IJs: sleutel tot buitenaards leven

IJs – niet alleen verkoelend in deze zomerse dagen, maar ook een belangrijk ingrediënt van ons heelal. Promovendus Martijn Pellegrom doet op het Nikhef onderzoek naar deeltjes in het vroege universum, en legt in dit artikel uit hoe zulk ijs wel eens een sleutelrol kan spelen bij het ontstaan van leven.

Afbeelding 1. Chameleon 1, een wolk met ijs. Foto genomen met de James Webb Space Telescope in 2023. Credit: NASA, ESA, CSA, and M. Zamani (ESA/Webb); Science: M. K. McClure (Leiden Observatory), F. Sun (Steward Observatory), Z. Smith (Open University), and the Ice Age ERS Team.

Op warme zomerdagen moeten we allemaal een keuze maken: ga je bakken in de zon of blijf je binnen met een ventilator? Wat je ook kiest, een ijsje werkt altijd verfrissend. Van softijsjes met regenboogdip tot blokjes in je cola, ijs koelt je lekker af. Maar er gaat meer schuil achter je ijsje dan je misschien zou denken. Op heel veel plekken in het universum bevindt zich namelijk ijs, en dat ijs vertelt ons een belangrijk verhaal over het ontstaan van planeten en misschien zelfs het begin van leven.

Om te beginnen: wat is ijs eigenlijk? Op kamertemperatuur is water vloeibaar; dat betekent

dat de watermoleculen genoeg bewegingsenergie hebben om vrij rond te bewegen. Maar als je water afkoelt verliezen de moleculen die bewegingsenergie en vormen ze een *rooster.* Zo'n rooster kan bijvoorbeeld een kubusvormig rooster of een zeshoekig rooster zijn. In wat voor rooster de watermoleculen zich vastzetten hangt onder andere af van de druk en de snelheid waarmee je het water hebt laten afkoelen. Een verschillend rooster betekent ook dat het ijs zich net iets anders kan gedragen. Door te experimenteren weten we inmiddels dat er daarmee maar liefst 22 verschillende soorten ijs bestaan!

Op aarde koelt water overal ongeveer op dezelfde manier af, dus bijna al het ijs is van dezelfde soort – van de poolkappen tot je raketijsje. Gaswolken, die voor dit verhaal belangrijk zijn, zijn erg koud: ongeveer -263 graden Celsius. Hierdoor koelt alles heel snel af. Afkoelende watermoleculen hebben daardoor geen tijd om netjes in een rooster te gaan zitten, maar worden direct bevroren. Zo wordt in de ruimte een ander soort ijs gemaakt dan hier op aarde. Deze ijssoort is niet helemaal solide, maar wat stroperiger dan het ijs dat wij kennen. Nog belangrijker: het ijs heeft een sponsachtige structuur aan de binnenkant, waardoor er plek is voor andere moleculen om in het ijs te zitten.

Afbeelding 2. IJs. IJs bestaat in allerlei

soorten – niet alleen op aarde, maar ook in de ruimte. Foto via PickPik.

Waar komt dit water in de ruimte vandaan? In de kosmos bevinden zich miljarden sterren, met enorme afstanden ertussen. Maar in tegenstelling tot wat je misschien zou verwachten is het ook tussen de sterren niet leeg. Er bevinden zich, onder andere, kleine korreltjes ijs tussen de sterren die samen grote wolken kunnen vormen. Die wolken zijn soms wel duizenden groot: een voorbeeld hiervan is te zien in afbeelding 1. Zulke ijswolken ontstaan door sterren die aan het einde van hun leven exploderen en daarbij hun hele inhoud diep de ruimte in gooien: supernova's. Ook zijn er sterren die langzaam hun buitenste lagen loslaten als stoffige sterrenwind. Zo komen er veel verschillende soorten moleculen in de stofwolken terecht, waaronder ook water. Later kunnen de moleculen weer samenklonteren om nieuwe sterren of planeten te vormen. Dit werkt als een sneeuwbaleffect: samenklonterende korrels zijn zwaarder, trekken door de zwaartekracht meer korrels aan, het geheel wordt weer zwaarder, enzovoort. Nu wordt het ijs heel belangrijk.

Het sponsachtige ruimte-ijs vormt een veilig omhulsel voor grotere moleculen aan de binnenkant, en aan de buitenkant kunnen moleculen condenseren op het koude ijs. Als er meerdere supernova's zijn geweest, kan dit proces zich herhalen en groeit het korreltje ijs uit tot een soort ui met meerdere lagen aan grotere moleculen. Zo kan één ijskorreltje erg veel andere moleculen veilig opbergen en met zich mee laten liften. Wanneer een nieuwe planeet wordt gevormd kan dit ijs smelten en dan komen die grotere moleculen in het water of in de atmosfeer terecht. Sinds een aantal decennia weten we dat de grotere moleculen soms *organische moleculen* zijn. Dat zijn essentiële bouwstenen voor het leven, want van die organische moleculen kan je uiteindelijk eiwitten en DNA maken. IJskorrels zijn dus misschien de postbezorgers van het leven in het universum.

Hoe uit die organische moleculen zomaar leven kan ontstaan op een planeet weten we nog niet; daar hebben we verder onderzoek voor nodig. Daarom is in 2021 de James Webb ruimtetelescoop gelanceerd, waarmee we nauwkeurig kunnen kijken in ijzige wolken en atmosferen van andere planeten ver buiten het zonnestelsel, op zoek naar ijs met organische moleculen. Zo we op welke planeten mogelijk leven zou kunnen zijn en hoe het kan ontstaan. Dat brengt ons weer een stap verder in het beantwoorden van de grote vraag: zijn we alleen in het universum? Wellicht vraagt op dit moment, vele lichtjaren hiervandaan, een

buitenaards wezen bij het eten van een verkoelend ijsje zich wel precies hetzelfde af!

---

[1] Een lichtjaar is een lengtemaat. Het is de afstand die het licht in een jaar aflegt. Eén lichtjaar is ongeveer 9,46 miljoen miljoen kilometer.