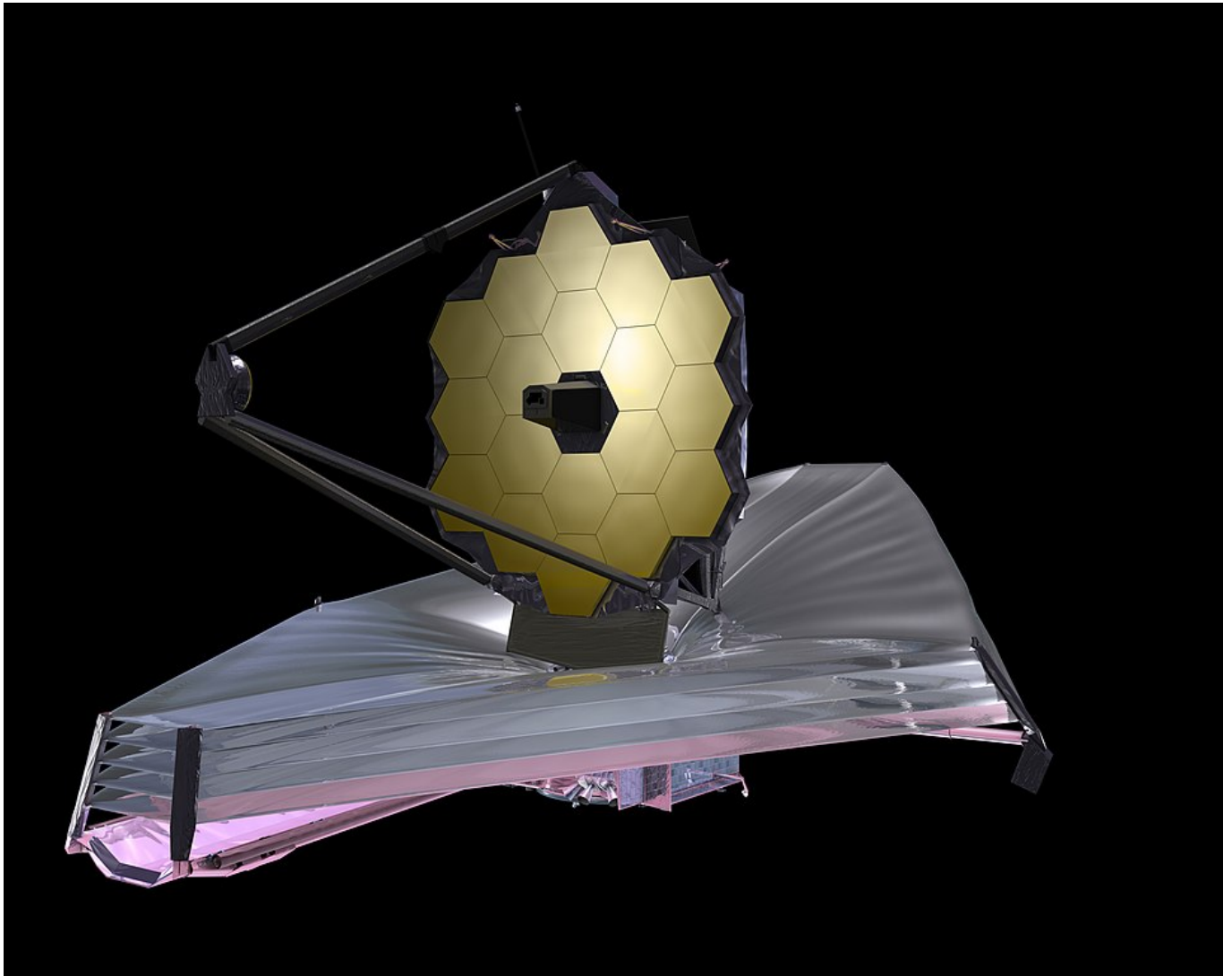


Oudste sterrenstelsels ooit gezien

Het heelal is een kleine 14 miljard jaar oud. Maar hoe oud zijn de oudste sterrenstelsels? Nieuwe metingen van de James Webb-ruimtetelescoop geven een verrassend antwoord op die vraag.



Afbeelding 1. De James Webb-telescoop. Een illustratie van de telescoop waarmee de metingen zijn gedaan. Afbeelding: NASA.

In een aantal vorige artikelen op Quantum Universe bespraken we al de nieuwe James Webb-ruimtetelescoop, NASA's opvolger van de Hubble-telescoop. Vlak nadat alle spiegels waren gekalibreerd zond de James Webb al foto's van een adembenemend detail naar de Aarde. Daarna volgden de eerste wetenschappelijke resultaten. Een van de meest tot de

verbeelding sprekende resultaten was de waarneming van een aantal van de oudste sterrenstelsels ooit door de mens gezien. De oudste hiervan draagt de science-fictionachtige naam JADES-GS-z13-0 (waarover later meer) en het licht dat de James Webb telescoop ervan opving werd ongeveer 200 miljoen jaar na de oerknal uitgezonden. Dat is dus 13,6 miljard jaar geleden! Dit is 100 miljoen jaar eerder dan wat vóór deze ontdekking het oudst waargenomen sterrenstelsel was. In juli 2022 werden de eerste resultaten gepubliceerd, en afgelopen december werden de waarnemingen van JADES-GS-z13-0 en andere zeer oude sterrenstelsels bevestigd in [dit artikel](#).

De naam van het sterrenstelsel verwijst naar de *roodverschuivingsfactor* z . Deze factor drukt uit hoeveel 'roder' het zichtbare licht dat door het sterrenstelsel werd uitgezonden is geworden onder invloed van de uitdijning van het heelal. Hoe verder een sterrenstelsel bij ons vandaan staat, hoe meer de golflengte van het licht wordt 'opgerekt' door die uitdijning, waardoor het verkleurt in de richting van het (infra)rood. En hoe verder weg het sterrenstelsel staat, hoe ouder het licht daarvandaan is dat nu de Aarde bereikt, simpelweg doordat licht zich met een eindige snelheid verplaatst. De roodverschuivingsfactor geeft dus een maat voor hoe oud het licht is dat de telescoop bereikt. Zoals de naam al aangeeft, is de roodverschuivingsfactor van JADES z13 gelijk aan 13, wat daarmee gelijk het oudste licht is dat ooit van een sterrenstelsel is waargenomen. Hieruit kunnen we concluderen dat het sterrenstelsel *ten minste* zo oud is als het licht dat door de telescoop is opgevangen, maar waarschijnlijk nog ouder.

Het bepalen van de roodverschuivingsfactor maakt op een handige manier gebruik van de twee belangrijkste ontdekkingen in de natuurkunde uit het begin van de 20e eeuw. In de eerste plaats is de precieze roodverschuiving (die vergelijkbaar is met het Doppler-effect, maar voor lichtgolven in plaats van geluidsgolven) een gevolg van de wetten van Einsteins relativiteitstheorie. Het tweede ingrediënt is de quantummechanica: licht dat door het sterrenstelsel wordt uitgezonden reist door ijl gas van waterstof in het heelal en wordt daardoor geabsorbeerd op golflengtes met de juiste 'quanta' aan energie. Eén zo'n golflengte, karakteristiek voor waterstof, is de zogeheten *Lyman- α -spectraallijn*. Deze spectraallijn is ook goed zichtbaar voor wie bijvoorbeeld naar het spectrum van onze zon kijkt. Wanneer het sterrenstelsellicht, nadat het door het gasvormige waterstof is gekomen, verder reist in de richting van de Aarde, zorgt de roodverschuiving ervoor dat de spectraallijnen allemaal naar de langere golflengtes (dus roder) toe schuiven. De duidelijk

herkenbare Lyman- α -lijn schuift dus ook op, wat de astronomen die de beelden van James Webb analyseren de mogelijkheid geeft de roodverschuivingsfactor te meten en daarmee te bepalen hoe oud het door het sterrenstelsel uitgezonden licht moet zijn geweest toen het de telescoop bereikte.

De ontdekking van zulke oude sterrenstelsels is wetenschappelijk gezien vooral interessant voor de theoretische modellen die fysici hebben opgesteld van de ontwikkeling van het vroege heelal. In de meeste van die modellen vormen de grote sterrenstelsels (met in de orde van 100 miljoen sterren in zonsmassa) zich pas in een later stadium van het universum, wanneer er genoeg tijd is geweest voor massa om samen te klonteren en sterren geboren te laten worden. Maar de nieuwe waarnemingen van de James Webb-telescoop laten zien dat zulke grote sterrenstelsels, gemeten als heldere pieken in de spectrometer aan boord van de telescoop, al veel vroeger hebben kunnen formeren dan tot nu werd gedacht. Voer voor de theoretici dus iets om weer verder over na te denken! En waarschijnlijk is de James Webb-telescoop nog lang niet klaar met het doen van nieuwe ontdekkingen — wordt dus vervolgd!

Bronnen

- <https://arxiv.org/abs/2207.09434>,
- <https://arxiv.org/abs/2212.04480>
- <https://www.quantomagazine.org/standard-model-of-cosmology-survives-jwsts-surprising-finds-20230120/>