

Het universum als gesmolten chocolade

Drian van der Woude werkt als promovendus in de Utrechtse onderzoeksgroep van kosmoloog Enrico Pajer. In januari van dit jaar plaatsten we een [interview met Enrico](#). Daarin werd het heelal vergeleken met gesmolten chocolade – op zijn zachtst gezegd een bijzondere vergelijking! The Quantum Universe vroeg Drian naar een nadere uitleg, met het onderstaande artikel als resultaat.

Ik ben gesmolten chocolade sinds kort pas echt gaan waarderen. Net als vla. Niet zozeer om hun smaak, maar des te meer om hoe zij bij kunnen dragen aan het antwoord op de ultieme vraag in de kosmologie: “Hoe ontstond het heelal?” Klinkt sterk? Ik zal het hier rustig proberen uit te leggen.

Laat ik beginnen over golven. Iedereen kent ze: golven op het water, in een opgeschud laken, een vlag in de wind of een touw dat beweegt. Misschien ken je zelfs het filmpje van de golvende Tacoma Bridge in de VS voordat die in 1940 instortte. Golfverschijnselen komen op ontzettend veel plekken in de natuur voor. En dat is precies wat het natuurkundehart sneller doet kloppen: patronen en regelmatigheden in de natuur. Verschijnselen en situaties die sterk van elkaar verschillen maar toch met dezelfde, relatief simpele vergelijkingen te beschrijven zijn.

Video: het instorten van de Tacoma Narrows Bridge. Golven kunnen soms desastreuze gevolgen hebben, zoals in dit filmpje goed te zien is.

Golven zijn dus behoorlijk universeel, maar waarom komen golven in zoveel verschillende materialen voor? Water is toch echt iets anders dan een katoenen laken, of een touw. En een brug is in het dagelijks leven zelfs het tegenovergestelde van water... Als we zouden inzoomen op de structuur van water, met al haar krioelende watermoleculen, en op die van een laken, een ingewikkeld patroon van draadjes, moeten we tot de conclusie komen dat de twee weinig met elkaar gemeen hebben. En ook als we een steentje in een vijver gooien, zou

het effect op de microdeeltjes van het water compleet anders zijn dan als we het uiteinde van een touw een ruk geven, of als we de deeltjes van een opgeschud laken zouden bekijken. Toch is deze uiteenlopende microstructuur kennelijk helemaal niet belangrijk als we het gedrag van water of een laken op veel grotere schaal – de golven dus – zouden beschrijven. Als we maar genoeg ‘uitzoomen’, onze ogen als het ware samenknijpen, doen de details er niet meer toe!

Dit klinkt misschien niet direct wereldschokkend. We weten al een tijdje dat we een goede beschrijving van de natuur kunnen geven zonder de details van elk molecuul, atoom of een nog kleinere bouwsteen te kennen. Sterker: zonder dit principe van het negeren van details zou er geen zinvolle natuurkunde bestaan. Toch wordt dit waardevolle inzicht in hoe de natuur werkt pas sinds het einde van de 20^e eeuw volledig op waarde geschat.

Zo ook in de kosmologie. Op het eerste gezicht lijkt het heelal een grote, ingewikkelde en oneffen verzameling sterrenstelsels te zijn. Sterrenstelsels die op zichzelf ook ingewikkeld gedrag vertonen: ze exploderen en imploderen aan de lopende band. Toch blijkt de beweging van deze grote, deinende massa van sterrenstelsels behoorlijk goed te beschrijven. De manier om dit begrijpelijk te maken, is je te realiseren dat we bij het observeren van sterrenstelsels juist in de volledig ‘ingezoomde’ situatie zitten. Net als bij het water en het laken is de microstructuur van sterrenstelsels ontzettend ingewikkeld. Wat gebeurt er nu als we eens gigantisch uitzoomen? Begint dan ook het universum plotseling op een uitgestrekte, continue, deinende massa te lijken? Uiteraard! Als we maar ver genoeg uitzoomen en onze ogen een beetje samenknijpen hebben we helemaal niet meer in de gaten dat deze massa eigenlijk uit sterrenstelsels bestaat.



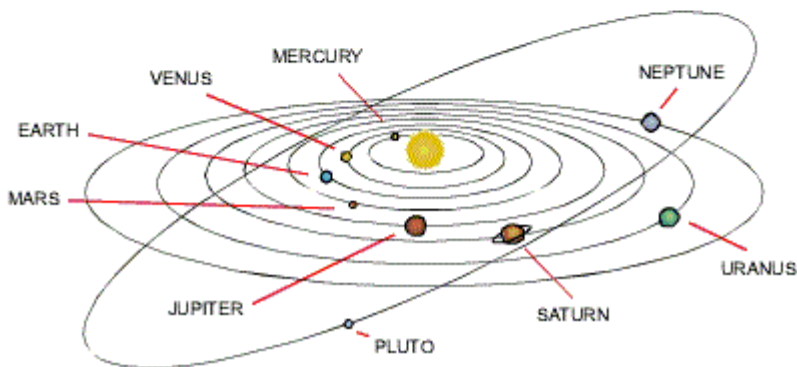
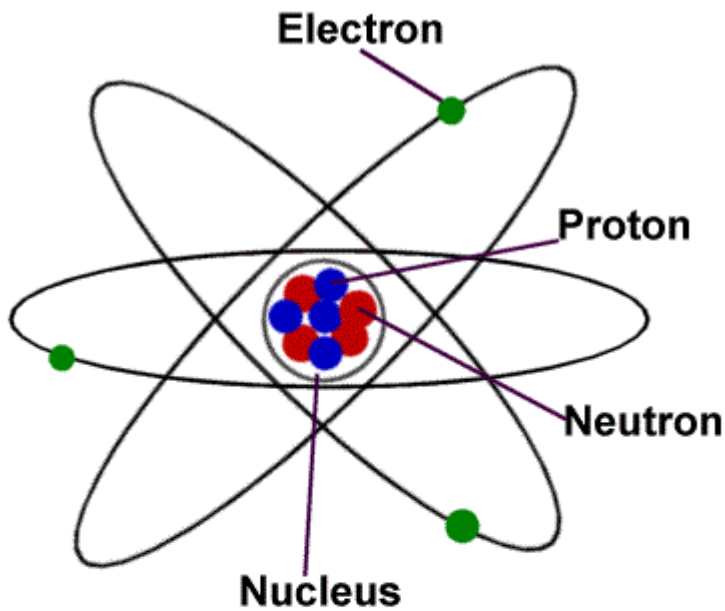
Afbeelding 1. Abell 2218. Abell 2218 is een van de vele groepen van sterrenstelsels die we aan de hemel zien. Op gigantische afstanden bezien zijn deze sterrenstelsels de 'atomen' waaruit het heelal is opgebouwd.

Is het golfverschijnsel zelfs zo universeel dat die enorme hoeveelheid sterren, het heelal, ook kan golven? Leuk genoeg is het antwoord: ja! Althans, echt golven doet het niet. Het blijkt zich meer te gedragen als 'stroperige' vloeistoffen zoals gesmolten chocolade, vla, of ketchup, dan als golvend water. Om te weten hoe de verdeling van massa in het heelal op de grootste schalen, flink uitgezoomd, zich gedraagt – iets wat essentieel is om uiteindelijk iets over het ontstaan van het heelal te leren – hoeven we dus alleen maar de vergelijkingen die gesmolten chocolade beschrijven te kennen!

Gelukkig voor mij, als beginnend onderzoeker, blijven er ondanks dit inzicht nog veel vragen onbeantwoord. De details van water, lakens en chocolade zijn namelijk wel fundamenteel anders dan die van het heelal. Waar water en chocolade bestaan uit sterk wisselwerkende en botsende moleculen, is in het universum de enige kracht die de boel bij elkaar houdt de zwaartekracht. Wat wij in mijn onderzoeksgroep nu onderzoeken is in hoeverre de vergelijking met chocolade daadwerkelijk opgaat. Daarnaast geldt dat, naarmate we verder inzoomen, de details meer en meer zichtbaar worden, om uiteindelijk te verraden om welk

materiaal het gaat. In ons geval vragen we ons dan ook af tot welke schaal we kunnen inzoomen, en hoe belangrijk het is dat het universum in werkelijkheid geen continue verdeling van massa is, maar juist bestaat uit sterk gelokaliseerde brokken materie.

Genoeg om over na te denken dus. Voor ons, maar hopelijk ook voor jou. Misschien is het ter afsluiting leuk te vermelden dat de bouwstenen van vloeistoffen en lakens ook weer niet zo heel veel verschillen van die van het heelal. Zie hiervoor de plaatjes hieronder.



Afbeelding 2. Een atoom en het zonnestelsel. De bouwstenen van water en van het heelal verschillen minder van elkaar dan je denkt!