

## Kinderlezing: **Wat is sterrenstof?**

Verslag lezing zondag 19 november 2017

De kennis van de kinderen die deze zondagochtend de tribune van de zaal in NEMO Science Museum in Amsterdam hebben beklommen, wordt al meteen bij het begin van de kinderlezing getest. Astrochemicus Annemieke Petrignani (Universiteit van Amsterdam) vraagt: 'Wie weet hoeveel kilometer de dichtstbijzijnde ster vanaf de zon staat?' Iedereen schrijft het aantal kilometers op een briefje en levert het in. Aan het eind van de lezing wordt bekend wie het juiste antwoord heeft gegeven.

Petrignani is benieuwd naar de antwoorden van de kinderen, maar eerst gaat ze kijken naar de sterren en waar sterren precies uit bestaan. 'We gaan vandaag uitzoeken wat wel en wat niet sterrenstof is,' vertelt ze. Ze pakt een potje met glitters. Het schittert, net als de sterren. 'Is dit sterrenstof,' vraagt ze. De kinderen bekijken de inhoud en komen tot de conclusie: nee. Er zit volgens hen géén sterrenstof in het potje.

Als astrochemicus bestudeert Petrignani naar de ruimte. 'Mensen kijken al duizenden jaren naar de ruimte en het heelal,' vertelt ze. Het professioneel bekijken van het universum is een wetenschap. Dat noemen we astronomie. 'Het woord astronomie bestaat uit twee delen: astro, wat Grieks is voor sterren. En nomos, dat is Grieks voor wet,' legt Petrignani uit. De wet van de sterren, dus. 'Astronomie is een wetenschap, maar het is wel wat anders dan andere wetenschappen. Wij kunnen namelijk niet even naar de sterren toe, om een stukje mee te nemen om te onderzoeken. Wat we wél kunnen, is de ruimte na maken in een lab en daar proefjes doen.'

Er wordt dus al duizenden jaren naar de sterren gekeken. Griekse filosofen zoals Plato en Pythagoras keken naar de sterren en dachten: het heelal is perfect. 'Op aarde heerste chaos, maar de hemel is perfect. De zon is perfect, de maan is perfect en de sterren zijn perfect, dachten ze,' vertelt Petrignani. Die gedachte bleef bestaan, tot de Italiaanse wetenschapper Galileo Galilei begin zeventiende eeuw met een nieuwe, verbeterde telescoop (een Nederlandse uitvinding) naar de ruimte keek. 'Hij zag dat de maan helemaal niet perfect rond was, maar allerlei kraters had. En hij zag dat andere planeten ook manen hadden.' Galileo verbeterde de telescoop nog verder en kwam erachter dat het heelal helemaal niet perfect was, zoals altijd werd gedacht. 'Hij zag dat de ruimte wél verandert, alleen dan langzamer dan bij ons op aarde,' zegt Petrignani.

## **Hoe groter, hoe beter**

Sinds Galileo zijn alsmaar betere en grotere telescopen gebouwd, waarmee steeds beter in de ruimte kan worden gekeken. 'Bij telescopen geldt simpel gezegd: hoe groter, hoe beter,' zegt de astrochemicus. Op dit moment is in Chili zelfs de Extreem Grote Telescoop (E-ELT) in aanbouw, de grootste telescoop tot nu toe. Deze krijgt een spiegel van wel 40 meter. Zie hieronder de E-ELT vergeleken met het gebouw van NEMO Science Museum.



‘Dat is echt heel groot, net zo groot als twee tennisbanen achter elkaar!’ En naast telescopen op aarde, zijn er ook telescopen in de ruimte. ‘Nu wordt gewerkt aan een ruimtetelescoop met een spiegel ter grootte van één tennisbaan,’ vertelt Petrignani. ‘Dat is minder groot dan die op aarde, maar het moet ook allemaal de ruimte in worden geschoten.’

Met telescopen kun je dus goed in de ruimte kijken, maar waar kijken we dan precies naar? ‘Wat zie je als je in de ruimte kijkt,’ vraagt Petrignani. ‘Afval van kapotte satellieten,’ zegt een jongen. ‘Sterren en planeten,’ zegt een meisje. En weer iemand anders noemt gaswolken, vuurballen en zwarte gaten. ‘Jullie weten echt veel, maar jullie vergeten één ding: licht. Wat we zien in de ruimte is het licht van de sterren en de gaswolken.’

Licht heeft twee belangrijke functies in de astronomie, vertelt de astrochemicus. ‘Met licht kunnen we zien. Het beschijnt objecten of het schijnt zelf. De tweede belangrijke functie van licht is dat het materiaal kan veranderen.’ Licht brengt namelijk warmte, of eigenlijk energie, en daardoor kan licht dingen in beweging krijgen.

### **Spectaculair eind**

Sterren zorgen voor veel licht. Door naar de ruimte te kijken, weten we nu dat de zon de ster is die het dichtstbij de aarde staat. De op één na dichtstbijzijnde ster is de Proxima Centauri. ‘Maar die kunnen we niet zien, want die ster is een stuk zwakker dan de zon,’ zegt Petrignani. De sterren Alpha Centauri A en B en Beta Centauri staan een stuk verder weg, maar die zijn beter zichtbaar.

In ons zonnestelsel staat de zon in het midden. Deze ster is al miljarden jaren oud, maar dat is voor een ster nog relatief jong. Petrignani: ‘Er zijn sterren, heel, heel ver weg, die al aan het eind van hun leven zijn. Die kunnen met een spectaculaire knal tot hun eind komen.’ ‘Een supernova!’, roepen de kinderen in koor. En dat hebben ze helemaal goed.

### **Nieuwe sterren**

De wetenschapper laat een versneld filmpje zien van een supernova. We zien een vuurbol die heel fel wordt en dan uiteenspat. ‘De ster geeft zijn materie terug aan de ruimte,’ zegt Petrignani. Hoe dat precies werkt, laat ze zien met een ballon. De ballon is gevuld met confetti. Een jongen mag de ballon vasthouden. Dan prikt de wetenschapper ‘m kapot. BAM! Met een harde knal spat de ballon uit elkaar, waarbij de confetti alle kanten op schiet. ‘Bij een supernova knalt een ster uit elkaar. Hier valt de confetti op de grond, in de ruimte schieten de deeltjes alle kanten op,’ verduidelijkt Petrignani. ‘En dat kunnen dan nieuwe sterren worden.’

Volgens de astrochemicus kan elke ster iets anders worden. Sommige sterren die supernova gaan, zijn zó zwaar, dat zich binnenin een zwart gat vormt. Als ze net iets minder zwaar zijn, kunnen ze neutronensterren worden. ‘Wat het ook wordt, een ster geeft altijd zijn stof af aan de ruimte en vormt zo een gasnevel. Die krijgen vaak bijzondere namen, zoals de Krabnevel. Het materiaal wordt niet gelijkmatig verspreid, waardoor een grote gaswolk uit meerdere kleinere gaswolken kan bestaan.’ Met gaswolken is iets bijzonders aan de hand, vertelt Petrignani. ‘Ze zijn gigantisch, duizenden keren groter dan ons zonnestelsel, maar de deeltjes die erin zitten zijn zo klein, dat je ze niet kunt zien zitten: atomen.’

### **Groen vuur**

Atomen kennen de kinderen wel: het zijn de bouwstenen van alles op aarde. Meerdere atomen samen vormen een molecuul. In de Krabnevel zitten verschillende atomen, vertelt de wetenschapper. Maar als ze te klein zijn om te zien, hoe weet je dan dat ze er zijn? Daar heeft de astrochemicus een proefje voor. Ze zet een gasbrander aan, het licht gaat uit en dan houdt ze een stokje met een poeder in de vlam. De vlam wordt rood-oranje. Dan doet ze hetzelfde met een ander poeder. De vlam wordt nu dieprood. Dan houdt ze een laatste poeder in de vlam. En wat zien we? Het vuur wordt groen! Petrignani verbrandde natriumchloride (zout), kaliumchloride en kopersulfaat. Elk had een eigen kleur. ‘De atomen in de poeders kleurden de vlam. Atomen hebben allemaal hun eigen kleur,’ vertelt ze. ‘Met deze wetenschap kunnen we aan de kleuren in de nevel zien welke atomen erin voorkomen.’

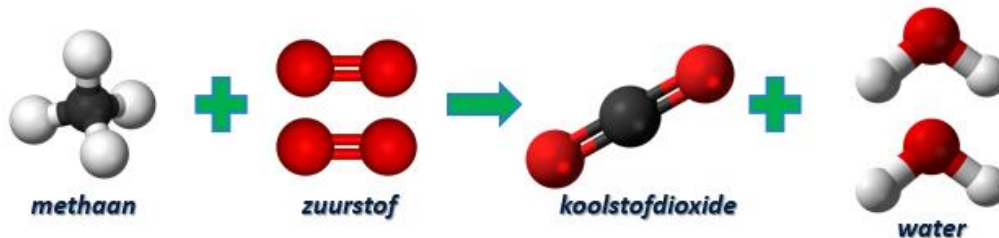
### **Tweede eigenschap**

We hebben nu geleerd hoe je met licht kunt zien in de ruimte. Nu gaat de wetenschapper in op de tweede belangrijke eigenschap van licht: het veranderen van materialen. Iedereen krijgt een kaartje, waarop een atoom (H, O of C) staat geschreven. ‘Jullie zijn nu atomen,’ vertelt Petrignani. ‘Samen met andere atomen moeten jullie moleculen

gaan vormen. Maar let op, dat kan alleen als het licht is.' De kinderen gaan nu op zoek naar een maatje om een molecuul mee te vormen. Dan gaat het licht uit en staat iedereen stil. Als het licht weer aan gaat, gaat de zoektocht verder. Na een tijdje zijn alle atomen in groepjes verdeeld: ze zijn watermoleculen (H<sub>2</sub>O) geworden, of methaan (CH<sub>4</sub>) of koolstofdioxide (CO<sub>2</sub>).

'Atomen kunnen nog veel meer moleculen vormen dan jullie nu hebben gedaan,' zegt Petrignani. Ze maakt een vergelijking met de 26 letters van ons alfabet. Daar kun je wel 240.000 woorden mee maken. Sommige combinaties kunnen wel, andere niet. Zo werkt het ook met atomen, alleen is het alfabet van atomen (het periodiek systeem) veel uitgebreider dan ons letteralfabet.

We gaan nòg verder met de tweede functie van het licht: het veranderen. De kinderen gaan nu zelf moleculen maken van atomen. Ze krijgen allemaal een bakje, waarin de bouwstoffen zitten om zuurstof of methaan (aardgas) te maken. Als iedereen klaar is, blijkt dat er meer zuurstofmoleculen dan methaanmoleculen in de zaal zitten. 'En dat is maar goed ook, want we gaan nu aardgas verbranden, net als gebeurt met de warmte van licht, en daar heb je veel zuurstof voor nodig.' De kinderen vormen weer groepjes en bouwen de juiste moleculen. Voor de verbranding heeft één methaamolecuul namelijk twee zuurstofmoleculen nodig en dan krijg je koolstofdioxide en water: CH<sub>4</sub> + 2 O<sub>2</sub> = CO<sub>2</sub> + 2H<sub>2</sub>O.



Een paar minuten zijn alle kinderen druk in de weer en wat we dan zien, is wel heel bijzonder. 'Alle moleculen worden uit elkaar gehaald en opnieuw in elkaar gezet,' merkt een jongen op. 'Precies!,' zegt Petrignani. 'Er verdwijnen geen atomen en er komen ook geen atomen bij.' Dit is wat ook in de ruimte gebeurt. Alleen is het in de ruimte koud en leeg, deeltjes zijn vaak lichtjaren van elkaar verwijderd. 'Om dus te kunnen veranderen in de ruimte, hebben we niet alleen licht nodig, maar ook heel, heel veel tijd.'

### Water in de ruimte

Maar hoe zit het dan met de sterren, planeten en leven? 'Daarvoor hebben we heel veel nodig, van alles,' zegt Petrignani. In de nevels in de gaswolken, zit bijvoorbeeld ook water. 'Maar denk je dat het nat is in de ruimte,' vraagt de wetenschapper. 'Nee, het is niet nat, omdat de watermoleculen heel ver van elkaar zijn verwijderd. Er is te weinig van om nat van te kunnen worden.' Dat geldt trouwens ook voor zuurstofmoleculen. Er zit zuurstof in de ruimte, maar niet genoeg om te kunnen ademen.

En dan zegt Petrignani iets opmerkelijks: 'Jullie zijn ook allemaal moleculen.' Hè?! 'Ja,' vervolgt ze, 'wij bestaan uit DNA, dat zijn lange strengen moleculen.' Ze pakt er een groot model bij, gemaakt van allerlei met elkaar verbonden bolletjes. Ze laat het zien: 'DNA is opgebouwd uit vier molecuul-soorten.' Komt DNA dan ook voor in de ruimte? 'Nee. DNA komt niet voor in de ruimte. En daar is een reden voor: DNA kan niet zo goed tegen sterrenlicht,' legt Petrignani uit. 'Net als wij, wij kunnen niet goed tegen zonlicht. We hebben de ozonlaag om de aarde nodig om ons te beschermen. Maar de afzonderlijke bouwstenen van DNA worden wèl gevonden in de ruimte.'

Als de bouwstenen, de atomen en moleculen, die vrij komen bij een supernova, in de ruimte samen komen, kunnen ze onder invloed van sterrenlicht dus grotere moleculen worden. Ze kunnen zó groot worden en samenklonteren, dat ze een echte stof kunnen vormen. Dat kan uitgroeien tot meteoroiden en planetoïden en uiteindelijk tot een zonnestelsel met leven. 'In het begin gaat het heel langzaam, maar als de deeltjes groter worden, krijgen ze zwaartekracht, waardoor de rotsblokken en planetoïden steeds sneller zullen groeien,' vertelt Petrignani. Maar het duurt vele miljoenen jaren voor licht en stof zijn uitgroeid tot een zonnestelsel en miljarden jaren voordat leven gevormd wordt.

### **Wij zijn sterrenstof**

De astrochemicus pakt het potje met glitters van het begin van de lezing er weer bij. 'Wat denken jullie nu? Is dit sterrenstof?' En de kinderen brullen: 'Ja!' En ze hebben helemaal gelijk: 'Alles is sterrenstof,' vertelt Petrignani. 'Een ster heeft atomen, bij een supernova worden alle deeltjes verspreid, dat worden planeten, dat wordt leven, dat worden wij. Wij zijn sterrenstof!' De kinderen weten nu precies waarom alles sterrenstof is. 'En dat komt door dat we ook sterrenlicht hebben dat materialen verandert. Sterrenlicht brengt alles op gang.'

En dan is het tijd om de winnaar van de prijsvraag bekend te maken. Een jongen wordt naar voren geroepen, hij zat er met zijn schatting van 10 biljoen kilometer het dichtstbij. De dichtstbijzijnde ster van de zon staat namelijk 40 biljoen kilometer ver weg. 'Je krijgt een meteoriet,' zegt Petrignani. 'Deze meteoriet komt van het begin van de vorming van ons zonnestelsel.'

### **Wil je ook een keer naar een Kinderlezing?**

Kijk voor meer informatie over de Kinderlezingen op de website van NEMO:

[www.nemosciencemuseum.nl/kinderlezing](http://www.nemosciencemuseum.nl/kinderlezing).