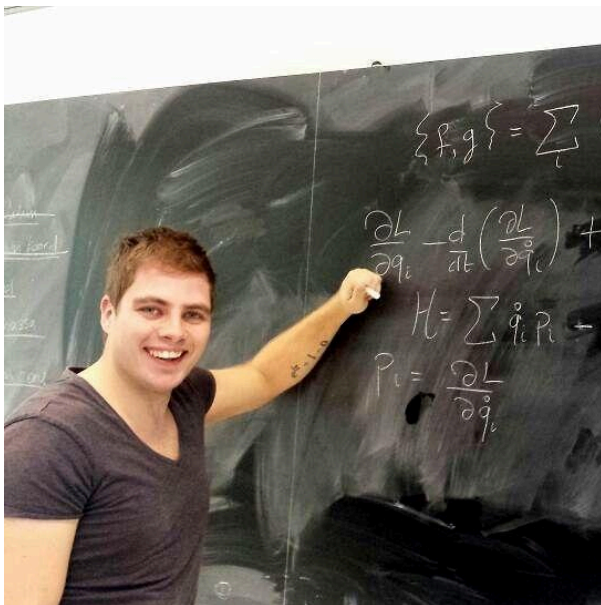


De aarde in aanbouw: van stof tot planeet

Bachelorstudenten natuurkunde aan de Universiteit van Amsterdam doen in hun laatste jaar een onderzoeksproject dat wordt afgesloten met een scriptie. The Quantum Universe schreef een wedstrijd uit: schrijf een korte populariserende samenvatting van je scriptie waarin je voor een breed publiek uitlegt welk onderzoek je gedaan hebt. In de komende weken plaatsen we hier de samenvattingen van de winnaars van de eerste prijs en de eervolle vermeldingen.



Afbeelding 1. Rico VisserDe eerste-prijswinnaar in actie.

Vandaag de winnende samenvatting, geschreven door Rico Visser. Uit het juryrapport: ‘De jury was onder de indruk van de enthousiaste manier waarop Rico zijn onderzoek naar de vorming van planeten voor een groot publiek begrijpelijk weet te maken.’

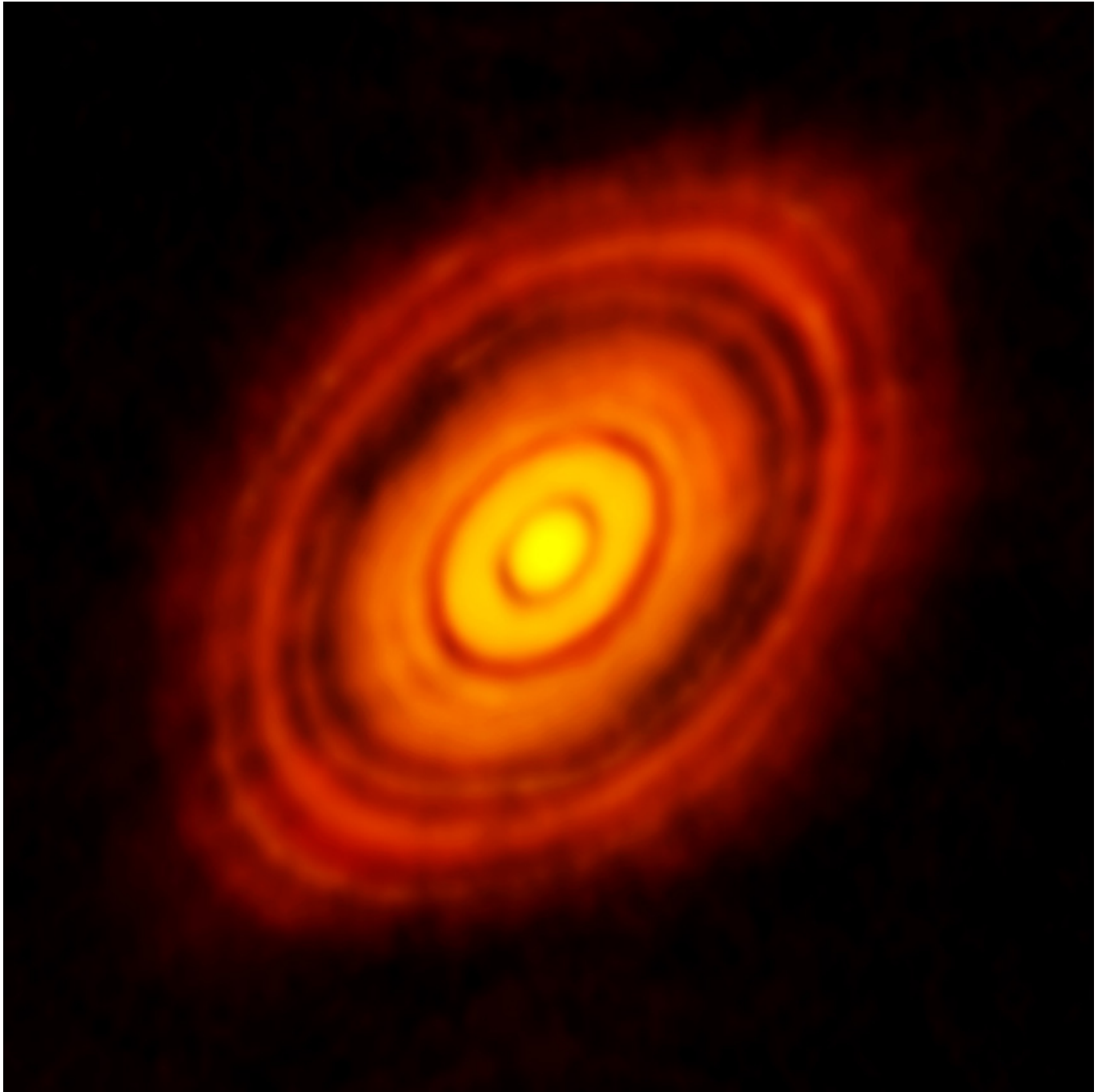
De aarde in aanbouw: van stof tot planeet

Je kent vast wel dat moment van schoolkamp vroeger of op vakantie, dat je 's avonds even naar de heldere sterrenhemel keek en jezelf vragen stelde als: ‘Wat is daar nou eigenlijk verder, behalve de aarde? Welk wonder heeft ervoor gezorgd dat wij hier als mens terecht

zijn gekomen?’ Zelf vroeg ik me dat regelmatig af. Dit zijn vragen die van nature voortkomen uit onze nieuwsgierigheid en men heeft deze vragen door de historie heen geprobeerd te beantwoorden. In de afgelopen eeuwen hebben we het in dit opzicht al ver geschopt. Het zonnestelsel is in detail in kaart gebracht, we hebben vele planeten en sterren ontdekt buiten ons zonnestelsel, en we weten zonder problemen een karretje op Mars te zetten. Toch zijn wetenschappers daarmee nog niet tevreden. Zij willen alles tot in de puntjes begrijpen. Dit begint bij het allerkleinste: de deeltjes die fungeren als bouwstenen van het heelal zoals wij die kennen, en reikt tot de gigantische constructies die hieruit zijn voortgekomen zoals hemellichamen, zonnestelsels en sterrenstelsels. Door de jaren heen zijn voor al deze vakgebieden modellen en theorieën opgesteld om de fysische processen te begrijpen en is gebleken dat er veel vragen nog onbeantwoord blijven.

Een van de vragen waar men zich al jarenlang over buigt is hoe planeten gevormd worden. Het is niet zo makkelijk om deze vraag te beantwoorden, omdat het laboratorium waar deze processen zich afspelen niet binnen handbereik is. In mijn bacheloronderzoek kijk ik naar een mogelijk scenario om planeetformatie te verklaren. Hierbij ga ik als volgt te werk.

Om te beginnen is het belangrijk om te weten hoe wij denken dat een ster ontstaat. Sterren zijn fascinerende objecten die geboren worden uit gaswolken die niet meer in evenwicht kunnen blijven. Alle deeltjes in de gaswolk worden naar het centrum van de wolk getrokken door de zwaartekracht. Omdat de wolk nog relatief koel is, wint de zwaartekracht van de druk die naar buiten staat door het gas en stort de wolk in. Hierbij komt een enorme hoeveelheid energie kijken, wat natuurlijk een gigantische explosie veroorzaakt. Een ster is geboren! Veel gas en stof wordt bij de explosie weggeblazen maar veel zal ook in de nabije omgeving blijven. Dit zal voornamelijk gaan ronddraaien op een vlakke schijf die de *protoplanetaire schijf* wordt genoemd. Zulke schijven zijn ook waargenomen: zie hiervoor afbeelding 2. Vanaf hier begint de vorming van een zonnestelsel.

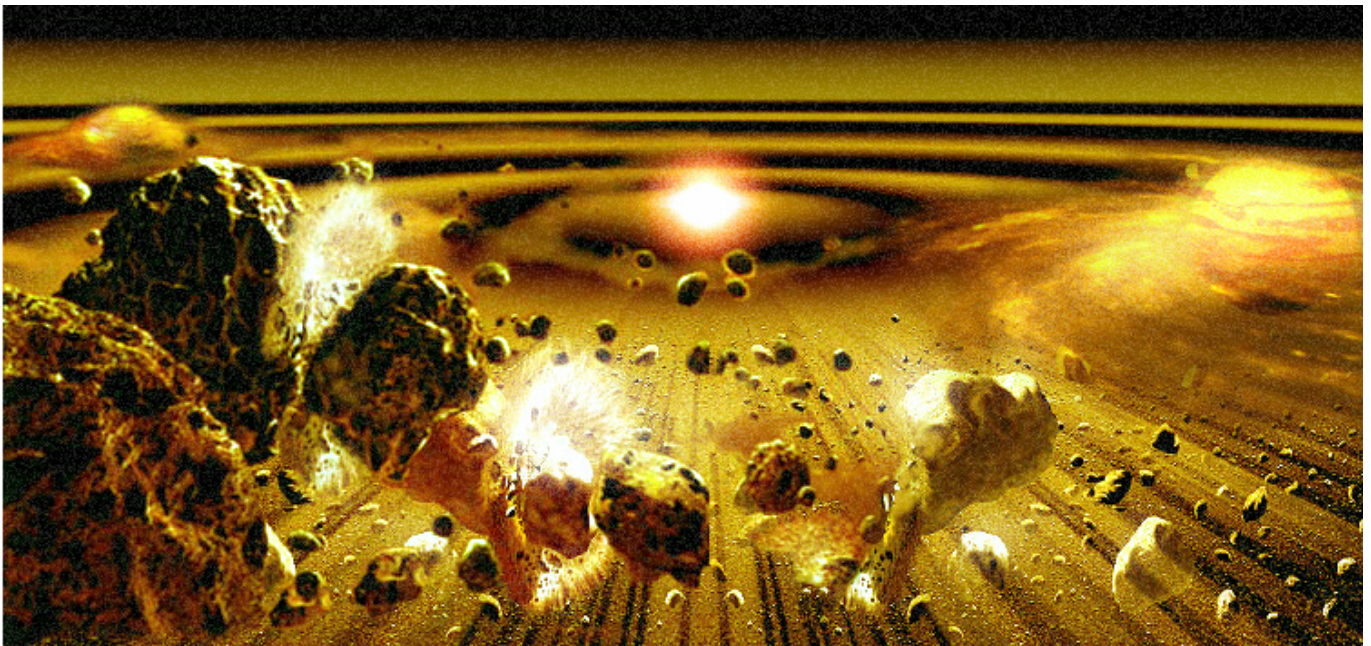


Afbeelding 2. Een protoplanetaire schijf. Dit is een foto gemaakt door de [ALMA-telescoop](#) van een protoplanetaire schijf. De donkere ringen zijn mogelijk regio's waar jonge planeten al stof opgeveegd hebben.

Er zijn verschillende scenario's denkbaar om te verklaren hoe planeten hieruit vormen. Een mogelijk model is *zwaartekrachtsinstabiliteit* – een moeilijk woord voor hetzelfde wat er met de eerder besproken gaswolk is gebeurd. Doordat er in de schijf dichte klonten van gas ontstaan die onder zwaartekracht instorten, worden planeten gevormd. Vooral de vorming

van gasreuzen zoals Jupiter en Saturnus kan hiermee goed verklaard worden. Een probleem met deze theorie is echter dat de koeling van de schijf erg efficiënt moet zijn omdat de druk naar buiten anders te groot is om de protoplaneet te laten instorten!

Een ander model dat hetzelfde proces probeert te beschrijven heet *kernopveging*. In dit model gaat men ervan uit dat heel kleine stofdeeltjes aan elkaar plakken door krachtinteracties van de moleculen - een beetje wat er gebeurt met stof als je je kamer niet regelmatig stofzuigt. Deze stofdeeltjes zullen dan weer met grotere deeltjes aan elkaar plakken, enzovoort. Als de massa toeneemt, neemt uiteindelijk de zwaartekracht het over en zullen de grote brokstukken snel groeien door botsingen met elkaar - zie afbeelding 3. Een probleem met dit model is dat het groeiproces te langzaam gaat om de planeet groot genoeg te laten worden binnen de levensduur van de protoplanetaire schijf.



Afbeelding 3. Kernopveging.Een impressie van het kernopvegingmodel waarbij objecten blijven botsen tot de schijf

is uitgedund en een paar grote brokstukken overblijven. ([Bron](#))

Een alternatief scenario, genaamd *kiezelopveging*, gaat uit van een object dat een kilometer tot duizend kilometer groot is en in de schijf helemaal alleen groter probeert te worden door het opvegen van millimeter- tot decimetergrote deeltjes. In mijn scriptie onderzoek ik hoe efficiënt de groei van deze zogeheten planetesimalen is. *Planetesimalen* zijn heel kleine planeten. Het constante gevecht tussen de zwaartekrachtsaanrekening van de

planetesimalen en de wrijvingskracht van het gas waar de planetesimaal doorheen gaat, bepaalt de groeitijdschaal. De vraag is nu: worden de kiezels meegenomen met het gas om de planetesimaal heen, of weet de planetesimaal de kiezels uit het gas te trekken door de zwaartekracht? Het blijkt dat voor kleine kiezels het gas deze weer meeneemt. Grotere kiezels 'voelen' het gas echter niet meer en worden door de zwaartekracht naar binnen getrokken door de planetesimaal.

De groeitijdschaal van planetesimalen is voor het eerste geval (kleine kiezels) groter dan de maximale leeftijd van de schijf. Voor het tweede geval (grote kiezels) kan dit mechanisme nog wel eens planeten maken zoals Aarde en Jupiter! Hoe dan ook, planeetvorming blijft een complex proces en er wordt dan ook door de knapste koppen ter wereld intensief onderzoek naar gedaan. Misschien vind jij ooit wel de verklaring die we zoeken?