

Sterren en sterrenbeelden



Een oud schrift, vijf verdwenen sterren en één nacht waarin
het licht uitgaat

 **schoolium**

Brecht Corbeel • schoolium.me

Dit boekje is van _____

Sterren en sterrenbeelden

Sterre woont op de negende verdieping en telt vanavond drie sterren boven de stad. Drie. Dan vindt Nika in het rugzakje van Kiko de neusbeer een oud schrift met vijf raadsels, en een laatste bladzijde vol rode krabbels die je pas mag lezen als je alle vijf de sterren met je eigen ogen gezien hebt. Samen met Sterre, Nika, Kobe en Ravi heb je tijd tot zaterdag, de Nacht van de Duisternis. Neem een zaklamp mee. Een rode.

- Aan het eind kan jij Sterre uitleggen wat een ster is, waarom ze zelf licht maakt en waarom ze niet in elkaar stort.
- Je laat Kobe zien dat je aan de kleur van een ster kan aflezen of ze heet of koel is, en je vergelijkt sterren van een erwt tot een flatgebouw groot.
- Je vertelt Ravi de twee levenslijnen van een ster: van nevel tot witte dwerg, of van nevel tot supernova.
- Je legt Nika uit wat een lichtjaar is en waarom je bij elke ster in het verleden kijkt.
- Jouw missie: vanuit België de Poolster vinden met de Steelpan, en Cassiopeia, Orion en de Zomerdriehoek herkennen, met de verhalen die mensen erbij verzonnen.
- En je leert Kiko hoe je een draaibare sterrenkaart gebruikt, hoe je een planeet van een ster onderscheidt en hoe lichtvervuiling jouw sterren afpakt.

Maandag, 21.12 uur: drie sterren



Sterre telt. Ze staat op het balkon van de negende verdieping, met haar kin op de koude reling, en ze telt de sterren boven de stad. Vier. Dan begint de vierde rood te knippen en schuift hij weg in de richting van de luchthaven. Drie dus.

De lucht boven de stad is niet zwart. Ze is oranjegrijs, als soep die te lang op het vuur stond. Onder haar razen auto's over de ring, branden de lampen van een parking en straalt het reclamebord van de bakker, ook al is die al uren dicht.

Het is huiswerk van meester Jelle: tel de sterren die je vanuit je raam ziet. 'Kinderspel,' had Sterre gezegd. 'Ik heet Sterre. Ik ben ervoor geboren.' Nu opent ze de groepschat van de crew en typt het getal. Daarna, voor de zekerheid, nog een keer. In hoofdletters.

Groepschat 'Crew Kiko', 21.14 uur

Sterre

DRIE. Ik heet Sterre en ik zie er DRIE.

S

N

Nika

In mijn straat 23. Ik heb ze per stuk hemel geteld. Tabel volgt.

Kobe

Bij mijn opa in de Westhoek zie je er duizenden. Zegt hij.

K

R

Ravi

Opa's zeggen veel. De mijne zegt dat hij elke dag tien kilometer naar school stapte. Bergop. Heen en terug.

N

Nika

Wacht. Kiko logeert deze week bij mij. In het geheime vakje van zijn rugzakje zat een oud schrift. Op de kaft staat HEMELSCHRIFT.

N

Nika

Eerste bladzijde: 'Voor de klas die dit vindt. Vijf sterren. Zoek ze met je eigen ogen, vóór de nacht waarin het licht uitgaat.'

Kobe

De Nacht van de Duisternis! Zaterdag! Dan doet de gemeente van mijn opa de straatlampen uit. We mogen in zijn schuur slapen.

K

Kiko

Dat schrift is van juf Odette. Zij bracht mij ongeveer vijftientig jaar geleden naar jullie school. Ik heb het nooit mogen openen. Jullie wel.



Sterre

En wat staat er op de laatste bladzijde?

S

N

Nika

Rode krabbels. Alleen maar rode krabbels. En één zin: 'Lees mij pas als je de vijfde gevonden hebt.'

Dossier Hemelschrift

Het Hemelschrift van juf Odette zegt het zo: 'Vijf raadsels. Vijf sterren. Eén nacht. Wie ze wil vinden, moet leren lezen wat een ster verklapt: haar kleur, haar leven, haar afstand en haar plaats aan de hemel.' Jullie missie: vind de vijf sterren, met je eigen ogen, vóór de Nacht van de Duisternis van zaterdag. Elke bladzijde is een level met een raadsel. Elke gevonden ster is een stempel in je dossier. En de rode krabbels? Die wachten.

Dinsdag, 10.15 uur. Level 1: wat is een ster eigenlijk?



Op de speelplaats legt Nika het Hemelschrift op de pingpongtafel. Het ruikt naar zolder. Bladzijde twee heeft nog geen raadsel, alleen een opdracht in juf Odettes kleine, schuine handschrift: 'Eerst moet je weten wat je zoekt. Wat is een ster?' 'Een lichtje aan de hemel,' zegt Kobe. 'Een vliegtuig is ook een lichtje,' zegt Sterre.

Kiko kruipt uit Nika's rugzak. 'Ik maak het moeilijker. De Zon: is dat een ster?' Ja. De Zon lijkt alleen zo groot en fel omdat ze dichtbij staat. Alle andere sterren zijn ook zonnen, maar zo ver weg dat ze puntjes worden. Rond heel wat ervan draaien planeten.

Een ster is een gigantische bol heet gas, vooral waterstof en helium, zonder grond om op te staan. Haar eigen zwaartekracht trekt al dat gas naar het midden. Daar wordt het zo samengeperst en zo heet, miljoenen graden, dat waterstofkernen samensmelten tot helium. Dat heet kernfusie. Daarbij komt enorm veel licht en warmte vrij.

Een ster maakt dus haar eigen licht. Een planeet of de Maan doet dat niet: die kaatst alleen sterlicht terug. En waarom stort een ster niet in elkaar? Ravi blaast een ballon op. 'Het rubber knijpt, de lucht duwt terug.' 'Precies,' zegt Kiko. 'Zwaartekracht naar binnen, druk naar buiten. Zolang dat in evenwicht is, blijft een ster schijnen.'

Kiko steekt zijn poot op. 'Eén regel, voor het hele schrift: nooit rechtstreeks naar de Zon kijken, en zeker niet met een verrekijker. Alle andere sterren mag je bekijken tot je ogen dichtvallen.' Hij slaat bladzijde drie open en klapt het schrift meteen weer dicht. Er staat een raadsel op, in juf Odettes kleine, schuine hand. 'Na het eten,' zegt hij.



Wist je dat...

...sterren zelf niet twinkelen? Hun licht moet op het einde van zijn reis nog door de wervelende lucht rond de Aarde, en die schudt het piepkleine sterpuntje steeds een beetje heen en weer. Laag bij de horizon, waar het licht door meer lucht moet, twinkelen sterren het hardst.

1

MEERKEUZE



Ravi maakt het eerste blad van het dossier. Welke zin moet er bovenaan staan?

- ☐ A Een ster is een groot vuur dat in de ruimte brandt.
- ☐ B Een ster is een bol heet gas die zelf licht maakt door kernfusie.
- ☐ C Een ster is een rots die het licht van de Zon terugkaatst.
- ☐ D Een ster is een gaatje in de hemel waar licht door valt.

2

INVULLEN



Nika schrijft eronder: 'Een ster blijft in evenwicht. De zwaartekracht trekt het gas naar binnen, de _____ van het hete gas duwt naar buiten.' Welk woord ontbreekt?

Kobe in de groepschat: 'Sterren twinkelen omdat ze zelf aan en uit flikkeren, net als een kerstlampje.' Waar of onwaar?



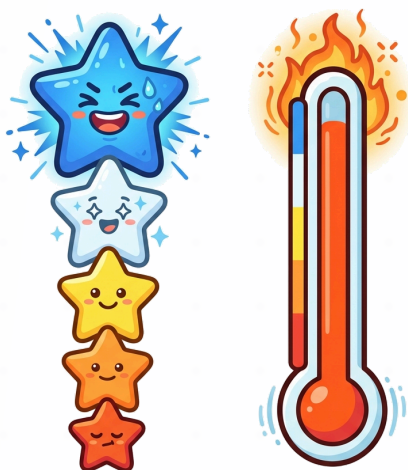
waar



onwaar

Dinsdag, 12.40 uur. Level 2: blauw is heet, rood is koel

Na het eten slaat Nika bladzijde drie open. Ze leest het raadsel voor met de stem van iemand die een eindbaas aankondigt: 'Ik ben de koudste ster van de jager, en toch de grootste. Jonger dan de laatste dinosaurus, en toch bijna aan mijn einde.'



'Rood is warm, blauw is koud,' zegt Kobe, en hij wijst naar de kraan van het drinkfonteinje. 'We zoeken dus een blauwe ster.' Kiko schudt zijn snuit tot zijn oren flapperen. 'Bij sterren is het net andersom. Denk aan een smid.' Een staaf ijzer in het vuur gloeit eerst donkerrood, dan oranje, dan geel en ten slotte bijna wit.

'Sterren werken net zo,' zegt Kiko. Ravi kruist zijn armen. 'Bewijs.' 'Cijfers dan,' zegt Kiko. Nika trekt een tabel in het schrift en schrijft mee terwijl hij opsomt. 'Een rode ster heeft een oppervlak van ongeveer 3 000 °C. Koel, voor een ster, maar nog altijd veel heter dan lava. Gele sterren zoals de Zon zitten rond 5 500 °C, witte rond 10 000 °C, en de heetste blauwe sterren halen meer dan 30 000 °C.' Ravi bekijkt Nika's tabel. 'Dus de kleur is een thermometer die je van hier kan aflezen,' zegt hij. 'Aanvaard.'

'Sterrenkundigen delen sterren in klassen in, van heet naar koel,' zegt Kiko. 'O, B, A, F, G, K en M. De Zon is klasse G.' 'Dat onthoud ik nooit,' zegt Kobe. 'Oma Belt Altijd Fris Gekoelde Kaas Mee,' stelt Ravi voor. 'Veel te lang,' zegt Sterre. Twee minuten later betrapt ze zichzelf erop dat ze het zachtjes opzegt.

In Orion, de jager, kan je twee reuzen zelf vergelijken. Rigel, zijn voet, schijnt blauwwit en is ongeveer 12 000 °C heet. Betelgeuze, zijn schouder, gloeit oranje-rood, met ongeveer 3 300 °C. 'Koudste ster van de jager,' fluistert Nika. 'Betelgeuze.' 'Nu nog bewijzen dat ze de grootste is,' zegt Kiko.

Welke kleur, welke hitte? (temperatuur aan het oppervlak, afgerond)

Kleur	Temperatuur	Voorbeeld	Waar en wanneer zie je haar vanuit België?
blauwwit	ongeveer 12 000 °C	Rigel	in Orion, op winteravonden in het zuiden
wit	ongeveer 9 700 °C	Sirius	in de Grote Hond, op winteravonden laag in het zuiden
wit	ongeveer 9 300 °C	Wega	in de Lier, op zomer- en herfstavonden hoog aan de hemel
geel	ongeveer 5 500 °C	de Zon	overdag, maar kijk er nooit rechtstreeks naar
oranje	ongeveer 4 000 °C	Arcturus	in de Ossenhoeder, op lente- en zomeravonden
oranje	ongeveer 3 600 °C	Aldebaran	in de Stier, op winteravonden rechtsboven Orion
oranjerood	ongeveer 3 300 °C	Betelgeuze	in Orion, op winteravonden in het zuiden

4**MEERKEUZE**

● ○ ○

Ravi houdt vier sterren uit de tabel omhoog. Kobe moet de heetste kiezen, anders moet hij de pingpongtafel opruimen. Welke kiest hij best?

- A** Betelgeuze, oranje
- B** Aldebaran, oranje
- C** de Zon, geel
- D** Rigel, blauwwit

5**OPEN VRAAG**

● ● ○

Kobe is nog niet overtuigd: 'Op elke kraan is rood warm en blauw koud. Waarom zouden sterren anders zijn?' Leg het hem uit met het voorbeeld van de smid.

E1**OEFFEN VERDER · MEERKEUZE**

● ○ ○

Noor vergelijkt een blauwe en een rode ster. Welke kleur hoort doorgaans bij de hogere oppervlaktetemperatuur?

- A** Blauw
- B** Rood
- C** De kleur zegt nooit iets over de temperatuur

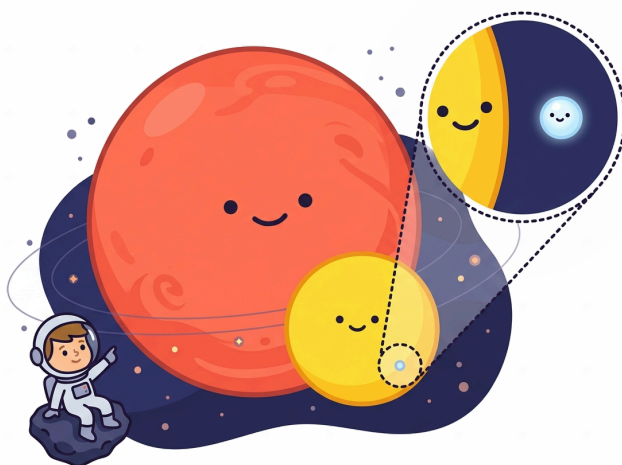
Level 2b: van erwt tot flatgebouw

Kiko rolt een pingpongballetje over de tafel. 'Dit is de Zon.' In het echt is ze ongeveer 1,4 miljoen kilometer breed: 109 Aardes naast elkaar. Op deze schaal is de Aarde een zandkorrel, ruim vier meter verderop.

De meeste sterren zijn kleiner dan de Zon. Ongeveer drie op de vier sterren in onze Melkweg zijn rode dwergen: kleine, koele sterren. Proxima Centauri, de ster die het dichtst bij de Zon staat, is er een. Op schaal is ze een erwtje. Sirius, de helderste ster van onze nachthemel, is een tennisbal.

En Betelgeuze is een rode superreus, ongeveer 700 keer zo breed als de Zon. Het precieze getal kent niemand, want haar rand is wazig. Zet je haar op de plaats van de Zon, dan slokt ze Mercurius, Venus, de Aarde en Mars op.

'Bewezen,' zegt Nika. Dan kijkt ze op de sterrenkaart van haar mama en fronst. 'Alleen komt Betelgeuze deze week pas rond middernacht op.' Sterre kreunt. 'Middernacht. Dat wordt onderhandelen.'



Sterren op schaal: als de Zon een pingpongballetje van 4 cm was

0,4 mm

de Aarde: een zandkorrel,
ongeveer 4,3 meter van het
balletje

ongeveer 0,6 cm

Proxima Centauri, een rode
dwerg: een erwte

ongeveer 7 cm

Sirius: een tennisbal

ongeveer 28 m

Betelgeuze, een rode
superreus: een bal zo hoog
als een flat van negen
verdiepingen

**minder dan
0,001 mm**

een neutronenster, in het
echt ongeveer 20 km breed:
kleiner dan de meeste
bacteriën

**ongeveer 1 150
km**

zo ver lag dan het erwte
van Proxima Centauri:
ongeveer van Brussel tot in
Rome

6 REKENEN

Sterres flat heeft negen verdiepingen van elk ongeveer 3 meter. Als de Zon een pingpongballetje van 4 cm is en Betelgeuze ongeveer 700 keer zo breed is, hoe groot is Betelgeuze dan? Is ze hoger dan Sterres flat?

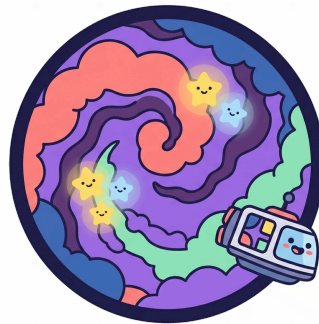
Antwoord: _____

E2 OEFEN VERDER · INVULLEN

Kiko deelt hemellichamen in: de Zon is een _____ en maakt haar eigen licht.

Woensdag, 14.00 uur. Level 3: twee levenslijnen

Woensdagnamiddag zit de crew in Kobes kamer, tussen voetbalschoenen en een poster van een keeper in volle duik. Kobe is niet gerust. 'Bijna aan haar einde. Misschien is Betelgeuze al weg vóór zaterdag. Dan is de missie mislukt.' 'Bij mijn tante kan de wasmachine ook elk moment ontploffen,' zegt Sterre. 'Al acht jaar.'



'Sterren hebben levenslijnen,' zegt Kiko. 'Alleen kiest een ster haar lijn niet zelf.' Elke ster begint in een nevel: een reusachtige wolk van gas en stof. De zwaartekracht trekt klonten gas samen, tot het in het midden ongeveer 10 miljoen graden is. Dan start de kernfusie: een ster is geboren.

Daarna fuseert een ster heel lang waterstof tot helium. Hoe lang, hangt af van één ding: haar massa. Een zware ster is als een personage met gigantische aanvalskracht en weinig levenspunten: veel brandstof, maar razendsnel opgebrand. De Zon doet ongeveer 10 miljard jaar met haar waterstof, een ster die tien keer zwaarder is maar een paar tientallen miljoenen jaren.

Rode dwergen zijn de marathonlopers van het heelal. Ze gaan zo zuinig om met hun brandstof dat ze honderden miljarden jaren meegaan. Het heelal is pas ongeveer 13,8 miljard jaar oud: nog geen enkele rode dwerg is aan haar einde gekomen.

Ravi krabbelt de stappen op losse kaartjes en Kiko legt ze in een rij op het tapijt: nevel, jonge ster, rode reus, planetaire nevel, witte dwerg. 'Is de waterstof in het hart op, dan splitst de weg zich. Een ster zoals de Zon zwelt op tot een rode reus, blaast haar buitenlagen weg als een gloeiende gaswolk, een planetaire nevel, en laat een witte dwerg achter: een hete kern zo groot als de Aarde, die heel traag afkoelt.'

'En Betelgeuze?' vraagt Kobe. Kiko legt een tweede rij kaartjes, voor de zware sterren. 'Sterren van minstens ongeveer acht keer de Zon worden rode superreuzen. Op het einde stort hun kern in minder dan een seconde in en ontploft de rest: een supernova, een paar weken lang feller dan een heel sterrenstelsel. Er blijft een neutronenster over, of bij de allerzwaarste een zwart gat. Het weggeblazen gas vormt nieuwe nevels. Het begint opnieuw.'

'Dus,' zegt Nika. 'Betelgeuze is vijftien tot twintig keer zwaarder dan de Zon en maar ongeveer tien miljoen jaar oud. De dinosaurussen stierven 66 miljoen jaar geleden uit. Toch is ze al bijna op.' 'Bijna,' zegt Kiko, en hij legt zijn poot op het kaartje 'rode superreus'. 'Hier. Ongeveer hier. Voor een ster betekent dat: ergens in de komende honderdduizend jaar.'

7 IN VOLGORDE



Ravi tekende de levenslijn van Betelgeuze op vijf kaartjes, maar Kobes hond liep er dwars doorheen. Leg ze terug in de juiste volgorde.

supernova

nevel van gas en stof

rode superreus

neutronenster of zwart gat

jonge ster die waterstof fuseert

Jouw volgorde:

8 MEERKEUZE



Sterre bedenkt een spel waarin elke ster levenspunten krijgt. Wie het langst blijft schijnen, wint. Welke ster wint altijd?

- ☐ A een ster die tien keer zwaarder is dan de Zon
- ☐ B Betelgeuze
- ☐ C de Zon
- ☐ D een rode dwerg

Kobe snapt het nog niet: 'De Zon is 4,6 miljard jaar oud en nog lang niet op. Betelgeuze is ongeveer tien miljoen jaar oud en al bijna op. Hoe kan een jongere ster eerder doodgaan?' Leg het hem uit.



Een theelepel olifant

Naast Sirius draait Sirius B, een witte dwerg die ongeveer even zwaar is als de Zon, maar iets kleiner dan de Aarde. Een theelepel ervan zou op Aarde tonnen wegen, zoveel als een olifant of zelfs twee. Een suikerklontje van een neutronenster zou zelfs ongeveer een miljard ton wegen.



Een gastster bij klaarlichte dag

In het jaar 1054 zagen Chinese sterrenkundigen een nieuwe ster in het sterrenbeeld Stier, die volgens hun verslagen 23 dagen lang zelfs overdag te zien was. Het was een supernova. Op die plek zie je met een telescoop nu de Krabnevel, met in het midden een neutronenster die ongeveer dertig keer per seconde rondtolt.

Kiko hoort "lichtjaar" en denkt aan een klok. Wat meet je ermee?

- ☐ A Leeftijd
- ☐ B Afstand
- ☐ C Temperatuur

Groepschat 'Crew Kiko', 17.32 uur

Kobe

Dus ze ontploft NIET vóór zaterdag.

K

N

Nika

Ergens in de komende honderdduizend jaar. Kans op precies deze week: piepklein.

Ravi

Mijn opa zegt dat Betelgeuze eind 2019 ineens veel minder fel was. Iedereen dacht toen: nu gaat het gebeuren.

R

Kiko

Klopt. Ze werd maandenlang zwakker. Later ontdekten sterrenkundigen dat ze een enorme wolk gas had uitgestoten. Die koelde af tot stof en hield een deel van haar licht tegen.

Sterre

Een ster die zich verstopt achter haar eigen stof. Herkenbaar. Mijn kamer.

S

Kobe

En als ze toch ontploft? Zijn wij dan dood?

K

Kiko

Nee. Ze staat veel te ver. Je zou dan wekenlang een ster zien die zo fel is dat je haar zelfs overdag ziet. Gratis vuurwerk.

N

Nika

Hoe ver is 'te ver' eigenlijk?

Kiko

Vanavond om acht uur bellen we allemaal samen. Nika, neem je stopwatch mee.

Level 4: de hemel loopt achter



Om acht uur verschijnen vier gezichten en één snuit op het scherm. Nika houdt haar stopwatch omhoog. Licht gaat ongeveer 300 000 kilometer per seconde: in één seconde meer dan zeven keer rond de Aarde. Sneller kan niets.

Ravi's beeld blijft even hangen. 'Wat ik zie, is van daarnet,' zegt Kobe. 'Precies,' zegt Kiko. 'De hemel loopt ook achter: wat je ziet, is een brief die nog onderweg is.' Het licht van de Maan is 1,3 seconden onderweg naar jou, dat van de Zon ongeveer 8 minuten en 20 seconden.

Voor sterren zijn kilometers te klein. Daarom gebruiken sterrenkundigen het lichtjaar: de afstand die licht in één jaar aflegt, ongeveer 9 460 miljard kilometer. Een lichtjaar klinkt als een tijd, maar het is een afstand. Proxima Centauri staat ongeveer 4,2 lichtjaar ver, Sirius 8,6, Wega 25 en de Poolster ongeveer 430.

Dat heeft een vreemd gevolg. Het licht van Wega dat je vanavond ziet, vertrok 25 jaar geleden: je ziet Wega zoals ze toen was. 'Toen schreef juf Odette dit schrift,' zegt Nika zacht. Hoe verder je kijkt, hoe verder je terugkijkt in de tijd. De sterrenhemel is een brievenbus vol heel oude brieven.

En Betelgeuze staat ongeveer 500 tot 700 lichtjaar ver: ook daarover zijn de metingen het niet eens. Veel te ver om ons pijn te doen, want een supernova is pas gevaarlijk binnen enkele tientallen lichtjaren. En ontploft ze vandaag, dan zien wij dat pas over honderden jaren.

10 INVULLEN

Nika noteert in het dossier: 'Licht legt elke seconde ongeveer _____ kilometer af.' Welk getal ontbreekt?

11 REKENEN

Nika controleert Kiko met haar rekenmachine. De Zon staat ongeveer 150 000 000 km ver en licht doet 300 000 km per seconde. Hoeveel seconden is zonlicht onderweg? Hoeveel minuten en seconden is dat?

Antwoord: _____

Hoe ver is ver? (afgerond, sommige afstanden zijn nog onzeker)

Wat?	Afstand	Het licht dat je nu ziet, vertrok...	Te zien vanuit België?
de Zon	ongeveer 8 lichtminuten	8 minuten en 20 seconden geleden	overdag, maar kijk er nooit rechtstreeks naar
Proxima Centauri	4,2 lichtjaar	ruim 4 jaar geleden	nee: te zwak en te ver naar het zuiden
Sirius	8,6 lichtjaar	ruim 8 jaar geleden	ja, op winteravonden laag in het zuiden
Wega	25 lichtjaar	25 jaar geleden	ja, op zomer- en herfstavonden hoog
de Poolster	ongeveer 430 lichtjaar	ongeveer 430 jaar geleden, rond het jaar 1600	ja, elke heldere nacht in het noorden
Betelgeuze	ongeveer 500 tot 700 lichtjaar	in de tijd van ridders en kastelen	ja, op winteravonden
Rigel	ongeveer 860 lichtjaar	ongeveer 860 jaar geleden	ja, op winteravonden
de Orionnevel	ongeveer 1 300 lichtjaar	ongeveer 1 300 jaar geleden	ja, als vaag vlekje onder de gordel van Orion
het Andromedastelsel	ongeveer 2,5 miljoen lichtjaar	toen er nog geen mensen zoals wij bestonden	ja, als vaag vlekje op een donkere herfstavond

12 IN VOLGORDE

Kobe zet vijf hemelobjecten uit het boekje in het dossier, van dichtbij naar ver weg. Help hem.

de Poolster

Wega

het Andromedastelsel

Sirius

Betelgeuze

Jouw volgorde:

13 REKENEN

Eindbaas-vraag van level 4. Een ruimtesonde vliegt ongeveer 60 000 km per uur, ongeveer zo snel als Voyager 1, de verste sonde die mensen ooit lanceerden. Proxima Centauri staat ongeveer 40 000 miljard kilometer ver. Hoe lang duurt de reis? Tip: een jaar heeft ongeveer 8 760 uur. Reken eerst uit hoeveel kilometer de sonde in een jaar aflegt.

Antwoord: _____

14 OPEN VRAAG

Ravi fluistert tijdens het gesprek: 'Misschien bestaat Rigel al lang niet meer, en zien we alleen nog haar oude licht.' Kan dat? En kan dat ook bij Wega?



Donderdag, 20.30 uur: de kaart verkeerd om



Donderdagavond staan ze in de tuin van Ravi, aan de rand van de stad. Ravi's mama zit met een thermos thee op het terras en laat hen rustig hun gang gaan. Hier is het al donkerder dan op Sterres balkon. Ravi heeft de draaibare sterrenkaart van zijn grootvader mee, met een kartonnen schijf die je kan ronddraaien. Kobe pakt hem meteen af. 'Ik ben de navigator.'

Hij houdt de kaart voor zich als een wegenkaart, met het noorden boven, en draait zich naar het oosten. 'Daar staat Cassiopeia.' Vijf minuten staren ze naar een donkere bomenrij. Niets. Kobe knipt de witte lamp van zijn gsm aan om beter te lezen. 'Au,' zegt Sterre. 'Nu zie ik zelfs mijn drie sterren niet meer.'

Kiko zucht. 'Twee fouten in één minuut. Persoonlijk record.' Hij neemt de kaart over. 'Ik toon jullie waarom het misliep. Maar eerst moet iemand iets aan dat licht doen.'



Jij beslist: wit licht of rood licht?

Kies A: je leest de kaart met de witte lamp van je gsm. Dat gaat makkelijk, maar je ogen raken hun nachtzicht kwijt. Daarna duurt het weer twintig minuten of langer voor je de zwakke sterren terugziet. Kies B: je spant een rood cellofaantje of een stukje rode plastic map over je zaklamp. Zwak rood licht stoort je nachtzicht veel minder. Je ogen blijven gewend aan het donker, en je ziet steeds meer sterren. De crew kiest B. En jij?

Zo gebruik je een draaibare sterrenkaart

- 1** Kies een kaart die gemaakt is voor België of Nederland, ongeveer 50 tot 52 graden noorderbreedte. Een kaart voor een ander land toont een andere hemel.
- 2** Draai de schijf tot de datum van vandaag naast het juiste uur staat. Let op: de meeste kaarten werken met wintertijd. In de zomertijd tel je dus een uur af: om 21 uur zomertijd zet je de kaart op 20 uur.
- 3** Het ovale venster toont alle sterren die nu boven de horizon staan. De rand van het venster is de horizon. Het midden is het punt recht boven je hoofd.
- 4** Kijk naar welke kant je staat, bijvoorbeeld het zuiden. Houd de kaart voor je, of boven je hoofd, zodat 'zuid' aan de onderrand staat. Wat net boven die rand staat, zie je laag boven de horizon voor je.
- 5** Schrik niet: op een sterrenkaart staan oost en west omgekeerd vergeleken met een landkaart. Op een landkaart kijk je naar de grond, op een sterrenkaart kijk je omhoog.
- 6** Lees de kaart met een rode lamp en wacht minstens twintig minuten in het donker. Begin bij een helder patroon dat je kent en spring van daaruit naar de rest.

Level 5: twee wijzers en een koningin op haar kop



Kiko draait de crew naar het noorden. Laag boven de daken hangen zeven sterren in de vorm van een steelpan. Dat is geen volledig sterrenbeeld, maar een stuk van de Grote Beer: de Steelpan, of de Grote Wagen. 'Ik sta stil terwijl de hele hemel rond mij draait,' leest Nika. 'Twee wijzers tonen je de weg.'

Neem de twee sterren aan de achterkant van de pan, de kant zonder steel. Trek in gedachten een lijn van de onderste naar de bovenste en ga

ongeveer vijf keer zo ver verder. Daar staat een eenzame, niet zo felle ster: de Poolster, het laatste sterretje van de steel van de Kleine Beer.

'Is dat hem?' zegt Kobe. 'Hij is niet eens de helderste.' Klopt: tientallen sterren zijn feller. Maar de Poolster staat bijna precies boven de noordpool, in het verlengde van de aardas. Terwijl de Aarde draait, lijkt de hele hemel rond haar te draaien, en zij blijft bijna op haar plaats. Daarom navigeerden zeelui eeuwenlang op haar.

Haar hoogte verradt ook waar je bent: aan de noordpool staat ze recht boven je hoofd, aan de evenaar op de horizon. In België staat ze ongeveer 51 graden hoog. Ravi meet het met gestrekte arm: één vuist is ongeveer 10 graden. Vijf vuisten op elkaar, en daar staat ze. 'Ster één,' zegt Nika. Stempel.

Aan de andere kant van de Poolster, hoog in het noordoosten, hangt een W van vijf heldere sterren: Cassiopeia. In de Griekse mythe was zij een koningin die opschepte dat zij en haar dochter Andromeda mooier waren dan de zeenimfen. De zeegod Poseidon stuurde een zeemonster, en Andromeda werd aan een rots geketend, tot de held Perseus haar redde.

Cassiopeia kreeg een troon aan de hemel, maar moet voor straf eeuwig rond de pool draaien. De echte reden: de Aarde draait. Sterren dicht bij de Poolster gaan vanuit België nooit onder en draaien elke nacht rond haar, tegen de wijzers van de klok in. Zulke sterren heten circumpolair. Zo wordt de W uren later een M.

'Ster vier is geen ster,' zegt Sterre. 'Het zijn er vijf.' 'Juf Odette rekende erop dat iemand dat zou zien,' zegt Kiko. Tweede stempel.

15 MEERKEUZE

● ○ ○

Kobe wil de Poolster morgen zelf vinden, zonder kaart. Hoe doet hij dat?

- ☐ A Hij zoekt de helderste ster aan de hemel.
- ☐ B Hij verlengt de lijn door de twee achterste sterren van de Steelpan ongeveer vijf keer.
- ☐ C Hij kijkt recht boven zijn hoofd.
- ☐ D Hij zoekt een ster die rood knippert.

16 WAAR OF ONWAAR

● ○ ○

Sterre zet in de klasgroep: 'De Poolster is de helderste ster van de hemel, daarom vind je hem zo makkelijk.' Waar of onwaar?

☐**waar**☐**onwaar****17 INVULLEN**

● ● ○

Ravi schrijft zijn meting in het dossier: 'Een vuist met gestrekte arm is ongeveer 10 graden. De Poolster staat in België ongeveer _____ graden hoog, dus ongeveer vijf vuisten boven de horizon.' Welk getal ontbreekt?



18 MEERKEUZE

Nika zet de mythe in het ene vakje van het dossier en de wetenschap in het andere. Welke uitleg hoort in het vakje 'wetenschap'?

- ☒ **A** Cassiopeia hangt op haar kop omdat Poseidon dat als straf oplegde.
- ☐ **B** Omdat de Aarde draait, lijken alle sterren rond de Poolster te draaien, en daardoor kantelt de W in de loop van de nacht.
- ☐ **C** Cassiopeia rolt zelf door de ruimte, zoals een wiel.
- ☐ **D** De Maan trekt Cassiopeia elke nacht ondersteboven.

**Een Belg trok de grenzen**

Sinds 1922 zijn er officieel 88 sterrenbeelden, en de grenzen ertussen tekende de Belgische sterrenkundige Eugène Delporte van de Koninklijke Sterrenwacht in Ukkel. Zijn kaart verscheen in 1930. Sindsdien hoort elk plekje aan de hemel bij precies één sterrenbeeld, zoals elk stukje van België bij één gemeente.

E4 OEFEN VERDER · WAAR OF ONWAAR

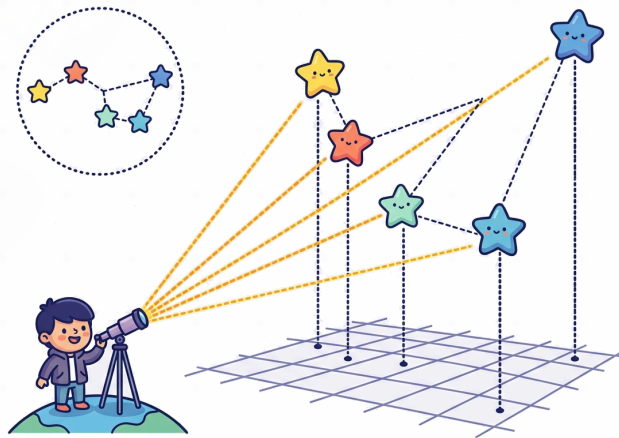
Sami zegt dat de sterren van één sterrenbeeld allemaal op dezelfde afstand staan. Klopt dat?

**waar****onwaar****E5 OEFEN VERDER · OPEN VRAAG**

Yara zoekt met de Poolster een richting. Welke richting wijst zij ongeveer aan?

Level 5b: verbind de puntjes, maar dan in 3D

Kobe wil de Steelpan nabouwen met zeven zaklampen op een rij. 'Probeer maar,' zegt Kiko, 'maar dan weet je niet hoe ver elke ster staat. Een sterrenbeeld is een stuk hemel met een patroon van sterren dat mensen een naam gaven. Al duizenden jaren gebruiken ze die patronen om de weg te vinden en de seizoenen te volgen. De oude Egyptenaren wisten dat de Nijl ging overstromen als Sirius 's ochtends vlak voor zonsopgang weer opdook.'



Nika bladert in haar aantekeningen en leest de afstanden voor: Merak, de onderste wijzer van de Steelpan, staat ongeveer 80 lichtjaar ver en Dubhe, de bovenste, ongeveer 120. 'Dus ze staan alleen toevallig bij elkaar?' vraagt Sterre. 'Meestal wel,' zegt Kiko. 'De sterren van een patroon staan in dezelfde richting, zoals een lantaarnpaal vlakbij en een kerktoeren ver weg op één foto. Maar de Steelpan is een uitzondering: vijf van de zeven sterren reizen echt als een groepje samen door de ruimte. Dubhe en Alkaid, de eerste en de laatste, gaan hun eigen weg. Over tienduizenden jaren is de pan daardoor zo vervormd dat je ze bijna niet meer herkent.'

Elk volk zag er iets anders in. In een van de Griekse verhalen is de Grote Beer Callisto, die door de jaloerse godin Hera in een berin veranderd werd. Zeus zette haar aan de hemel. Hera vroeg de zee om de berin nooit te laten baden. Daarom, zegt het verhaal, zakt de Grote Beer nooit onder de horizon.

De Mi'kmaq, een volk in het oosten van Canada, zien in de vier sterren van de pan een beer, en in de steel drie jagers. Het zwakke sterretje naast de middelste jager is het potje waarin ze de beer willen koken. In de herfst, als de beer laag staat, wordt ze geraakt, en haar bloed kleurt de bladeren rood.

Op dat moment valt er een los blaadje uit het schrift. Ravi schijnt erop met zijn rode lamp. In juf Odettes schuine handschrift staat: 'Pas op voor de ster die niet twinkelt.' En daaronder, nog kleiner: 'Ze liegt.'



Een oogtest in de Steelpan

Kijk naar de middelste ster van de steel, Mizar: op een donkere avond zie je er vlak naast een zwak sterretje, Alcor, het potje uit het verhaal van de Mi'kmaq. Al eeuwenlang gebruiken mensen dat duo als test voor scherpe ogen. Zie jij Alcor, dan heb je goede ogen en een donkere hemel.

19

WAAR OF ONWAAR



Sterre zegt: 'Alle sterren van één sterrenbeeld staan even ver van ons, als glow-in-the-darkstickers op het plafond van mijn kamer.' Waar of onwaar?



waar



onwaar

E6

OEFFEN VERDER · OPEN VRAAG



Wout ziet buiten de stad meer sterren. Geef één mogelijke verklaring.

Een sterrenbeeld voor je eigen crew

TEKENEN

40 minuten

Dit heb je nodig

- een zwart of donkerblauw blad
- een witte stift, wit potlood of correctiepen
- eventueel kleine sterrenstickers
- een gewoon blad om op te schrijven

- 1 Ravi vindt dat elke crew een eigen sterrenbeeld verdient. Zet met de witte stift zeven tot tien stippen op je donkere blad. Maak een paar stippen groter: dat zijn de heldere sterren.
- 2 Draai het blad een paar keer rond. Welke figuur zie je? Een dier, een voorwerp, een held uit je favoriete verhaal, je huisdier? Verbind de stippen met dunne lijntjes.
- 3 Geef je sterrenbeeld een naam, en geef de helderste ster een eigen naam.
- 4 Schrijf een mythe van hoogstens tien zinnen die iets aan de hemel verklaart. Bijvoorbeeld: waarom je sterrenbeeld alleen in de winter te zien is, waarom één ster rood is, of waarom het rond de Poolster draait.
- 5 Schrijf er, zoals Nika, ook de echte, wetenschappelijke verklaring bij.
- 6 Hang alle sterrenbeelden van de klas samen op een donkere muur: jullie eigen hemel.

Waarom verzonnen mensen overal ter wereld verhalen bij de sterren, al lang voor er telescopen bestonden?

Bewijs dat de hemel draait

BUITEN

twee keer 10 minuten, met 2 uur ertussen

Dit heb je nodig

- een kompas
- twee blaadjes, een potlood en een liniaal
- een zaklamp met rood cellofaan
- warme kleren
- een volwassene



Veiligheid

Ga 's avonds nooit alleen naar buiten om sterren te kijken: neem altijd een volwassene mee. Blijf weg van de straat en van water.

1

Kiko daagt je uit: bewijs zelf dat de hemel rond de Poolster draait. Kies een heldere avond en een plek waar je het noorden goed ziet, liefst weg van straatlampen.

2

Zoek met het kompas het noorden. Zoek de Steelpan en, met de wijzers, de Poolster.

3

Meet met gestrekte arm hoeveel vuisten de Poolster boven de horizon staat. Noteer het.

Bewijs dat de hemel draait (vervolg)

BUITEN

- 4 Teken de Poolster in het midden van je blad, met een dak of een boom als vast punt onderaan. Teken de Steelpan en Cassiopeia precies zoals je ze ziet. Schrijf het uur erbij.
- 5 Ga twee uur later terug naar exact dezelfde plek en teken alles opnieuw op een nieuw blad.
- 6 Leg je tekeningen naast elkaar. Welke kant zijn de Steelpan en Cassiopeia opgeschoven? En de Poolster?

De hemel draait ongeveer 15 graden per uur rond de Poolster, dus in twee uur ongeveer 30 graden: een twaalfde van een volledige cirkel, evenveel als de hoek tussen twee naburige uren op een klok. Trek op elk blad een lijntje van de Poolster naar dezelfde ster van de Steelpan. Is de hoek tussen die twee lijntjes ongeveer zo groot, en klopt dat dus met je tekeningen? Welke ster is het meest opgeschoven over je blad: eentje dichtbij de Poolster of eentje ver ervan?

Vrijdag, 19.50 uur. Level 6: de ster die liegt

Vrijdagavond, speelpleintje achter de school. Ravi's mama zit met een thermos thee op het bankje en houdt een oogje in het zeil. Nika springt op en neer. 'Ster drie! Daar, laag boven de daken! De helderste van allemaal, en ze twinkelt niet eens.' Kobe steunt de verrekijker van zijn opa op het klimrek en kijkt. Geen puntje, maar een klein, rond, wit schijfje.

'Een planeet,' zegt Kiko. 'Welke precies, verandert van jaar tot jaar. Nika, lees het af op de sterrenkaart van je mama.' Nika houdt de kaart onder haar rode lamp. 'Dit jaar staat er in deze maand op dit uur inderdaad een heldere planeet laag aan de hemel,' leest ze voor. 'Volgend jaar kan het een andere zijn, of staat er geen.' 'Zoek zelf ook op welke planeet het bij jou is,' zegt Kiko.

'Is het Jupiter, de grootste planeet van het zonnestelsel, dan zie je met een verrekijker naast het schijfje een rijtje piepkleine lichtpuntjes: zijn manen. Galileo Galilei ontdekte de vier grootste ruim vierhonderd jaar geleden, met een kijker die niet beter was dan een goede verrekijker van nu.' Nika ploft naast Ravi's mama op het bankje. 'Mislukt.' 'Nee,' zegt Kiko. 'Je kan nu een planeet ontmaskeren. Daarom schreef Odette dat blaadje.'



Een planeet maakt geen eigen licht: ze kaatst zonlicht terug. Toch kan ze feller schijnen dan alle sterren, omdat ze zo dichtbij staat. Truc één: planeten twinkelen bijna niet. Een ster is één piepklein puntje dat de lucht heen en weer schudt. Een planeet is een schijfje, en al zijn stukjes samen geven een rustig licht.

Truc twee: planeten blijven in de buurt van de weg die de Zon en de Maan over de hemel volgen, door de sterrenbeelden van de dierenriem. Truc drie: planeten zwerven. Het woord planeet komt van een Grieks woord voor zwerver: volg je er een een paar weken, dan zie je haar tussen de vaste sterren opschuiven.

Op dat moment glijdt er een fel lichtje over het pleintje, rustig en zonder te knipperen. Na een paar minuten verdwijnt het plots, alsof iemand het uitblaast. 'Een satelliet,' zegt Kiko. 'Hij vloog de schaduw van de Aarde in. Daar valt er geen zonlicht meer op.'



Verrekijker: één gouden regel

Een gewone verrekijker toont je de manen van Jupiter, de Orionnevel en duizenden sterren die je anders niet ziet. Maar richt hem nooit, echt nooit, naar de Zon, ook niet als ze al laag staat. Hij bundelt het licht zo sterk dat je oog in een oogwenk voor altijd beschadigd kan raken. Gebruik hem pas als de Zon helemaal onder is.

Kobe maakt een lijst van vijf soorten lichtjes die je 's avonds aan de hemel kan zien. Verbind elk lichtje met wat het echt is.

1 Een puntje dat twinkelt en nacht na nacht op dezelfde plek in zijn sterrenbeeld staat ●

● **A** een satelliet

2 Een fel puntje dat niet twinkelt en na een paar weken tussen de sterren verschoven is ●

● **B** een vliegtuig

3 Een rustig lichtje dat in een paar minuten over de hemel glijdt en plots verdwijnt ●

● **C** een vallende ster of meteor

4 Een lichtje dat rood en wit knippert en waar je soms een motor bij hoort ●

● **D** een ster

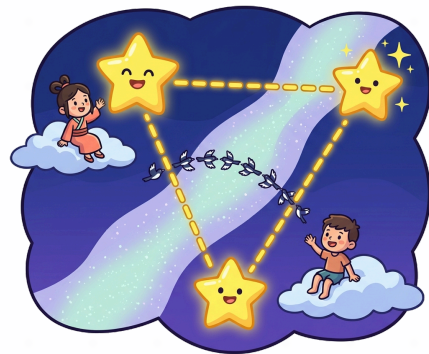
5 Een felle streep die in een seconde over de hemel flitst ●

● **E** E. een planeet

Mijn antwoord: _____

Level 6b: drie sterren en een rivier van zilver

Kiko wijst bijna recht omhoog, wat naar het westen. Daar staan drie heldere sterren in een grote driehoek: Wega, Deneb en Altaïr, de Zomerdriehoek. Op zomeravonden staat hij hoog boven je hoofd, in de herfst 's avonds nog altijd hoog in het westen. Het is geen sterrenbeeld, maar een patroon van sterren uit de Lier, de Zwaan en de Arend.



Nika leest het raadsel: 'Ik ben de helderste hoek van een driehoek. Ooit was ik de ster van het noorden, en ooit word ik het weer.' Wega, uit de Lier, is de helderste van de drie. 'Ster drie,' zegt Nika. 'Echt deze keer.' Stempel.

Deneb, uit de Zwaan, lijkt zwakker, maar is de echte kampioen. Ze staat ergens tussen 1 400 en 2 600 lichtjaar ver, en toch zie je haar met je blote oog. Dat kan alleen omdat ze tienduizenden keren meer licht geeft dan de Zon. Een fel puntje kan dus een kleine ster dichtbij zijn, of een reus ver weg.

Op een donkere zomernacht loopt er een vage, lichte band door de driehoek: de Melkweg. Dat is ons eigen sterrenstelsel, een platte schijf van 100 tot 400 miljard sterren. Wij zitten erin. Kijk je langs de schijf, dan zie je zoveel verre sterren achter elkaar dat ze samen een wazige streep vormen.

Ravi kent er een verhaal over uit China. Wega is een prinses die weeft, Altaïr een koeherder. Een godin trok een rivier van zilver tussen de twee geliefden: de Melkweg. Eén keer per jaar, op de zevende dag van de zevende maand, vormen eksters een brug. In China en Japan wordt dat nog altijd gevierd.

Thuis telt Nika drie stempels. Ravi stuurt raadsel vijf naar de groepschat: 'Ik ben geen ster. Ik ben er duizend miljard. En mijn licht is ouder dan de mensheid.' Sterre antwoordt: 'Dat is geen raadsel meer. Dat is een dreigement.' Het laatste bericht is van Kiko: 'Warme sokken. Rode lampen. Morgen gaat het licht uit.'



Wega, de poolster van later

De aardas wiebelt heel traag, zoals een tol die bijna uitgedraaid is: één rondje duurt ongeveer 26 000 jaar. Daardoor staat Wega over ongeveer 12 000 jaar van alle heldere sterren het dichtst bij de pool, net zoals ongeveer 14 000 jaar geleden. Precies wat het raadsel zei.

21 MEERKEUZE



Deneb lijkt een beetje zwakker dan Wega, maar ze staat tientallen keren verder weg. Wat zegt dat over Deneb?

- ☐ A Deneb geeft in het echt veel meer licht dan Wega.
- ☐ B Wega geeft in het echt veel meer licht dan Deneb.
- ☐ C Ze geven in het echt precies evenveel licht.
- ☐ D Deneb is een planeet en geen ster.

22 VERBINDEN



Nika maakt de legende voor het dossier. Verbind elke ster met haar sterrenbeeld.

1 Betelgeuze



☒ A Kleine Beer

2 Wega



☒ B Zwaan

3 Deneb



☒ C Orion

4 Altaïr



☒ D Grote Hond

5 de Poolster



☒ E E. Lier

6 Sirius



☒ F F. Arend

Mijn antwoord: _____

De rode decoder

PROEFJE

30 minuten

Dit heb je nodig

- een zaklamp
- rood doorzichtig cellofaan of een stukje rode plastic map
- een elastiekje of plakband
- een wit blad papier
- een lichtblauwe of lichtgroene stift of kleurpotlood
- een rode en een roze stift of kleurpotlood



Veiligheid

Schijn met je lamp niet in iemands ogen. Gebruik een zaklamp die niet heet wordt, zodat het cellofaan niet kan smelten.

1

Juf Odette verstopte haar laatste bladzijde onder rode krabbels. Zo maak je zelf zo'n geheim bericht, en meteen ook je eigen rode sterrenlamp voor zaterdag.

2

Schrijf met de lichtblauwe of lichtgroene stift een kort geheim bericht op het witte blad. Druk niet te hard.

3

Kras er met de rode en de roze stift heel veel lussen, krullen en strepen over, tot je het bericht zelf niet meer kan lezen.

4

Vouw het rode cellofaan dubbel of driedubbel en kijk erdoorheen naar je blad. Wat verdwijnt er? Wat komt er tevoorschijn?

5

Span het cellofaan nu met een elastiek over de voorkant van je zaklamp. Maak de kamer donker en schijn met je rode lamp op het blad. Werkt de decoder ook zo?

6

Gebruik deze rode lamp voortaan om je sterrenkaart te lezen.

Waarom worden de rode krabbels onzichtbaar in rood licht, terwijl de blauwe letters donker tevoorschijn komen? Tip: wat doet wit papier met rood licht, en wat doet blauwe inkt ermee?

Zaterdag, 21.30 uur. Level 7: wie pakte de sterren af?



Zaterdagavond, op de boerderij van opa Roger in de Westhoek. Rondom liggen vlakke velden tot aan de horizon. Om half tien floept in het dorp de ene straatlamp na de andere uit: de Nacht van de Duisternis. De crew ligt op strobalen achter de schuur, met dekens, warme chocomelk en vier rode lampen.

Eerst zien ze bijna niets. 'Wacht maar,' zegt Kiko. Je pupillen worden binnen enkele seconden groter, maar je ogen hebben twintig minuten of langer nodig om helemaal aan het donker te wennen. Stilaan verschijnen er honderden sterren. En dwars over de hemel loopt een vage, melkwitte band.

'Dat is de Melkweg,' zegt Kiko. 'Je kijkt ernaar van binnenuit.' Sterre zegt een hele tijd niets. Dan, heel zacht: 'Ik heet Sterre. En ik heb hem nog nooit gezien.' Kobe ligt dichterbij tegen Ravi aan dan nodig. 'Ik hou niet zo van het donker,' geeft hij toe. 'Ik vroeger ook niet,' zegt opa Roger. 'Tot ik ernaar leerde kijken.'

Al die sterren stonden maandag ook boven Sterres flat. Alleen kon ze hen niet zien. 'Waarom niet?' vraagt Sterre. 'Door het licht van straatlampen, etalages, parkings en sportvelden,' zegt Kiko. 'Dat straalt ook naar boven. In de lucht botst het op stofjes en waterdruppeltjes en vliegt het alle kanten op. Zo hangt er boven elke stad een lichtkoepel die de zwakke sterren verdrinkt. Dat heet lichtvervuiling.'

Sterre wijst naar de oranje gloed aan de horizon. 'Maar hier is toch geen stad? Waarom is het daar niet zwart?' 'Een stad in de verte,' zegt opa Roger, 'en die glazen daken daar. Serres: kassen waar 's nachts lampen branden voor de planten.'

Een vleermuis flitst over hun hoofden. 'Sommige vleermuizen mijden verlichte plekken,' zegt opa Roger, 'en verliezen zo jachtgebied. Trekvogels vliegen 's nachts en raken in de war door felle lichten. En mensen slapen slechter als het nooit echt donker wordt.' 'Dus niet alleen sterrenkijkers hebben er last van,' zegt Nika.

'België is een van de meest lichtvervulde landen van Europa,' zegt Kiko. 'Volgens een grote studie uit 2016 ziet meer dan een derde van alle mensen de Melkweg niet meer, in Europa zelfs ongeveer zes op de tien.' Sterre kijkt naar de lichte band boven haar. 'Zes op de tien,' zegt ze zacht. 'Tot vanavond was ik er één van.'

'En wat doen we daaraan?' vraagt Kobe. 'Het goede nieuws,' zegt Kiko, 'is dat dit de makkelijkste vervuiling is om op te lossen. Lampen die naar beneden schijnen in plaats van naar de hemel. Warm, gelig licht in plaats van fel blauwwit. Bewegingssensoren. En lichten uit waar niemand ze nodig heeft. Langs veel Vlaamse snelwegen brandt 's nachts al een deel van de lampen niet meer.'

'Is het ergens in België echt donker?' vraagt Ravi. 'Op weinig plekken,' zegt opa Roger. 'In Vlaanderen zijn de donkerste plekken meestal gemeenten op het platteland, ver van steden en kassen. Het donkerst is het meestal in het zuiden van de Ardennen, in de provincie Luxemburg. Op een lichtvervuilingskaart, bijvoorbeeld lightpollutionmap.info, kan je de donkerste plek bij jou zelf opzoeken. En elk jaar in oktober doven heel wat gemeenten tijdens de Nacht van de Duisternis een deel van hun lichten.'



Waarom motten rond een lamp cirkelen

Lang dachten mensen dat insecten naar het licht toe vliegen. In 2024 filmde onderzoekers insecten met supersnelle camera's en zagen iets anders: insecten draaien hun rug naar het licht, omdat licht in de natuur altijd van boven komt. Bij een lamp kantelen ze daardoor voortdurend en vliegen ze in rondjes, soms tot ze uitgeput zijn.

De gemeente van opa Roger wil de nieuwe voetbalvelden elke avond tot middernacht fel verlichten. Opa is ongerust over de vleermuizen in zijn schuur, Kobe wil 's avonds kunnen trainen. Bedenk een plan waar de voetballers, de vleermuizen en de sterrenkijkers alle drie mee kunnen leven. Gebruik minstens drie oplossingen uit dit boekje.



Sterren tellen door een koker

ONDERZOEK

drie avonden, telkens ongeveer 35 minuten (20 minuten wennen aan het donker, 15 minuten tellen)

Dit heb je nodig

- een lege wc-rol of een opgerold stuk karton
- je rode lamp
- een blad met een tabel: plaats, datum, uur, aantal sterren
- een volwassene



Veiligheid

Ga altijd samen met een volwassene. Blijf op het voetpad of in een tuin, nooit op de rijweg. Kijk nooit door de koker naar de Zon.

- 1 Sterre wil bewijzen hoeveel sterren de stad haar afpakt. Kies een heldere avond zonder Maan, of met maar een smalle sikkel.
- 2 Ga buiten staan op een vaste plek in je straat of tuin. Wacht minstens twintig minuten (liefst langer), zodat je ogen aan het donker wennen, en gebruik alleen je rode lamp.
- 3 Kijk door de koker recht omhoog. Tel alle sterren die je door de koker ziet. Doe dit drie keer, telkens naar een iets ander stukje hemel, en reken het gemiddelde uit.
- 4 Herhaal het onderzoek op een donkerdere plek: in een groot park, aan de rand van je gemeente of op het platteland. Wacht daar even lang als in je straat (minstens twintig minuten) en tel op precies dezelfde manier, zodat de tellingen eerlijk te vergelijken zijn.
- 5 Noteer ook hoeveel lampen je rondom ziet branden, en of je aan de horizon een lichtkoepel ziet.
- 6 Vergelijk in de klas: wie telde het meest, en waar was dat? Maak samen een staafdiagram van alle tellingen.

Welke lampen in jouw straat schijnen naar de hemel in plaats van naar de grond, en welke zou je kunnen doven zonder dat iemand er last van heeft?

Zaterdag, 23.00 uur. Level 8: geen ster, en een jager



Om elf uur komt opa Roger met een verrekijker op statief: de verrassing. Kiko klimt op zijn schouder. 'Raadsel vijf. Zoek de W van Cassiopeia, en ga vandaar ongeveer anderhalve vuist verder, recht van de Poolster weg.' Eerst ziet Ravi niets. Dan kijkt hij er net naast, en ziet hij een klein, langwerpig, wazig veegje.

'Kijk er altijd een beetje naast,' zegt opa. 'De rand van je oog is in het donker gevoeliger dan het midden.' Dat veegje is het Andromedastelsel: een ander sterrenstelsel van ongeveer duizend miljard sterren, ongeveer 2,5 miljoen lichtjaar ver. Het licht vertrok toen er op Aarde nog geen mensen zoals wij bestonden.

Vier stempels. Om 23.40 uur kruipt laag in het oosten een orangerode ster boven de velden. Ze twinkelt hevig, want zo laag moet haar licht door veel lucht. 'Betelgeuze,' fluistert Sterre. 'Ze bestaat nog.' Vijf op vijf. Later klimt de hele jager omhoog: drie sterren op een rij als gordel, en tegenover Betelgeuze de blauwwitte Rigel.

Onder de gordel hangt het zwaard. Daarin zie je met een verrekijker een klein grijs wolkje: de Orionnevel, ongeveer 1 300 lichtjaar ver, een kraamkamer waar nu nieuwe sterren geboren worden. Uit zo'n wolk is ooit ook de Zon ontstaan.

In een van de Griekse verhalen was Orion een reusachtige jager die opschepte dat hij alle dieren zou doden. De aardgodin Gaia stuurde een schorpioen, die hem met één steek doodde. Ze kregen allebei een plek aan de hemel, maar zo ver mogelijk uit elkaar: als de Schorpioen opkomt, gaat Orion onder.

De echte reden: de Aarde reist rond de Zon. Elke nacht komen de sterren ongeveer vier minuten vroeger op, en zo verschuift de avondhemel met de seizoenen. Orion is een beeld van de winteravonden, de Schorpioen staat in de zomer laag in het zuiden. Volg je de gordel van Orion naar beneden, dan vind je later in de nacht Sirius.



Voet, volger en een leesfout

Veel sterren dragen Arabische namen, uit de tijd dat Arabische sterrenkundigen de hemel nauwkeurig in kaart brachten. Rigel komt van een woord voor 'voet', en Aldebaran betekent 'de volger', omdat hij achter het Zevengesternte aan lijkt te lopen. Betelgeuze is een Arabische naam die eeuwen geleden bij het overschrijven verkeerd gelezen werd.

24

OPEN VRAAG



Kobe wil in de zomervakantie, bij een kampvuur om tien uur 's avonds, Orion aan zijn neefjes tonen. Waarom gaat dat niet lukken? Leg het uit met de reis van de Aarde rond de Zon.

Orion in 3D op de speelplaats

SPEL

45 minuten

Dit heb je nodig

- zeven leerlingen als sterren, één leerling als de Aarde, de rest als toeschouwers
- zeven zaklampen, waarvan één met oranje of rood cellofaan (Betelgeuze) en één met blauw cellofaan (Rigel)
- een meetlint of een touw met een knoop om de meter
- stoepkrijt
- een tekening van Orion
- eventueel een bank om op te staan



Veiligheid

Schijn met de zaklampen niet in elkaars ogen, en loop niet rond in het donker: blijf op je plaats staan tot het licht weer aan is.

1

Kobe wil bewijzen dat een sterrenbeeld pas een figuur is als je het vanop de Aarde bekijkt. Zet met krijt een kruis op de speelplaats of in de turnzaal: hier staat de Aarde. Spreek af: 1 meter is 100 lichtjaar.

2

Elke ster stapt vanaf het kruis zo ver weg als haar afstand. Bellatrix, de andere schouder: ongeveer 2,5 meter. Betelgeuze: ongeveer 6 meter. Saiph, de andere voet: ongeveer 6,5 meter. Rigel: ongeveer 8,5 meter. De drie gordelsterren: elk ergens tussen 12 en 20 meter. Die afstanden zijn onzeker, dus kies een getal daartussen.

3

De Aarde kijkt met de tekening in de hand en zegt elke ster waar ze moet gaan staan: wat meer naar links of rechts, haar lamp hoger of lager. Pas als alle lampjes vanop het kruis de figuur van Orion vormen, is het goed.

Orion in 3D op de speelplaats (vervolg)

SPEL

- 4 Maak het zo donker mogelijk, bijvoorbeeld in de turnzaal met de lichten uit, en laat alle sterren hun lamp aandoen. Vanop het kruis zie je Orion.
- 5 Laat nu een toeschouwer tien meter opzij gaan staan en kijken. Wat blijft er over van de jager?
- 6 Wissel van rol, zodat iedereen een keer de Aarde is.

Hoe zou Orion eruitzien voor iemand die op een planeet bij Betelgeuze woont? Zou die er ook een jager in zien?

Zondag, 00.10 uur: de rode krabbels



Vijf op vijf. Nika slaat het Hemelschrift open op de laatste bladzijde. In het licht van haar rode lamp gebeurt er iets vreemds. De rode krabbels verbleken, alsof ze wegsmelten in het papier. Daaronder komen letters tevoorschijn, donker en scherp, in blauwe inkt.

'Rood licht,' fluistert Ravi. 'Wit papier kaatst rood licht terug, de rode krabbels ook, dus je ziet geen verschil meer. Maar blauwe inkt slikt het rode licht op en blijft donker.' Nika leest voor: 'Proficiat. Jullie hebben gezien wat de meeste mensen nooit zien. Draai je nu om.'

Ze draaien zich om. Bij de schuurdeur staat een oude vrouw met een rood lampje op haar voorhoofd en een verrekijker om haar nek. Kiko springt van opa's schouder en rent recht op haar af. 'Odette!' Opa Roger grinnikt. 'Mijn zus. Ze woont om de hoek. Ze wachtte al vijftientig jaar op dit moment.'

Bij de schuur, onder de jager

Odette

Vijfentwintig jaar. Elk jaar dacht ik: dit jaar vindt iemand het schrift.

O

Sterre

Maandag zag ik er drie. Vannacht kan ik ze niet eens meer tellen.

S

Odette

Ze waren er altijd. Je kan ze alleen niet zien als we de nacht volzetten met lampen.

O

Kobe

Ik vond het donker eerst eng. Nu wil ik eigenlijk niet naar binnen.

K

Odette

Weet je wat het mooiste is? Het ijzer in je bloed en het calcium in je botten zijn ooit in sterren gemaakt, en ontploffende sterren bliezen ze de ruimte in. Alleen de waterstof in je lichaam is ouder: die bestaat al sinds het begin van het heelal.

O

Ravi

Dus wij zijn eigenlijk loot van een ontplofte ster.

R

Odette

Zo heb ik het nog nooit gezegd. Maar ja.

O

Nika

En nu? Het schrift is uit.

N

Odette

Nu schrijven jullie de volgende bladzijden. Voor de klas die na jullie komt.

O

Eindbaas-vraag van het Hemelschrift. Ravi zegt: 'Als er in het Andromedastelsel iemand nu met een supertelescoop naar de Aarde kijkt, ziet die de boerderij van opa Roger niet.' Heeft hij gelijk? Wat zou die waarnemer zien, en wanneer zou het licht van deze nacht daar aankomen?

Woordenlijst

ster

Gigantische bol heet gas die zelf licht en warmte maakt door kernfusie. De Zon is ook een ster.

nevel

Reusachtige wolk van gas en stof in de ruimte, waarin nieuwe sterren kunnen ontstaan.

witte dwerg

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

neutronenster

Superzware, piepkleine rest van een supernova: meer massa dan de Zon in een bol van ongeveer 20 km.

sterrenbeeld

Stuk van de hemel met een herkenbaar patroon van sterren en een naam. Er zijn er officieel 88.

draaibare sterrenkaart

Kaart met een draaiende schijf: zet datum en uur tegenover elkaar en je ziet welke sterren er staan.

sterrenstelsel

Reusachtige groep van miljarden sterren, gas en stof, zoals onze Melkweg of het Andromedastelsel.

kernfusie

Atoomkernen botsen zo hard dat ze samensmelten tot een zwaardere kern. Daarbij komt veel energie vrij.

rode reus

Opgezwollen, koeler geworden ster op het einde van haar leven, zoals de Zon later wordt.

supernova

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

lichtjaar

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

circumpolair

Zo dicht bij de Poolster dat een ster vanuit jouw land nooit ondergaat, zoals de Steelpan in België.

planeet

Groot hemellichaam dat rond een ster draait en geen eigen licht maakt, maar sterlicht terugkaatst.

lichtvervuiling

Kunstlicht dat 's nachts naar de hemel lekt en de sterren onzichtbaar maakt.



Jouw eindbaas: het Hemelschrift, deel twee

Odette gaf de crew een nieuw, leeg schrift. Nu ben jij aan de beurt. Schrijf drie raadsels over sterren of sterrenbeelden die je vanuit België kan zien, voor iemand die dit boekje nooit gelezen heeft. Elk raadsel moet kloppen met echte feiten: kleur, afstand, levenslijn of waar en wanneer je de ster vindt. Test je raadsels op een vriend of vriendin. En kies daarna een heldere avond om ze samen buiten op te lossen, met een rode lamp, warme sokken en een volwassene.

Wat neem ik mee?

- ✓ Nika schrijft de eerste bladzijde voor de klas die na hen komt: een ster is een gigantische bol heet gas. In haar hart smelten waterstofkernen samen tot helium, en dat geeft licht en warmte. De Zon is ook een ster, alleen staat ze veel dichterbij.
- ✓ Een ster blijft in evenwicht omdat haar zwaartekracht naar binnen trekt en de druk van het hete gas naar buiten duwt. Sterren twinkelen niet zelf: dat doet de bewegende lucht rond de Aarde.
- ✓ Bij sterren is blauw heet en rood koel: Rigel is ongeveer 12 000 °C, de Zon ongeveer 5 500 °C en Betelgeuze ongeveer 3 300 °C.
- ✓ Als de Zon een pingpongballetje was, was een rode dwerg een erwte en Betelgeuze een bal zo hoog als een flat van negen verdiepingen.
- ✓ Elke ster ontstaat in een nevel. Lichte sterren zoals de Zon worden een rode reus en daarna een witte dwerg. Zware sterren worden een rode superreus en ontploffen als supernova. Hoe zwaarder een ster, hoe korter ze leeft.
- ✓ Een lichtjaar is een afstand: hoe ver licht in een jaar gaat, ongeveer 9 460 miljard kilometer. Hoe verder een ster staat, hoe ouder het licht dat je van haar ziet.
- ✓ De Poolster vind je door de lijn door de twee achterste sterren van de Steelpan vijf keer te verlengen. In België staat ze ongeveer 51 graden hoog, en de hele hemel draait rond haar.
- ✓ Cassiopeia is een W aan de andere kant van de Poolster, Orion is de jager van de winteravonden en de Zomerdriehoek bestaat uit Wega, Deneb en Altaïr. Bij die patronen horen oude verhalen uit de hele wereld, maar hun sterren staan op heel verschillende afstanden.
- ✓ Een planeet maakt geen eigen licht, twinkelt bijna niet en schuift over een paar weken tussen de sterren op. Een draaibare sterrenkaart lees je met een rode lamp, zodat je ogen aan het donker gewend blijven.
- ✓ Door lichtvervuiling zie je boven de stad soms maar een paar sterren. Lampen die naar beneden schijnen, warm licht en lichten uit waar het kan, geven ons de sterren en de nacht voor dieren terug.



Tip voor ouders en leerkrachten

Volkssterrenwachten zoals MIRA in Grimbergen, Urania in Hove, Beisbroek in Brugge en Armand Pien in Gent houden geregeld kijkavonden; die gaan alleen door bij heldere hemel, dus kijk vooraf hun website na. Zoek de datum van de Nacht van de Duisternis op (elk jaar in oktober) en trek samen naar een zo donker mogelijke plek: een gewone verrekijker op een statief toont al de Orionnevel, de manen van Jupiter en het Andromedastelsel. Welke planeten 's avonds te zien zijn, verandert elk jaar: zoek dat samen op in een sterrenkaart of bij een volkssterrenwacht, en richt een verrekijker nooit naar de Zon. Gespreksvraag aan tafel: welke lampen bij ons thuis en in onze straat zouden 's nachts uit mogen?

De antwoorden staan in het apart antwoordenboekje van dit boekje.

Ruimte! Veertien boekjes

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

Alle boekjes

1 Ons zonnestelsel

2 De Zon

3 De rots- planeten

4 De reuzen

5 Manen, kometen en asteroiden

6 Aarde en Maan

7 Sterren en sterrenbeelden

8 Melkweg en heelal

9 Zwarte gaten

10 Ruimtevaart door de tijd

11 Raketten en astronauten

12 Telescopen en sondes

13 Leven in de ruimte?

14 Proefjes en ruimtequiz

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

Tekst en opmaak: Brecht Corbeel · schoolium.me