

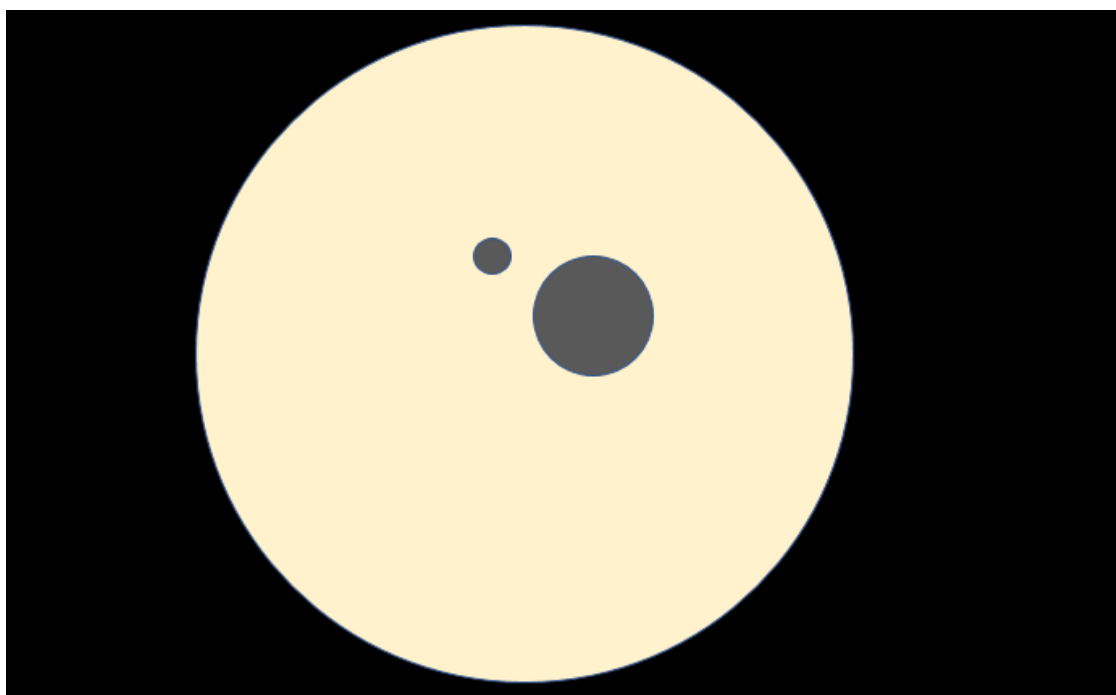
Verslag vergadering Vendelinus 9 april 2022

Het was een goede en drukke vergadering zoals je uit het verslag zal merken. Indien Descartes definitief naar haar nieuw lokaal verhuist, zullen wij de volgende vergaderingen in de Descarteszaal laten doorgaan.

Er zal op de vergadering in mei terug taart te krijgen zijn met koffie en dit voor de bijzondere prijs van drie euro (in Hasselt betaal je voor 1 koffie reeds drie euro!).

Exomanen

Exomanen zijn manen bij exoplaneten, en dat zijn planeten bij andere sterren dan onze zon. Het waarnemen van exoplaneten is op zich al moeilijk, maar exomanen waarnemen is nog moeilijker, omdat ze kleiner zijn. De meest succesvolle methode om exoplaneten te vinden is de transitmethode, die ook gebruikt wordt om exomanen te zoeken. Men zoekt dan naar patronen in waargenomen helderheden van sterren, meer bepaald dipjes die veroorzaakt worden door planeten en manen die in transit zijn voor de ster en op die manier een deeltje van het licht afblokken.



Principe van transitmethode voor waarnemen van exoplaneten en exomanen

Tot nu toe zijn er twee kandidaat-exomanen. Deze zijn gevonden in gegevens van de Keplersonde die gezocht heeft naar exoplaneten, maar de waarnemingen moeten nog onafhankelijk geverifieerd worden vooraleer men ze echt als exomanen erkent.

In de tabellen hieronder de gegevens van de kandidaat-exomanen.

Kepler 1625 b-I (ontdekt in 2017)

	ster	planeet	maan
straal	1,7 R _{zon}	ong. R _{jupiter}	ong. 5 R _{aarde}
massa	1,04 M _{zon}	< 11,6 M _{jupiter}	19 M _{aarde}
afstand	8000 lichtjaar v ons	ong. 1 AU van ster	?
periode		287 d	?

Kepler 1708 b-I (ontdekt in 2022)

	ster	planeet	maan
straal	1,1 R _{zon}	0,88 R _{jupiter}	ong. 2,6 R _{aarde}
massa	1,09 M _{zon}	< 4,6 M _{jupiter}	< 37 M _{aarde}
afstand	5580 lichtjaar v ons	ong. 1,6 AU van ster	?
periode		737 d	4,6 d

Er zijn drie methoden waarop manen gevormd kunnen worden.

1. als restanten van protoplanetaire schijven waaruit de ster en de planeten gevormd zijn
2. als gravitationeel ingevangen objecten die van elders in het heelal komen
3. als brokstukken van de impact van een ander hemellichaam met een (proto)planeet

In ons zonnestelsel zijn alleen de Maan bij de Aarde en Charon bij Pluto van het derde type, en relatief massief. De massa van de Maan is 1% die van de Aarde en Charon is 12% van Pluto in massa. Alle andere manen bij alle andere planeten in ons zonnestelsel zijn minder dan 0,01% van de massa van de planeet waar ze bij horen.

Het zijn nu net zo'n relatief massieve manen die het makkelijkst te vinden zijn met de transitmethode, omdat die een meetbaar gravitationeel effect hebben op hun planeet, wat te zien is als patronen in opeenvolgende transits.

Recent onderzoek (<https://www.nature.com/articles/s41467-022-28063-8>) heeft op basis van simulaties van botsingen (type 3 van maanvorming) aangetoond dat

- relatief massieve manen bij rotsplaneten vooral voorkomen bij planeten met een massa maximaal 6 keer de massa van de Aarde
- relatief massieve manen bij ijsplaneten vooral voorkomen bij planeten met massa maximaal die van de Aarde
- de straal van planeten waarbij relatief massieve manen voorkomen bijna nooit groter is dan 1,3 tot 1,6 keer de straal van de Aarde.

Men neemt aan dat bij grotere, massievere planeten meer damp ontstaat die de brokstukken vertraagt en weer naar het oppervlak doet vallen, en er zich zelden grote manen vormen.

De aanbeveling is dan ook dat de zoektocht naar exomanen vooral naar kleine planeten zou moeten kijken. Maar laat dat nu net zeer moeilijk zijn... alle hoop is gericht op de recent gelanceerde James Webb Telescope.

Bart

Theorieën over het ontstaan van leven

Leven begon meer dan 3,5 miljard jaar geleden. Maar wat is leven? Zelfs de definitie van leven is betwistbaar!

Er zijn volgens het *Journal of Biomolecular Structure and Dynamics* zowat 123 verschillende definities voor leven.

Een definitie van leven geven is aartsmoelijk, vooral omdat leven geen substantie is, maar een proces, een dynamische staat van "zijn".

In de biologie zijn de meeste definities van leven beschrijvend.

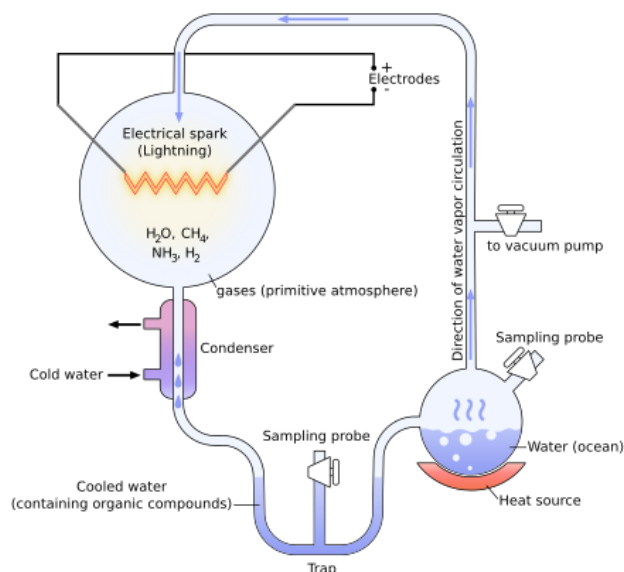
Leven kan in algemene termen omschreven worden als een "organiserend systeem dat zijn bestaan in een gegeven omgeving behoudt en bevordert".

Er bestaat niet één enkele karakteristieke eigenschap die zowel intrinsiek als uniek is voor leven.

Voor leven zoals wij het kennen heb je met de elementen CHNOPS 98% van het benodigde materiaal.

1 Het begon met bliksem

In de jaren 1920 formuleerden Oparin en Haldane een hypothese die stelde dat onder de condities op de primitieve aarde het mogelijk was om uit anorganisch materiaal organische moleculen te vormen.



In 1952 voerden Miller en Urey een baanbrekend experiment uit.

Hun opstelling (hier weergegeven) bestond uit een glazen vat dat water, methaan, ammoniak en waterstof bevatte.

Dit waren, dacht men toen, de voornaamste bestanddelen van onze atmosfeer.

Dagenlang werden elektrische vonken geproduceerd en al snel vormde er zich een donkere brei.

Analyse hiervan leverde, tot grote verbazing van de onderzoekers, verschillende aminozuren op alsook organische zuren en amines.

Recent onderzoek heeft een ander licht hierop geworpen.

Men heeft drie proefopstellingen gemaakt, met dezelfde ingrediënten:

- 1) een vat van teflon
- 2) een vat van teflon met wat stukken glas
- 3) een vat van glas

In vat 1 werden weinig organische moleculen aangetroffen, in vat 2 meer en in vat 3 de grootste hoeveelheid.

Omdat het gebruikte mengsel van Miller en Urey alkanisch was (pH 8,7), bleek dat glas (een boorsilicaat) chemisch niet inert was en dus een invloed heeft gehad.

Tegenwoordig neemt men aan dat naast bliksem ook vulkanen een rol moeten hebben gespeeld.

2 De eerste biomoleculen ontstonden in en op klei

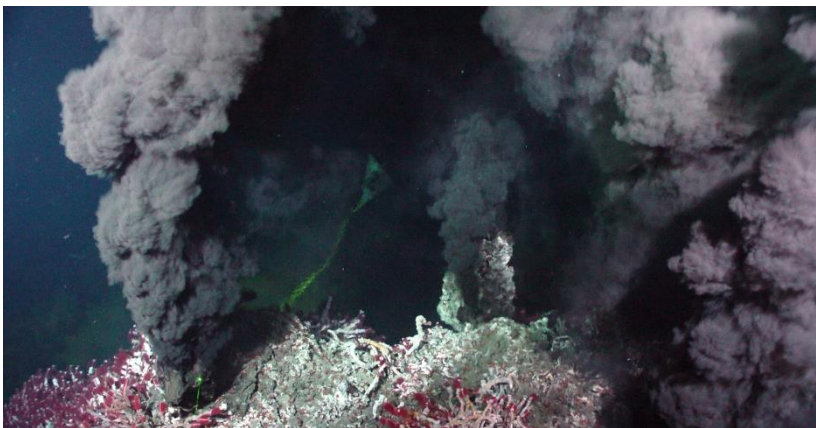
In 1985 publiceerde Cairns-Smith een boek waarin hij postuleerde dat klei een hoofdrol heeft gespeeld.

Verschillende moleculen zouden zich hechten aan klei (in veel reacties een goede katalysator), zich vervolgens hergroeperen tot ingewikkelder moleculen (meer georganiseerd).

Later namen deze moleculen de taak van klei over en organiseerden zichzelf (zoals RNA en DNA het nu doen).

Deze opvatting vindt heden nog zeer weinig aanhangers.

3 Leven begon bij black smokers op de oceaانبodem.



Uit een black smoker komt superheet (ca. 400 °C) hydrothermaal water, afkomstig van onder de korst. Het bevat hoge concentraties aan sulfiden.

Komt dit in contact met koud water dan ontstaat een neerslag van mineralen zoals bv. FeS.

We treffen ze aan nabij divergerende continentale platen op de oceaانبodem.

Nu blijkt dat de vorming van zogenaamde protocellen hitte en een basisch milieu vereisen. Dat vind je in die smokers. Ook is daar een veelvoud aan leven te vinden en er gebeurt natuurlijk geen fotosynthese, wel chemosynthese.

Een protocel is een zelforganiserende sferische verzameling van lipiden.

Bezit drie eigenschappen:

1. het vermogen om energie uit andere moleculen te halen;
2. moet drager van instructies zijn;
3. moet een stevig bouwwerk hebben om dit alles bij elkaar te houden.

Wetenschappers van University College London zijn erin geslaagd om kort protocellen aan te maken in een gelijkaardig milieu als dat van de black smokers. Voor de rest bestaan ze nog enkel in computers.

4 Leven kende een koude start

De aarde is niet altijd een gezellig warme planeet geweest.

Het kan dat rond de tijd dat het leven ontstond, de aarde een grotere bedekking met sneeuw en ijs had.



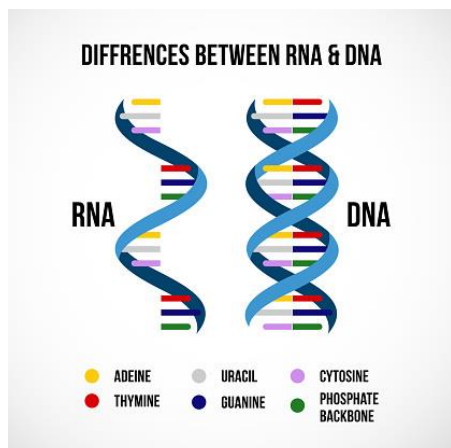
De rotsen van Zuid-Afrika's Barberton Greenstone Beld (het rode gebied in bovenstaande kaart en mogelijk het oudste gebergte op aarde?) werden gevormd een 3,5 miljard jaar geleden toen ze zich op een 20° N - 40° N bevonden. Hier vindt men zowat de oudste sporen van leven. Nu ligt Zuid-Afrika rond de 34° Z (continentendrift).

Uit een studie van de Wit en H. Furnes (University of Bergen) blijkt dat mineralen hier aanwezig moeten gevormd zijn in een koude omgeving. En leven dus ook (?).

Bovendien is het zo dat voor leven belangrijke organische bestanddelen (bv. RNA) stabiel zijn in een koud milieu.

Ook zijn dan de eerste biomoleculen beter beschermd tegen UV-licht en kosmische straling.

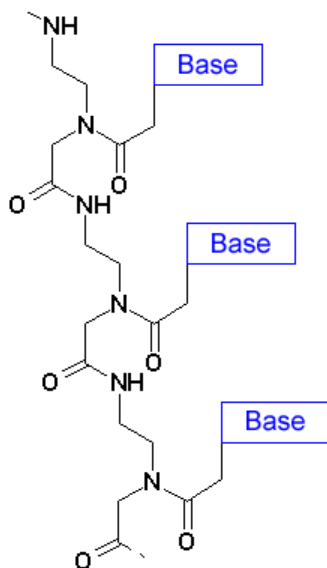
5 Het antwoord ligt in de vorming van RNA en DNA



Nu heeft de vorming van DNA proteïnen nodig maar die proteïnen hebben voor hun vorming DNA nodig. Een dilemma!

Het antwoord ligt misschien bij RNA (een theorie genaamd de **RNA-wereld**) dat zoals DNA informatie kan opslaan en kan dienst doen als enzyme zoals proteïnen. Hier zou het leven op aarde van afstammen.

Maar zouden niet nog eenvoudiger moleculen kunnen dienst gedaan hebben?



Moleculen met een membraan die over lange tijd werden omgezet in complexere moleculen (“metabolisme-first” model i.p.v. het “genen-first” model).

PNA (hier afgebeeld) zou in principe kunnen dienst doen als een vorm voor eigen synthese. Dit zou als genetisch materiaal gebruikt zijn. Het polymeriseert mogelijk spontaan bij 100°C. Indien waar, dan moet het de RNA-wereld vooraf gegaan hebben.

6 Leven is vanuit de ruimte gekomen: panspermia



Wat als leven niet op aarde is ontstaan maar elders in het heelal? Zo was bv. Anaxagoras (vijfde eeuw v.C.) overtuigd dat leven universeel was.

Het zou dus naar de aarde zijn gebracht via meteorieten, planetoïden of kometen. Maar: Veronderstel dat leven is ontstaan op de maan Europa en via een “gelukkig accident” op aarde is geraakt.

Vooreerst is evolutie mogelijk als leven aan de omgeving is aangepast. En laat nu de omgeving op Europa totaal verschillen van hoe die in het begin op aarde was. Als er leven op Europa is dan verschilt het van leven op aarde.

Maar zo verleg je dus gewoon het probleem! Hoe is dan leven op Europa of elders ontstaan?

Maar ingewikkelde koolstofverbindingen kunnen ook buiten de aarde gevormd worden.

De Japanse ruimtesonde Hayabusa 2 had een lander aan boord (MASCOT) en deze is op 22/02/2019 kortstondig geland op de planetoïde Ryugu (diameter 870 m), die zich tussen aarde en Mars bevindt, om monsters te verzamelen. Ryugu is vermoedelijk de kern van een dode komeet.

Ryugu is een zgn. CI-chondriet, met een chemische samenstelling van vooral C, N, H en weinig water. Hun niet-vluchtige elementensamenstelling lijkt erg op die van de zon. Het is zowat de meest primitieve planetoïde. De chemische samenstelling is sinds de vorming ervan nauwelijks veranderd.

Ze moet gevormd zijn buiten de zgn. CO_2 – sneeuwlijn, verder dan een 30 AE van de zon.

Nu hebben ze in het meegebrachte materiaal een 10 aminozuren gevonden, waaronder glycine en L-alanine.

7 Virussen liggen aan de basis

Een andere hypothese stelt dat leven van oorsprong virusachtig was.

Virussen hebben immers de eigenschap dat ze snel muteren.

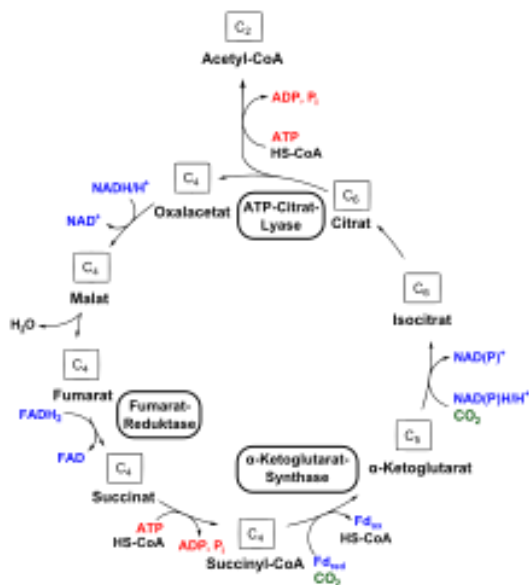
Er zijn enkele hypothesen over het ontstaan van virussen die wel elk problemen hebben. Zo is er de zogenaamde co-evolutiehypothese die stelt dat virussen eerder of gelijktijdig met de eerste cellen op aarde zijn verschenen. Later werden ze dan onafhankelijk van cellulair leven.

Zo houdt deze hypothese geen rekening met het feit dat virussen afhankelijk zijn van gastheercellen.

Andere hypothesen zijn: de reductiehypothese (ontstaan uit oercellen die op grotere parasiteerden).

De ontsnappingshypothese (waren verzelfstandigde onderdelen van grotere eenheden). Ook deze beiden kampen met serieuze moeilijkheden.

8 Leven is ontstaan via chemische reacties



Bacteriën kunnen via de zogenaamde r-TCA cyclus (omgekeerde tricarbonzuurcyclus: hierboven afgebeeld) vertrekkend van koolstofdioxide en water, koolstofverbindingen maken die voor leven belangrijk zijn (zoals bv. vetzuren en aminozuren).

Deze cyclus is belangrijk in prebiotische omstandigheden en bepaalde mineralen kunnen als katalysator dienst doen, bv. in de black smokers.

Nu hebben onderzoekers van het *Scripps Research Laboratory* aangetoond dat deze reactie ook door cyanides kan aangestuurd worden i.p.v. bacterieën. Die laatste waren er in het begin niet en cyanides wel.

De reactie verloopt bovendien zeer goed en het reactieverloop is minder gecompliceerd.

Samenvatting

De drie stappen in het model van de abiogenese zijn:

- 1 De oorsprong van monomeren (eenvoudige organische verbindingen).
- 2 De oorsprong van polymeren (zelfrepliserende moleculen zoals RNA en DNA).
- 3 De evolutie van die moleculen naar cellen of systemen met een intern metabolisme.

Tony

Het verhaal van Sphere

Josiane

Ons verhaal begint met de VLT in de Atacama woestijn in Chili. Want ik was gefascineerd doordat de planetoïde Elektra maar liefst drie maantjes bleek te hebben. En ze was ook de eerste planetoïde met drie manen. Met meer informatie op te zoeken over Elektra kwam ik dus uit bij de VLT, en meer bepaald bij het instrument Sphere, want met dat instrument werd het derde maantje ontdekt.

SPHERE staat voor Spectro-Polarimetric High-contrast Exoplanet REsearch. Het doel is om met SPHERE planeten en hun atmosfeer buiten ons zonnestelsel direct waar te nemen.

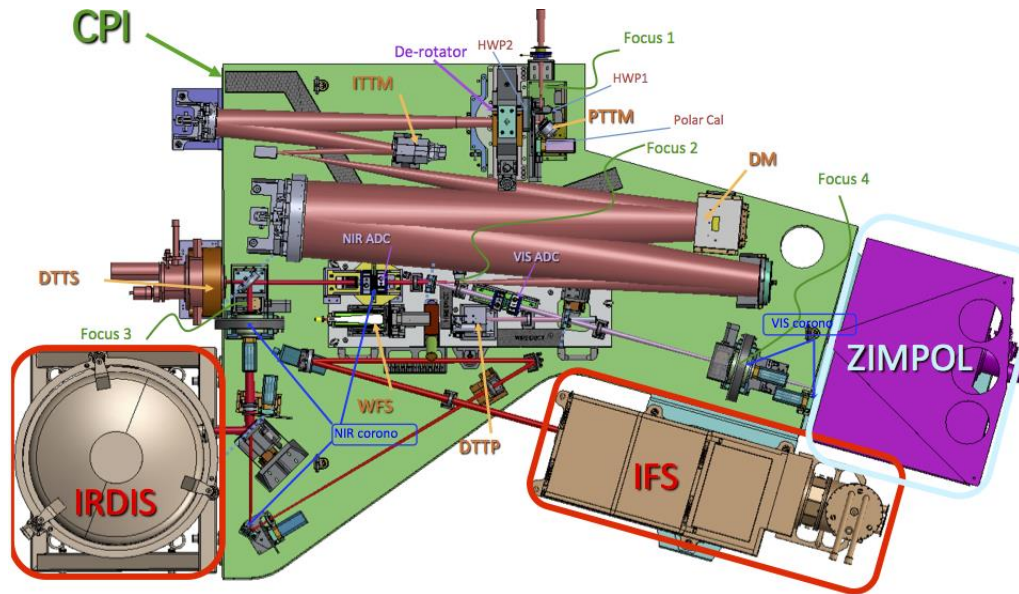
Het moeilijke aan het waarnemen van planeten is dat er maar een geringe hoeveelheid licht van afkomstig is, in verhouding tot hun ster. De detector moet dus een enorm contrast kunnen waarnemen. SPHERE kan het licht van de ster afblokken en pakt dat contrastprobleem tweedelig aan: met een spectrograaf en een polarimeter. De spectrograaf detecteert het intrinsieke licht van de exoplaneten. De polarimeter detecteert het licht dat exoplaneten reflecteren.

Sphere is een adaptief optisch systeem en coronagrafische faciliteit. Het biedt directe beeldvorming en spectroscopische en polarimetrische karakterisering van exoplaneetsystemen. Het instrument werkt in het zichtbare en nabij-infrarood en bereikt, zij het over een beperkt gezichtsveld, superieure beeldkwaliteit en contrast voor heldere doelen.

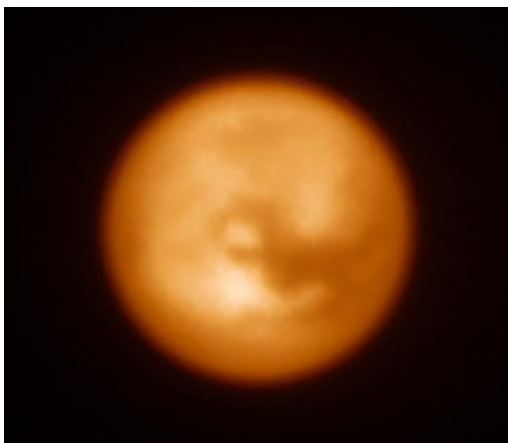


Sphere bevindt zich op VLT-UT3, genaamd Melipal. Het is een vrij groot instrument zoals te zien is op de foto ervan. Het bevat vooral de CPI (Common Path and Infrastructure), waarmee het licht dat binnenkomt in de UT3 naar Sphere geleid wordt. Vandaar gaat het licht naar de drie instrumenten: IFS, IRDIS en ZIMPOL.
IFS = Integral Field Spectrograph

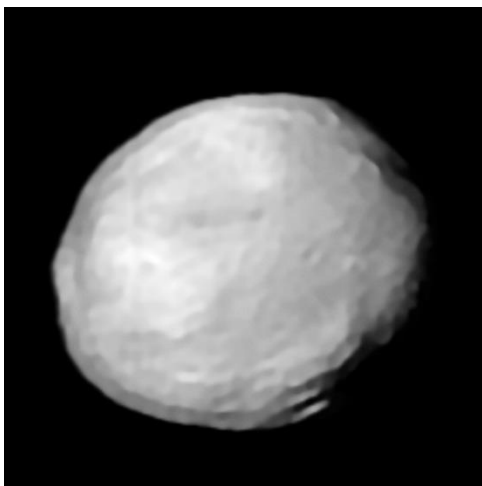
IRDIS = InfraRed Dual-band Image and Spectrograph
ZIMPOL = Zurich Imaging POLarimeter



Om te begrijpen wat Sphere precies kon, moest men begrijpen wat men zou zien met het instrument. De wetenschappers besloten dus om eerst met Sphere enkele objecten in het zonnestelsel te bekijken, objecten die we reeds kenden.



Op dit beeld zien we Titan. Het is een IR beeld. Het oppervlak gaat schuil achter dikke wolken, maar toch zijn er enkele details op te zien!



Een tweede object uit ons zonnestelsel is de planetoïde Vesta. Hoewel Vesta erg klein is (525 km diameter) zijn er toch heel wat details te zien op het oppervlak.

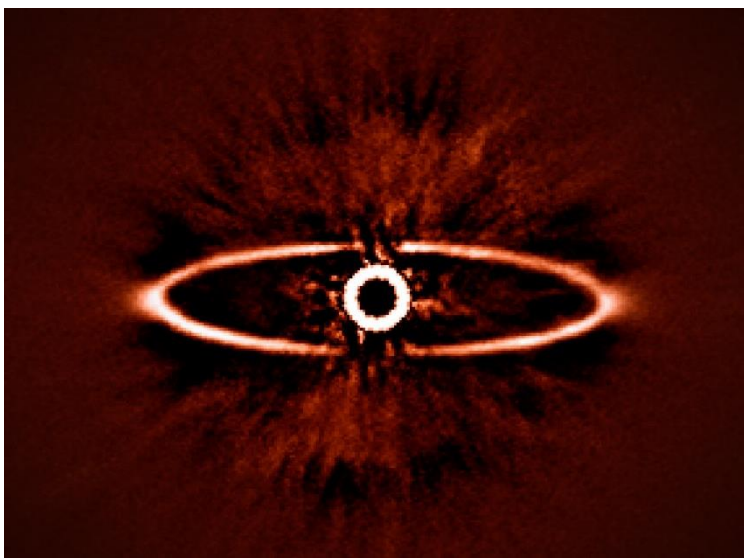
Een andere planetoïde is Iris. Zij staat op 135 miljoen km afstand van ons en is kleiner (+/- 200 km diameter) dan Vesta. Toch zijn ook hier details op het oppervlak te zien.



Met Vesta en Iris was men op dreef en werden nog diverse planetoiden bekeken met Sphere, zoals Ceres, Pallas, Hygiea, ...

Resultaten hiervan zijn terug te vinden op de site van ESO en VLT, maar ook diverse Nederlandstalige sites heeft ze vermeld.

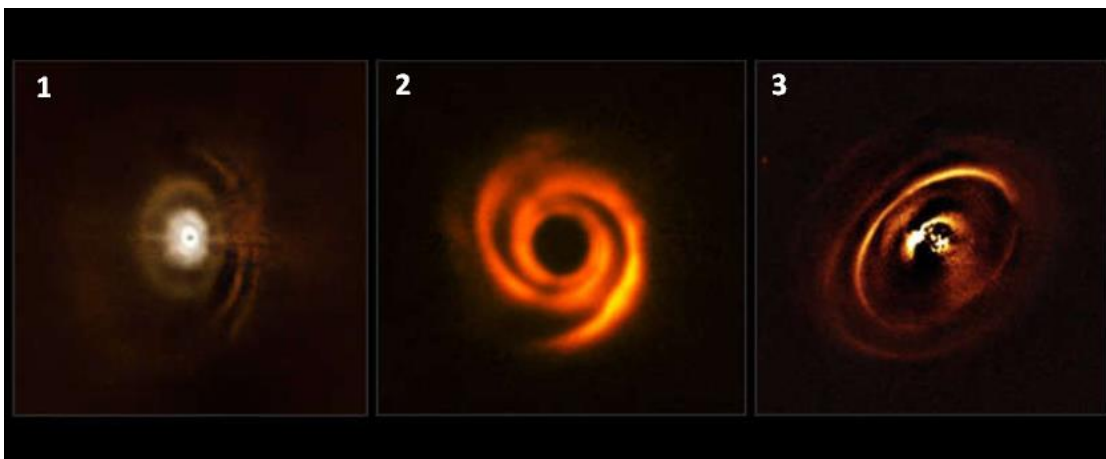
Dan was het tijd voor het grotere werk.



Hier zien we een stofring rond de ster HR4796A. De ster bevindt zich in Kameleon, is van magnetude 5,85 en staat op 1863 lichtjaar van de Zon.

Het is één van de beste beelden (IR) van een stofring rond een ster.

En hier zien we dus heel mooi dat Sphere het licht van een ster kan afblokken!



Hier zien we goed wat pasgeboren sterren met hun protoplanetaire schijven doen.

1 = HD97048 in Kameleon, 500 lj

2 = HD135344B in Lupus, 450 lj

3 = RXJ1615 in Schorpioen, 600 lj

Ik kan hier wel een samenvatting maken van de uitleg van deze beelden. Maar vermits ESO een verzameling is van verschillende landen (waaronder België) zijn enige persartikels vertaald naar diverse talen, ook naar het Nederlands. En op onderstaande link vind je de uitleg van deze protoplanetaire schijven.

<https://www.eso.org/public/belgium-nl/news/eso1640/>



Sphere toont zelfs een fascinerende verzameling van stofschijven rond jonge sterren.

En ook hiervan is er een Nederlandstalig persbericht.

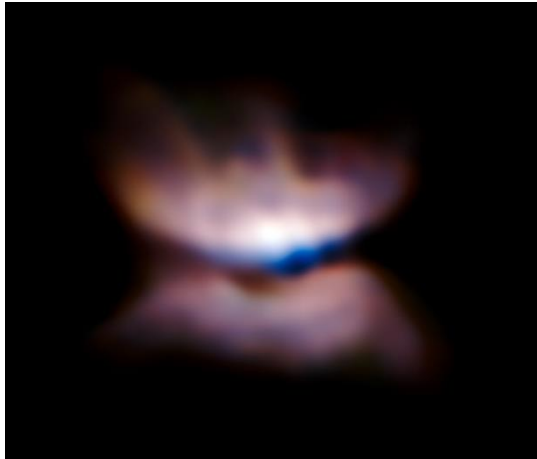
<https://www.eso.org/public/belgium-nl/news/eso1811/>



Maar er worden ook oudere sterren waargenomen met Sphere. Hier wordt de ster VY Canis Majoris (4000 lj) afgeblokt zodat we kunnen zien dat deze hyperreuzenster een enorme hoeveelheid massa kwijtraakt in de vorm van stofdeeltjes die onverwacht groot zijn.

De ster zou nu de omloopbaan van Jupiter omsluiten, een teken dat het einde van de ster nadert.

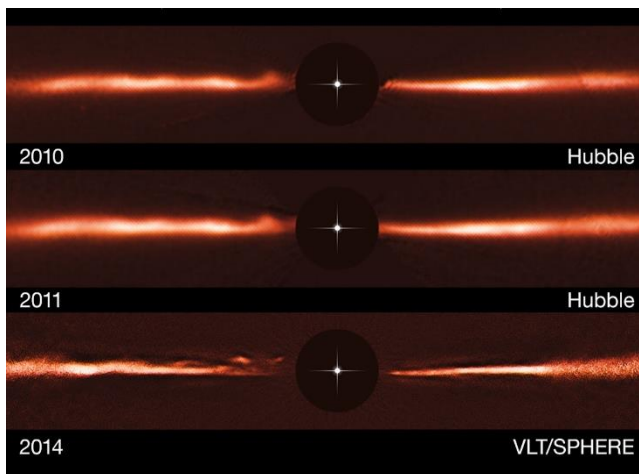
<https://www.eso.org/public/belgium-nl/news/eso1546/>



De ster L2 Puppis, een kosmische vlinder. Het is een oude ster die bezig is een vlindervormige planetaire nevel uit te stoten. Afstand 200 lj. Daarmee is het een van de meest nabije rode reuzen waarvan bekend is dat hij zijn eindstadium bereikt heeft. Het beeld is genomen in zichtbaar licht en er werd gebruik gemaakt van adaptieve optiek. De polarisatie informatie van ZIMPOL stelde de onderzoekers in staat om een driedimensionaal model van de

stofstructuren te maken.

<https://www.eso.org/public/belgium-nl/news/eso1523/>

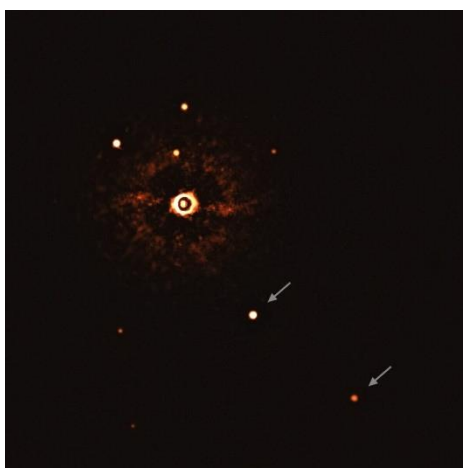


Mysterieuze rimpelingen racen door de planeetvormende schijf. Hier wordt de ster AU Microscopii afgeblokt (32 lj). Eerder was deze ster al waargenomen met Hubble. Maar in 2014 keek ook Sphere naar haar en er werden mysterieuze rimpelingen waargenomen, onverklaarbare boogachtige of golfachtige structuren. Bij vergelijking met de Hubble beelden bleek dat de

rimpelingen bewogen, en snel ook!

De bogen bewegen van de ster af met een snelheid van meer dan 40.000 km per uur. AU Mic heeft ook een hoge sterrenvlamactiviteit. Het VLT-team vond het erg bevredigend dat we dit kunnen zien met Sphere! En ook hiervan is een Nederlandstalige uitleg.

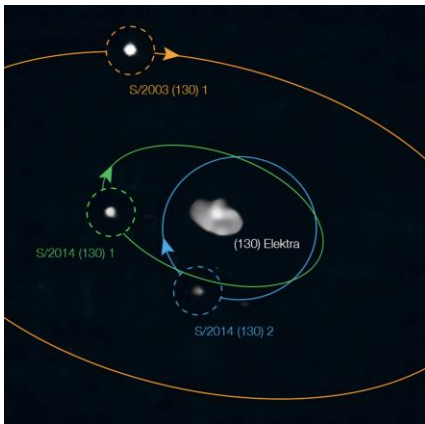
<https://www.eso.org/public/belgium-nl/news/eso1538/>



Er werd een eerste directe opname gemaakt van een planetenstelsel rond een ster zoals de Zon! Het betreft de ster TYC8998-760-1 in het sterrenbeeld Musca (Vlieg), op een afstand van 300 lj. De ster is slechts 17 miljoen jaar oud en ze heeft twee gasreuzen op een afstand van 160 en 320 keer de afstand Aarde-Zon, dus verder dan Jupiter en Saturnus.

Ook op de website van Scientias.nl vind je veel Nederlandstalige uitleg van zulke ontdekkingen.

<https://scientias.nl/maar-liefst-twee-planeten-ontdekt-rond-tweelingzusje-van-de-zon/>
<https://www.eso.org/public/netherlands/news/eso2011/?lang>



En dan komen we bij het beeld waarmee deze zoektocht begonnen is. Sphere heeft een derde maantje (het blauwe op de foto) ontdekt bij de planetoïde Elektra!
Het gaat over de maan S/2014(130)2 die dichterbij Elektra ligt dan de andere twee. Ze werd ontdekt in 2021, maar op beelden van 2014. Daarmee staat dit jaartal in haar naam.
Het maantje staat op 350 km afstand van haar planetoïde en heeft een verrassend hellende baan van 16,3 uren.

<https://scientias.nl/planetoïde-blijkt-maar-liefst-drie-manen-te-hebben/>

<https://www.eso.org/public/netherlands/images/potw2207a/>

Zoals je ziet is er veel Nederlandstalige uitleg te vinden op de ESO site, maar Engelstalig natuurlijk nog veel meer. Een fijne zoektocht! Ook de zoektocht van Sphere gaat door...

Hieronder enkele interessante sites. Rudi besprak kort de sites waarin je op een eenvoudige wijze en aan eigen tempo kunt studeren.

<https://www.vrt.be/vrtnws/nl/2022/04/08/w-boson-zwaarder-dan-gedacht/> (Martin Bas)

<https://www.youtube.com/c/crashcourse>

<https://www.youtube.com/c/ProfessorDaveExplains>

<https://www.youtube.com/c/eigenchris>

Rudi Van Bommel