

De Zon



Een roze nachthemel, een ster vol geheimen en één gouden regel



schoolium

Brecht Corbeel · schoolium.me

Dit boekje is van _____

De Zon

Om 23.14 uur kleurt de lucht boven de Basis roze, en Kiko de neusbeer noemt het 'post van de Zon'. Samen met Fien, Yusuf, Amara en Bram zoek je uit wie die post verstuurt, hoe ze gemaakt wordt en hoe je de volgende ziet aankomen. Eén regel geldt het hele boek lang: je kijkt nooit rechtstreeks in de Zon.

- Op het einde kan je uitleggen wat voor ster de Zon is en hoe groot, zwaar en heet ze is.
- Op het einde kan je de lagen van de Zon benoemen en vertellen hoe kernfusie in de kern energie maakt.
- Op het einde kan je uitleggen wat zonnevlekken, zonnevlammen, CME's en de zonnecyclus van elf jaar zijn.
- Op het einde kan je vertellen hoe de zonnewind noorderlicht maakt en wat een zonnestorm op Aarde kan verstoren.
- Op het einde kan je uitleggen hoe een zonsverduistering ontstaat en weet je hoe je veilig naar de Zon kijkt.
- Op het einde kan je vertellen hoe we zonne-energie gebruiken en hoe het leven van de Zon zal eindigen.



23.14 uur: de lucht wordt roze



Zaterdagavond in de Basis, het tuinhuis achteraan bij de oma van Yusuf. Fien zit in de laatste cirkel van haar favoriete game, nog drie spelers over. Bram sorteert zijn ruilkaarten op zeldzaamheid. Amara eet de laatste chips. Yusuf prutst met ducttape aan iets wat volgens hem 'bijna klaar' is. Dan trilt Brams gsm. En nog eens. En nog twintig keer.

In de klasgroep staat één bericht, in hoofdletters: KIJK NAAR BUITEN. Fien laat haar match gewoon vallen. Ze rennen op hun kousen het natte gras in. Boven de weiden in het noorden hangt een gloed. Roze. Daaronder een groene streep die traag golft, als een gordijn waar iemand tegen blaast.

'Is dat een bosbrand?' fluistert Bram. 'Dat is post,' zegt een stem achter hen. Op de vensterbank van de Basis zit Kiko, de neusbeer van de klas. Bram mag hem de hele herfstvakantie houden, met het klasdagboekje erbij. Kiko's lange neus wiebelt. 'Post van de Zon. Een paar dagen geleden verstuurd.'

In de tuin, 23.16 uur

Amara

Wacht even. Een knuffel die praat. En de Zon die post stuurt. Bewijs?

A



Kiko

Het bewijs hangt boven je hoofd. Dat is noorderlicht. Het komt van deeltjes die de Zon de ruimte in heeft geblazen.

F

Fien

Noorderlicht? Hier? Dat is toch iets voor IJsland?



Kiko

Meestal wel. Maar als de Zon heel actief is, schuift het soms op tot boven België.

Yusuf

Kunnen we weten wanneer het weer gebeurt? Dan zet ik mijn camera klaar.

Y



Kiko

Dat kan, als je de Zon leert lezen. Laag per laag. Wie dat snapt, ziet de volgende storm aankomen.

B

Bram

Dus we gaan... naar de Zon kijken?



Kiko

NEE. En daar beginnen we mee.



Regel één van de crew

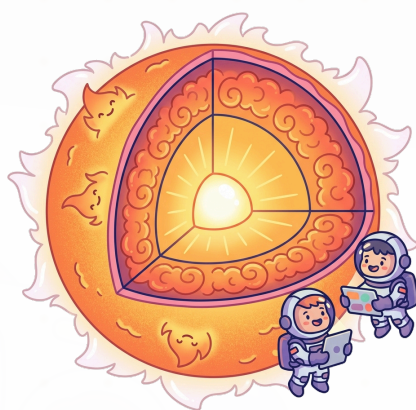
Kijk nooit rechtstreeks naar de Zon. Niet met je blote ogen, niet met een zonnebril, niet door een verrekijker, een telescoop of de zoeker van een camera. Zonlicht kan je ogen blijvend beschadigen, en je voelt het niet gebeuren. In dit hele boek werk je met je rug naar de Zon, met beelden op een scherm of met een veilige methode die je hier leert.

MISSIE

Dossier Zonnewacht

Jullie missie: word de Zonnewacht van je school. Leer de Zon kennen, van haar gloeiende kern tot haar buitenste rand. Ontdek hoe ze haar berichten verstuurt en hoe lang die onderweg zijn. Elke vraag die je oplost, is XP. Elke opdracht is een level-up. Op het einde wacht de eindbaas: een zonnestorm-alarm dat jullie zelf moeten afhandelen.

Level 1: de stats van de eindbaas



Terug in de Basis klapt Fien haar laptop open. 'Elke eindbaas heeft stats. Levenspunten, kracht, grootte. Wat zijn die van de Zon?' Kiko klimt op de tafel. 'Eerst dit: de Zon is een ster. Net als al die puntjes aan de hemel.'

Het verschil is de afstand. De dichtstbijzijnde andere ster staat ruim vier lichtjaar ver. Een lichtjaar is de afstand die licht in een jaar aflegt: bijna tienduizend miljard kilometer. De Zon staat maar 150 miljoen kilometer ver. Haar licht is 8

minuten en 20 seconden onderweg naar jou.

De Zon heeft geen grond. Ze is een gigantische bol gas, zo heet dat de atomen uit elkaar vallen in geladen deeltjes. Zulk gas heet plasma. Naar gewicht is de Zon ongeveer driekwart waterstof en bijna een kwart helium, met een snuifje andere stoffen zoals zuurstof en ijzer.

Sterrenkundigen noemen haar een gele dwerg, omdat er sterren bestaan die honderden keren breder zijn. Toch is ze 109 keer breder dan de Aarde. En in haar eigen buurt is ze de baas: bijna 99,9 procent van alle massa in ons zonnestelsel zit in de Zon.

Fiens statskaart van de eindbaas

**ongeveer 1,4
miljoen km**

doorsnede van de Zon

109 keer

breder dan de Aarde

**ongeveer 1,3
miljoen**

Aardes zouden erin passen

333 000 keer

zwaarder dan de Aarde

149,6 miljoen km

gemiddelde afstand tot de
Aarde

**ongeveer 4,6
miljard jaar**

leeftijd van de Zon

1

MEERKEUZE

● ○ ○

Fien wil weten hoe 'vers' het zonlicht is dat 's ochtends op haar kussen valt. Hoe lang was dat licht onderweg van de Zon tot in haar kamer?

- ☐ A ongeveer 8 seconden
- ☐ B ongeveer 8 minuten
- ☐ C ongeveer 8 uur
- ☐ D ongeveer 8 dagen

2

REKENEN

● ● ○

Aan het oppervlak van de Zon trekt de zwaartekracht ongeveer 28 keer harder dan op Aarde. Bram weegt 38 kilogram. Wat zou zijn weegschaal aanwijzen als hij ergens op de Zon kon staan?

Antwoord: _____



Wist je dat...

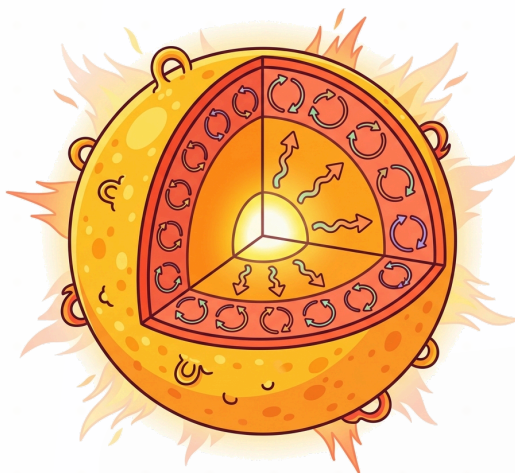
...de Zon eigenlijk wit is? Vanuit de ruimte zie je een witte bol. Onze lucht verstrooit een deel van het blauwe licht. Daardoor lijkt de Zon vanop de grond geel, en bij zonsondergang oranje tot rood.

3 OPEN VRAAG

Eindbaas-vraag van Kiko: stel dat de Zon op dit moment plots zou verdwijnen. Wat merkt de crew in de Basis na één minuut? En na negen minuten? Leg uit.

Level 2: een toverbal van 1,4 miljoen kilometer

Zondagochtend. Yusuf haalt een toverbal uit zijn jaszak, zo'n keiharde snoepbal die van kleur verandert terwijl je eraan likt. Hij tikt hem met een hamer in twee. 'Kijk. Lagen.' Kiko snuffelt eraan. 'Goed gezien. De Zon heeft ook lagen. Alleen kan je aan geen enkele ervan likken.'



Helemaal binnenin zit de kern. Daarrond ligt de stralingszone, en daarrond de convectiezone. Samen vormen ze het binnenste, dat niemand ooit rechtstreeks kan zien. Het licht dat jou bereikt, komt uit de fotosfeer, wat 'lichtbol' betekent. Dat is geen korst, maar de laag waar het gas zo ijl wordt dat licht vrij de ruimte in kan.

Daarboven liggen nog twee ijle lagen: de chromosfeer en de korona. Normaal zie je ze niet, omdat de fotosfeer ze overstraalt. Amara schrijft alle zes de namen in het dossier. 'En waar zit de motor?' vraagt Fien. Kiko tikt met zijn neus op het midden van de toverbal.

Amara's dossier: de zes lagen van de Zon

Laag	Hoe warm?	Wat gebeurt er?
Kern	ongeveer 15 miljoen °C	Hier smelten waterstofkernen samen tot helium. Hier wordt de energie gemaakt.
Stralingszone	miljoenen graden	De energie schuifelt als licht heel traag naar buiten.
Convectiezone	van ongeveer 2 miljoen tot 5500 °C	Heet gas stijgt op, koelt af en zakt weer, zoals bellen in kokende soep.
Fotosfeer	ongeveer 5500 °C	Het zichtbare oppervlak. Hier ontsnapt het licht. Hier zie je zonnevlekken.
Chromosfeer	duizenden tot tienduizenden °C	Dunne laag boven de fotosfeer, bij een totale verduistering even als roze rand te zien.
Korona	meer dan 1 miljoen °C	De buitenste laag die miljoenen kilometers ver reikt.

4 VERBINDEN

Amara's dossier is door elkaar geschud. Verbind elke laag van de Zon met de juiste beschrijving.

1 het zichtbare oppervlak, waar het licht de ruimte in ontsnapt



☐ A Kern

2 hier smelten waterstofkernen samen tot helium



☐ B Convectiezone

3 de ijle, extreem hete buitenste laag



☐ C Fotosfeer

4 heet gas stijgt op, koelt af en zakt weer naar beneden



☐ D Korona

Mijn antwoord: _____

Teken de Zon als game-map

TEKENEN

20 minuten

Dit heb je nodig

- een wit blad papier (A4)
- een passer en een liniaal
- kleurpotloden in geel, oranje, rood, roze en lichtgrijs
- een potlood



Veiligheid

Teken uit je hoofd en met de afbeeldingen in dit boekje. Kijk daarvoor nooit naar de echte Zon.

1

Zet je passer op 6 cm en teken in het midden van je blad een grote cirkel: de hele Zon. Rondom blijft er zo'n 4 cm plaats voor de buitenste lagen.

2

Teken binnenin een cirkel met een straal van 1,5 cm: de kern. Teken er nog een met een straal van 4,2 cm: daar eindigt de stralingszone. De ring daarbuiten is de convectiezone. Zo kloppen de verhoudingen ongeveer met de echte Zon.

3

Kleur van binnen naar buiten: heel lichtgeel, bijna wit in de kern, naar oranje en rood aan de rand. Duw voor het lichtgeel zacht met je gele potlood.

4

Teken buiten de cirkel een dun roze randje, de chromosfeer, en lange dunne stralen in lichtgrijs, de korona. In het echt is de korona wit, maar wit zie je niet op wit papier.

5

Maak er nu een game-map van. Geef elke laag een zonenummer, van zone 1 in de kern tot zone 6 in de korona. Schrijf bij elke zone een 'boss-weetje' van één woord, bijvoorbeeld 'fusie' bij de kern.

In welke zone wordt de energie van de Zon gemaakt, en hoeveel van je tekening neemt die zone in? Wat vind je daarvan?

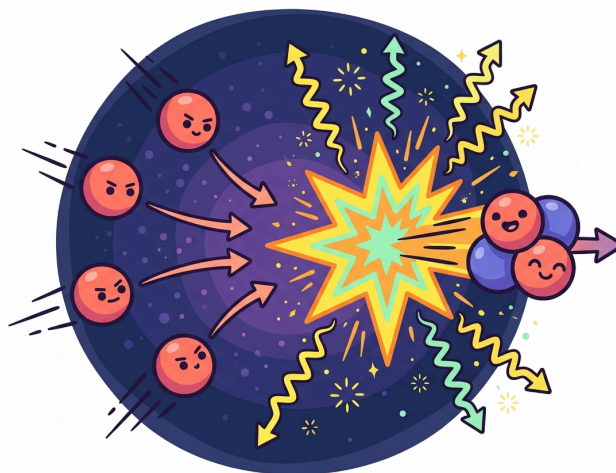
In de kern: botsen tot je samensmelt

In de kern is het ongeveer 15 miljoen graden Celsius. Alle lagen erboven duwen met hun enorme gewicht naar binnen. Daardoor is het gas daar ongeveer 150 keer zo dicht als water. Ongelooflijk heet en ongelooflijk samengeperst tegelijk.

In die kern razen waterstofkernen rond. Ze zijn positief geladen en duwen elkaar weg. Yusuf houdt twee koelkastmagneten met dezelfde kant naar elkaar en geeft ze aan Fien. 'Probeer ze tegen elkaar te duwen.' Het lukt haar niet: ze glijden telkens weg. 'Precies zo,' zegt Kiko. 'Maar bij 15 miljoen graden gaan de kernen zo snel dat ze soms toch hard genoeg botsen om samen te smelten. Dat heet kernfusie.'

In een reeks tussenstappen worden vier waterstofkernen één heliumkern. Die is een klein beetje lichter dan de vier samen: ongeveer 0,7 procent van de massa is omgezet in energie. Dat volgt uit de beroemde formule $E = mc^2$ van Albert Einstein.

De kern is klein: ze reikt maar tot ongeveer een kwart van de weg van het middelpunt naar de rand. Toch wordt daar bijna alle energie van de Zon gemaakt. Elke seconde opnieuw, al 4,6 miljard jaar lang.



Wist je dat...

Kiko wijst naar de klok van de Basis. 'Weten jullie wat de Zon elke seconde kwijtraakt? Ongeveer 4 miljoen ton massa, omgezet in energie. Dat is zo zwaar als vier miljoen kleine auto's. Toch verloor ze op die manier in 4,6 miljard jaar nog geen duizendste van haar massa.'

Geheime code van de kern: in de kern van de Zon smelten kernen van _____ samen tot helium.

De kampvuurruzie

Fien

Dus de Zon is eigenlijk gewoon een megagroot kampvuur.

F

A

Amara

Een vuur heeft zuurstof nodig. In de ruimte is er bijna geen.

Fien

Oké. Een kampvuur met een zuurstoffles dan.

F



Kiko

Zelfs dan klopt het niet. Was de Zon een bol steenkool die zo fel brandde, dan was ze na enkele duizenden jaren op.

Yusuf

En ze schijnt al 4,6 miljard jaar. Dat is een totaal andere motor.

Y



Kiko

Bij verbranding blijven de atomen zelf dezelfde: hout wordt as, rook en gas. Bij fusie smelten de kernen van atomen samen en ontstaat er een nieuw element. Van waterstof naar helium.

B

Bram

Dus de Zon brandt niet. Ze fuseert.

Fien

Waterstof die evolueert tot helium. Klinkt als mijn verzamelspel. Maar hoe lang duurt het voor die energie buiten is?

F



Kiko

Ga zitten. Dit wordt de ergste lag die je ooit hebt gezien.

Brams zus van zes zegt aan het ontbijt: 'De Zon is een groot vuur.' Leg haar met twee argumenten uit waarom dat niet klopt, in woorden die een kleuter snapt.



Wist je dat...

...helium eerst op de Zon werd ontdekt? In 1868 zagen onderzoekers tijdens een zonsverduistering een kleur in het zonlicht die bij geen enkel gekend element paste. Ze noemden het nieuwe element naar Helios, de Griekse zonnegod. Pas in 1895 vond men helium ook op Aarde.

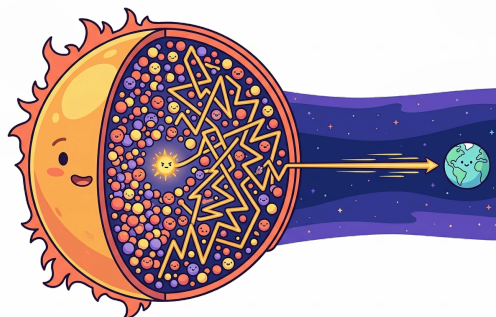
Level 3: de ergste lag ooit

Kiko tekent een flipperkast op de achterkant van een pizzadoos. 'Jij vindt het al erg als je spel een halve seconde hapert,' zegt hij. 'Kijk hier eens naar.'

In de stralingszone is het gas zo dicht dat licht telkens opgeslokt en weer uitgezonden wordt, elke keer in een andere richting. Als een flipperbal die nooit rechtdoor mag. Zo schuifelt de energie naar buiten. Naar schatting duurt dat zo'n honderdduizend jaar, al lopen de schattingen sterk uiteen.

In de convectiezone gaat het sneller. Heet gas stijgt op, geeft zijn warmte af aan de oppervlakte, koelt af en zakt weer, zoals soep in een kookpot. Dat heet convectie. Aan de oppervlakte zie je die kolkende bellen als korrels. De meeste korrels zijn groter dan België.

Eenmaal uit de fotosfeer is het snel gedaan: 8 minuten en 20 seconden later valt het licht op je gezicht. De warmte op je wangen vandaag begon haar reis in de kern toen er op Aarde nog mammoeten rondliepen. Op dat moment kijkt Amara op van haar tablet. 'Eh, jongens? Er zitten zwarte vlekken op de Zon.'



Zet de reis van een pakketje zonne-energie in de juiste volgorde, van start tot finish.

de convectiezone

de kern

jouw wang

de fotosfeer

E. de stralingszone

Jouw volgorde:

Level 4: vlekken op de eindbaas



Op Amara's scherm staat een beeld van de Zon, die ochtend gemaakt met een zonnetelescoop. Op de oranje schijf liggen donkere spikkels. 'Zijn dat gaten?' vraagt Bram. 'Rotte plekken? Is ze kapot?' Kiko lacht. 'Ze is niet kapot. Ze heeft gewoon slecht weer.'

Het zijn zonnevlekken. Ze zijn ongeveer $3500\text{ }^{\circ}\text{C}$, terwijl het gas errond ongeveer $5500\text{ }^{\circ}\text{C}$ is. Ze zijn dus zo'n 2000 graden koeler en lijken daardoor donker. Haal je één vlek los en zet je ze alleen in de nachtlucht, dan zou ze nog fel gloeien. Ze is alleen minder helder dan haar omgeving.

Waarom zijn ze koeler? De Zon heeft een magnetisch veld. Op sommige plekken wordt dat veld enorm sterk en strak gebundeld. Zo'n veld remt het opstijgende hete gas af. Er komt minder warmte naar boven, en de plek koelt af.

Zonnevlekken zijn duizenden tot tienduizenden kilometers breed en blijven dagen tot weken bestaan. Omdat de Zon draait, wandelen ze elke dag een stukje verder over de schijf.

8 MEERKEUZE



Bram wil weten wat zonnevlekken echt zijn. Welke uitleg schrijft Amara in het dossier?

- ☐ A Er hangt een wolk voor de Zon.
- ☐ B Er trekt een planeet voor de Zon langs.
- ☐ C Het zijn gaten in de Zon waar het leeg is.
- ☐ D Het zijn koelere plekken die minder licht geven dan hun omgeving.

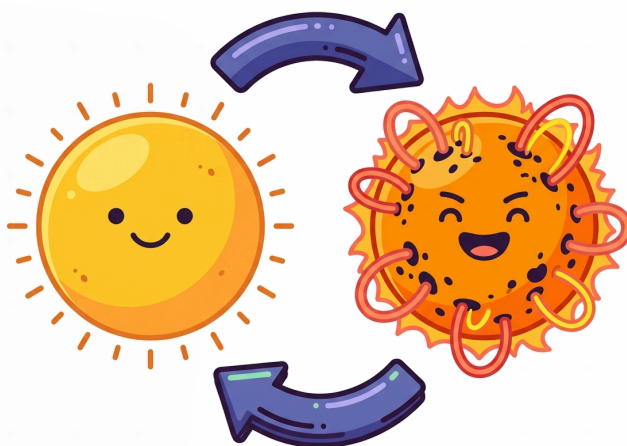
9 REKENEN



De grootste vlek op Amara's beeld is ongeveer 40 000 km breed. De Aarde is ongeveer 12 700 km breed. Hoeveel Aardes passen er naast elkaar over die vlek?

Antwoord: _____

Zeldzame kaarten en drukke jaren



Bram snapt het meteen. 'Het is zoals met mijn kaarten. Sommige maanden zit er in elk pakje een zeldzame. Daarna weer maandenlang niks.' Dat klopt verrassend goed. Het aantal zonnevlekken gaat op en neer. Sommige jaren zie je er bijna geen, andere jaren tientallen tegelijk.

In 1843 ontdekte de Duitse amateursterrenkundige Heinrich Schwabe dat ritme, na jarenlang tellen. Een volledige cyclus duurt gemiddeld ongeveer elf jaar. Bij veel vlekken is de Zon actief en barst ze vaker uit. Rond het hoogtepunt wisselen zelfs de magnetische polen van de Zon van plaats.

De cyclus waarin we nu zitten, cyclus 25, begon eind 2019. In oktober 2024 meldden de Amerikaanse ruimtevaartorganisatie NASA en het weerbureau NOAA dat de Zon in haar maximumperiode zat. Ook na het maximum kan ze nog stevig uitbarsten.

België speelt hier een hoofdrol. In de Koninklijke Sterrenwacht in Ukkel zit SILSO, het wereldcentrum dat tellingen van over de hele wereld omrekent tot het officiële internationale zonnevlekkengetal. En in Ukkel worden al sinds 1940 zonnevlekken nagetekend op een geprojecteerd beeld van de Zon.

Amara klikt verder. Onder het beeld staat een melding: zonnevlam, klasse M. Bram slikt. 'Wat betekent klasse M? Is dat erg?'

10 INVULLEN

● ○ ○

Brams 'zeldzame periode' komt gemiddeld na ongeveer _____ jaar terug: dan zijn er weer veel zonnevlekken.



Wist je dat...

...de Zon van ongeveer 1645 tot 1715 bijna geen zonnevlekken had? Dat heet het Maunderminimum. In diezelfde periode was het in Europa extra koud, maar hoeveel de Zon daarmee te maken had, onderzoeken wetenschappers nog altijd.

Level 5: de korona en de uitbarstingen



Boven de fotosfeer ligt de chromosfeer, en daarboven de korona. Die buitenste laag is heel ijl en toch meer dan 1 miljoen graden heet, terwijl het oppervlak eronder 'maar' 5500 graden is. Raar: als je van een kampvuur wegloopt, wordt het toch koeler?

Hoe de korona zo heet wordt, is nog altijd een groot raadsel. Wetenschappers vermoeden dat magnetische velden en golven een rol spelen.

Langs de rand schiet soms ook een boog gloeiend gas omhoog: een protuberans, tot tienduizenden kilometers hoog.

Rond zonnevlekken raken de magnetische velden soms zo in de knoop dat ze plots 'knappen'. Dan komt er in enkele minuten enorm veel energie vrij: een zonnevlam, een flits van licht en straling. Die bereikt de Aarde na 8 minuten en kan radioverbindingen even verstoren.

Kiko laat de melding van daarnet op Amara's scherm groter worden. 'Zonnevlammen krijgen een letter: A, B, C, M en X,' zegt hij. 'Elke letter is tien keer krachtiger dan de vorige.' Bram telt op zijn vingers. 'Dus M is tien keer zo sterk als C? En X weer tien keer zo sterk als M?' 'Juist. Een M-vlam is stevig, en X is de zwaarste klasse.'

Dan verschijnt er nog een melding: CME. 'Een coronale massa-ejectie,' leest Amara voor. 'Dat is iets anders dan een vlam.' 'Een wolk van miljarden tonnen geladen gas die van de Zon wegschiet,' vult Kiko aan. 'De meeste wolken missen de Aarde. Treft er wel een, dan komt ze meestal na één tot drie dagen aan en kan er een zonnestorm losbarsten. Noorderlicht is daar het mooiste gevolg van.'



Wist je dat...

...een ruimtesonde dwars door de korona is gevlogen? Op 24 december 2024 kwam de Amerikaanse Parker Solar Probe tot op ongeveer 6,1 miljoen kilometer van het zonneoppervlak. Ze vloog toen ongeveer 690 000 kilometer per uur: het snelste voorwerp dat mensen ooit maakten.

De grote noorderlicht-blunder

Woensdagavond, 19.50 uur. Amara ziet op de website van de sterrenwacht een nieuwe melding: een zonnevlam van klasse X. Ze stuurt een screenshot naar de crew. Fien reageert binnen twee seconden. Niet in de crewchat, maar in de klasgroep: 'NOORDERLICHT VANAVOND!!! Iedereen om 21 uur naar buiten, kijk naar het noorden.'



Om 21 uur staan negentien kinderen in pyjama in hun tuin. Ook een paar ouders. Het is koud. Er is niks. Om half tien ook niks. Om 22 uur stuurt iemand een rij clowntjes. Daarna een slak. Daarna een foto van een straatlamp, met als onderschrift: 'kijk, noorderlicht'.

Crewchat, 22.07 uur

Fien

Ik snap het niet. Een X-vlam! De zwaarste klasse!

F

A

Amara

Je hebt niet gelezen wat ik stuurde. Er stond niks over een CME richting Aarde.

Fien

Maar het licht van die vlam was toch al na 8 minuten hier?

F

Kiko

Precies. Het licht wel. Maar noorderlicht komt niet van licht. Het komt van deeltjes, en die reizen veel trager.

Yusuf

Zoals bij onweer. Eerst zie je de bliksem, het gerommel komt later.

Y

Kiko

Goed zo. Alleen komt het gerommel van de Zon niet altijd onze kant op. De wolk moet ook nog naar de Aarde toe vliegen.

Bram

Mijn mama zegt dat ik pas nog eens 's avonds naar buiten mag als we echt bewijs hebben.

B

Fien

Oké. Level gefaald. Respawn. Deze keer lees ik eerst het hele bericht.

F

A

Amara

En als die deeltjes wél komen: waarom geven ze dan licht?

11 MEERKEUZE



Om 10 uur 's ochtends schiet een grote CME recht op de Aarde af. Wanneer is de kans het grootst dat de wolk bij de Aarde aankomt?

- ☒ A binnen 8 minuten
- ☐ B binnen het uur
- ☐ C na ongeveer één tot drie dagen
- ☐ D pas na een maand

12 WAAR OF ONWAAR



Fien dacht: 'Na een zonnevlam van klasse X komt er altijd binnen het uur noorderlicht.' Is dat waar of onwaar?



waar



onwaar

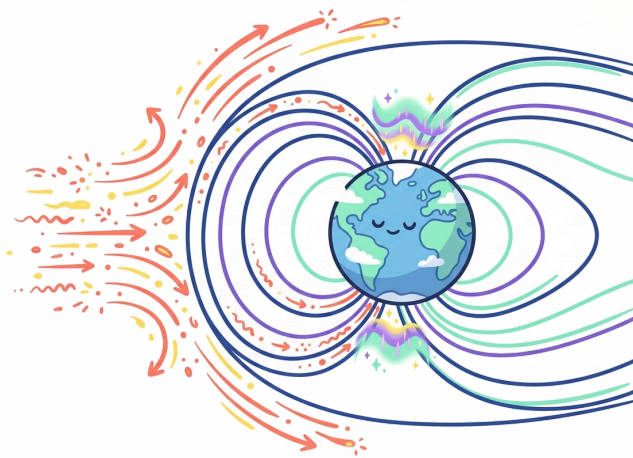
Level 6: het schild van de Aarde

Kiko kijkt naar Amara. 'Dat vertel ik zo. Eerst de deeltjes zelf.' Ook zonder uitbarstingen blaast de Zon voortdurend deeltjes de ruimte in, vooral protonen en elektronen. Dat is de zonnewind. Hij raast met gemiddeld ongeveer 400 kilometer per seconde tot ver voorbij de planeten. Toch is hij zo ijl dat er bij de Aarde maar enkele deeltjes in een suikerklontje ruimte zitten.

Yusuf strooit ijzervijlsel uit zijn knutselkist op een karton boven een staafmagneet. De korreltjes schikken zich in bogen van de ene pool naar de andere. 'Zo ziet een magnetisch veld eruit,' zegt Amara. 'Dat van de Aarde ook,' zegt Kiko, 'want de Aarde is zelf een grote magneet.' Haar veld buigt de meeste deeltjes om de planeet heen, zoals een beek om een steen stroomt. Dat schild heet de magnetosfeer. Zonder dat schild zouden de deeltjes ons veel harder bestralen.

'En het licht?' vraagt Amara. Kiko volgt met zijn poot de bogen van het ijzervijlsel. 'Rond de polen volgen sommige deeltjes het magnetisch veld naar beneden, tot hoog in de lucht. Op ongeveer 100 tot 300 kilometer hoogte botsen ze op zuurstof en stikstof. Die gassen gaan daardoor oplichten, zoals het gas in een neonbuis. Zuurstof geeft vooral groen licht, en hoger ook rood. Stikstof kleurt blauw tot paars.'

Rood en blauw door elkaar geven roze, zoals boven de Basis. Rond de noordpool heet dit licht noorderlicht, rond de zuidpool zuiderlicht. Meestal zie je het alleen in landen als Noorwegen, IJsland of Canada. Na een stevige zonnestorm schuift het lichtgebied naar het zuiden. Vanuit België zie je het dan meestal laag boven de noordelijke horizon.



13 IN VOLGORDE



Yusuf maakt een filmpje van 30 seconden over het noorderlicht. Zet zijn vier scènes in de juiste volgorde.

De deeltjes botsen hoog in de lucht op zuurstof en stikstof, die gaan oplichten.

De Zon blaast een wolk deeltjes de ruimte in.

Het magnetisch veld van de Aarde leidt de deeltjes naar de poolstreken.

De deeltjes reizen dagenlang door de ruimte naar de Aarde.

Jouw volgorde:

14 INVULLEN

Yusuf zet een bijschrift onder zijn foto van het groene noorderlicht: 'Het groen komt van _____ hoog in de lucht.'

15 REKENEN

Amara wil weten hoe lang de gewone zonnwind onderweg is. Hij raast met ongeveer 400 km per seconde. Hoeveel dagen doet hij erover om de 150 miljoen km naar de Aarde af te leggen? (1 dag = 86 400 seconden)

Antwoord: _____

**Jij beslist: waar gaan jullie kijken?**

Stel: het ruimteweerbericht meldt dat een sterke CME de Aarde vannacht waarschijnlijk raakt. Jij kiest de plek. A: het marktplein, met lantaarns en verlichte etalages, waar iedereen samen kan staan. B: de donkere weide achter de Basis, met vrij zicht op het noorden. Koos je A? Dan zie je hooguit een vage gloed: het straatlicht verdrinkt de zwakke kleuren. Koos je B? Na een kwartier tot een halfuur in het donker zien je ogen veel meer, en de bogen worden zichtbaar. Maar 's nachts naar buiten gaan doe je veilig: ga altijd samen met een volwassene, neem een zaklamp met rood licht mee en trek warme kleren aan. Tip van Kiko: richt je gsm op het noorden en maak een foto met een lange belichting. Een camera vangt vaak meer kleur dan je ogen. Bram fronst: 'En wat doet zo'n storm met al de rest?'

**Wist je dat...**

...er in de nacht van 10 op 11 mei 2024 echt noorderlicht boven België te zien was? Het was de sterkste magnetische storm in ongeveer twintig jaar. Op veel foto's was de lucht roze en groen, en op sommige plaatsen zag je het zelfs met het blote oog.

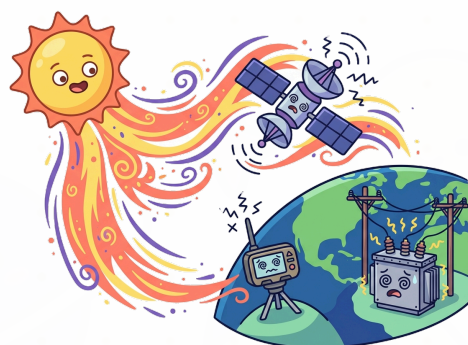
Level 7: wat een zonnestorm kan slopen

'Als zo'n wolk ons raakt, gaat er dan iets kapot?' vraagt Bram. Kiko schudt zijn kop. 'Jij merkt er op de grond bijna niets van. De lucht en het magnetisch veld beschermen je. Maar onze technologie is gevoeliger dan wij.'

Een sterke zonnestorm kan satellieten beschadigen of afremmen. De plaatsbepaling in een gsm, een auto of een vliegtuig kan minder nauwkeurig worden. Radioverbindingen kunnen haperen. In heel lange elektriciteitskabels kan de storm extra stroom opwekken, waardoor grote transformatoren oververhit raken.

'En mensen die hoog zitten?' vraagt Yusuf. 'Astronauten, en piloten op vluchten dicht bij de polen, krijgen bij zo'n storm extra straling,' zegt Kiko. 'Daarom worden ze gewaarschuwd, en worden routes of plannen soms aangepast.'

'Maar als zo'n wolk één tot drie dagen onderweg is,' zegt Amara langzaam, 'dan kan je een storm zien aankomen.' 'Precies,' zegt Kiko. 'In België doet het STCE dat, het Solar-Terrestrial Centre of Excellence in Ukkel. Het volgt de Zon elke dag, onder meer met beelden van de Europese satelliet PROBA-2, en maakt een ruimteweerbericht.' Amara zet de pagina meteen bij haar favorieten. Daarna drukt ze het archief van de grote zonnestormen af en hangt het aan de muur van de Basis.



Het archief van de zonnestormen

Wanneer	Wat gebeurde er?	Gevolg
1859	Een van de krachtigste zonnestormen ooit gemeten.	Telegraafsystemen kregen storingen en noorderlicht was tot ver in het zuiden te zien.
13 maart 1989	Een zonnestorm trof Noord-Amerika.	Het stroomnet van Quebec in Canada viel uit: ongeveer 6 miljoen mensen zaten ongeveer negen uur zonder stroom.
Februari 2022	Een kleine zonnestorm, net na een raketlancering.	Van 49 pas gelanceerde internetsatellieten gingen er 38 verloren. De bovenste lucht werd dikker, ze remden af en vielen terug.
10 en 11 mei 2024	De sterkste magnetische storm in ongeveer twintig jaar.	Noorderlicht tot ver in het zuiden, ook boven België.

16 OPEN VRAAG

Het ruimteweerbericht dat Amara in het klasdagboekje plakt, meldt dat er over twee dagen een sterke CME aankomt. Het dorp heeft een kleine stroomcentrale en de school heeft een noodgenerator. Wat doet de crew met die twee dagen? Bedenk twee maatregelen en leg uit waarom ze helpen.



Wist je dat...

...er een Europese zonnesatelliet met een Belgische camera bestaat? Op PROBA-2, gelanceerd in 2009, zit de camera SWAP, en de Koninklijke Sterrenwacht van België leidt het zonneonderzoek ermee. Ook de EU-camera van de Europese sonde Solar Orbiter is een Belgische bijdrage: de Koninklijke Sterrenwacht leidt het wetenschappelijk team en het Centre Spatial de Liège bouwde mee aan het instrument.

Ruimteweerdetective

ONDERZOEK

drie dagen, elke dag ongeveer 15 minuten

Dit heb je nodig

- een computer of tablet met internet
- een volwassene die meekijkt
- een schrift als logboek
- een passer en een potlood



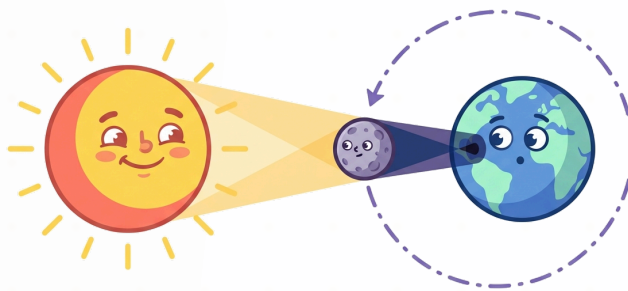
Veiligheid

Je kijkt alleen naar beelden op een scherm, nooit naar de echte Zon. Zoek samen met een volwassene en blijf op websites van wetenschappelijke instituten.

- 1 Zoek samen met een volwassene op 'STCE ruimteweer'. Open het ruimteweerbericht en de beelden van de Zon van vandaag.
- 2 Teken met je passer een cirkel van 10 cm in je logboek. Teken de zonnevlekken die je op het beeld ziet, op dezelfde plaats in je cirkel. Zo doen ze het in Ukkel al sinds 1940.
- 3 Lees het ruimteweerbericht. Waren er zonnevlammen? Van welke klasse? Is er een CME op weg naar de Aarde?
- 4 Doe dit drie dagen na elkaar. Noteer telkens de datum, je tekening en de voorspelling.
- 5 Leg je drie tekeningen naast elkaar. Zijn de vlekken opgeschoven? In welke richting?

Was de Zon deze dagen rustig of actief, en waaraan zie je dat? Zou jij de klas naar buiten sturen om noorderlicht te zoeken?

Level 8: als de Maan een hap uit de Zon neemt



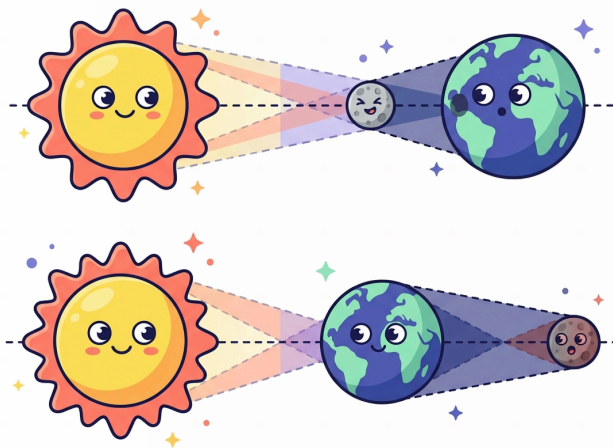
Vrijdag moet Bram zijn kamer opruimen. In een schuif vindt hij een kartonnen eclipsbrilletje, nog van de laatste zonsverduistering. 'Waarom is er niet elke maand zo'n verduistering?' typt hij in de crewchat. Kiko stuurt een tekening terug: drie bolletjes op een rij.

Bij een zonsverduistering schuift de Maan precies tussen de Zon en de Aarde. Wie in de donkerste kern van haar schaduw staat, ziet de Zon helemaal verdwijnen: een totale zonsverduistering. Het wordt schemerig, het koelt af, vogels worden stil. En de witte korona verschijnt, die je anders nooit ziet.

Dat kan door een wonderlijk toeval. De Zon is ongeveer 400 keer breder dan de Maan, maar ook ongeveer 400 keer verder weg. Daardoor lijken ze aan de hemel even groot. Staat de Maan wat verder van de Aarde, dan is ze net te klein en blijft er een vurige ring over: een ringvormige verduistering.

Sta je naast die kern, dan zie je een gedeeltelijke verduistering: de Maan neemt een hap uit de Zon. Zo was het in België op 12 augustus 2026. Rond 20.13 uur was ongeveer 90 procent van de Zon bedekt, terwijl ze al laag in het westen stond. Zo'n grote hap hadden we sinds 1999 niet gezien.

Kiko's tekening: drie bolletjes op een rij



Kiko wijst naar zijn tekening van drie bolletjes op een rij. 'Zo staan Zon, Maan en Aarde bij een verduistering. Bij nieuwe maan staat de Maan ongeveer in de richting van de Zon. Maar haar baan is ongeveer 5 graden gekanteld ten opzichte van die van de Aarde. Meestal glipt haar schaduw daardoor boven of onder de Aarde door.'

Alleen als nieuwe maan precies op een kruispunt van de twee banen valt, krijg je een zonsverduistering. Ergens op Aarde gebeurt dat twee tot vijf keer per jaar. Op één plek is een totale verduistering wel zeldzaam: gemiddeld pas na meer dan driehonderd jaar. En ze duurt hoogstens ongeveer 7,5 minuten.

In België was de laatste totale verduistering in 1999, alleen in het uiterste zuiden. De volgende die je hier goed kan zien, valt op 25 mei 2142. Niet zo lang wachten? Op 2 augustus 2027, rond 11 uur 's ochtends, neemt de Maan opnieuw een hap uit de Zon.

In het zuiden van Spanje en in Noord-Afrika wordt dat een totale verduistering, in België wordt ongeveer twee vijfde van de Zon bedekt. Bram controleert eerst of er ISO 12312-2, de veiligheidsnorm voor eclipsbrillen, op zijn briljetje staat en of er geen krasjes of gaatjes in zitten. Dan legt hij het alvast klaar. Fien heeft intussen een ander plan.

17 MEERKEUZE

Kiko's tekening toont Zon, Maan en Aarde op één rij. Waarom staan ze maar zelden precies zo, ook al is er elke maand nieuwe maan?

- A** De Zon staat bij nieuwe maan te ver weg.
- B** Bij nieuwe maan is de Maan er niet.
- C** De Maan is bij nieuwe maan te klein.
- D** De baan van de Maan is gekanteld, dus haar schaduw mist de Aarde meestal.

**Wist je dat...**

Kiko steekt zijn poot op. 'Weten jullie dat de Maan zich elk jaar ongeveer 3,8 centimeter van de Aarde verwijdt? Dat is ongeveer zo snel als je nagels groeien. Over honderden miljoenen jaren lijkt ze te klein om de Zon nog helemaal te bedekken, en zijn er geen totale zonsverduisteringen meer.'

E1 OEFEN VERDER · INVULLEN

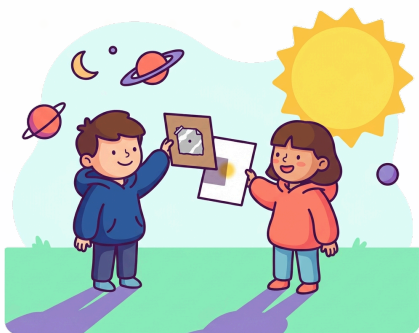
Noor legt uit: "De Zon is geen planeet maar een _____."

E2 OEFEN VERDER · REKENEN

Noor verstuurt denkbeeldig een lichtbericht vanaf de Zon om 12.00 uur. Neem een reistijd van ongeveer 8 minuten. Wanneer komt het op Aarde aan?

Antwoord: _____

Twée seconden is al te lang



Fiens plan: 'Ik pak de verrekijker van mijn opa. Twee seconden kijken naar die vlekken, speedrun-stijl, klaar.' Bram springt recht. 'REGEL ÉÉN!' Kiko legt zijn gestreepte staart over de verrekijker. 'Twee seconden is al te lang. Ik leg je uit waarom.'

De lens in je oog bundelt licht op je netvlies, de lichtgevoelige laag achterin je oog. Zonlicht is zo fel dat het daar cellen kan beschadigen, een beetje zoals een vergrootglas papier laat schroeien. Een verrekijker vangt nog veel meer

licht. En je netvlies heeft geen pijnzenuwen: je voelt niets, terwijl de schade blijvend kan zijn.

Een gewone zonnebril, hoe donker ook, is niet veilig. Een cd, rookglas, een zwarte vuilniszak of gewoon zwart plastic ook niet. Ook bij een gedeeltelijke verduistering is het overgebleven stukje Zon even gevaarlijk.

Veilig kijken kan op drie manieren. Met een eclipsbril waarop de norm ISO 12312-2 staat, zonder krassen of gaatjes, en nooit samen met een verrekijker, telescoop of camera. Met projectie: je vangt een beeld van de Zon op wit papier, met je rug naar de Zon. Of samen met een volwassene bij een volkssterrenwacht met speciale zonnefilters.

18 WAAR OF ONWAAR

● ○ ○

Fiens tante zegt: 'Met een heel donkere zonnebril kan je gerust even in de Zon kijken.' Is dat waar of onwaar?



waar



onwaar

19 OPEN VRAAG



Op de speelplaats zegt een kind: 'Ik kijk gewoon in de Zon tot het pijn doet, dan stop ik wel.' Waarom is dat een gevaarlijk plan?



Yusufs gaatjescamera, versie 2

KNUTSELEN

30 minuten

Dit heb je nodig

- een stuk stevig karton
- aluminiumfolie
- een dikke speld of een dunne spijker
- een wit blad papier
- plakband
- een liniaal



Veiligheid

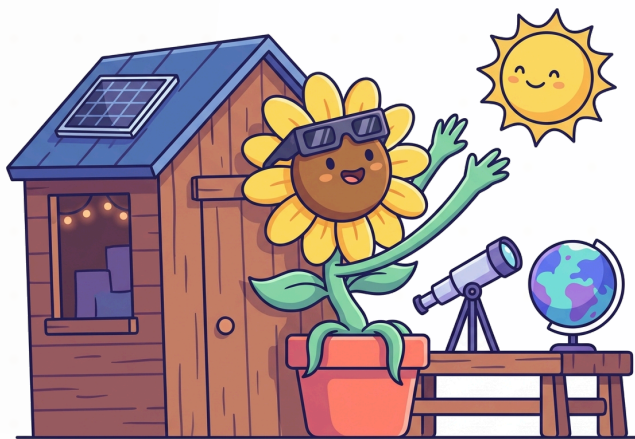
Kijk nooit door het gaatje naar de Zon. Kijk alleen naar het witte blad, met je rug naar de Zon. Gebruik geen spiegel, vergrootglas of verrekijker.

- 1 Knip in het midden van het karton een gat van ongeveer 3 cm en plak er een stukje aluminiumfolie over. Prik met de speld één klein gaatje van ongeveer 1 mm in de folie.
- 2 Yusufs eerste versie mislukte: hij prikte een gat zo groot als een erwt en zag alleen een wazige lichtvlek. Hoe kleiner het gaatje, hoe scherper het beeld, al wordt het ook wat donkerder. Begin dus met 1 mm.
- 3 Ga op een zonnige dag buiten staan, met je rug naar de Zon. Laat het zonlicht op het karton vallen. Houd het witte blad ongeveer 1 meter achter het karton, in de schaduw ervan. Zoek op het blad een klein, rond lichtvlekje: dat is een beeld van de Zon!
- 4 Meet het vlekje. Op 1 meter afstand is het ongeveer 9 millimeter breed. Dat klopt: de Zon staat ongeveer 107 keer zo ver weg als ze breed is. Houd het blad nu op 2 meter. Hoe groot wordt het beeld?
- 5 Bonus: ga onder een boom met dichte bladeren staan en kijk naar de grond. Al die ronde lichtplekjes zijn beeldjes van de Zon, gemaakt door kleine openingen tussen de bladeren. Tijdens een gedeeltelijke zonsverduistering, zoals op 2 augustus 2027, zijn ze allemaal sikkelvormig.

Waarom werd het zonnebeeld groter toen je het blad verder hield? Hoe zou het lichtvlekje eruitzien als de Maan een hap uit de Zon neemt?

Level 9: stroom voor de Basis

De Basis heeft één groot probleem: geen stopcontact. Yusuf wil ledlampjes en een plek om gsm's op te laden. 'Zonnepanelen,' zegt hij. 'Gratis energie van de eindbaas.' Amara trekt een wenkbrauw op. 'Gratis? Hoeveel energie komt er dan eigenlijk bij ons aan?'



Kiko rekent het voor op de achterkant van een doos. 'De Aarde vangt maar ongeveer een tweemiljardste van alle energie die de Zon uitstraalt. Toch is dat gigantisch veel. Het zonlicht dat in één uur op onze planeet valt, bevat ongeveer evenveel energie als de hele mensheid in een jaar gebruikt.'

'En dat is nog maar het begin,' zegt Kiko. 'Bijna alles op Aarde draait op die energie. De Zon verwarmt de zee, zodat water verdampt en later als regen valt. Temperatuurverschillen maken wind.' Amara kijkt naar de lege chipszak. 'En planten?' 'Die maken met zonlicht suikers en staan aan het begin van bijna elke voedselketen, ook die van jouw chips. Zelfs steenkool en aardolie zijn oud, opgeslagen zonlicht.'

Zonnepanelen zetten zonlicht rechtstreeks om in elektriciteit, zonneboilers verwarmen er water mee. In Vlaanderen zijn er al meer dan een miljoen installaties met zonnepanelen. Veel zon hebben we wel niet: in Ukkel schijnt ze gemiddeld ongeveer 1550 uur per jaar, minder dan een vijfde van alle uren. Bij bewolking leveren panelen veel minder.

20 REKENEN

Yusufs oma wil ook zonnepanelen op haar huis. Stel dat ze 3500 kWh elektriciteit per jaar gebruikt (kWh is een eenheid voor energie) en dat één paneel bij haar ongeveer 350 kWh per jaar levert. Hoeveel panelen heeft ze nodig om dat verbruik te dekken?

Antwoord: _____

21 OPEN VRAAG

Amara ziet het probleem meteen: 's nachts leveren de panelen niks, en in december maar weinig. Bedenk twee manieren waarop de Basis en het huis van oma toch altijd stroom hebben.

E3 OEFEN VERDER · OPEN VRAAG

Yara noemt alleen zonnepanelen als voorbeeld van zonne-energie. Noem één ander effect van de Zon op Aarde.

Zwart of wit? De watertankproef

PROEFJE

45 minuten

Dit heb je nodig

- twee gelijke plastic bekens of stevige potjes
- zwart en wit papier
- plakband
- kraanwater van dezelfde temperatuur
- een thermometer zonder kwik
- een klok of stopwatch
- papier en pen voor een tabel
- een bureaulamp (voor als het bewolkt is)



Veiligheid

Kijk niet naar de Zon om de bekens te richten. Draag een pet en zoek schaduw als je lang buiten bent. Gebruik geen glas dat kan breken. Een bureaulamp wordt heet: raak ze niet aan en laat een volwassene ze neerzetten.

1

Yusuf wil een watertank voor de handwasbak van de Basis, en de Zon moet het water opwarmen. Verft hij de tank zwart of wit? Schrijf eerst je voorspelling op.

2

Plak rondom de ene beker zwart papier en rondom de andere wit papier.

3

Vul beide bekens met evenveel water van dezelfde temperatuur. Meet de begintemperatuur en noteer ze.

Zwart of wit? De watertankproef (vervolg)

PROEFJE

- 4 Zet de bekers naast elkaar op een zonnige plek, buiten of aan een zonnig raam. Niet in de schaduw: Yusuf zette ze eerst onder de luifel en mat een halfuur lang bijna geen verschil. Doe de proef op een zonnige dag, liefst rond de middag. Is het bewolkt? Zet de bekers dan 30 cm onder een bureaulamp (raak de lamp niet aan, hij wordt heet).
- 5 Meet elke 10 minuten de temperatuur in beide bekers en zet alles in een tabel.
- 6 Maak van je metingen een lijngrafiek met twee lijnen en vergelijk ze met je voorspelling.

Welke beker werd het warmst, en waarom? Welke kleur kies jij voor Yusufs watertank, en welke voor een dak dat in de zomer koel moet blijven?

Level 10: de vraag die Bram niet durfde te stellen

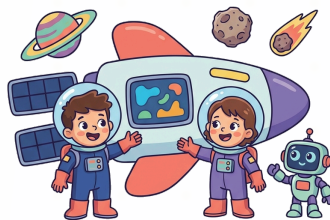
Op de laatste avond van de vakantie slapen ze opnieuw in de Basis. Bram staart vanuit zijn slaapzak naar het dak. 'Kiko? Ontploft de Zon ooit?' Kiko kruipt naast hem. 'Nee. Maar ze verandert wel.'

De Zon is nu ongeveer halfweg haar leven. Een ster zoals zij kan ongeveer tien miljard jaar waterstof tot helium fuseren, dus er is nog brandstof voor ongeveer vijf miljard jaar. Wel wordt ze heel traag feller, ongeveer tien procent per miljard jaar. Over een miljard jaar of meer wordt het daardoor te heet voor oceanen op Aarde.

Raakt de waterstof in de kern op, dan zwelt de Zon op tot een rode reus, vele malen groter dan nu. Mercurius en Venus verdwijnen waarschijnlijk in haar. Of de Aarde ook opgeslokt wordt, weten sterrenkundigen nog niet zeker. Daarna stoot de Zon haar buitenlagen af als een ijle, gloeiende gaswolk: een planetaire nevel.

Wat overblijft, is de hete kern: een witte dwerg, ongeveer zo groot als de Aarde, die miljarden jaren langzaam afkoelt. Een supernova, een ster die ontploft, wordt de Zon nooit. Daarvoor is ze te licht: dat gebeurt alleen bij sterren die minstens ongeveer acht keer zwaarder zijn.

'En wij dan?' vraagt Bram. 'Mensen bestaan pas ongeveer 300 000 jaar,' zegt Kiko. 'Vijf miljard jaar is lang genoeg om nog heel wat uit te vinden.' Binnen een minuut snurkt Bram.



22 MEERKEUZE



Bram tekent een strip over de toekomst van de Zon. Wat moet hij in het allerlaatste vakje tekenen?

- ☐ A een witte dwerg, ongeveer zo groot als de Aarde
- ☐ B een nieuwe ster, groter dan nu
- ☐ C niets, want de Zon verdwijnt volledig
- ☐ D een zwart gat

23 WAAR OF ONWAAR



In Brams strip staat: 'En dan ontploft de Zon als een supernova.' Is dat waar of onwaar?



waar



onwaar

Woordenlijst

kernfusie

Atoomkernen botsen en smelten samen tot een zwaardere kern. Daarbij komt veel energie vrij.

convectie

Warmte die meereist met stromend gas of water: warm stijgt op, koelt af en zakt weer.

korona

De ijle buitenste laag van de Zon, meer dan een miljoen graden heet.

zonnecyclus

Het op en neer gaan van het aantal zonnevlekken, gemiddeld ongeveer om de elf jaar.

zonnevlam

Een plotse flits van licht en straling op de Zon, in klassen van A tot X.

magnetosfeer

Het magnetische schild rond de Aarde dat de meeste deeltjes van de Zon afbuigt.

zonsverduistering

De Maan schuift tussen de Zon en de Aarde en bedekt de Zon helemaal of gedeeltelijk.

plasma

Superheet gas waarin de atomen uit elkaar gevallen zijn in geladen deeltjes.

fotosfeer

Het zichtbare oppervlak van de Zon, waar het licht de ruimte in ontsnapt.

zonnevlek

Een koelere, donker lijkende plek op de Zon, veroorzaakt door een sterk magnetisch veld.

zonnewind

Een stroom geladen deeltjes die de Zon voortdurend de ruimte in blaast.

CME

Coronale massa-ejectie: een enorme wolk geladen gas die van de Zon wegschiet.

noorderlicht

Gekleurd licht hoog in de lucht, als deeltjes van de Zon zuurstof en stikstof laten oplichten.

witte dwerg

Het kleine, hete restant van een ster zoals de Zon, ongeveer zo groot als de Aarde.

Maandag: Kiko gaat terug naar de klas

De eerste maandag na de vakantie zet Bram Kiko terug op zijn plank in de klas. Kiko zegt niets. Hij is weer gewoon een knuffel, met een iets te glanzende neus. In het klasdagboekje heeft de crew vier bladzijden volgeschreven: stats, lagen, een mislukte voorspelling en een plan voor het volgende zonnestorm-alarm.



Fien heeft in de klasgroep sorry gezegd en een belofte gedaan: 'Volgende keer stuur ik pas een bericht als er echt een CME onze kant op komt.' Iemand stuurde een duim terug. Zelfs wie de slak had gestuurd.

Dan ziet Amara het. Op de laatste bladzijde van het dagboekje staat een tekening die geen van hen gemaakt heeft: een donkere hemel vol puntjes, ver voorbij de Zon. Eronder, in piepkleine letters: 'Volgende missie. Neem een zaklamp mee.' Fien grijnst. 'Eerst de eindbaas verslaan.'



Eindbaas: het zonnestorm-alarm

SPEL

40 minuten

Dit heb je nodig

- 6 lege kaartjes of stukjes karton
- stiften
- een stopwatch
- papier voor de scores
- dit boekje



Veiligheid

Het hele spel speelt zich af op papier en in de klas. Niemand hoeft naar de Zon te kijken.

1

Maak vier ploegen: de Satellietploeg, de Stroomnetploeg, de Luchtvaartploeg en de Noorderlichtjagers. De leerkracht (of een volwassene) is de Zonnewacht en de spelleider, en doet zelf niet mee voor punten.

2

De Zonnewacht maakt zes gebeurteniskaartjes met wat je in dit boekje leerde. Bijvoorbeeld: 'maandag 9 uur: zonnevlam klasse X, geen CME', 'dinsdag 14 uur: snelle CME recht op de Aarde', 'woensdag: rustige Zon, gewone zonnewind'.

3

De Zonnewacht leest een kaartje voor als ruimteweerbericht. Elke ploeg krijgt 1 minuut om te beslissen: wat doen we nu, wanneer verwachten we gevolgen, en wat doen we zeker niet?

4

Punten: 2 voor een juiste beslissing met uitleg, 1 voor juist zonder uitleg, 0 voor paniek of een gemiste kans. Wie bij een vlam zonder CME de hele klas naar buiten stuurt, weet nu hoe Fien zich voelde.

Eindbaas: het zonnestorm-alarm (vervolg)

SPEL

5

Wissel na drie kaartjes van rol: de Satellietploeg wordt de Stroomnetploeg, de Stroomnetploeg wordt de Luchtvaartploeg, de Luchtvaartploeg wordt de Noorderlichtjagers en de Noorderlichtjagers worden de Satellietploeg. Zo denkt elke ploeg na over twee onderdelen.

6

Eindbaas-ronde: een zware CME komt over ongeveer 36 uur aan. Elke ploeg maakt een plan van drie stappen en stelt het voor aan de klas.

7

De ploeg met de meeste punten mag zich een week lang 'Zonnewacht van de klas' noemen.

Welke beslissing was het moeilijkst? Waarom is een ruimteweerbericht pas nuttig als je ook weet wat je ermee moet doen?



Wat neem ik mee?

- ✓ De Zon is een ster, gewoon heel dichtbij. Ze is een bol superheet gas, plasma, zonder grond om op te staan.
- ✓ Ze is 109 keer breder dan de Aarde en bijna alle massa van het zonnestelsel zit in haar.
- ✓ In de kern is het 15 miljoen graden. Daar smelten waterstofkernen samen tot helium: kernfusie. Een vuur is het niet, dat was al lang op geweest.
- ✓ De energie zit heel lang vast in de Zon, maar eenmaal buiten is het licht in 8 minuten en 20 seconden bij ons.
- ✓ Zonnevlekken zijn koelere plekken door sterke magnetische velden. Hun aantal gaat op en neer in ongeveer elf jaar.
- ✓ Een zonnevlam is een flits licht die er na 8 minuten is. Een CME is een wolk deeltjes die pas na één tot drie dagen aankomt. Noorderlicht komt van deeltjes van de Zon, en een CME geeft het sterkste en op de meeste plaatsen zichtbare noorderlicht.
- ✓ Het magnetische schild van de Aarde stuurt de deeltjes naar de polen. Daar laten ze zuurstof en stikstof oplichten.
- ✓ Bij een zonsverduistering staat de Maan voor de Zon. Kijk nooit rechtstreeks in de Zon. Veilig kan alleen met een eclipsbril met ISO 12312-2 (zonder krassen), met speciale filters bij een volkssterrenwacht of door het zonnebeeld met je rug naar de Zon op wit papier te projecteren.
- ✓ Met zonnepanelen maken we van zonlicht stroom, maar voor de nacht en de winter hebben we ook andere oplossingen nodig.
- ✓ Over ongeveer vijf miljard jaar wordt de Zon een rode reus en daarna een witte dwerg. Een supernova wordt ze nooit.





Tip voor ouders en leerkrachten

Het ruimteweerbericht en de dagelijkse zonnebeelden van het STCE in Ukkel zijn gratis online: laat de kinderen drie dagen na elkaar zonnevlekken van het scherm natekenen en zien hoe ze opschuiven. Op 2 augustus 2027 is er rond 11 uur een gedeeltelijke zonsverduistering in België; zorg op tijd voor eclipsbrillen met de norm ISO 12312-2 (controleer ook oudere brillen op krassen en gaatjes) of bouw samen een gaatjescamera. Volkssterrenwachten zoals MIRA in Grimbergen organiseren soms zonnewaarnemingen met veilige filters. Gespreksvraag: waarom is de Zon voor ons tegelijk levensnoodzakelijk en gevaarlijk?

De antwoorden staan in het apart antwoordenboekje van dit boekje.



Ruimte! Veertien boekjes

Van het zonnestelsel tot de rand van het heelal, van de eerste raket tot leven op andere werelden. Elk boekje is een eigen avontuur met een crew, missies, vragen en proefjes. Lees ze in volgorde voor het hele verhaal, of kies het boekje dat je nu wil.

Alle boekjes

1 Ons zonnestelsel

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