

Bijeenkomst op zaterdag 14 juni 2025.

1. Sleutelontdekkingen in de sterrenkunde (Josiane)

We nemen tegenwoordig het heelal waar met allerlei methoden en we vinden dat allemaal vanzelfsprekend. Maar er zijn heel wat ontdekkingen en bedenkingen voorafgegaan aan wat wij nu allemaal kunnen doen aan de sterrenhemel. We gaan een 11-tal sleutelmomenten bekijken die het mogelijk maken om tegenwoordig aan sterrenkunde te doen.

SLEUTEL 1

Bestudering van de fysica van sterren en de interstellaire materie is alleen mogelijk dankzij telescopen.

Voor de telescoop was er wel enige kennis, zoals de omtrek van de aarde en de relatieve afstand van de maan en de zon. Maar men had toen geen notie over de aard van de zon, of waaruit een ster of planeet bestond. De telescoop opende een nieuw tijdperk!

Ook waarnemingen buiten de aardse dampkring hebben een compleet nieuw beeld op het heelal gegeven. Het begrijpen van de opbouw van het heelal werd pas mogelijk na de uitvinding van de telescoop. Er is wat discussie over wie die uitgevonden heeft, maar het was Hans Lipperhey in 1608 die er een patent op nam.



NGC 6559. Zonder telescopen konden zulke emissienevels niet bestuderen.

SLEUTEL 2

Door de draaiing van de aarde om de zon ondergaan sterren op niet al te grote afstanden een kleine jaarlijkse schijnbare verplaatsing (parallax) aan de hemel ten opzichte van achtergrondsterren.

In de oudheid vroeg men zich niet af wat de afstand tot de sterren was. De sterren stonden immers allemaal op een soort van kristallen bol rondom de aarde in het midden en daarrond de planeten en de maan en zon. Het geocentrisch wereldbeeld (Aristoteles, Ptolemaeus) hield zo'n 1000 jaar stand. Galileo Galilei introduceerde echter de telescoop in de sterrenkunde. En daarmee leverde hij sterke argumenten voor een heliocentrisch wereldbeeld (dit werd in de eeuw ervoor al voorgesteld door Copernicus). Ook de bewegingswetten van de planeten door Kepler, zich baserend op de waarnemingen van Tycho Brahe, ondersteunden een heliocentrisch heelal.

In 1838 boekte Friedrich Bessel succes met het meten van de eerste parallax van de ster 61 Cygni, van 0,31", wat een afstand van 11 lichtjaar maakt. Van toen af was de jacht op de parallax van andere sterren geopend.

SLEUTEL 3

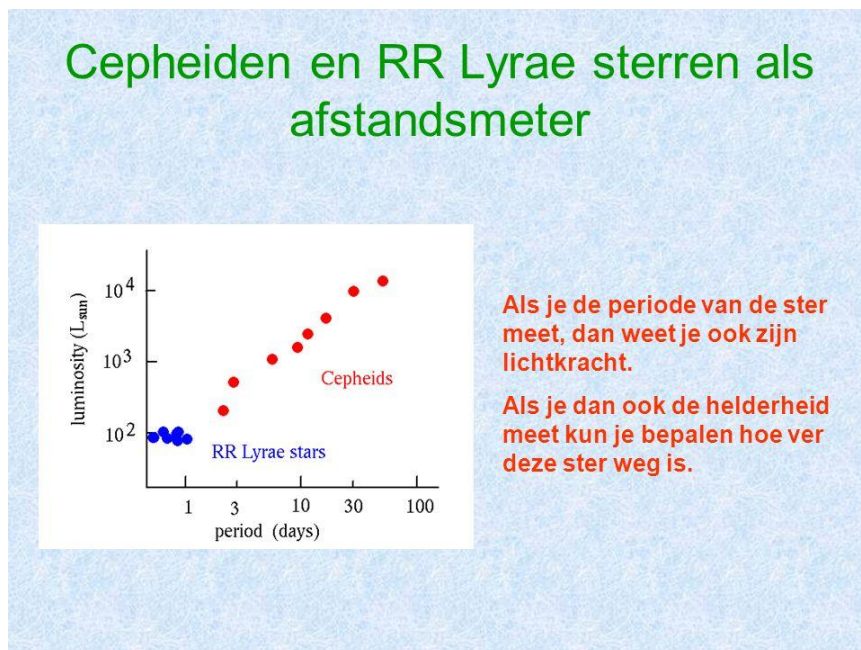
De periode-lichtkracht relatie van cepheïden in de Magelhaense Wolken.

In 1912 ontdekte Henrietta Swan dat bij cepheïden de periode van helderheidswisseling samenhangt met de absolute helderheid. Hieruit kon dan vrij gemakkelijk de afstand bepaald worden.

In 1913 ontdekten Hertzsprung en Russell dat de kleur van sterren dan weer een correlatie heeft met de absolute helderheid -> Hertzsprung-Russell Diagram.

Er is ook de ontdekking van de roodverschuiving, in 1929 door Edwin Hubble, van sterrenstelsels en hun afstand (door de uitdijing van het heelal).

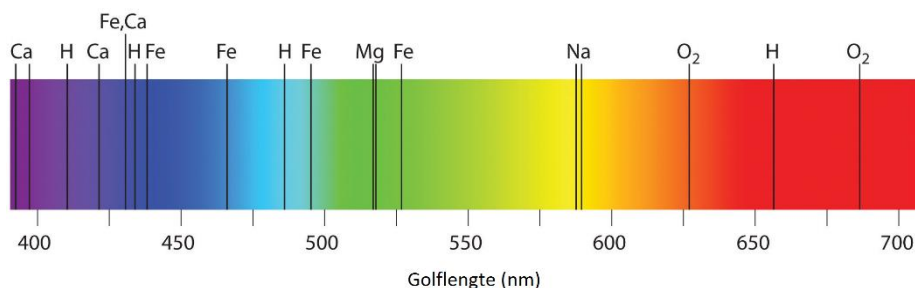
Later worden nog meer standaardkaarsen voor afstandsbepaling ontdekt, zoals bv supernovae type 1A.



SLEUTEL 4

Het visuele deel van het zonnenspectrum met donkere absorptielijnen en de bijbehorende scheikundige elementen.

William Wollaston legde de basis voor de spectroscopie. Hierop bouwde Joseph von Fraunhofer verder en nam in 1814 het zonnenspectrum gedetailleerd waar (met een zelfgebouwde spectrocoop). Hij zag als een van de eersten donkere lijnen in het spectrum van zonlicht. Die kregen later hun betekenis als vingerafdrukken van de elementen (door Kirchhoff en Bunsen in 1859). Uit sterspectra werd vastgesteld dat sterren een vergelijkbare samenstelling hadden als de Zon. Pas in 1925 toonde Cecilia Payne aan via sterspectra dat steratmosferen grotendeels bestaan uit waterstof en helium. Zij hadden zodoende een andere samenstelling dan de aarde.



Fraunhoferlijnen in het spectrum. Zij geven toegang tot de elementaire deeltjes.

SLEUTEL 5

Supernovaresten als de Krabnevel markeren het einde van zware sterren en verspreiden zware elementen in het heelal waaruit wijzelf gemaakt zijn.

In de oudheid werd gedacht dat de zon een eeuwig vuur was. Dan werd gedacht dat de zon van steenkool gemaakt was en zo'n 4000 jaar zou branden. Geologische processen op Aarde spraken dit echter tegen.

In 1854 stelde Hermann von Helmholtz de gravitatie van zon voor als energiebron. Hierdoor zou ze 20 miljoen jaar branden. De leeftijd van de aarde lag toen echter al vast op honderden miljoenen jaren.

Pas in 1920 kwam Artur Eddington met de theorie dat fusie van atoomkernen de gezochte energie zou kunnen leveren.

Hans B  the ontdekte in 1938 dat de omzetting van vier protonen (waterstofkernen) in een heliumkern voldoende energie leverde om de zon te doen branden.

In zware sterren fungeren koolstof-, stikstof- en zuurstofkernen als katalysator bij het omzetten van waterstof in helium, de zgn CNO-cyclus. Deze cyclus werd ontdekt door Carl Friedrich von Weiz  cker in 1938. Zwaardere elementen verspreiden zich door de interstellaire ruimte en fungeren als bouwstof voor nieuwe sterren en planeten.

Geoffrey en Margaret Burbidge, William Fowler en Fred Hoyle beschreven deze processen en toonden daarmee aan dat wij gemaakt zijn van sterrenstof. Tegelijkertijd kregen sterrenkundigen meer inzicht in het ontstaan en de levensloop van sterren.

Kepler bepaalde uit waarnemingen van Tycho Brahe dat de planeten in een ellips rond de zon bewegen.

Galileo Galilei nam waar dat zware en lichte voorwerpen even snel vallen. Simon Stevin deed deze ontdekking al in 1584, eerder dan Galileo dus.

Isaac Newton werkte de theorie uit in 1687 in zijn vier bewegingswetten. Zijn vierde bewegingswet (vaak de gravitatiewet genoemd (objecten met massa trekken elkaar aan)) leidde hij af uit Keplers' ellipsbanen van de planeten. De grondslag werd gelegd door de klassieke mechanica.

In 1915 ontwikkelde Albert Einstein in zijn algemene relativiteitstheorie de beschrijving van de zwaartekracht als de kromming van ruimte en tijd. Uit de relativiteitstheorie volgt ook het bestaan van zwarte gaten.

SLEUTEL 6

Recente voorstelling van het Melkwegstelsel op basis van data van de astrometriesatelliet Gaia.

In 1610 zag Galileo door zijn telescoop dat de Melkweg uit talloze sterren bestond.

William Herschel voerde in 1785 stertellingen uit en beschreef de Melkweg als een platte schijf. In 1918 bepaalde Harlow Shapley ahv cepheiden in bolhopen dat die zich leken te groeperen rond een ver punt in de richting van het sterrenbeeld boogschutter.

Robert Trumpler stelde dan weer vast dat in het Melkwegvlak interstellair stof het zicht belemmerde. In 1951 werd met de opkomst van radiosterrenkunde de spiraalstructuur van het Melkwegstelsel duidelijk (Jan Oort en student Henk v/d Hulst). Want radio-, microgolf- en infrarode straling hebben weinig last van absorptie door stof.



Het beste beeld van het Melkwegstelsel door de data van Gaia.

SLEUTEL 7

Het heelal wordt bevolkt door sterrenstelsels.

Door stertellingen kwam Jacobus Kapteyn in 1922 tot een afmeting van de Melkweg van 40.000 lichtjaar.

In 1923 eindigde Edwin Hubble het debat over de vele waargenomen 'nevels' door cepheïden op te sporen in de Andromedanevel. Hij kwam daarmee op een afstand van 900.000 lichtjaar. De afstand tot M31 was een onderschatting, maar het was wel duidelijk dat deze zich ver buiten het Melkwegstelsel bevond.

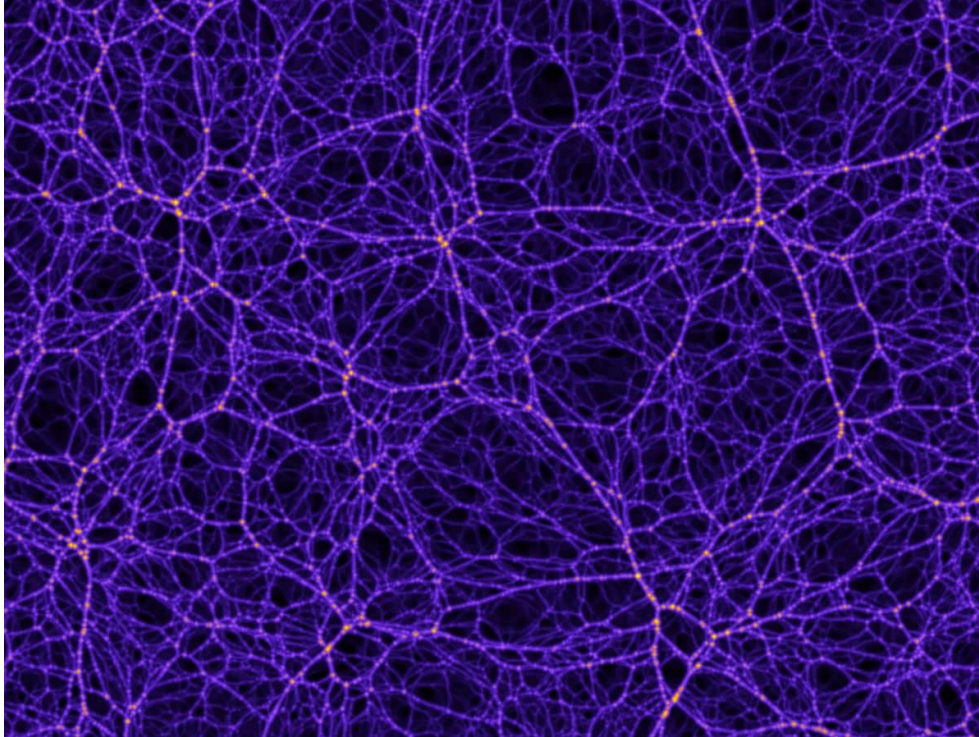
Maarten Schmidt merkte in 1963 op dat quasar 3C 273 een zeer grote roodverschuiving vertoonde (uitdijing van het heelal) en zich met een ongelooflijke snelheid van 43.752 km/sec van ons verwijderde, om een afstand van 2 miljard lichtjaar.

SLEUTEL 8

Computersimulatie van het kosmisch web.

Al het vorige bijeen genomen werd in een straffe computer gestoken. En dan hebben we 10.000 computers laten rekenen (met 1 computer zou het 1100 jaar geduurd hebben). Daar kwam het kosmisch web uit. Dat is een netwerk van filamenten en draden dat de grootschalige structuur van het heelal definieert. Deze structuren zijn samengesteld uit intergalactisch gas en donkere materie. Wetenschappers gebruiken computersimulaties om het kosmisch web te bestuderen en te begrijpen hoe het gevormd is en hoe het evolueert. Deze simulaties zijn driedimensionaal en geven een realistisch beeld van de grootschalige structuur van het heelal.

Op de knooppunten van die filamenten, waar de dichtheid het hoogst is, ontstaan sterrenstelsels.



SLEUTEL 9

Combinatie van een visueel beeld en een radio-opname van het radiosterrenstelsel Hercules A.

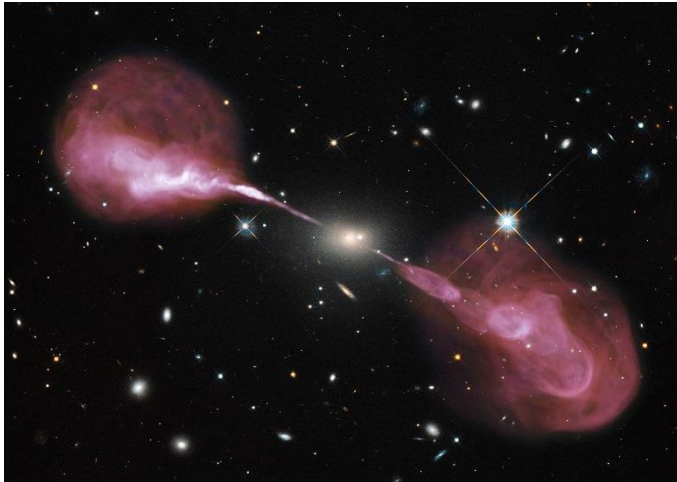
Edwin Hubble was zeer productief. Met de toenmalige grootste kijker ter wereld (Hooker telescoop Mount Wilson 2,5 m) stelde hij vast dat sterrenstelsels zich met toenemende afstand evenredig sneller van ons verwijderen.

Georges Lemaître deed dat zelfs nog vóór Hubble (een relatie tussen de verwijderingssnelheid van sterrenstelsels en hun afstand -> het heelal dijt uit -> het heelal bleek veel groter te zijn dan tot dan toe gedacht).

Fred Hoyle verzette zich daartegen. Hij was van mening dat het heelal statisch was.

Maar de genadeklap voor zijn ongelijk kwam met de ontdekking van de 3K kosmische achtergrondstraling (Arno Penzias en Robert Wilson in 1964).

De afmetingen van het waarneembare heelal worden nu op een 90 miljard lichtjaar geschat. En het heelal zou 13,8 miljard jaar oud zijn.



Hercules A

SLEUTEL 10

De gemeten rotatie van het sterrenstelsel M33 neemt niet af bij toenemende afstand tot het centrum. Zonder donkere materie zou je verwachten dat de draaisnelheid wel zou afnemen.

Fritz Zwicky stelde in 1930 vast dat sterrenstelsel in de Comacluster zeer snel bewegen -> de cluster zou al lang uit elkaar gevallen moeten zijn (als hij enkel door de zwaartekracht van zichtbare materie (sterrenstelsels, gas) bij elkaar gehouden zou worden). Er moest dus onzichtbaar materiaal zijn met extra zwaartekracht. Dat werd dan maar donkere materie genoemd.

Later vond men nog meer aanwijzingen voor donkere materie: zwaartekrachtlenzen door clusters van sterrenstelsels en geringe temperatuurfluctuaties in de kosmische achtergrondstraling.

De aard ervan is onbekend, de meeste kosmologen houden het op onbekende elementaire deeltjes (WIMPS).

Nog meer vragen roept de ontdekking van Saul Perlmutter, Adam Riess en Brian Schmidt op in 1998: de uitdijning van het heelal versnelt in de loop van de tijd -> donkere energie.

SLEUTEL 11

Selfie van de rover Perseverance op Mars.

De uitvinding van de telescoop is a big thing in de geschiedenis van de sterrenkunde. Maar met alles dat we gezien hebben tot nu toe mogen we natuurlijk ons zonnestelsel niet vergeten.

A big thing kan ook gezegd worden van de ruimtevaart. We zijn ver verwijderd van de lancering van Spoetnik (1957).

We kijken niet alleen met gewone sterrenkijkers naar de planeten, manen, kometen, ... maar er zijn totaal nieuwe vensters op het heelal geopend: infrarood, ultraviolet, gamma, röntgen. Ruimtetuigen werden gelanceerd om het zonnestelsel waar te nemen van buiten de dampkring want zij hadden zo geen last van die aardse dampkring.

Ook in het zonnestelsel werden talloze hemellichamen bezocht en onderzocht door ruimtetuigen.

Op de koop toe ontdekten Michel Mayor en Didier Queloz in 1995 voor het eerst een planeet rond een andere ster.



BESLUIT

Als er ooit een gouden eeuw in de sterrenkunde was, dan is die nu. Maar we mogen nooit de aan Newton toegedichte uitspraak vergeten, dat we verder kunnen zien omdat we op de schouders van reuzen uit het verleden staan!

Bron: Zenit

2. Leven in het Heelal (Rudi)

Zoals we weten heeft Rudi een cursus ontwikkeld over sterrenkunde voor beginners.

Eén van de hoofdstukken gaat over het leven in het Heelal. Diverse onderwerpen komen aan bod: wat is leven, wat is er nodig, leefbare planeet, leven op Aarde, SETI, Fermi paradox en leven in het Heelal.

Voor meer details verwijzen we naar de presentatie.

3. Kosmos 482 (Bart)

Op 10 mei 2025 berichtten internationale media dat na 53 jaar een deel van de Sovjet-ruimtesonde Kosmos 482 opnieuw de aarde was binnengetreden en in de Indische Oceaan neerstortte. Deze gebeurtenis bracht opnieuw aandacht voor een vergeten hoofdstuk uit de ruimteschiedenis: de *Venera-missies*, het Sovjetprogramma voor de verkenning van Venus tussen 1961 en 1984.

Kosmos 482 werd op 31 maart 1972 gelanceerd vanaf Baikonur en was bedoeld als tweelingmissie van Venera 8, die met succes op Venus landde. Beide sondes maakten deel uit van het ambitieuze Venera-programma, dat zich toelagde op het onderzoeken van de Venusatmosfeer, het oppervlak, en de tektoniek van de planeet. De Sovjets slaagden er als eersten in om een ruimtetuig in de atmosfeer (Venera 4, 1967) en op het oppervlak van een andere planeet te laten binnendringen (Venera 7, 1970), en later ook om foto's vanaf het oppervlak te maken (Venera 9, 1975).



Kosmos 482, ontworpen als lander voor Venus, mislukte kort na de lancering. Door een fout in de laatste trap van de Molniya-raket kon de sonde niet ontsnappen aan de aardse zwaartekracht. Enkele onderdelen verbrandden in de atmosfeer, maar een capsule met hitteschild kwam in een onstabiele baan rond de aarde terecht. Deze capsule (NORAD code 1972-023E) bleef sindsdien rondcirkelen om uiteindelijk in mei 2025 terug te vallen op aarde.

De Venera-missies leverden unieke inzichten op over Venus: de temperatuur op het oppervlak bedraagt ongeveer 465°C, de atmosferische druk is 90 keer die van de aarde, en de atmosfeer bestaat bijna volledig uit CO₂, met wolken van zwavelzuur. Ondanks deze onherbergzame omstandigheden slaagden de Sovjets erin om beelden en gegevens van het oppervlak terug te sturen, zij het slechts gedurende de korte periodes dat de landers konden overleven op het oppervlak (20–90 minuten).



Vandaag kijkt Rusland vooruit met Venera-D (de 'D' staat voor het Russische woord voor "langdurig"). Deze missie, gepland voor 2031, wil een lander afleveren die tot drie uur op Venus kan overleven. Wetenschappelijke interesse richt zich nu vooral op het controversiële gas fosfine (PH_3), mogelijk van biologische oorsprong, dat in 2020 werd waargenomen in de hoge atmosfeer van Venus.

Kosmos 482 is zo een tijds capsule geworden van een tijdperk waarin ruimtevaartpolitiek, wetenschappelijke ambitie en technische durf samenkwamen. Zijn onverwachte terugkeer in 2025 is niet enkel een curiositeit, maar een herinnering aan het belang van lange termijn opvolging van ruimteobjecten – en aan de blijvende aantrekkingskracht van onze zusterplaneet Venus.

4. Volgende bijeenkomst

We wensen iedereen een aangename vakantie en zien jullie graag terug op de volgende bijeenkomst van Vendelinus op 13 september 2025.