

# Lezersreacties

In De Pionier in *Zenit* november 2020 staat dat de bijbehorende foto van Anton Pannekoek genomen is in het Sterrenkundig Instituut van de Universiteit van Amsterdam in 1919.

Dit is niet correct. De foto is genomen in de bibliotheek van de Leidse Sterrewacht in 1916. Pannekoek was toen privatdocent in Leiden. Het Sterrenkundig Instituut van de UvA is pas in

1921 opgericht. Volgend jaar vieren we onze honderdste verjaardag.

**Ed van den Heuvel (emeritus hoogleraar sterrenkunde, Universiteit van Amsterdam)**

In het oktobernummer van *Zenit* (De Pionier, blz. 19) wordt bij de bespreking van *Rayleigh scattering* gesteld dat de mate van verstrooiing omgekeerd evenredig is met de zesde macht van de diameter van het deeltje en dat deze verstrooiing het sterkst is bij deeltjes die kleiner zijn als de golflengte

van het licht. Dit is onjuist. De mate van verstrooiing is recht evenredig met de zesde macht van de diameter van het deeltje, dus kleinere deeltjes geven minder verstrooiing. Dat is intuïtief gezien ook logischer. De theorie van Rayleigh gaat alleen op voor deeltjes die (veel) kleiner zijn dan de

golflengte van licht, zoals luchtmoleculen. De omgekeerde evenredigheid met de vierde macht van de golflengte klopt wel. Voor grotere deeltjes gelden andere verstrooiingsmodellen, die andere afhankelijkheden hebben van deeltjesgrootte en golflengte.

**Willem van Enckevort**

Is de diameter van het heelal in licht-

jaren bekend?

**Dick Tops**

Het heelal is 13,8 miljard jaar oud. De eerste straling van na de oerknal die we kunnen waarnemen is 13,4 miljard jaar oud. Door de uitdijning van het heelal beweegt alle materie in het heelal van ons vandaan. Hoe verder

weg, hoe sneller de beweging van ons vandaan.

Rekening houdend met de uitdijning is het punt waarvan de verste straling zoals we die nu (na 13,4 miljard jaar) ontvangen 46 tot 50 miljard lichtjaar

van ons verwijderd. Maar dat betreft het zichtbare deel van het heelal. Waarschijnlijk is het heelal nog veel groter, maar dat extra deel kunnen we niet zien.

**Mat Drummen**

In Brandpunt van het oktobernummer van *Zenit* (blz. 4) staat dat de samsensmelting van de twee zwarte gaten van de bron GW190521 gebeurde toen het heelal ongeveer half zo oud

was als nu (7 tot 8 miljard jaar geleden) en dat de huidige afstand tot de bron 17,3 miljard lichtjaar is. De ouderdom van het heelal is ongeveer 13,8 miljard jaar en de lichtsnel-

heid (maximale snelheid) ongeveer 300.000 km/sec. Hoe kan GW190521 dan op een afstand van 17,3 miljard lichtjaar staan?

**Joop Hubers**

De afstand bepalen van een object in het verre heelal wordt gedaan door de mate van roodverschuiving te meten in het spectrum van het object als gevolg van de uitdijning van het heelal. Daarbij is de verschuiving van de spectraallijnen een maat voor de vluchtsnelheid van het object, die op zijn beurt een maat is voor de afstand op het moment van het uitzenden van de straling. Bij zwarte gaten kun je geen spectrum maken: ze zenden immers geen licht uit. Voor zover ik het begrijp, kan men uit de 'vorm' (onder andere de sterkte van de trillingen) van de gravitatiegolven iets zeggen over de afstand van GW190521. Ook nu gaat het over de afstand op het moment van het uitzenden van de straling. Omdat het heelal als sinds het begin uitdijt, zal de huidige afstand (8 miljard jaar later) van een dergelijk object veel groter zijn dan de afstand op het moment van uitzenden van de straling. Men heeft berekend dat de huidige afstand 17,3 miljard jaar is. Maar we

'zien' het object zoals het was 8 miljard jaar geleden was; we kunnen het

niet zien zoals het nu is.

**Mat Drummen**

## Erratum

In *Zenit* november 2020 (blz. 34-35) zijn waarnemingen beschreven van de passage op 3 juni van Venus over de zonnecorona. Op de afbeeldingen bij dat artikel is Venus niet al te duidelijk te zien. Daarom hier een extra afbeelding, die duidelijk toont hoe Venus zich als een donker schijfje tegen de zonnecorona aftekent.

