

Zwarte gaten, supernova's en andere bijzondere objecten

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

Heel veel massa, samengeperst op een piepkleine plek, waar zelfs licht niet uit kan ontsnappen.

Een zwart gat is geen gat, maar juist ontzettend veel massa op een kleine plek; de zwaartekracht is er zo sterk dat zelfs licht niet ontsnapt.

2 invullen

waarnemingshorizon

Binnen de waarnemingshorizon zou je sneller dan het licht moeten gaan om te ontsnappen, en dat kan niets.

3 waar of onwaar

onwaar

Met dezelfde massa trekt het zwarte gat op onze afstand even hard als de Zon nu, dus de Aarde blijft in haar baan; het wordt wel donker en koud.

4 rekenen

$10 \times 6 \text{ km} = 60 \text{ km}$. Gaia BH1 is dus ongeveer 60 km breed, iets meer dan de afstand van Gent tot Antwerpen in vogelvlucht. Het zou makkelijk binnen België passen: $280 : 60$ is meer dan 4, dus je kan er ruim vier naast elkaar leggen.

De breedte van een zwart gat groeit even hard als zijn massa: tien keer zo zwaar is tien keer zo breed.

5 meerkeuze

Heet gas dat rond het zwarte gat kolkt en straling uitzendt, met in het midden de schaduw van het zwarte gat.

Het zwarte gat zelf zendt niets uit; je ziet het gloeiende gas eromheen en de donkere schaduw waar het licht naar binnen valt.

6 open vraag

Het zwarte gat staat zo ver dat het aan de hemel piepklein lijkt. Hoe breder een telescoop, hoe scherper hij kleine dingen kan zien, en geen enkele telescoop is breed genoeg. Door telescopen op plekken over de hele wereld tegelijk te laten meten en hun gegevens samen te voegen, werkten ze als één telescoop zo breed als de Aarde.

Telescopen die ver uit elkaar staan samen laten kijken, maakt het beeld veel scherper dan één telescoop kan.

7 waar of onwaar

onwaar

Een pulsar straalt voortdurend twee bundels uit; wij zien een flits telkens als een ronddraaiende bundel over de Aarde zwiept, zoals bij een vuurtoren.

8 in volgorde

nevel van gas en stof, zware ster die waterstof samensmelt, rode superreus, supernova, zwart gat

De ster ontstaat in een nevel, smelt eerst waterstof samen, zwelt op tot superreus, ontploft als supernova en laat bij de zwaarste sterren een zwart gat achter.

9 meerkeuze

Niets: hij wordt helemaal weggeblazen.

Bij deze soort supernova ontploft de witte dwerg in zijn geheel; er blijft alleen een wolk van resten over, zoals bij de supernova van 1604.

10 rekenen

90 minuten = $90 \times 60 = 5\,400$ seconden. $5\,400 \times 30 = 162\,000$. Tijdens één match draait de pulsar ongeveer 162 000 keer rond.

Je zet de minuten eerst om naar seconden en vermenigvuldigt dan met het aantal rondjes per seconde.

11 open vraag

Wel: Betelgeuze is een rode superreus in Orion, op ongeveer 550 tot 700 lichtjaar. Ze zal ooit als supernova ontploffen, waarschijnlijk ergens in de komende 100 000 jaar. Dan wordt ze misschien even fel als de halve maan en is ze ook overdag te zien. Voor de Aarde is dat niet gevaarlijk, want ze staat veel te ver. Niet: dat ze deze week of op een bepaalde datum ontploft, want dat weet niemand.

Een eerlijk filmpje vertelt wat we weten én zegt duidelijk wat we niet weten.

12 verbinden

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

Emissienevels gloeien zelf, reflectienevels kaatsen licht terug, donkere nevels houden licht tegen, en planetaire nevels en supernovaresten zijn wat stervende sterren achterlaten.

13 open vraag

In nevels zoals de Orionnevel worden nieuwe sterren geboren: een kraamkamer. Andere nevels ontstaan als sterren sterven: een ster als de Zon blaast een planetaire nevel weg, en een zware ster laat na een supernova een wolk van resten achter. Dat is het kerkhof. De stoffen die in die stervende sterren gemaakt werden, mengen zich met andere wolken, en daaruit ontstaan later nieuwe sterren en planeten. Het kerkhof levert dus bouw materiaal voor de volgende kraamkamer.

Sterren worden in nevels geboren en laten bij hun dood weer nevels achter, zodat hun stoffen opnieuw gebruikt worden.

14 invullen

quasar

Een quasar is een superzwaar zwart gat dat veel gas opslokt; dat gas gloeit in een hete schijf rond het zwarte gat.

15 invullen

2015

Op 14 september 2015 ving LIGO de zwaartekrachtgolf op van twee samensmeltende zwarte gaten.

16 waar of onwaar

waar

Een zwaartekrachtgolf rekt de ruimte zelf in de ene richting uit en drukt ze in de andere samen, maar zo weinig dat alleen supergevoelige meetstations zoals LIGO het opmerken.

17 meerkeuze

Een planeet schuift elke 12 dagen voor de ster langs, dus een jaar duurt op die planeet 12 dagen.

Een regelmatige, kleine dip in het licht is het kenmerk van de transitmethode; de tijd tussen twee dips is één jaar van de planeet.

18 rekenen

1 procent van 10 000 = $10\,000 : 100 = 100$ puntjes. Er blijven dus $10\,000 - 100 = 9\,900$ puntjes over. Een tienduizendste van $10\,000 = 10\,000 : 10\,000 = 1$ puntje. De Aarde houdt dus minder dan 1 van de 10 000 puntjes tegen. Zo'n klein verschil kan je ogen nooit zien, alleen een supergevoelige telescoop.

Procent betekent 'per honderd'; een tienduizendste is nog eens honderd keer kleiner dan 1 procent.

19 waar of onwaar

onwaar

De bewoonbare zone zegt alleen dat het niet te heet en niet te koud kan zijn voor vloeibaar water; of er water, een dampkring of leven is, moet je nog onderzoeken.

20 open vraag

De Maan staat even ver van de Zon als de Aarde, dus het zou er niet te heet en niet te koud hoeven te zijn voor water. Maar de Maan heeft geen lucht rondom zich, geen dampkring. Zonder die deken kan water niet vloeibaar blijven op de bodem, dus het verdwijnt of blijft alleen als ijs in donkere kraters liggen.

Een plek in de bewoonbare zone is niet genoeg: een planeet of maan heeft ook een dampkring nodig om vloeibaar water vast te houden.

21 meerkeuze

Omdat TRAPPIST-1 klein en koel is en weinig warmte geeft, zodat het gebied dat precies goed is heel dicht bij de ster ligt.

Hoe zwakker en koeler een ster, hoe dichter bij haar de bewoonbare zone ligt; daarom liggen de zones van rode dwergen zo dicht bij de ster.

22 rekenen

$300\,000 : 17$ is ongeveer $17\,600$. Voyager 1 is dus ongeveer $17\,600$ keer trager dan het licht. Ze zou er dus ook ongeveer $17\,600$ keer langer over doen: $40 \times 17\,600 = 704\,000$ jaar. Dat is ruim zevenhonderdduizend jaar.

Wie een aantal keer trager gaat, doet er hetzelfde aantal keer langer over.

23 verbinden

1-C, 2-F, 3-A, 4-B, 5-E, 6-D

Elk monster heeft zijn eigen kenmerk: zwarte gaten houden licht vast, neutronensterren zijn superzwarte bolletjes, pulsars zwiepen, supernova's ontploffen, quasars stralen en exoplaneten draaien rond andere sterren.

24 open vraag

We weten het niet. Wat we wel weten: planeet e is ongeveer zo groot als de Aarde, waarschijnlijk van rots, en draait in de bewoonbare zone van TRAPPIST-1, op ongeveer 40 lichtjaar. Het zou er dus niet te heet en niet te koud kunnen zijn voor vloeibaar water. Wat we niet weten: of e een dampkring heeft, of er water is en of er leven is. In de bewoonbare zone liggen is geen bewijs, kijk maar naar de Maan. Met de James Webb-ruimtetelescoop onderzoeken sterrenkundigen of e een dampkring heeft en welke stoffen erin zitten. Pas daarna kunnen ze zeggen of leven er mogelijk is.

Een goed antwoord houdt uit elkaar wat gemeten is, wat nog onbekend is en hoe je het verder onderzoekt.

E1 meerkeuze

C. Binnen de gebeurtenishorizon kan zelfs licht niet ontsnappen.

E2 invullen

Supernova.

E3 open vraag

Een neutronenster is klein maar extreem dicht en heeft een zeer grote massa.