

Melkweg, sterrenstelsels en het heelal

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

Het samengevloeiende licht van miljarden verre sterren uit ons eigen sterrenstelsel.

De Melkweg bestaat uit zoveel verre sterren dat hun licht samenvloeit tot één gloed, die je alleen ziet als het echt donker is.

2 waar of onwaar

onwaar

De Melkweg staat er wel, maar lichtvervuiling maakt de nachthemel zo grijs dat haar zwakke gloed verdwijnt.

3 invullen

jaar

Licht legt in één jaar ongeveer 9 460 miljard kilometer af, en die afstand noemen we één lichtjaar.

4 rekenen

In één minuut: $300\,000 \times 60 = 18\,000\,000$ km, dus 18 miljoen kilometer. In 8 minuten: 8×18 miljoen = 144 miljoen kilometer. Dat is bijna de afstand van de Aarde tot de Zon (ongeveer 150 miljoen km). Daarom doet zonlicht er ongeveer 8 minuten over, om precies te zijn ongeveer 8 minuten en 20 seconden.

Afstand is snelheid maal tijd; je zet de minuut eerst om naar seconden.

5 waar of onwaar

onwaar

De Zon staat ongeveer 26 000 lichtjaar van het centrum, in de Orionarm, ongeveer halfweg naar de rand.

6 meerkeuze

Omdat wij zelf in de platte schijf zitten en er van binnenuit langs kijken.

Langs de schijf zie je ontelbare sterren achter elkaar en dat vormt de streep; uit de schijf kijk je langs veel minder sterren.

7 rekenen

4 600 : 230 = 20. De Zon heeft ongeveer 20 rondjes gemaakt, dus ze is ongeveer 20 galactische jaren oud. Controle: 20 x 230 = 4 600.

Je deelt de leeftijd van de Zon door de duur van één rondje, allebei in miljoenen jaren.

8 meerkeuze

Dat Andromeda een apart sterrenstelsel is, ver buiten de Melkweg.

Met de knipperster kon Hubble de afstand uitrekenen, en die bleek veel groter dan de hele Melkweg breed is.

9 waar of onwaar

onwaar

Volgens metingen uit 2025 is de kans op samensmelten in de komende 10 miljard jaar maar ongeveer half om half, en zelfs bij een botsing glijden bijna alle sterren langs elkaar.

10 verbinden

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

Hoe verder de lichtbron, hoe langer het licht onderweg was en hoe verder je terugkijkt in de tijd.

11 open vraag

Het ziet de Aarde zoals ze ongeveer 2,5 miljoen jaar geleden was, want het licht dat nu bij hem aankomt, vertrok toen van de Aarde. Het ziet geen steden, geen straatlampen en geen mensen zoals wij: toen leefden er in Afrika pas vroege mensachtigen. Wat wij vandaag doen, komt pas over 2,5 miljoen jaar bij hem aan.

Kijken in de tijd werkt in beide richtingen: ook ons licht doet er 2,5 miljoen jaar over om Andromeda te bereiken.

12 meerkeuze

Je ziet licht van ongeveer 500 jaar geleden. Dat de ster nu nog bestaat, is heel waarschijnlijk, maar hoe ze er nu uitziet, kan je niet zien.

Op 500 lichtjaar is het licht 500 jaar onderweg; sterren leven veel langer dan dat, maar wat er intussen gebeurde, zie je pas later.

13 verbinden

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

Spiraalstelsels en balkspiraalen zijn platte schijven met armen, elliptische stelsels zijn eivormige bollen met oude sterren, en onregelmatige stelsels hebben geen vaste vorm.

14 rekenen

B: $1 \times 2 = 2$ cm, dus 1 cm opgeschoven. C: $3 \times 2 = 6$ cm, dus 3 cm opgeschoven. In hetzelfde uur schoof de verste rozijn drie keer zo ver op: ze ging dus drie keer zo snel van A weg. Dat is precies de wet van Hubble-Lemaître: hoe verder, hoe sneller weg.

Als alles overal evenveel groeit, groeien grote afstanden in dezelfde tijd meer dan kleine.

15 waar of onwaar

onwaar

De krachten tussen atomen houden je kamer bijeen, en de zwaartekracht houdt de Aarde, de sterrenstelsels en zelfs de Lokale Groep bij elkaar; alleen de ruimte tussen groepen sterrenstelsels groeit.

16 in volgorde

Het heelal is overal heet en dicht en begint uit te dijen. De eerste atomen ontstaan en het licht kan vrij reizen. De eerste sterren gaan branden. De Zon en de Aarde ontstaan. De laatste dinosaurussen sterven uit.

Na ongeveer 380 000 jaar kwamen de eerste atomen, na 100 tot 200 miljoen jaar de eerste sterren, 4,6 miljard jaar geleden de Zon en de Aarde, en 66 miljoen jaar geleden stierven de laatste dinosaurussen.

17 meerkeuze

Het heelal was overal heet en dicht, en het dijt sindsdien overal tegelijk uit.

De oerknal gebeurde niet op één plek in een lege ruimte: de ruimte zelf dijt overal tegelijk uit.

18 invullen

13,8

Uit de snelheid van het uitdijen en de kosmische achtergrondstraling rekenen sterrenkundigen een leeftijd van ongeveer 13,8 miljard jaar uit.

19 open vraag

Dat licht vertrok toen het heelal pas ongeveer 380 000 jaar oud was, heel jong vergeleken met de 13,8 miljard jaar van nu. Het toont hoe het heelal er toen uitzag, net zoals een babyfoto toont hoe jij er als baby uitzag. Verder terug kan niet met licht, want daarvoor was het heelal een gloeiende soep waar licht niet door kon, zoals dikke mist.

De kosmische achtergrondstraling is het oudste licht dat vrij kon reizen, en daarom het verste wat we met licht kunnen terugkijken.

20 meerkeuze

De buitenste sterren van sterrenstelsels draaien zo snel dat er veel meer massa moet zijn dan we zien.

Donkere materie geeft geen licht, maar haar zwaartekracht verradt haar: aan de snelheid van sterren en aan licht dat wordt afgebogen.

21 open vraag

Dat het uitdijen steeds sneller gaat, is gemeten, door twee teams apart, met verre ontploffende sterren. Dat is dus niet verzonnen. Wat we nog niet kennen, is de oorzaak. 'Donkere energie' is de naam voor die onbekende oorzaak, zoals een leeg vakje in een verzamelmap: je weet dat er iets hoort, maar nog niet wat. Net zoals je wind kan meten zonder hem te zien.

In de wetenschap kan je iets zeker meten en tegelijk eerlijk zeggen dat je de verklaring nog niet hebt.

22 invullen

waarneembare

Het waarneembare heelal is het deel waarvan het licht ons sinds de oerknal heeft kunnen bereiken; het hele heelal kan veel groter zijn.

23 in volgorde

de Aarde, het zonnestelsel, de Orionarm, de Melkweg, de Lokale Groep, de supercluster Laniakea, het waarneembare heelal

Elke regel past in de volgende: de Aarde in het zonnestelsel, dat in de Orionarm van de Melkweg, die in de Lokale Groep, die in Laniakea, en alles wat we zien in het waarneembare heelal.

24 open vraag

Voor zover we weten, heeft het heelal geen midden. Het dijt overal tegelijk uit, zoals het deeg overal tegelijk rijst of het oppervlak van de ballon overal tegelijk groter wordt. Vanuit elke roos, of elk sterrenstelsel, lijkt het alsof alle andere wegschuiven. Daardoor lijkt elke plek het midden, maar geen enkele is het echt. De Aarde is alleen het midden van haar eigen waarneembare heelal, de bol die wij kunnen zien, zoals jij altijd in het midden van je eigen horizon staat.

Uitdijen zonder middelpunt betekent dat elke waarnemer, waar ook, hetzelfde ziet: alles schuift van hem weg.

E1 meerkeuze

A. De Melkweg.

E2 waar of onwaar

Onwaar. De Melkweg bevat enorm veel sterren; ons zonnestelsel is slechts een klein onderdeel.

E3 waar of onwaar

Onwaar. Het zonnestelsel is een zeer klein onderdeel van het heelal.

E4 open vraag

Sterren staan zo ver weg dat lichtjaren de getallen veel overzichtelijker maken.

E5 open vraag

Bijvoorbeeld een spiraalvorm, elliptische vorm of onregelmatige vorm.