

## Verslag Vendelinusvergadering van 12 maart 2016

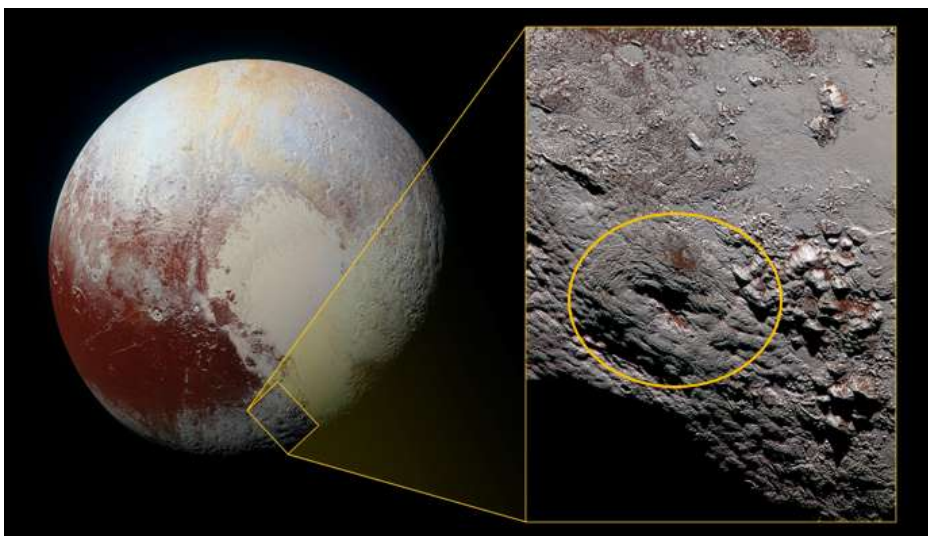
We waren talrijk opgekomen. De Descarteszaal begint klein te worden. Prima! Alex en Rudi verjaarden en we werden getraceerd. Proficiat.

### *Pluto en New Horizons*

#### Aflevering 7

Ook deze maand zijn weer enige foto's van Pluto en de zijnen binnengekomen.

De foto's komen zeer summier binnen, maar het zijn stuk voor stuk pareltjes.



Hier zien we Wright Mons (cirkel). Het is een potentiële ijsvulkaan van 150 km diameter en 4 km hoog. Er zijn weinig kraters op de vulkaan te zien en het is erg vreemd dat er niet meer rood stof ligt. Het doet vermoeden dat dit een vrij jong oppervlak is. De vulkaan is eventueel zeer laat in Pluto's geschiedenis uitgebarsten.

De mistlagen in Pluto's atmosfeer (ongeveer ware kleur).

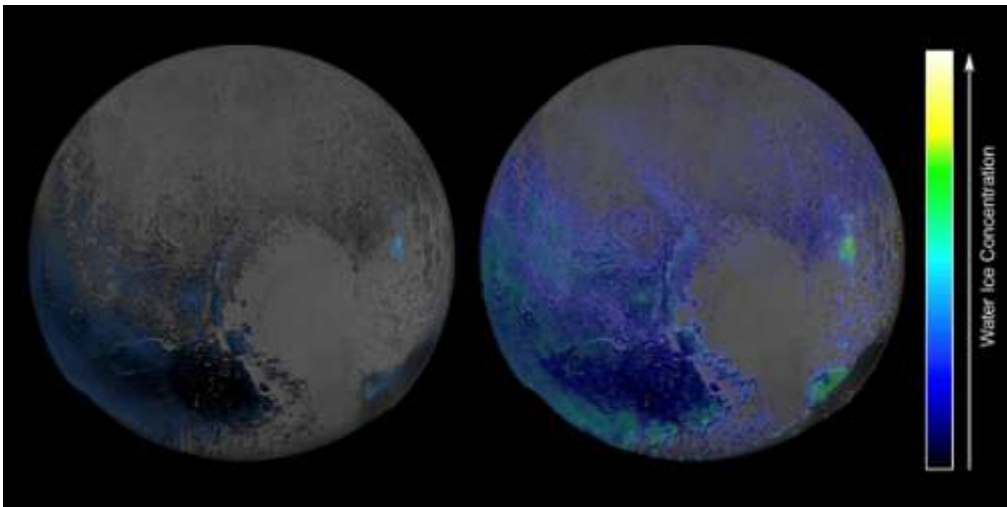


Waarschijnlijk ontstaan door de Zon die schijnt op het methaan en andere moleculen in de atmosfeer.



De witte plekken in de atmosfeer komen van zonlicht dat op bepaalde plaatsen op Pluto meer wordt weerkaatst.

Op de volgende foto is al het blauwe waterijs. Het toont dat dit wijdverspreid is op Pluto. Er blijkt veel meer op Pluto te zijn dan voorheen was gedacht.



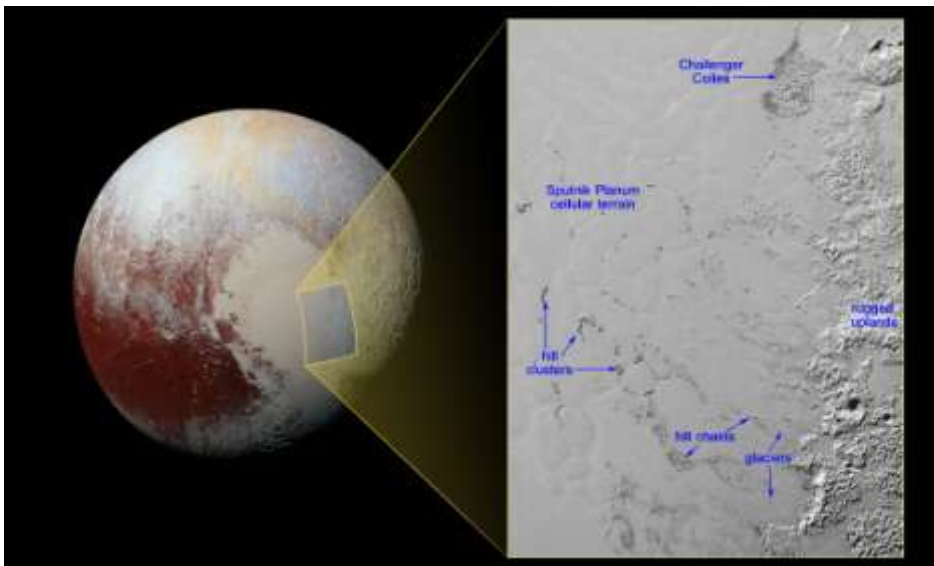
Dit zijn IR beelden en dus valse kleuren.

Charon's nachtzijde. Linksonder nog net ietsjes zonlicht. Op de rest van het oppervlak is het nacht. Toch zien we de zgn 'Pluto-schijn' (net als we dat kennen bij de Aarde en de maan).



Een wazig, maar toch prachtig beeld.

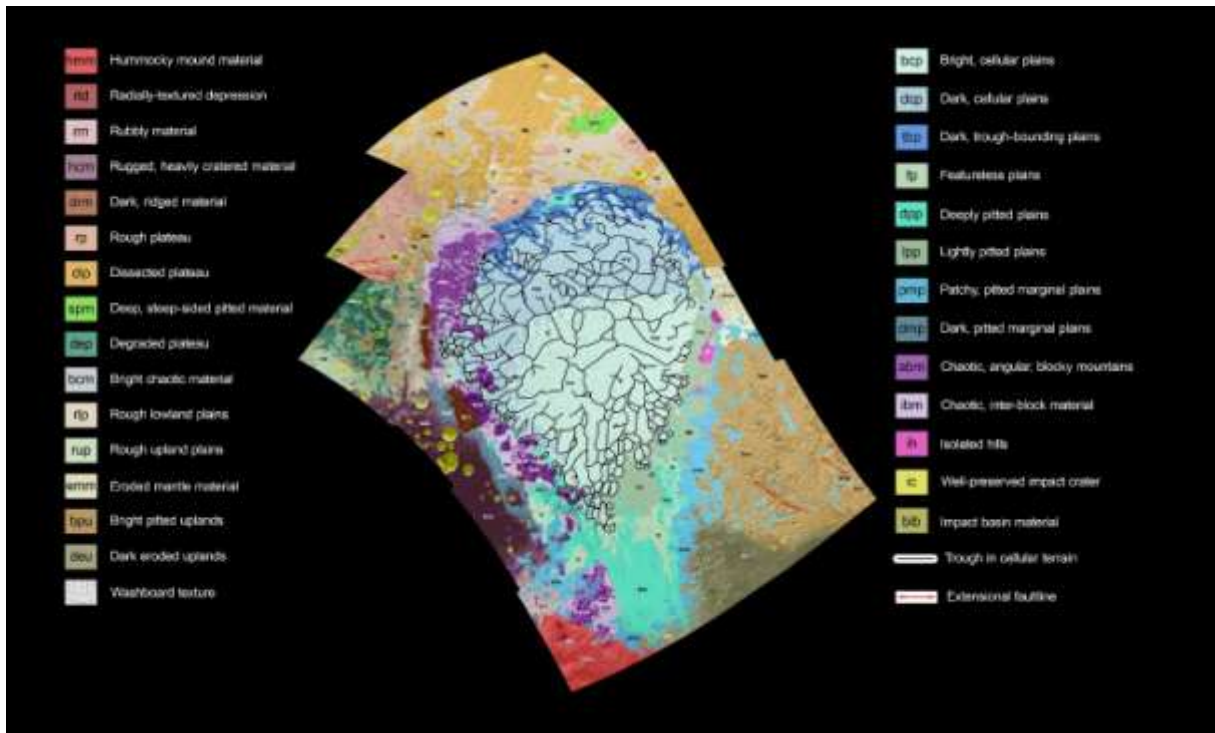
Een stukje van Sputnik Planum.



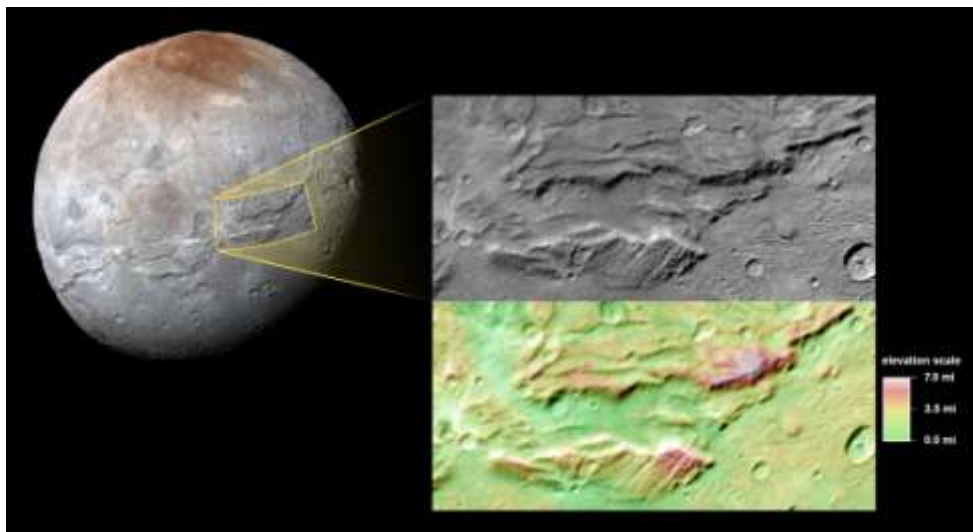
Omdat waterijs minder dicht is dan stikstofijs, geloven wetenschappers dat de waterijs heuvels drijven in een zee van bevroren stikstof. Ze zouden zich kunnen gedragen als ijsbergen in een aardse oceaan.

Challenger Colles is een grote opeenhoping van zo'n ijsheuvels: 60 x 35 km. Is gelocaliseerd op de grens van het stikstofijs, waardoor ze 'beached' zouden kunnen zijn omdat daar het stikstofijs vrij dun is.

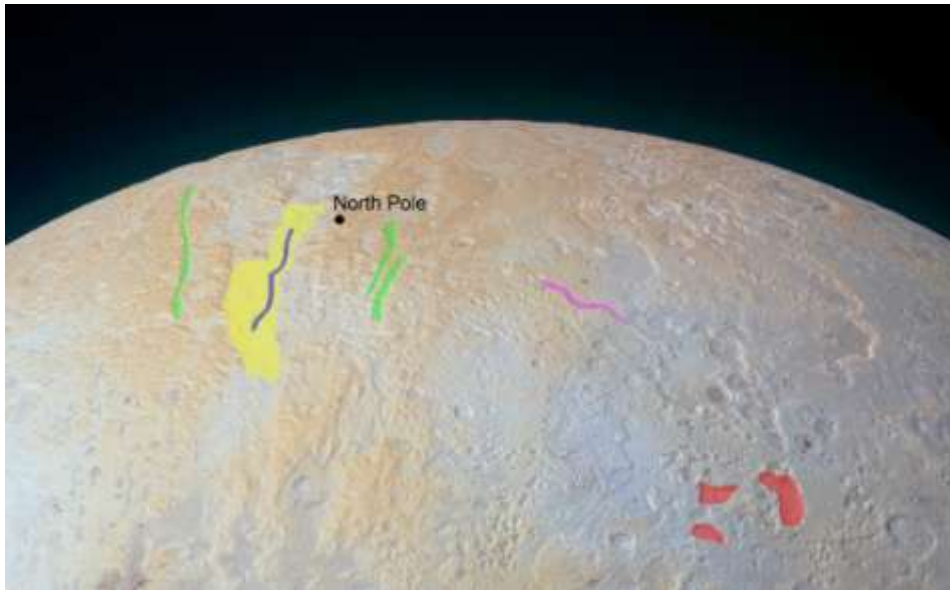
Pluto's geologie in kaart gebracht. Hieronder zien we Sputnik Planum.



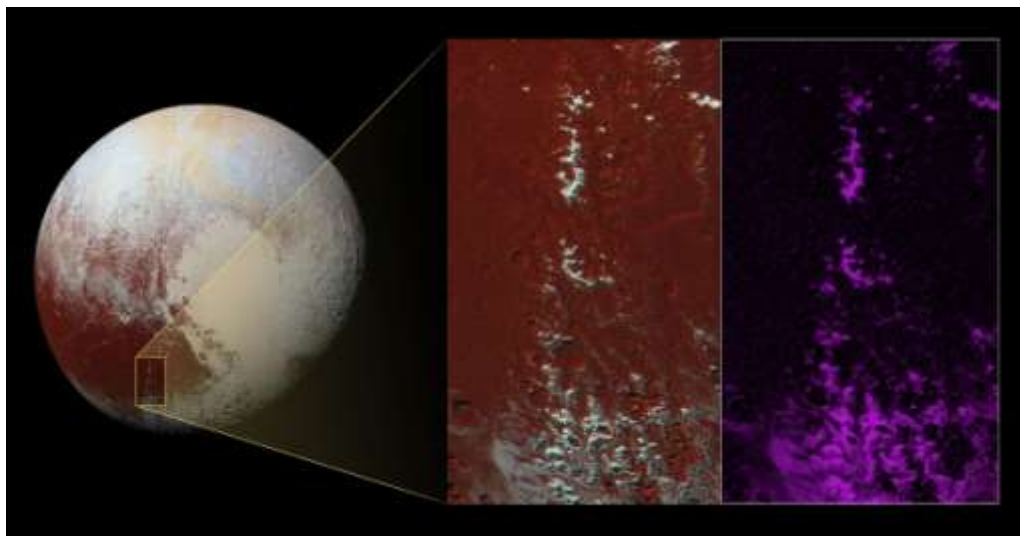
Charon, mogelijk een oude oceaan?



Bevroren canyons op Pluto's noordpool



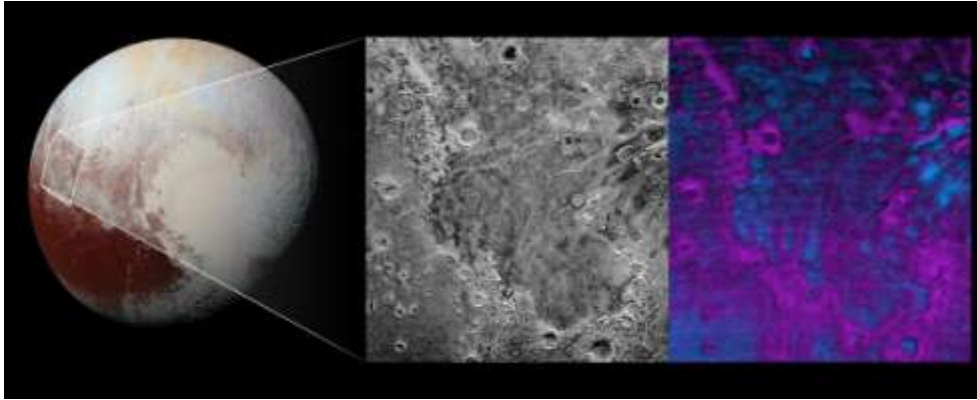
Methaansneeuw op Pluto



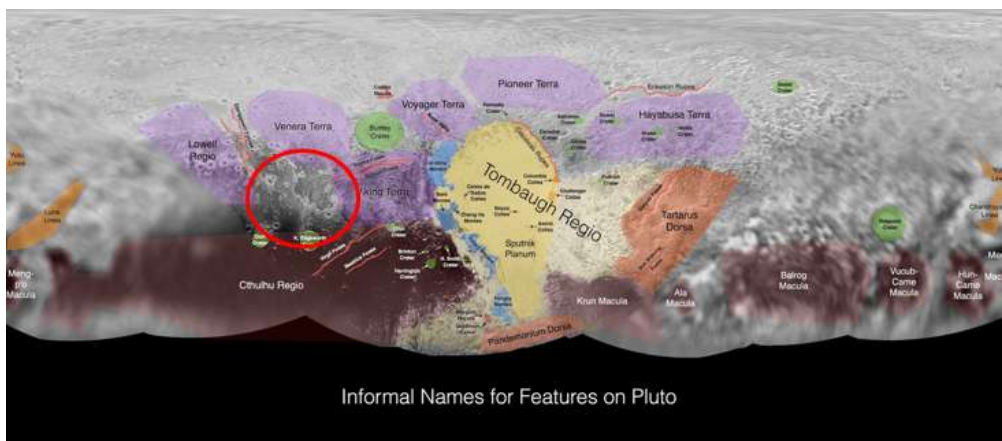
Dit is mogelijk sneeuw op de hoogste bergtoppen, zoals we dat ook op Aarde kennen.

Vega Terra.





Hier zien we erosie. Al het paars is methaan. Het lichtblauw is waterijs. Wetenschappers denken dat hier een geval van erosie te zien is van methaan dat gesublimeerd wordt door het zonlicht. Bijgevolg liggen een aantal delen lager dan anderen. Hieronder een kaart van Pluto met daarop Vega Terra gelocaliseerd.



Josiane

### *Gravitationiegolven*

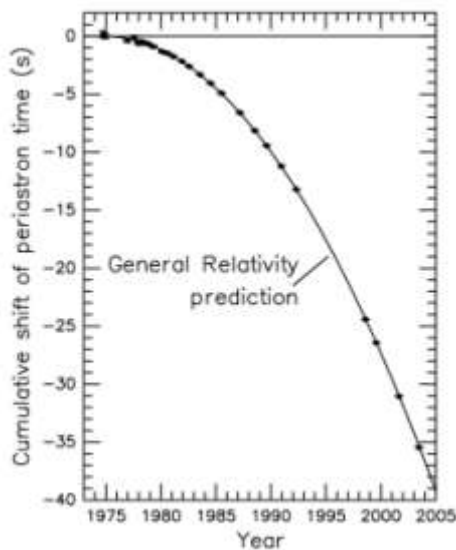
Volgens de algemene relativiteitstheorie is ruimtetijd een flexibel weefsel dat door een massa vervormd wordt. Gravitatie = geometrie. Verstoringen van dit weefsel veroorzaken uitdijende golven, gravitatiegolven.

De bewijzen die tot nu geleverd werden – o.a. periheliumverschuiving van Mercurius en lenswerking van sterren en sterrenstelsels – waren allemaal bewijzen voor situaties in zwakke gravitatievelden. Is de theorie van Einstein ook geldig in zeer sterke gravitatievelden?



Science

Een van de eerste die trachtte gravitatiegolven aan te tonen was Joseph Weber (1919 – 2000) en dit met een resonantiedetector. Hij plaatste er twee op een onderlinge afstand van 1000 km. De trilling van een gravitatiegolf zou een zwakke geluidsgolf in de cilinder veroorzaken. In 1969 publiceerde hij een positief resultaat. Maar er was té veel ruis en zijn claim werd niet erkend. Nog altijd werken onderzoekers met, meer gespecialiseerde resonantiedetectoren: MiniGrail, Auriga, Explorer, Nautilus, Allegro.



Weisberg/Taylor

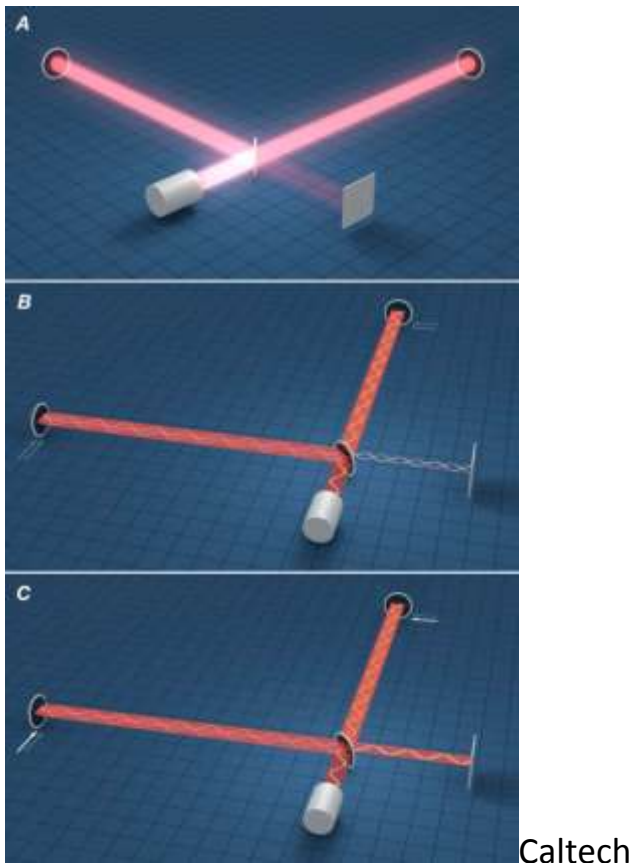
Een eerste indirecte aanwijzing voor gravitatiegolven kwam van radiowaarnemingen door Hulse en Taylor van de pulsar PSR1913+16, twee neutronensterren die per seconde 17 omwentelingen maakten rond hun gemeenschappelijk zwaartepunt. De waarnemingen stemden perfect overeen met de voorspelling van het uitzenden van gravitatiegolven in Einstein's theorie.

Een tweede generatie detector is een interferometerische. Zoals LIGO in de VS, VIRGO in Italië, KAGRA in Japan, GEO 600 in Duitsland en ook Indië gaat een interferometer bouwen. LIGO bestaat uit twee L-vormige opstellingen.



De gravitatiegolf GW150914 werd eerst waargenomen in Livingston en zeer korte tijd later in Hanford. Ze arriveerde dus vanuit de zuidelijke sterrenhemel.

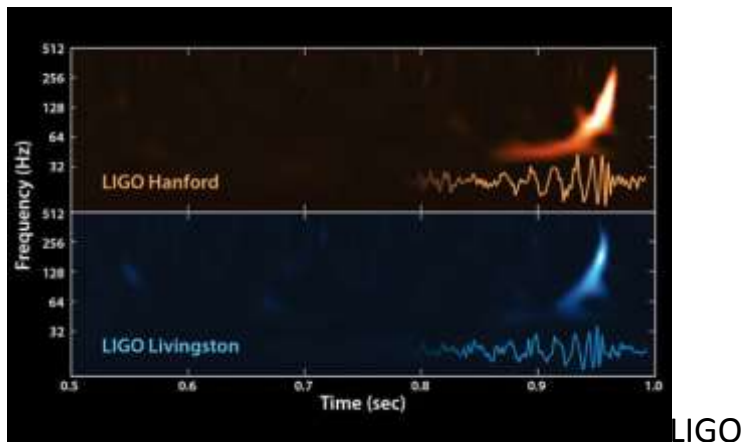
Het principe wordt geïllustreerd in onderstaande figuur.



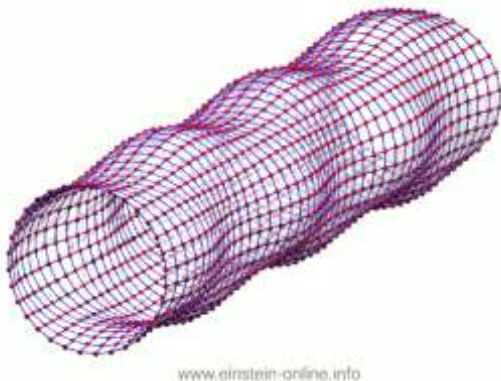
Een laserbron zendt een straal op een beamsplitter die een bundel in twee 4 km lange buizen stuurt. Op het einde ervan worden ze teruggekaatst en komen in oppositie samen. Ze doven elkaar uit. De minste verandering in lengte van één van die armen zal dan wel een signaal doorlaten dat op een fotometer valt. Dan hebben we een registratie! De meetnauwkeurigheid moet enorm goed



zijn. Stel je laat één druppel water vallen in een perfect glad oppervlakte van het IJsselmeer (1100km<sup>2</sup>) en dan ga je de toename meten van de hoogte van dat meer. En in volgende figuur staat de registratie van beide LIGO detectoren.



Je kunt een gravitatiegolf gerust vergelijken met een geluidsgolf: opeenvolgende verdichtingen en verdunningen (zie [www.einstein-online.info](http://www.einstein-online.info)).

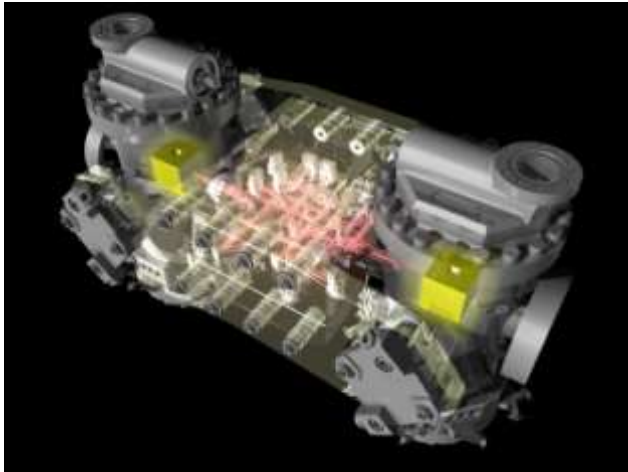


Gravitatiegolven verspreiden niet enkel energie, ze geven ook aan op welke wijze ze zijn ontstaan. We moeten een muziekinstrument dat een melodie speelt ook niet zien om te weten welk het is. De eigenschappen van gravitatiegolven veroorzaakt door versmeltende zwarte gaten verschillen van die van neutronensterren of supernovae (er is telkens een andere frequentie).

GW150914 werd veroorzaakt door de versmelting van twee zwarte gaten van respectievelijk 29 en 36 zonnemassa's op een afstand van ongeveer 1,5 miljard lichtjaar. Bij die versmelting werd er drie zonnemassa's omgezet in energie (reken uit:  $E = mc^2$ ). Die uitgestraalde energie was meer dan vijftigmaal zo groot dan de energie uitgestraald door alle sterren in het waarneembare

heelal! Kun je narekenen door te veronderstellen dat alle sterren vergelijkbaar zijn met de zon.

Detectoren in de ruimte: LISA Pathfinder en eLISA.

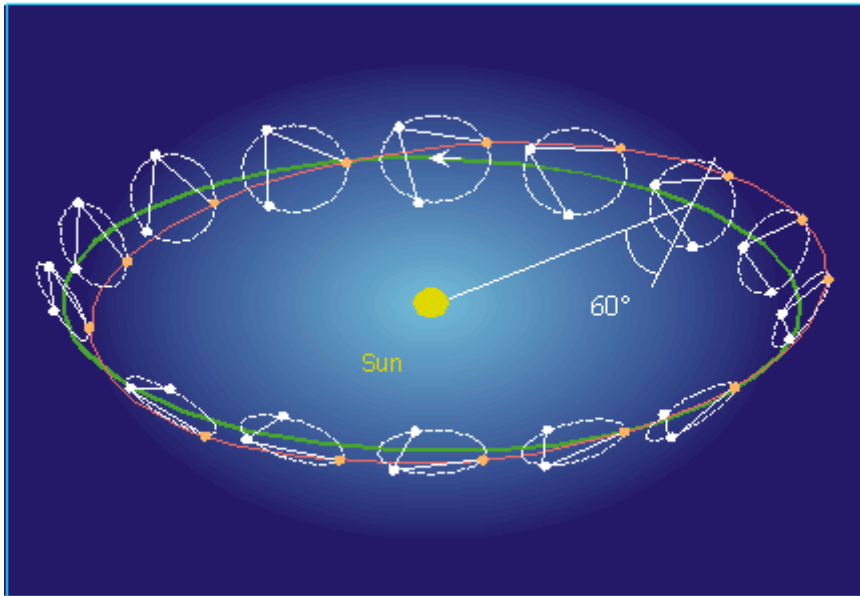


ESA

LISA Pathfinder is een test voor eLISA. Het ruimtetuig bevindt zich in het eerste langrangepunt op 1,5 miljoen km van de aarde. In het tuig bevinden zich o.a. twee kleine kubusjes in vrije val op 39 cm van elkaar. Ze kunnen met grote nauwkeurigheid (tot op  $10^{-9}$  mm) hun onderlinge afstand en beweging controleren.

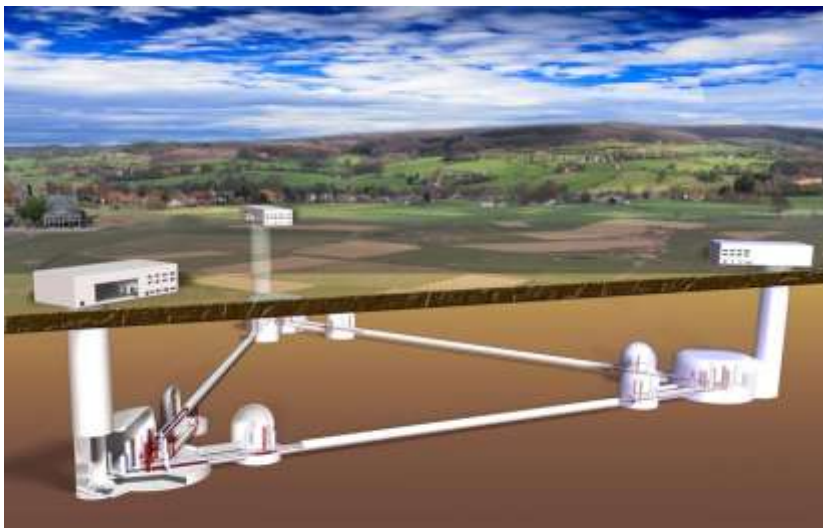
eLISA is een ESA project (na afhaken van de NASA) en wordt vermoedelijk in 2034 gelanceerd. De drie satellieten bevinden zich op ca. 50 miljoen km van de aarde in een heliocentrische baan en hun onderlinge afstand is een miljoen km.

De moedersatelliet zendt een laserbundel naar de twee dochtersatellieten. Die zenden een laserbundel terug. De spiegels bevinden zich in een vrije val situatie. Door te vergelijken met de oorspronkelijke bundel kennen we de afstanden.



Doel: gravitatiegolven opsporen afkomstig van de supermassieve zwarte gaten in de kern van melkwegstelsels, van compacte dubbelsterren, van supernovae en vooral afkomstig van een fractie van een seconde na de big bang.

Toekomst aardse detectoren: de Einsteintelecoop. Een ondergrondse detector van de derde generatie met drie detectoren en interferometers van 10 km lengte.



Physicsworld

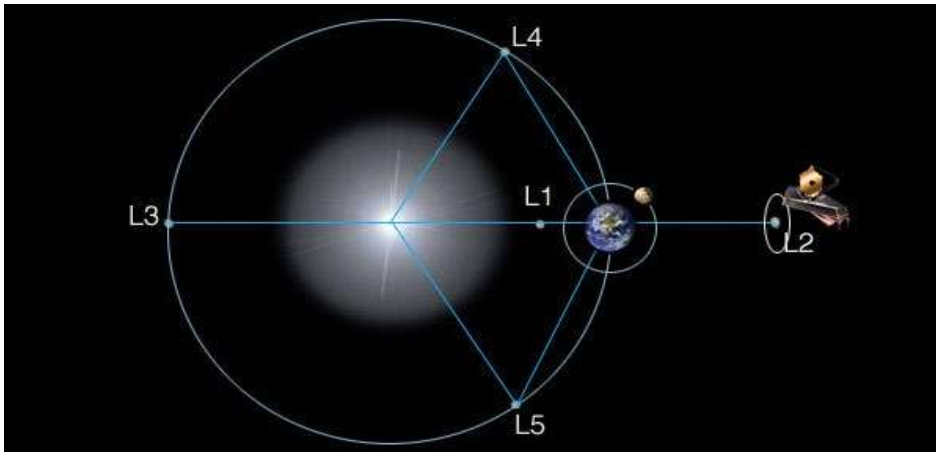
Tony

*De James Webb Space Telescope*

Hoofdspiegel is klaar!

Enkele feiten over “the James”:

- Het is een infrarood telescoop
- Hij heeft een spiegeldiameter van 6,5 meter
- Hij komt in het Lagrangepunt 2
- En de lancering is gepland voor 2018



Op ware grootte. Met de mensen ernaast is goed te zien hoe groot the James zal zijn!



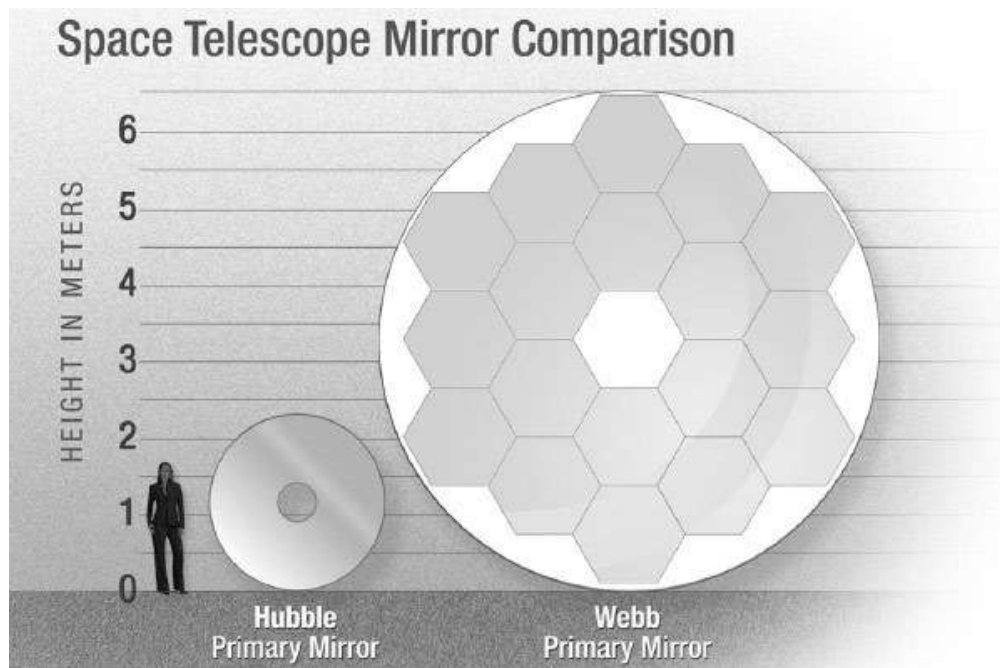
De JWST dient 4 doeleinden:

- Hij kan verder terug in de tijd kijken dan alle anderen
- Hoe ontwikkelen zich sterrenstelsels, sterren en donkere materie tot wat ze nu zijn?
- Onderzoek naar totstandkoming van sterren en protoplanetaire systemen
- Achterhalen hoe leven op aarde ontstond

Om deze doeleinden te realiseren zal the James de eerste sterren en sterrenstelsels die in het heelal ontstonden opsporen. Hij gaat in stofwolken gluren en bestuderen hoe sterren zijn ontstaan. En hij gaat kometen aan de rand van het zonnestelsel bestuderen.

Laat ons eens kijken naar het verschil tussen beide ruimtetelescopen.

JWST versus HST	
<b>JWST</b>	<b>HST</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Zit op 1,5 miljoen km</li><li>• IR (0,6 – 28 micrometer)</li><li>• 8,8 miljard dollar</li><li>• Geeft hopelijk meer antwoorden</li><li>• Frisse start met krachtigere telescoop</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Zit op 570 km v/d Aarde</li><li>• IR (0,8 – 2,5 micrometer) + UV + zichtbaar (0,1 – 0,8)</li><li>• 2,5 miljard dollar</li><li>• Roept vele vragen op die Hubble niet kan beantwoorden</li><li>• Heeft grens bereikt</li></ul>



In juli 2014 werd voor het eerst het enorme zonnescild uitgeklapt.

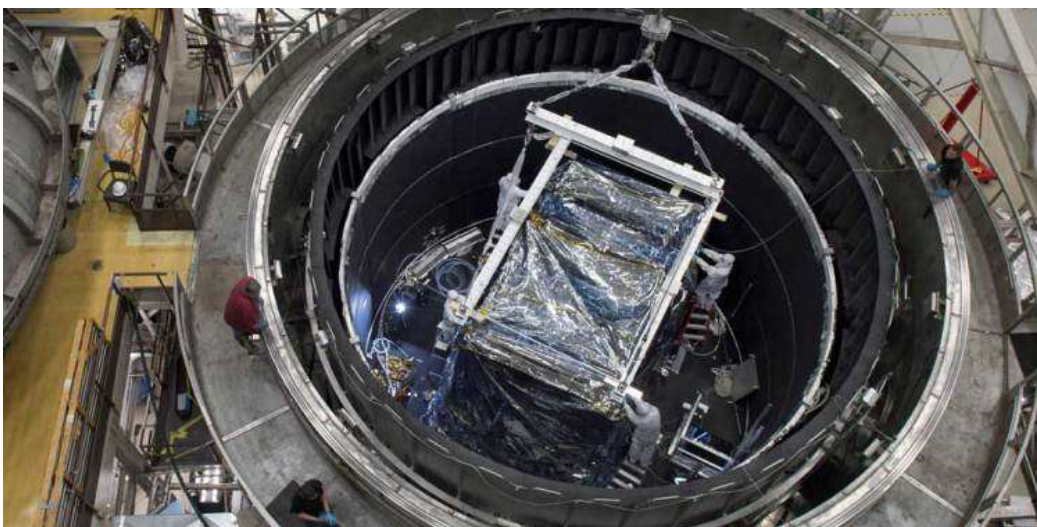




Het is van groot belang dat het zonnescild straks in de ruimte goed ontvouwt. De test verliep althans vlekkeloos!

Nog in 2014 heeft NASA de JWST voor 116 dagen ingevroren, met temperaturen lager dan  $-230^{\circ}$ . Want de telescoop zal in Lagrange 2 zitten, wat een extreme temperatuur is. Het is in de eerste plaats een IR telescoop. Dus om door die nevels heen te kijken, zal de James zeer koud moeten zijn.

Na de 116 dagen werd hij terug opgewarmd en werden de instrumenten getest. Alles bleek vlekkeloos te werken.



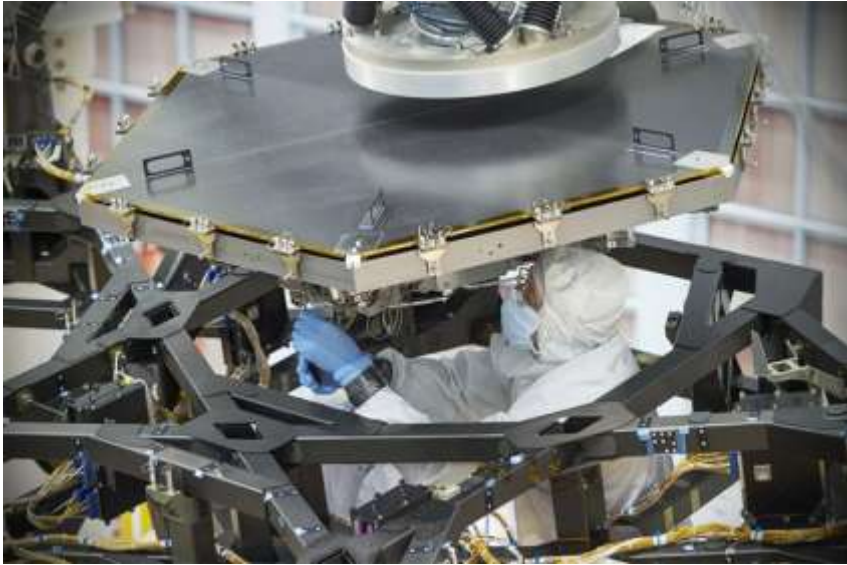
De vleugels van de telescoop moeten uitklapbaar zijn omdat hij in de raket moet passen. Ook dat werd uitvoerig getest. En ook dat bleek zeer goed te werken.

Maar het blijft afwachten of dat ook goed zal verlopen in de ruimte. Want elke vleugel kan tot wel 16 uren nodig hebben om volledig uit te klappen.



In november 2015 is NASA dan begonnen met de installatie van de hoofdspiegel. Hij zal bestaan uit 18 zeshoekige spiegels van 1,3 meter breed. Elk segment weegt 40 kg.

De eerste spiegel werd geplaatst met behulp van de robotarm.



De spiegelsegmenten zijn gemaakt van beryllium. Het is een superlicht materiaal dat goed bestand is tegen extreem lage temperaturen.

Ieder spiegelsegment krijgt een dunne coating van goud om infraroodlicht te reflecteren. Daarnaast beschikt de telescoop over een zonnescild met het oppervlak van een tennisbaan, die de telescoop koel houdt.

Eind december 2015 zijn reeds 9 segmenten geplaatst mbv een robotarm. Als alles compleet is zal de hoofdspiegel 6,5 meter diameter zijn.



Februari 2016. De robotarm installeert het laatste segment.





Nu de spiegel klaar is, kunnen we andere optische instrumenten installeren en testen of alle componenten van de telescoop een raketlancering kunnen overleven,” zegt projectleider Bill Ochs van het James Webb-project.

De achttien spiegels zijn met een robotarm geplaatst. Het is een heel precies werkje. Een afwijking van meer dan 38 nanometer – één duizendste van de dikte van het haar van een mens – kan al problemen opleveren.

We zijn weer een stap dichterbij de lancering van de telescoop. Die staat op stapel voor 2018.

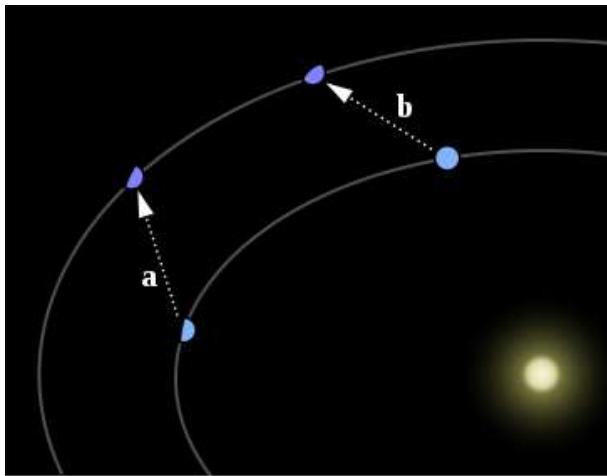
Josiane

### *Dan toch een negende planeet?*

In maart 1781 ontdekt William Herschel (1738-1822) een object dat een schijfje vertoonde, een komeet dacht hij. Herschel's waarnemingen brachten voldoende posities op zodat Anders Lexell (1740-1784) in staat was een baan te berekenen: het object bleek een planeet te zijn, Uranus was ontdekt.

Nadien bleek het aartsmoelijk om een goede efemeride voor deze planeet op te stellen. Dan liep ze vooruit op de berekende positie, dan bleef ze achter lopen. Alexis Bouvard (1767-1843) opperde de idee van een planeet verder van

de zon gelegen. Die planeet, die trager in haar baan liep dan Uranus, zou Uranus dan versnellen en dan vertragen.



Wikipedia

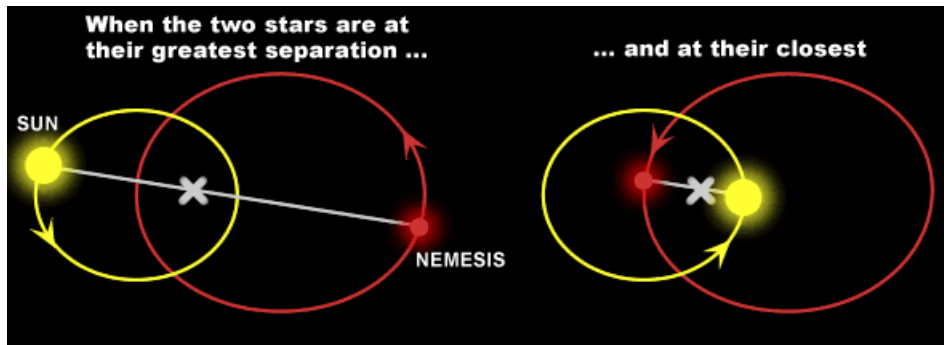
Le Verrier(1811-1877) berekende de positie van die “storende” planeet en bezorgde die aan de sterrenwacht van Berlijn. Galle en d’Arrest ontdekten op 23 september 1846 Neptunus, enkele uren nadat ze van Le Verrier de berekende positie hadden ontvangen. Ook John Adams(1819-1892) had de nodige berekeningen uitgevoerd. Zijn positie was iets onnauwkeuriger dan die van Le Verrier.

Maar nog niet alle storingen in de baan van Uranus waren verdwenen. Percival Lowell (1855-1916) bouwde een sterrenwacht in Flagstaff voor onderzoek van de planeet Mars. Berekende een positie voor planeet X, die alle storingen in de baan van Uranus zou doen verdwijnen. En in 1930 ontdekte Clyde Tombaugh (1906-1997) op 6° van de berekende positie Pluto. Later bleek o.a. Pluto veel te licht om Uranus te kunnen beïnvloeden.

<b>Orbital Elements</b>	<b>Lowell</b>	<b>Pluto</b>
Mean Distance (AU*)	43.0	39.5
Eccentricity	0.202	0.248
Inclination	10 degrees	17.1 degrees
Perihelion date*	February 1991	September 1989
Period (years)	282	248
Mass (Earth=1)	6.6	< 0.7



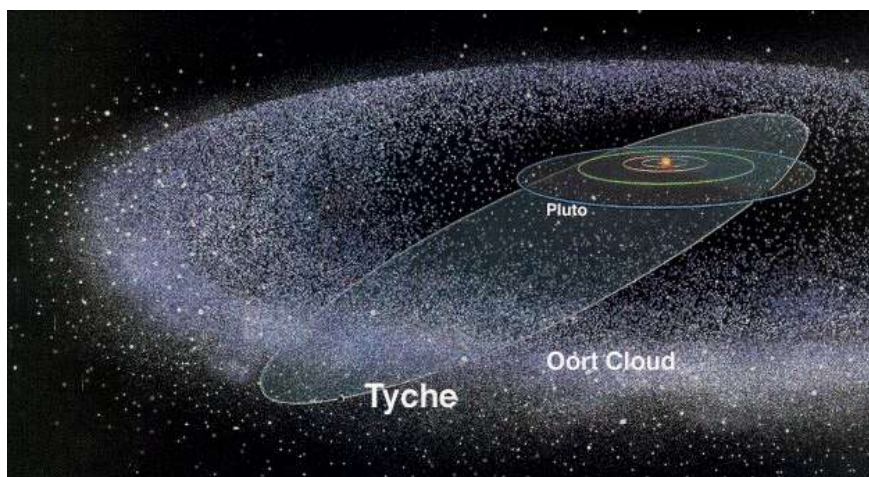
We zijn aanbeland in het begin van de jaren 1980. Raup en Sepkoski beweerden een periodiciteit te hebben gevonden in de massa-extincties die op aarde hebben plaatsgegrepen: ca. 26 miljoen jaar. En in 1984 voorspellen astronomen de aanwezigheid van een bruine dwerg ("Nemesis") voorbij de Oortwolk (1 tot 3 lichtjaar ver).



J.Martell

Door een verstoring van de Oortwolk worden, als Nemesis in zijn periastron is, veel kometen naar de binnenste regionen van het zonnestelsel gestuurd = rampen op aarde. Dit idee werd vlug afgevoerd. Waarnemingen van de Voyager 2 zorgden in de jaren 1990 voor betere waarden van de massa's van Uranus en Neptunus. Er is geen nood meer aan een grote planeet voorbij de baan van Neptunus.

En dan duikt in 1999 het probleem toch weer op! Er zou zich een Jupiterachtige planeet in de buitenste regionen van het zonnestelsels bevinden: "Tyche".

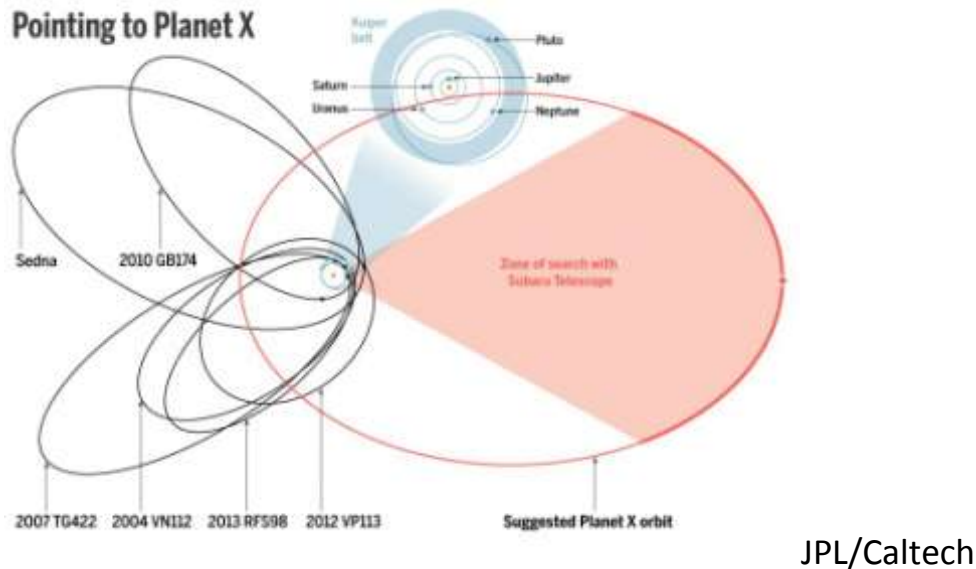


Cardiff University

Dit werd afgeleid uit het punt van oorsprong van langperiodieke kometen. Ze zouden uit een "band" met een bepaalde inclinatie op het planetenvlak komen en niet ad random. Maar statistisch stond dit op losse schroeven.

In 2003 ontdekten Brown, Trujillo en Rabinowitz Sedna. De gemiddelde afstand tot de zon bedraagt  $524,4 \pm 1$  AE en de omlooptijd is ca. 12 000 jaar. In 2014 tonen waarnemingen van de Wide Field Infrared Survey aan dat er tot 10 000 AE geen planeet ter grootte van Saturnus voorkomt.

2015: Brown en Batygin beweren dat zes objecten, waaronder Sedna gegroepeerd ronddraaien.



De perihelia van deze zes vallen haast samen nabij het eclipticavlak en ze gaan allemaal door hun perihelium van zuid naar noord. De objecten liggen buiten de Kuiper gordel in een vlak dat schuin staat op dat van de planeten. Dit kan volgens de auteurs geen toeval zijn. Een planeet met een massa van ca. tienmaal die van de aarde zou zich bevinden op een afstand van 200 tot 600 AE en de omlooptijd bedraagt ca. 15 000 jaar.

De berekeningen toonden ook aan dat er een tweede groep objecten moet bestaan in banen die loodrecht staat op die van "planeet 9" en loodrecht op het vlak van het zonnestelsel. Men kent op dit ogenblik inderdaad zes objecten die hieraan voldoen.

Het vinden van dit object is een groot probleem. Het zou veel minder IR-straling uitzenden dan Neptunus en Uranus. Bevindt het object zich nu in het aphelium, dan is zijn geschatte magnitude 22 tot 25: een speld in een hooiberg!

De transneptunianen zijn in te delen in verschillende groepen. De zogenaamde verstrooide objecten zijn nu van belang. Ze bezitten sterk excentrische banen

en zeer veraf gelegen aphelia. Ze zijn door hun grote baaninclinatie beïnvloedbaar door Neptunus.

Berekeningen wijzen uit dat die verstrooide schijf zich zelf kan organiseren, wat kan leiden tot het ontstaan van de zes objecten waarop de voorspelling van "planeet 9" gebaseerd is. Maar dan moeten er zéér veel objecten in de verstrooide schijf zitten, met zowat een totale massa gelijk aan die van de aarde! Wordt vervolgd.

Tony