

Telescopen, sondes en onderzoek vanuit de ruimte

Voor leerkracht of ouder. De antwoorden staan in dezelfde volgorde als de vragen in het boekje. Bij open vragen is het een voorbeeldantwoord: het kind mag het anders en toch juist zeggen.

1 meerkeuze

Ze staan zo dicht bij het felle Jupiter dat ze voor zijn oog in één stip versmelten.

Een verrekijker of telescoop trekt Jupiter en zijn manen uit elkaar, zodat je ze apart ziet.

2 rekenen

Ongeveer 50 keer zoveel licht (een antwoord van 49 tot 51 keer is goed). De lens is ongeveer 7 keer zo breed als je pupil, en $7 \times 7 = 49$ keer zoveel oppervlakte. Eigenlijk is ze iets meer dan 7 keer zo breed ($50 : 7$ is ongeveer 7,1), en wie zo precies rekt komt uit op ongeveer 51. Controle: 7 keer de pupil is $7 \times 7 \text{ mm} = 49 \text{ mm}$, bijna de 50 mm van de lens.

Het gaat om de oppervlakte van de opening, dus je vermenigvuldigt de breedte met zichzelf.

3 invullen

brandpunt

Daar ontstaat het kleine beeldje; de afstand van de lens tot dat punt heet de brandpuntsafstand.

4 waar of onwaar

onwaar

De eerste kijkers kwamen in 1608 uit de Nederlanden, onder meer van Hans Lipperhey uit Middelburg; Galileo hoorde er pas in 1609 over en bouwde toen zelf een betere.

5 open vraag

Op één nacht zie je alleen vier sterretjes op een rij; dat kunnen ook verre sterren zijn die toevallig naast Jupiter staan. Door nachten te vergelijken zag Galileo dat ze heen en weer schoven maar altijd met Jupiter meereisden: ze draaiden dus rond Jupiter. Als er iets rond Jupiter draait, dan draait niet alles rond de Aarde. Dan kan de Aarde ook gewoon een planeet zijn die zelf ergens rond draait.

Eén waarneming is een momentopname; pas een reeks waarnemingen toont een beweging, en die beweging was het bewijs.

6 rekenen

900 : 10 = 90 keer. 1 200 : 25 = 48 keer. Controle: 90 x 10 = 900 en 48 x 25 = 1 200.

Vergroting = brandpuntsafstand van de spiegel of lens gedeeld door de brandpuntsafstand van het oculair.

7 meerkeuze

Een grote lens zakt door haar eigen gewicht en geeft gekleurde randjes; een spiegel kan je van achteren ondersteunen en uit stukken maken.

Bij een spiegel telt alleen het bovenvlak, en daardoor kunnen spiegels tientallen meters groot worden.

8 waar of onwaar

onwaar

Ruim 500 kilometer is niets vergeleken met de afstand tot de sterren; Hubble ziet scherper omdat hij boven de bewegende lucht, de wolken en het stadslicht hangt.

9 meerkeuze

Omdat een warme telescoop zelf infrarood uitstraalt en zo het zwakke licht van verre sterrenstelsels overstraalt.

Webb kijkt naar warmtestraling; zijn eigen warmte zou zijn foto's verblinden, zoals een zaklamp die in je eigen ogen schijnt.

10 invullen

1,5 miljoen

Zo ver weg kan het zonnescherm Zon, Aarde en Maan tegelijk aan één kant houden, zodat de telescoop ijskoud blijft.

11 open vraag

Het licht van die sterrenstelsels is miljarden jaren onderweg. Omdat het heelal intussen uitdijt, wordt dat licht onderweg uitgerekt, zoals een tekening op een ballon die je opblaast. Lichtgolven die vertrokken als gewoon licht, komen hier aan als infrarood. Een telescoop voor gewoon licht mist ze dus, maar een infraroodtelescoop zoals Webb ziet ze wel.

Hoe verder een sterrenstelsel, hoe langer zijn licht onderweg was en hoe meer het uitgerekt werd.

12 waar of onwaar

onwaar

Veel radiogolven gaan door wolken, en daglicht stoort ze niet; daarom kan een radiotelescoop ook bij regen en overdag werken.

13 open vraag

Om af te remmen moet een sonde brandstof verbranden, en hoe sneller ze gaat, hoe meer ze nodig heeft. New Horizons ging zo snel dat ze een enorme extra tank had moeten meenemen. Een zwaardere sonde vraagt een grotere raket en wordt trager, dus de reis had nog veel langer geduurd of was onbetaalbaar geworden. Door voorbij te scheren zagen de onderzoekers Pluto toch van dichtbij, met een lichte en snelle sonde, die daarna nog verder kon vliegen naar Arrokoth.

Elke keuze in de ruimtevaart is een ruil: wie wil remmen of landen, moet extra brandstof meesleuren.

14 rekenen

$5 \times 5 = 25$. Het zonlicht is bij Jupiter ongeveer 25 keer zwakker dan bij de Aarde. Daarom heeft Juice enorme zonnepanelen van 85 vierkante meter nodig, en zelfs die leveren daar maar ongeveer 850 watt.

Licht spreidt zich uit over een steeds groter oppervlak, dus het wordt zwakker met de afstand maal zichzelf.

15 in volgorde

1. Juice vertrekt met een Ariane 5 vanuit Kourou (april 2023). 2. Juice scheert kort na elkaar langs de Maan en de Aarde (augustus 2024). 3. Juice zwiept langs Venus (augustus 2025). 4. Juice scheert boven de Indische Oceaan langs de Aarde (september 2026). 5. Juice maakt haar laatste zwiep langs de Aarde (januari 2029). 6. Juice komt aan bij Jupiter (juli 2031). 7. Juice gaat in een baan rond een ijsmaan (eind 2034).

Vier zwiepen langs de Aarde, de Maan en Venus geven Juice samen genoeg snelheid om Jupiter te bereiken met weinig brandstof.

16 rekenen

Het beeld is al 20 minuten oud als je het ziet, en je bevel is nog eens 20 minuten onderweg: samen 40 minuten. $40 \times 60 = 2\,400$ seconden. $2\,400 \times 4\text{ cm} = 9\,600\text{ cm} = 96\text{ meter}$. Je 'stop' komt dus bijna 100 meter te laat: daarom moet een rover zelf kunnen stoppen.

Bij vertraging tel je de tijd heen en terug samen, en zet je minuten om naar seconden.

17 invullen

veertien

Opportunity landde in januari 2004 en werkte tot juni 2018, en reed in die tijd ongeveer 45 kilometer.

18 rekenen

300 000 : 1 000 = 300. Je gsm zit er dan ongeveer 300 kilometer naast, ongeveer de afstand van Brussel tot voorbij Parijs. Daarom hebben de satellieten atoomklokken aan boord.

Een fout in de tijd wordt een fout in de afstand: tijd maal snelheid.

19 waar of onwaar

onwaar

De satellieten zenden alleen uit; je gsm luistert naar minstens vier satellieten en rekent zelf uit waar hij is.

20 verbinden

1-B, 2-D, 3-E, 4-A, 5-C

Elke satelliet draait op de hoogte en in de baan die het best past bij haar job.

21 verbinden

1-C, 2-B, 3-A, 4-E, 5-D

Van de Ardennen tot Brussel en Grimbergen: België bouwt, bestuurt en volgt satellieten en laat iedereen de hemel ontdekken.

22 meerkeuze

Eén satelliet houdt een ronde schijf voor de Zon, zodat de andere, op ongeveer 150 meter, in de schaduw de corona kan fotograferen.

De schijf werkt zoals de Maan bij een echte zonsverduistering, maar de satellieten kunnen dat elke baan opnieuw doen.

23 open vraag

Elk plan kan, als je het goed verdedigt. Plan A: een grotere spiegel vangt meer licht, dus zie je zwakkere en verdere dingen; boven de lucht stoort niets het beeld; één telescoop helpt jarenlang duizenden onderzoekers, zoals Hubble met ruim anderhalf miljoen waarnemingen. Nadeel: hij kijkt alleen van ver. Plan B: alleen ter plaatse kan je onder het ijs naar water en misschien leven zoeken; Juice toont dat ESA zo'n reis kan; een lander meet dingen die geen telescoop kan meten. Nadeel: de reis duurt jaren, landen is moeilijk en door de vertraging van de signalen moet de lander zelf beslissen. Plan C: zulke satellieten helpen elke dag mensen, bij het weer, bosbranden, overstromingen en landbouw, zoals de Sentinels en PROBA-V. Nadeel: je leert er minder mee over het heelal, en elke extra satelliet maakt de ruimte rond de Aarde drukker.

Een sterk antwoord gebruikt feiten uit verschillende levels en durft ook de zwakke kant van de eigen keuze te noemen.

E1 meerkeuze

A. Licht verzamelen.

E2 open vraag

Bijvoorbeeld geen storende aardatmosfeer, of waarnemen van straling die de atmosfeer niet goed doorlaat.

E3 waar of onwaar

Onwaar. Ruimtesondes zijn onbemande onderzoeksvaartuigen.