steen
- ☐ **B** uit ontelbare losse stukken ijs, van korreltjes tot blokken van enkele meters
- ☐ **C** uit gas dat oplicht
- ☐ **D** uit het metaal van een ontplofte ster

31 INVULLEN

Raadsel: Ik lig op mijn zij, met een as die 98 graden helt. Op mijn polen duurt een zomer 42 jaar. Ik ben de planeet _____.

32 OPEN VRAAG

Een sonde naar Neptunus krijgt geen zonnepanelen maar een kernbatterij. Leg uit waarom, met wat je weet over hoe zonlicht zwakker wordt met de afstand.

Twee mislukkingen en een fontein

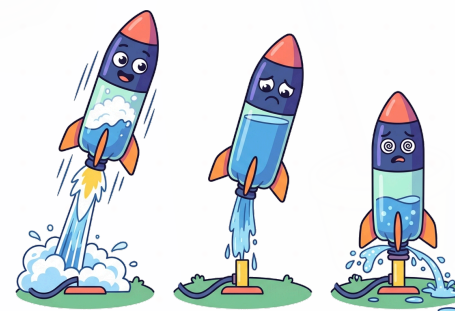
Eerst Tuurs volle fles. Tuurs papa pompt, de kurk schiet los, een fontein spuit over Kofi's schoenen en de fles huft een halve meter omhoog. Kofi staat druipend in het gras. 'Content,' zegt hij droog. Dan Kofi's lege fles: een harde plop, een wolkje, en de fles tuimelt twee meter ver. Ook niet goed.

Wat gebeurt er? De pomp perst lucht in de fles. Die samengeperste lucht wil uitzetten en duwt het water met kracht door de opening naar beneden. Het water duwt de fles terug omhoog: actie en reactie, net als bij de ballon. Water is veel zwaarder dan lucht, dus geeft een straal water een veel grotere duw dan een straal lucht.

Maar water is ook gewicht dat de fles moet optillen. In een volle fles is er bijna geen plaats voor samengeperste lucht, dus is de duw meteen op. In een lege fles zit alleen lucht, en die is zo licht dat ze bijna niets wegduwt. Het best werkt het ertussenin: met ongeveer een derde van de fles vol water.

Derde poging, met een derde water. De fles schiet met een zoemende straal zo hoog dat iedereen zijn hoofd in zijn nek legt, en landt een eind verder in de zandbak van het verspringen. Aya kijkt Tuur aan. 'Meer is dus niet altijd beter.' Tuur grijnst. 'Juist is beter.'

Thuis bij het avondeten vertelt Kofi zijn mama alles over de lancering. Zij knikt en kijkt op haar horloge. 'En hoe laat is het eigenlijk middag?' vraagt ze. 'Om twaalf uur,' zegt Kofi. 'Dat weet iedereen.' Zijn mama glimlacht. 'Bewijs het maar.'



Tier 5: de waterraket, met de regels van Marit

BUITEN

45 minuten

Dit heb je nodig

- een lege plastic fles van bruiswater of frisdrank van 1 of 1,5 liter, zonder deuken of krassen
- een kurk of rubberen stop die strak in de flessenhals past
- een balnaald, zoals om een voetbal op te pompen
- een fietspomp met een drukmeter
- een maatbeker en water
- een lanceerplank met pinnen of drie stokken om de fles rechtop te houden
- een veiligheidsbril voor iedereen
- een volwassene die pompt en lanceert
- een groot grasveld



Veiligheid

Alleen samen met een volwassene, die pompt en lanceert. Gebruik alleen een onbeschadigde plastic fles van een bruisende drank, nooit glas. Lanceer op een groot grasveld, ver van mensen, dieren, gebouwen, bomen, ramen, auto's en elektriciteitsdraden. Iedereen draagt een veiligheidsbril en staat minstens 5 meter ver, nooit voor of boven de fles. Pomp nooit verder dan 3 bar. Vertrekt de fles niet? Loop er dan niet naartoe: een fles onder druk kan vertrekken als je ze aanraakt. Alleen de volwassene laat eerst de druk ontsnappen. Richt de fles nooit naar iemand.

- 1 Laat een volwassene een smal gaatje dwars door de kurk maken en de balnaald erdoor duwen. Koppel de pomp aan de naald.
- 2 Vul de fles voor ongeveer een derde met water en druk de kurk er stevig in.
- 3 De volwassene zet de fles ondersteboven op de lanceerplank, met de opening naar beneden en de pompslang opzij, van de mensen weg.

27 REKENEN

Een radiosignaal tussen de Aarde en Mars doet er 3 tot 22 minuten over. Op de grootste afstand stuurt een ingenieur het bevel 'Stop!' naar een rover die op een rotsblok afrijdt. Hoe lang duurt het minstens voor hij op Aarde kan zien dat de rover gestopt is? Wat leer je daaruit?

Antwoord: _____

28 INVULLEN

De helikopter _____ was de eerste die op een andere planeet vloog. Er waren vijf vluchten gepland, het werden er 72.

Ronde 2: reuzen, rondzwervers en onze eigen Maan (boekjes 4, 5 en 6)

Na ronde één: Team Speldenknop 12 sterren, de Melkwegmama's 13, de Komeetkoppen 9. De mama van Kofi zwaait met haar pen alsof het een toverstaf is. Aya staart naar haar blad. Bij de heetste planeet staat in haar eigen handschrift: Mercurius. Ze wist het. Ze had alleen haast.

'Volgende ronde,' zegt Kiko. 'We verlaten de thuisbasis. Reuzen zonder grond, ijsbollen met staarten, en onze eigen Maan.'



Wist je dat... een fout waar je heel zeker van was, het best blijft hangen als je meteen het juiste antwoord hoort?

Onderzoekers noemen dat het hypercorrectie-effect: de verrassing helpt je hersenen om het juiste antwoord te onthouden. Aya zal Venus nooit meer vergeten.

23 INVULLEN

Veilig naar de Zon kijken kan alleen met een goedgekeurde eclipsbril, met speciale filters bij een volkssterrenwacht, of door het zonnebeeld op wit papier te _____, met je rug naar de Zon. Welk woord hoort op de lijn?

24 MEERKEUZE

Waar komt noorderlicht vandaan?

- ☐ A Van zonlicht dat weerkaatst op het ijs van de noordpool.
- ☐ B Van deeltjes van de Zon die het magnetische schild van de Aarde naar de polen stuurt, waar ze zuurstof en stikstof laten oplichten.
- ☐ C Van vulkanen onder het ijs.
- ☐ D Van de Maan, als die heel dicht bij de Aarde komt.

25 MEERKEUZE

De Komeetkoppen hebben een raadsel voor Team Speldenknop: welke planeet is de heetste van het zonnestelsel?

- ☐ A Mercurius, want die staat het dichtst bij de Zon
- ☐ B Venus, door haar dikke deken van koolstofdioxide
- ☐ C Mars, want die is rood
- ☐ D Jupiter, want die is het grootst

26 WAAR OF ONWAAR

Mars is rood omdat het er gloeiend heet is. Waar of onwaar?

☐ **waar**☐ **onwaar****Tier 5: de waterraket, met de regels van Marit (vervolg)****BUITEN**

- 4** Iedereen behalve de volwassene staat minstens 5 meter ver, achter een touw, en nooit voor of boven de fles. Tel samen af.
- 5** De volwassene pompt rustig. De kurk schiet vanzelf los als de druk groot genoeg is. Hij of zij stopt altijd bij 3 bar op de meter, ook als er nog niets gebeurt.
- 6** Herhaal met een scheutje water (bijna leeg), een kwart, een derde, de helft en driekwart. Verander verder niets. Schat telkens hoe hoog de fles kwam en meet hoe ver ze landde. Welke hoeveelheid wint?

Waarom vloog de fles met een derde water hoger dan een fles met een scheutje water of een fles met driekwart water? Wat zegt dat over hoeveel brandstof een echte raket meeneemt?

8 INVULLEN

Aya schrijft de regel van de dag in haar logboek: 'Een waterraket vliegt het best als ongeveer _____ van de fles met water gevuld is.' Wat hoort op de lijn?

9 MEERKEUZE

Waarom geeft een straal water een grotere duw dan een straal lucht uit dezelfde fles?

- ☐ A Water is veel zwaarder dan lucht: hoe meer massa je met kracht naar achteren wegduwt, hoe groter de duw terug.
- ☐ B Koud water maakt de fles sterker.
- ☐ C Water maakt de fles zwaarder, en zware dingen vliegen hoger.
- ☐ D Lucht kan niet door een kleine opening.



Wist je dat... een gesloten fles bruiswater al onder druk staat voor je ze opendraait?

Het gas in de drank drukt van binnen tegen de wanden, met een druk van enkele bar. Daarom zijn die flessen dik, rond en stevig. Een fles van plat water of van glas gebruik je daarom nooit voor een waterraket.

Tier 6, donderdag, 11.55 uur: loopt de Zon achter?

Midden op de speelplaats staat een bezemsteel rechtop in een emmer zand. Sinds tien uur zet Kofi elk uur een krijtstreep op de punt van de schaduw. Om twaalf uur is het middag, en dan staat de Zon het hoogst. Dat weet iedereen. Om 12.00 uur precies trekt hij een dikke streep. 'Bewezen, mama!'



Om 13.00 uur is de schaduw nog korter. Kofi fronst. Om 13.45 uur is ze het kortst van de hele dag, en pas daarna wordt ze weer langer. 'De Zon loopt achter,' zegt hij. 'Bijna twee uur.' Aya bladert al in boekje 6. 'Ze loopt niet achter,' zegt ze. 'Twee redenen. En allebei zijn het afspraken van mensen.'

19 OPEN VRAAG

Leg in één of twee zinnen het verschil uit tussen rotatie en omwenteling, zoals je dat in boekje 1 leerde. Zeg ook wat elk van de twee bij de Aarde oplevert.

20 MEERKEUZE

Hoe maakt de Zon haar licht en warmte?

- ☐ A Ze verbrandt steenkool, zoals een grote kachel.
- ☐ B In haar kern smelten waterstofkernen samen tot helium: kernfusie.
- ☐ C Ze weerkaatst het licht van andere sterren.
- ☐ D Ze is een grote bol gloeiende lava.

21 REKENEN

Zonlicht doet er ongeveer 8 minuten en 20 seconden over om bij ons te komen. Hoeveel seconden is dat? En stel dat de Zon nu plots uitging: hoe lang zou je daar nog niets van merken?

Antwoord: _____

22 WAAR OF ONWAAR

De mama van Kofi zegt: 'Over een paar miljard jaar ontploft de Zon als een supernova.' Waar of onwaar?

☐ waar

☐ onwaar

15 IN VOLGORDE

Opwarmer van Kiko: zet deze planeten in de juiste volgorde, te beginnen bij de planeet die het dichtst bij de Zon staat.

Uranus Aarde Saturnus Mercurius Jupiter

Jouw volgorde:

16 WAAR OF ONWAAR

Een opa van de Komeetkoppen roept: 'Het is zomer omdat de Aarde dan dichterbij de Zon staat!' Waar of onwaar?

☐ waar

☐ onwaar

17 MEERKEUZE

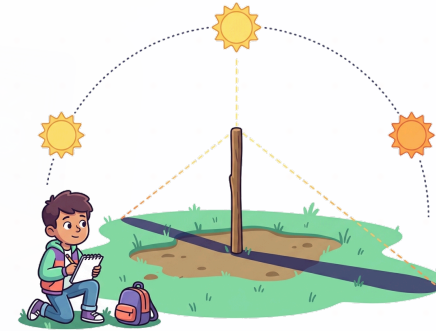
Waarom staan er vier kleine rotsplaneten dicht bij de Zon en vier reuzen verder weg?

- ☐ A Omdat de Zon de grote planeten wegduwde.
- ☐ B Omdat het voorbij de sneeuwgrens koud genoeg was voor ijs, waardoor daar veel meer bouw materiaal was.
- ☐ C Omdat de Zon de planeten dicht bij haar liet krimpen.
- ☐ D Omdat de rotsplaneten later uit de ruimte kwamen aanwaaien.

18 INVULLEN

Raadsel: Ik was vroeger de negende planeet. Ik ben rond en ik draai rond de Zon, maar ik heb mijn baan niet leeggeveegd. Sinds 2006 noemt men mij een dwergplaneet. Mijn naam is _____.

Wanneer is het echt middag?



Reden één: in de zomer zetten we de klok een uur vooruit. Dat heet de zomertijd. Daardoor staat de Zon in de zomer volgens de klok een uur later op haar hoogst dan in de winter.

Reden twee: België gebruikt dezelfde kloktijd als een groot deel van Europa. Die tijd past het best bij een lijn op 15 graden oosterlengte, ongeveer bij de grens tussen Duitsland en Polen. De Aarde draait van west naar oost, dus daar staat de Zon eerder op haar hoogst. Per graad die je westelijker woont, gebeurt dat 4 minuten later.

België ligt ongeveer 10 graden ten westen van die lijn. Dat geeft ongeveer 40 minuten, plus het uur zomertijd. Daarom is het eind juni in Brussel pas rond 13.45 uur echt middag. Door de scheve aardas en de ovale baan van de Aarde schuift dat moment in de loop van het jaar ook nog tot een kwartier heen en weer.

Op dat moment staat de Zon in het zuiden en wijst de schaduw van de stok precies naar het noorden. Zo wordt je stok een kompas. 's Morgens staat de Zon in het oosten en valt de schaduw naar het westen; 's avonds is het omgekeerd. Een zonnewijzer leest het uur af aan die draaiende schaduw.

Kofi kijkt naar zijn dikke streep van twaalf uur en veegt hem uit met zijn schoen. 'Ik ga de Zon filmen,' zegt hij. 'Van dichtbij. Dan kan iedereen zien waar ze staat.' Marit draait zich met een ruk om.

Wanneer staat de Zon op haar hoogst? (kloktijd, afgerond op een minuut)

Stad	Lengtegraad (hoe ver naar het oosten)	Rond 25 juni (zomertijd)	Rond 25 december (wintertijd)
Oostende	2,9 graden oost	13.51 uur	12.48 uur
Gent	3,7 graden oost	13.47 uur	12.45 uur
Brussel	4,4 graden oost	13.45 uur	12.42 uur
Hasselt	5,3 graden oost	13.41 uur	12.38 uur
Aarlen	5,8 graden oost	13.39 uur	12.36 uur

Op het podium staat een houten kist met een hangslot. Ernaast zit Kiko op zijn stapel van dertien boekjes, met het vergiet op zijn kop. 'Welkom bij de eindbaas,' zegt hij. 'Zestig vragen, dertien werelden. Iedereen speelt mee: teams van kinderen en teams van volwassenen. Wie de meeste sterren haalt, opent de kist.'



MISSIE

De regels van de eindbaas

Speel alleen of in een team van hoogstens vier. Schrijf je antwoorden op een blad of in dit boekje. Elk juist antwoord is één ster, en 60 sterren is het maximum. Bij elke ronde staat over welke boekjes ze gaat. Twijfel je achteraf? Blader dan terug naar dat boekje: daar staat het antwoord, en meestal ook waarom. Een fout antwoord is geen game over. Het is een plek waar je nog iets kan leren. Je score schrijf je straks op je ruimtediploma.

Ronde 1: thuisbasis (boekjes 1, 2 en 3)

Drie teams zitten klaar: Team Speldenknop met de crew, de Melkwegmama's met de mama van Kofi, en de Komeetkoppen, vier opa's met een zak snoep. 'Ronde één,' zegt Kiko. 'We beginnen thuis: ons zonnestelsel, onze ster en de vier planeten van steen. Geen spiekkaarten. Pen klaar?'

14 VERBINDEN

Aya's memory met de proefjes van de battle pass ligt door elkaar. Verbind elk proefje met wat het je over de ruimte leert.

1 raketballon langs een steil touw

2 waterraket

3 bal en lamp

4 stok in de zon

5 bloem en cacao

A waarom de Maan van vorm lijkt te veranderen

B hoe je de leeftijd van een oppervlak afleest

C dat een raket harder moet duwen dan ze weegt om op te stijgen

D dat meer massa wegduwen een grotere duw terug geeft

E E. waar het noorden ligt en wanneer het echt middag is

Mijn antwoord:

Vrijdag, 18.00 uur: de Ruimtenacht

Om zes uur loopt de speelplaats vol. Opa's met wandelstokken, kleuters met lichtgevende armbandjes, een buurman die eigenlijk voor de friet kwam. Bij elk station staat een crewlid. Tuurs papa lanceert waterraketten op het sportveld. In de donkere bergruimte hangt de speelplaats ondersteboven aan de muur, en een kleuter wil er niet meer weg.

Er gaat ook iets mis. De voetbal-Zon rolt weg, en de hond van een bezoeker eet bijna de speldenknop-Aarde op. Marit redt de Aarde met één hand. 'Planetaire verdediging,' grijnst Kofi in zijn camera. Om tien voor negen zijn alle acht vakjes van de battle pass ingekleurd. 800 xp. Dan gaat in de refter het licht uit.

Tier 6: bouw een schaduwklok

BUITEN

telkens 5 minuten per uur, op een zonnige dag

Dit heb je nodig

- een rechte stok of bezemsteel van ongeveer 1 meter, zonder scherpe punt
- een emmer met zand of stenen, of een plek in het gras om de stok in te steken
- stoepkrijt of kleine steentjes
- een meetlint
- een horloge of klok
- een kompas, om achteraf te controleren
- je logboek en een potlood



Veiligheid

Kijk nooit naar de Zon om te zien waar ze staat: de schaduw vertelt het je. Gebruik een stok zonder scherpe punt of plak de bovenkant af, en zet hem waar niemand ertegen loopt. Draag een pet en zonnecrème als je lang buiten bent.

- 1 Zet de stok op een vlakke plek die de hele dag zon krijgt. Kijk van twee kanten of hij echt recht staat.
- 2 Leg vanaf 10 uur elk uur een steentje of zet een krijtstreep op de punt van de schaduw. Schrijf het uur erbij.
- 3 Meet telkens hoe lang de schaduw is en noteer het in een tabel.
- 4 Meet rond de middag elke tien minuten. Wanneer is de schaduw het kortst? Schrijf dat tijdstip op.
- 5 Leg het kompas naast de kortste schaduw. Wijst ze naar het noorden?
- 6 Kom de volgende dag op dezelfde uren terug. Valt de schaduw weer op je strepen? Dan heb je een klok die werkt zonder batterij.

Hoe laat was jouw schaduw het kortst? Leg met de zomertijd of wintertijd en de ligging van België uit waarom dat niet om 12 uur was.

10 REKENEN

Kiko's regel: per graad naar het westen staat de Zon 4 minuten later op haar hoogst. Oostende ligt bijna 2,5 graden westelijker dan Hasselt. Hoeveel minuten later staat de Zon daar op haar hoogst? Klopt dat met de tabel?

Antwoord: _____

11 WAAR OF ONWAAR

Kofi zegt: 'Als de schaduw van mijn stok het kortst is, wijst ze naar het zuiden, want daar staat de Zon.' Waar of onwaar?

☐ waar

☐ onwaar



Wist je dat... elke stad vroeger haar eigen kloktijd had?

Vroeger zette elke stad haar klokken op haar eigen middag, dus was het in een stad in het oosten een paar minuten later dan in een stad in het westen. Toen de treinen kwamen, werd dat een warboel. Daarom spraken landen één kloktijd af voor iedereen.

E3 OEFEN VERDER · OPEN VRAAG

Noor stelt voor om met een gewone verrekijker naar de Zon te kijken. Wat spreek je af?

Tier 8: het memory van dertien werelden

SPEL

45 minuten maken, 20 minuten spelen

Dit heb je nodig

- 32 kaartjes van stevig karton van ongeveer 6 bij 6 cm, met allemaal dezelfde achterkant
- een schaar en een meetlat
- stiften en kleurpotloden
- een gouden of gele stift voor de zeldzame kaarten
- de dertien ruimteboekjes
- twee tot vier spelers



Veiligheid

Knip voorzichtig en van je af. Laat kleine kaartjes niet rondslingeren bij heel jonge kinderen of huisdieren.

- 1 Kies uit elk boekje één of twee dingen die je echt wil onthouden. Samen maak je 16 paren.
- 2 Schrijf op de ene kaart een vraag of teken er iets op, en schrijf op de andere kaart het antwoord. Zet in een hoekje van beide kaarten het nummer van het boekje.
- 3 Maak 4 paren extra moeilijk en geef ze een gouden rand: die tellen dubbel.
- 4 Schud de kaarten en leg ze omgekeerd in een rooster van 4 op 8.
- 5 Om de beurt draai je twee kaarten om. Draai je een vraag om, zeg dan eerst hardop het antwoord. Is het een paar en klopte je antwoord? Dan mag je ze houden en nog eens spelen.
- 6 Ruil na het spel je set met een ander team. Zo leer je ook hun vragen.

Welke paren onthield je het makkelijkst, en waarom? Wat zegt dat over hoe jij het best leert?

Hoe je hersenen onthouden

'Je hoeft niet alles te weten,' zegt Kiko. 'Je moet weten hoe je onthoudt.' Wat je één keer leest, ben je snel kwijt. Wat je jezelf vaak overheert, blijft veel beter hangen, zeker als je dat over een paar dagen spreidt. Onderzoekers hebben dat al heel vaak gemeten. Herlezen voelt slim, maar jezelf overheeren werkt beter.



Wat je verbindt met een beeld of een verhaal, vind je ook makkelijker terug: de speldenknop-Aarde op 24 meter onthoud je beter dan het getal 150 miljoen. En een fout is geen ramp. Een fout die je meteen verbetert, onthoud je soms beter dan iets wat je meteen goed had.

Daarom maakt Aya geen gewoon memory. Elk paar is een vraagkaart en een antwoordkaart. 'Hoe heet de grootste vulkaan van het zonnestelsel?' hoort bij 'Olympus Mons, op Mars'. Wie een vraagkaart omdraait, zegt eerst hardop het antwoord. Klopt het, dan mag je het paar houden. Zoals bij ruilkaarten zijn sommige kaarten zeldzaam: die met een gouden rand tellen dubbel.

Om 21 uur heeft Kofi de meeste paren. 'Hoe?' vraagt Aya. 'Ik heb alles gefilmd,' zegt hij. 'En mijn filmpjes kijk ik tien keer.' Aya lacht voor het eerst die week. Dan trilt haar gsm. Een bericht van de juf, met alleen een foto van Kiko die heel streng kijkt, en drie woorden: 'Morgen. Geen respawn.'

Donderdag, 14.10 uur, op de speelplaats

Kofi

Oké volgers, close-up van de Zon. In drie, twee...

K

M

Marit

(houdt haar hand voor de lens) Nee.

Kofi

Ik kijk toch niet zelf! De camera kijkt.

K

M

Marit

En jij kijkt op het scherm, en straks even naar boven om te mikken. Even in de Zon kijken kan je ogen voor altijd beschadigen.

Aya

Dat stond al in boekje 2. Nooit rechtstreeks, ook niet even.

A

Kiko

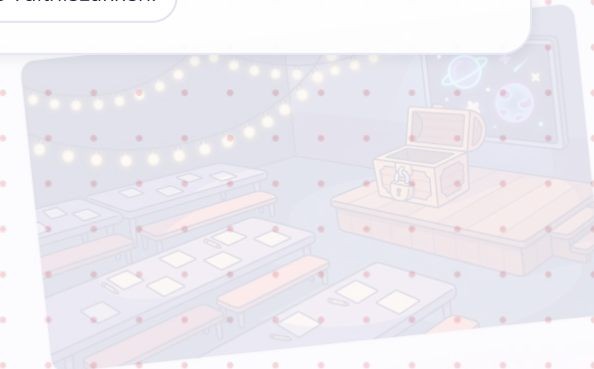
Er is een betere manier. Een geleerde in Leuven deed het bijna vijfhonderd jaar geleden al. Met een donkere kamer en één gaatje.



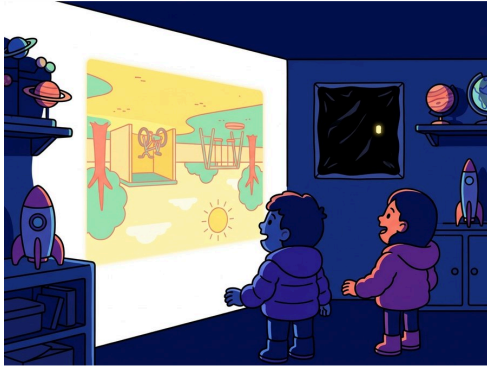
T

Tuur

Een donkere kamer? Ik haal de vuilniszakken.



Tier 7: de kamer die de wereld op zijn kop zet



Ze maken van de bergruimte naast de klas een camera obscura: Latijn voor 'donkere kamer'. Tuur kiest het raam waar de Zon niet rechtstreeks door schijnt. Vuilniszakken ervoor, overal plakband, tot het pikdonker is. Dan prikt hij in het plastic één gaatje, zo groot als een erwte. Op de witte muur tegenover het raam verschijnt iets. Kofi's mond valt open.

Op de muur hangt de speelplaats. In kleur. Ondersteboven. De fietsenstalling hangt aan het plafond, en een duif wandelt met zijn pootjes omhoog. Als de juf buiten voorbijloopt, wandelt ze op haar kop over de muur. 'Dit is live,' fluistert Kofi. 'Zonder scherm. Zonder batterij.'

Licht gaat in rechte lijnen. Licht van het dak van de fietsenstalling gaat schuin naar beneden door het gaatje en komt onderaan op de muur. Licht van de grond gaat schuin omhoog en komt bovenaan. Alle lijnen kruisen in het gaatje, dus staat het beeld op zijn kop. Een groter gaatje geeft meer licht, maar een waziger beeld.

In januari 1544 bekeek de geleerde Gemma Frisius in Leuven zo een zonsverduistering. Het zonlicht viel door een gaatje in een donkere kamer op een muur. Zijn tekening ervan verscheen in 1545 in een boek en wordt vaak de eerste gedrukte afbeelding van een camera obscura genoemd. Hij keek naar de Zon zonder in de Zon te kijken.

Buiten haalt Kiko het vergiet van zijn kop. Met zijn rug naar de Zon houdt hij het boven een wit blad. Op het blad verschijnen tientallen kleine lichtrondjes. 'Allemaal Zonnen,' zegt hij. 'Elk gaatje maakt zijn eigen zonnebeeld. En met één gaatje en een lange doos kan je de Zon zelfs opmeten.'

13 MEERKEUZE

Tijdens de Ruimtenacht vraagt een papa aan het station van Marit: 'Mag ik even door het gaatje naar de Zon kijken, met mijn zonnebril op?' Wat antwoordt Marit?

- ☐ A Ja, met een zonnebril is het veilig.
- ☐ B Ja, als het maar heel even is.
- ☐ C Nee: kijk alleen naar het beeld op het witte papier, met je rug naar de Zon.
- ☐ D Nee, maar door een verrekijker mag het wel.



Wist je dat... je eigen oog ook een soort camera obscura is?

Licht valt door je pupil, een gaatje met een lens erachter, en vormt achteraan in je oog een omgekeerd beeldje op je netvlies. Je hersenen draaien het om, zodat je de wereld toch rechtop ziet.

Tier 8, donderdag, 19.30 uur: memory voor de eindbaas

Bij Aya thuis liggen dertien ruimteboekjes open op de keukentafel. Aya knipt kaartjes alsof haar leven ervan afhangt. Haar kat ligt te slapen op boekje 7. 'Ik moet alles weten,' zegt ze. 'Alles. Morgen mag ik geen enkele fout maken.' Kofi pakt een handvol chips. 'Niemand weet alles, Aya.'



Tier 7: meet de Zon zonder te kijken (vervolg) **KNUTSELEN**

- 5 Reken: afstand gedeeld door de breedte van het vlekje. Kom je in de buurt van 107? Een afwijking van 10 tot 20 procent is normaal bij een eenvoudige doos.
- 6 Reken dan de breedte van de Zon uit: 150 miljoen km gedeeld door jouw getal. Hoe dicht kom je bij 1,4 miljoen km?
- 7 Bonus met een volwassene: maak een kamer donker met vuilniszakken voor een raam waar de Zon niet rechtstreeks door schijnt, prik een gaatje en kijk naar de muur tegenover het raam.

Hoe kan je met een gaatje en een meetlat de grootte van de Zon meten, terwijl je er nooit naar kijkt?

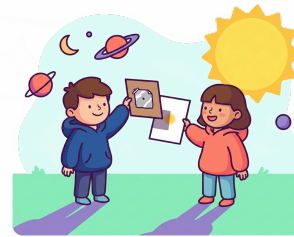
12 REKENEN

• • •

Marit bouwt ook een tweede, langere doos van 1,5 meter. Hoe breed wordt het zonnebeeld ongeveer, als het altijd ongeveer 107 keer kleiner is dan de afstand tot het gaatje?

Antwoord: _____

De Zon meten met een doos



Het werkt met dezelfde rechte lijnen. De Zon staat ongeveer 107 keer verder van ons dan ze breed is. Daardoor is het zonnebeeld achter een gaatje altijd ongeveer 107 keer kleiner dan de afstand tussen het gaatje en je scherm.

Draai het om, en je kan rekenen. Deel de afstand tot het scherm door de breedte van het beeld, en deel daarna 150 miljoen kilometer, de afstand tot de Zon, door je uitkomst. Dan heb je de breedte van de Zon, gemeten met een kartonnen doos.

Marit meet. Aya rekent. Tuur controleert. Ze komen uit op ongeveer 1,4 miljoen kilometer, en Aya springt een gat in de lucht. Dan kijkt ze op de klok, en haar gezicht betreft. 'Morgen is de quiz,' zegt ze. 'Zestig vragen. En ik weet niet eens meer wat er in boekje 4 stond.'



Marits gouden regel

Kijk nooit rechtstreeks naar de Zon: ook niet even, ook niet door een gaatje, en niet met een gewone zonnebril, verrekijker, telescoop of vergrootglas. Een verrekijker of telescoop zonder speciaal zonnefilter kan je oog meteen blijvend beschadigen. Alleen een goedgekeurde eclipsbril (met het label ISO 12312-2) of de filters van een volkssterrenwacht zijn veilig, en daar helpen mensen je. Zonder die hulp kijk je naar het beeld op wit papier, met je rug naar de Zon.



Marits meting in vijf getallen

1 meter

zo lang was Marits doos: de afstand tussen het gaatje en het witte papier

iets meer dan 9 mm

zo breed was het zonnebeeld dat Marit op het papier mat

ongeveer 107

Aya deelde de afstand door de breedte van het beeld: zoveel keer groter is dat

ongeveer 150 miljoen km

de afstand van de Aarde tot de Zon, die Aya in haar rekensom gebruikte

ongeveer 1,4 miljoen km

Aya's uitkomst voor de breedte van de Zon: 150 miljoen km gedeeld door 107

Tier 7: meet de Zon zonder te kijken

KNUTSELEN

40 minuten

Dit heb je nodig

- een lange doos of kartonnen koker van minstens 1 meter, bijvoorbeeld een verpakkingsbuis, of drie schoendozen die je aan elkaar plakt
- een stukje aluminiumfolie van ongeveer 5 bij 5 cm
- een speld
- wit papier en plakband
- een meetlat met millimeters
- een schaar en een hobbymes (alleen voor de volwassene)
- een zonnige dag en een helper



Veiligheid

Kijk nooit rechtstreeks naar de Zon en nooit door het gaatje naar de Zon, ook niet even, en ook niet met een gewone zonnebril, een verrekijker of een vergrootglas. Richt de doos met de schaduw, niet met je ogen: kijk nooit omhoog naar de Zon om te mikken, ook niet met een gsm in je hand. Kijk alleen naar het beeld op het witte papier, met je rug naar de Zon. Laat een volwassene snijden. Prik voor de donkere kamer geen gaatje in een raam waar de Zon rechtstreeks door schijnt.

1

Laat een volwassene in het midden van één korte kant van de doos een gat van ongeveer 2 bij 2 cm snijden. Plak de folie erover en prik er met de speld één klein, rond gaatje in.

2

Plak binnenin, tegen de andere korte kant, een wit blad: dat is je scherm. Laat de volwassene opzij, vlak bij de folie, een kijkgat snijden.

3

Ga met je rug naar de Zon staan, met het gaatje van de doos aan jouw kant, en kijk door het kijkgat naar het scherm. Draai de doos tot de schaduw van de doos op de grond zo klein en rond mogelijk is en het lichtvlekje op het scherm verschijnt: dan wijst de doos precies naar de Zon, zonder dat je omhoog hoeft te kijken. Kijk altijd naar het scherm, nooit naar de Zon of door het gaatje.

4

Laat je helper de breedte van het vlekje meten, zo precies mogelijk: op een halve millimeter nauwkeurig, en drie keer, want bij zo'n klein beeld maakt één millimeter al veel verschil. Meet ook de afstand van het gaatje tot het scherm.