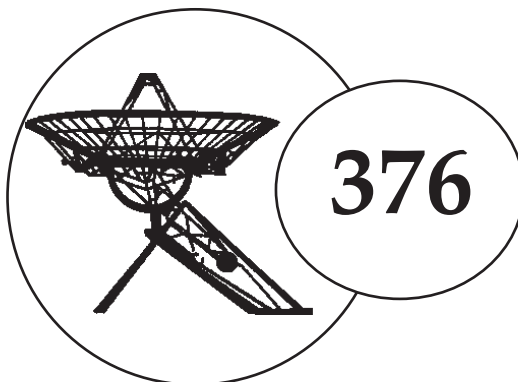


# INFORMATIEBLAD

Stichting 'De Koepel'  
Zonnenburg 2, 3512 NL Utrecht  
tel. 030 - 2311360,  
fax. 030 - 2342852  
info@dekoepel.nl  
www.dekoepel.nl



Jaargang 34 - nov 2009

Productie: Coos Haak  
Wendy Majoor  
Bert de Bruijn  
Josiane Claesen  
Timothy Kamp  
Mat Drummen (red)


## ZONNESTELSEL

### Poollicht op Saturnus in detail

 De Cassini heeft videobeelden van poollicht op de planeet Saturnus gemaakt in tot nu toe ongekend hoge resolutie en in drie dimensies. Met name het verticaal profiel van het poollicht was nooit zo goed gezien: als bewegende gordijnen hoog boven de atmosfeer van de planeet. Die reiken tot meer dan 1200 km boven het zichtbare wolkendek. De 'gordijnen' laten zien hoe de geladen deeltjes uit de ruimte reageren via het magnetisch veld met de hoogste delen van de atmosfeer van Saturnus. Op Aarde is er relatief veel zuurstof en stikstof in de atmosfeer. De atmosfeer van Saturnus bestaat vooral uit waterstof. Waterstof is heel licht en daarom reikt het tot grotere hoogte. Op Aarde is het poollicht tussen 100 en 500 km actief. Op Saturnus komt poollicht meer dan twee maal zo hoog. Zowel op Aarde als op Saturnus beweegt en verandert het poollicht snel, al is nog niet geheel duidelijk waarom. Ook onderzoekt men nog hoeveel energie nodig is om het poollicht te doen oplichten. De Cassini had al eerder poollicht op Saturnus waargenomen, maar dat was in het ultraviolet en infrarood. Nu is het gezien in visueel licht en in hogere resolutie en gedurende lange tijd, in feite bijna continu gedurende ruim drie dagen op de grens van de dag- en nachtkant van de planeet op hoge noordelijke breedte. (Cassini-JPL, 24 nov 2009)

## EXOPLANETEN

### Lithiumgebrek vanwege planeten

 Een baanbrekende onderzoek aan 500 sterren, waaronder 70 waarvan bekend is dat ze planeten bij zich hebben, heeft met succes het al lang bestaande 'lithium-mysterie', waargenomen in de Zon, verbonden met de aanwezigheid van planeetsystemen. Met behulp van de HARPS-

spectrograaf aan de 3,6-meter telescoop op La Silla, hebben astronomen ontdekt dat zonachtige sterren die planeten bij zich hebben hun lithium veel efficiënter hebben afgebroken dan sterren zonder planeten. Deze ontdekking werpt niet alleen licht op het gebrek aan lithium in onze ster, maar geeft astronomen ook een heel efficiënte manier om te zoeken naar sterren met planeetsystemen. Al enkele decennia is waargenomen dat de Zon, vergeleken met ander zonachtige sterren, een laag lithiumgehalte heeft en astronomen zijn nog niet in staat geweest om deze anomalie te verklaren. De ontdekking van een tendens onder sterren met planetenstelsels levert een natuurlijke verklaring voor dit al lang bestaande mysterie. De onderzoekers ontdekten dat de meerderheid van sterren met planetenstelsels minder dan één procent van de hoeveelheid lithium bevat dan de meeste andere sterren. Met deze steekproef kon men tevens aantonen dat de reden van deze lithiumreductie niet gerelateerd is aan andere eigenschappen van de ster, zoals bijvoorbeeld zijn leeftijd.

In tegenstelling tot de meeste andere elementen die lichter zijn dan ijzer, worden de lichtere kernen van lithium, beryllium en borium niet in grote hoeveelheden geproduceerd in sterren. Men denkt dat lithium, dat uit slechts drie protonen en vier neutronen bestaat, voornamelijk geproduceerd werd net na de oerknal, 13,7 miljard jaar geleden. De meeste sterren zullen dus dezelfde hoeveelheid lithium hebben, tenzij dit element binnenin de ster is vernietigd.

Omgekeerd, door de hoeveelheid lithium te controleren die in een ster aanwezig is, kunnen astronomen beslissen welke sterren de moeite waard zijn om nader te onderzoeken op exoplaneten. Nu moeten de fysieke mechanismen erachter worden onderzocht, want men het verband tussen lithiumafbraak en planeten is nu wel aangetoond, maar de fysieke reden waarom dat kon gebeuren is nog niet opgehelderd. (ESO, 11 nov 09)



## STERREN EN STEREVOLUTIE

### Jonge bruine dwergen



De Spitzer infrarood satelliet van NASA heeft bijgedragen aan de ontdekking van de jongste bruine dwergen die men ooit heeft waargenomen. Als dit wordt bevestigd werpt dat licht op de manier waarop bruine dwergen ontstaan.

Bruine dwergen zijn heel lichte sterachtige objecten, zo massa-arm en zo koel dat ze niet komen tot kernfusiereacties in hun kern en dus verdienen ze in strikte zin de term 'ster' niet. Wat massa en ook wat oppervlaktetemperatuur betreft zitten ze tussen planeten en gewone sterren in. Er is onder de astronomen enige discussie of ze gevormd worden als sterren of als planeten, dus uit een samentrekkende gaswolk of uit een secundaire gasschijf rond een ster. Omdat ze koeler zijn dan sterren zijn ze optisch heel moeilijk op te sporen. In het infrarood lukt dat beter.

Bruine dwergen evolueren snel en het is dus extra moeilijk om er te zien als ze nog erg jong zijn. De eerste bruine dwergen zijn ontdekt in 1995 en inmiddels kent men er honderden, maar tot nu toe waren er geen duidelijk jonge exemplaren bij. Een internationaal team claimt nu een proto-bruine dwerg gevonden te hebben, een object dat nog deels in ingebed in de visueel ondoordringbare gaswolk waaruit het geboren is. Het object ligt in de donkere wolk Barnard 213 in het Taurus-Auriga complex. Het kreeg de aanduiding SSTB213 J041757. In het nabij-infrarood werd de bruine dwerg ook teruggevonden met een telescoop op de sterrenwacht Calar Alto in Spanje. Toen bleek dat het om twee zeer lichte bruine dwergen gaat in een zeer jong stadium van hun ontwikkeling. Deze objecten werden vervolgens met andere telescopen waargenomen: de VLA radiotelescoop in de VS, de VLT in Chili en met de Caltech submm kijker op Hawaii: daarmee was de gaswolk rond de bruine dwergen goed aan te tonen. Uit de gecombineerde waarnemingen krijgt men inzicht in de energieverdeling van de betreffende objecten. Zo bleek dat het de lichtste en koelste bruine dwergen zijn die men kent en ook dat ze gevormd worden als (lichte) sterren, niet als planeten. Het is overigens nog niet helemaal zeker dat het hier echt om proto-bruine dwergen gaat. Nader onderzoek moet dat bevestigen. (Spitzer, JPL/NASA 23 nov 09)

### Neutronenster met koolstofatmosfeer



In de beroemde supernovarest en radiobron Cassiopeia-A bevindt zich een neutronenster. Dat is tien jaar geleden ontdekt met NASA's röntgenstellet Chandra toen die net begon met zijn waarnemingen. Het betreft het res-

tantsterretje dat is overgebleven van de supernova-explosie. Met Chandra zijn nu uit het röntgenspectrum aanwijzingen gevonden dat die neutronenster een dampkring heeft van koolstofgas. Overigens is deze atmosfeer slechts een uiterst dun laagje van 10 cm bovenop de al even dunne oppervlaktelaag van ijzer. Het sterlichaam als geheel heeft overigens ook maar een diameter van 22 km, maar dan met een massa groter dan die van de Zon. De koolstoflaag bedekt het hele sterlichaam en daardoor zijn tijdens de sterrotatie geen vernaderingen in de röntgen- of radiostraling te zien, met andere woorden de ster pulseert niet, zoals veel andere neutronensterren wel doen. De koolstoflaag is dan wel dun, maar ze is zeer dicht: de laag wordt zo sterk aangetrokken door de ster dat er een atmosferische druk heerst tien maal zo hoog als in het centrum van de Aarde ofwel honderd miljard maal de atmosferische druk op het aardoppervlak! Ook is de temperatuur van het koolstof gigantisch hoog: naar schatting 2 miljoen graden.

Dat deze neutronenster zo afwijkend is, hangt vermoedelijk samen met zijn jeugdige leeftijd: die is slechts een paar honderd jaar, namelijk zo oud als de supernova. Het koolstof is hier terechtgekomen enerzijds doordat materiaal van de supernovarest op de ster terugviel en anderzijds omdat er kernfusie optrad op het oppervlak van de neutronenster waarbij waterstof in helium en het helium vervolgens in koolstof werd omgezet. Uit de gegevens van Chandra blijkt tevens dat deze ster slechts een zwak magneetveld heeft. Het is niet duidelijk of dat zo blijft of dat de ster later een sterker magneetveld ontwikkeld. (Chandra-News 4 nov 09)

### Magnetars beven anders dan gedacht

De Amsterdamse sterrenkundige Anna Watts (UvA) en haar Amerikaanse collega Andrew Steiner (Michigan State University) hebben ontdekt dat trillingen op magnetars (een bepaald soort neutronensterren) als gevolg van sterbevingen, verband houden met bewegingen van de korst en niet met activiteit in de kern van deze sterren. Ze stellen dat de atoomkernen in de korst van de magnetar minder protonen en meer neutronen bevatten dan eerder werd gedacht. Magnetars zijn jonge neutronensterren met een ultra-sterk magnetisch veld, zo'n 10 miljard keer sterker dan dat van de Aarde. Ze vormen de krachtigste magneten in de kosmos. Ze ontstaan nadat een zware ster in een supernova-explosie aan het einde van zijn leven is gekomen. Er komt zachte röntgenstraling vrij wanneer magnetars krachtige seismische erupties ondergaan, die sterbevingen worden genoemd, waarbij de hele ster trilt. Net zoals geologen de trillingen tijdens aardbevingen gebruiken om de interne structuur van de Aarde te achterhalen, ver-



tellen sterbevingen iets over de structuur van een ster. Een sterbeving ontstaat door het snelle verval van het sterke magnetische veld van een magnetar. Daardoor scheurt de dichte, harde korst en volgt een uitbarsting van gamma- of röntgenstraling. Volgens recente simulaties is de korst van een neutronenster 10 miljard keer zo sterk als staal. (NOVA, 3 nov 09)

### Ontstaan van zware ster (1)



Achter de optisch zichtbare Orionnevel verborgen bevindt zich een grote moleculuwolk waarin nog steeds sterren ontstaan. Met de techniek van Very Long Very Baseline Array (VLBA) heeft men een serie zeer gedetailleerde radiobeelden van een zware ster in wording kunnen maken. Door de beelden achter elkaar te zetten ontstond een film van de ontwikkeling van de ster. Zo'n object blijkt zich min of meer te vormen als een lichte ster. Er is onder meer een accretieschijf rond de ster en magnetische krachten spelen een grote rol. Dat was tot nu toe niet bekend omdat zware sterren zeldzaam zijn en in hun jeugd optisch meestal geheel schuil gaan in stof en gas. Over hun levenseinde is veel bekend (supernova!) maar over hun jeugd heel weinig. De betreffende ster staat bekend als Source I. Hij werd gedurende twee jaar elke maand waargenomen met het nationale Amerikaanse VLBA netwerk. Op deze manier werden superscherpe beelden verkregen van de omgeving van directe de ster. Daar werden duizenden wolken met siliciummonoxide (SiO)-moleculen ontdekt. Ze tonen zich als masers (laser-achtige bakens in radio). Sommige masers werden aangetroffen op een afstand van weinig meer dan 5 AE (Zon-Jupiter) van de ster. De SiO-wolken (c.q. maserbronnen) kon men in de loop van die twee jaar goed zien bewegen en wel in drie dimensies. Zo vond men ook een indicatie voor het roteren van de accretieschijf, waarin materie op de ster toe valt. Ook ziet men materiaal loodrecht op de accretieschijf van de ster af bewegen in twee kegelvormige bundels. Daarmee wordt onder meer draai-impuls aan het systeem onttrokken. Te zien is dat de uitstromende materie afbuigt, wellicht onder invloed van het magnetisch veld van het systeem, dat buisvormig gedraaid is zoals een helix. De relatief sterke invloed van magnetische veldlijnen is onverwacht. Nog onduidelijk is waar het magnetisme zijn oorsprong vindt: in de ster of in de accretieschijf. (Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics, 16 nov 09)

### Ontstaan van zware ster (2)



Japanezen sterrenkundigen hebben met behulp van de 8 meter Subaru-telescoop op Hawaï opnamen gemaakt in het mid-infrarood van de

materieschijf rond een de zware ster HD 200775 in Cepheus op 1400 lichtjaar. Sterren die meer dan acht keer zo zwaar zijn als de Zon, zijn bij hun geboorte gehuld in dichte wolken van gas en stof. We krijgen deze sterren in feite pas te zien als ze dat omhulsel zelf hebben weggeblazen. Hierdoor is nog steeds niet zeker hoe zulke zware sterren precies ontstaan: uit een ronddraaiende schijf van materie, zoals hun lichtere soortgenoten, of door het samensmelten van verscheidene kleinere sterren? Het antwoord moet komen uit waarnemingen op golflengten waar je minder last hebt van het stof dat deze sterren aan het zicht onttrekt, zoals het infrarood. De nieuwe Subaru-opnamen lijken erop te wijzen dat in elk geval sommige zware sterren op de gebruikelijk manier ontstaan. HD 200775 blijkt een compacte dubbelster te zijn, die een ster van minstens 10 zonsmassa's bevat die in zijn geheel is omgeven door een circumstellaire schijf en moleculaire wolken. (Subaru Telescope 20 nov; Astronieuws, 23 nov 2009)

### Stofschijven in een dubbelstersysteem

Sinds enkele decennia [physicsworld.com](http://physicsworld.com) weten de astronomen dat sterren bij hun geboorte grote protoplanetaire schijven vormen met een straal van soms wel enkele honderden AE. Veelal baseert men zich op waarnemingen van enkelvoudige sterren, maar de meeste sterren ontstaan in paren of in groepjes. De vraag is hoe dan de schijven reageren. Met behulp van de 8 meter Subaru-telescoop in Japan heeft men nu een dubbelster op 520 lichtjaar in het sterrenbeeld Slangen-drager onderzocht. Daartoe gebruikte men een coronograaf, een apparaat waarmee men het directe licht van de sterren zelf afdekt en alleen de omgeving waarneemt. Zo werd een protoplanetaire schijf gevonden rondom elk van de twee sterren en die schijven blijken in wisdtselwerking te zijn met elkaar. Computermodellen suggereren dat er materie wordt uitgewisseld. Volgens de onderzoekers kan men zo mogelijk bepalen waar de kans op planeetvorming in dubbelsterren het grootst is. Het onderzoek is gepubliceerd in het tijdschrift Science van 20 nov 09. (Physicsworld, 19 nov 2009)

### Nieuw type supernova bevestigd

Astronomen hebben een nieuw type supernova gevonden, zo meldt Science Express. Het bestaan ervan werd twee jaar geleden al voorspeld door de astronoom Gijs Nelemans en diens collega's. Amerikaanse astronomen ontdekten de nieuwe supernova, SN2002bj, in zeven jaar oude data. Nelemans van de Radboud Universiteit in Nijmegen berekende dat er een supernova-explosie



plaats zou kunnen vinden, die minder helder en korter zichtbaar zou zijn dan de al bekende supernovae. Dovi Poznanski en collega's uit Berkeley lijken nu zo'n object gevonden te hebben. De meeste, niet al te zware sterren eindigen hun bestaan als een witte dwerg, de uitgebrande kern van een ster, waarin de massa vergelijkbaar is met die van de Zon in een volume zo klein als de Aarde. Veel sterren zijn lid van een dubbelstersysteem. In bijzondere gevallen is ook de begeleider een witte dwerg en draaien de sterren zo dicht om elkaar heen dat de buitenste lagen van de ene witte dwerg op de andere witte dwerg terechtkomen. Nelemans en diens collega's ontdekten destijds dat uiteindelijk een dusdanig dikke laag helium van de begeleider op de witte dwerg terecht kan komen dat kernreacties tot een explosie kunnen leiden waarin de complete laag helium de ruimte wordt ingeslingerd. Explosies van witte dwergen door kernreacties zijn al veel langer bekend, en staan bekend als type Ia supernovae. In die gevallen gaat het echter om de explosie van de héle witte dwerg. De nieuwe soort explosie is ongeveer tien keer zo zwak en verdwijnt ook weer tien keer zo snel als een normale type Ia supernova, wat Chris Stubbs (Harvard) ertoe bracht ze .Ia (point Ia, naar het Engelse decimale teken) te noemen. De nu ontdekte supernova dateert al van 2002. Het betrof inderdaad een zwakke, snel verdwijnende supernova. Ook de andere kenmerken van de explosie wijzen in de richting van een .Ia supernova. (NOVA, 6 nov 09)

### Kandidaat type Ia supernova



Met behulp van ESO's Very Large Telescope hebben astronomen de eerste film gemaakt van een uitgestoten mantel van een ster, die in 2000 explodeerde na materie van zijn begeleidende ster te hebben opgeslokt. Dit stelde de onderzoekers in staat om de afstand en intrinsieke helderheid van het object te bepalen. Het blijkt dat dit dubbelstersysteem een zeer goede kandidaat is om een type Ia supernova te worden. Dat type SN is onder meer van belang voor studies naar donkere energie in het heelal.

De astronomen bestudeerden het object dat bekend staat als V445, een veranderlijke ster van het type nova in het sterrenbeeld Achtersteven (Puppis). V445 Puppis is de enige bekende 'nova' die geen waterstof in het spectrum vertoont. Deze nova toont aan dat ook een uitbarsting kan plaatsvinden op het oppervlak van een door helium gedomineerde witte dwerg. Dit is cruciaal, omdat type Ia supernovae geen waterstof bevatten. De begeleidende ster in V445 Pup heeft ook geen waterstof, en loost vooral helium naar de witte dwerg. In nov 2000 onderging dit systeem een nova-

uitbarsting. Hij werd 250 keer helderder dan daarvoor en slingerde een veel materie de ruimte in.

Met de adaptieve optiek van de NACO nabij-infrarood camera van de VLT van ESO werden gedurende twee jaar zeer gedetailleerde afbeelden van V445 Puppis gemaakt. De beelden laten een bipolaire schil zien, met een smal middengedeelte en uitstulpingen aan beide kanten. De schil beweegt met een snelheid van 6500 km/sec. Materiebrokstukken aan de beide uiteinden van de schil lijken zelfs te bewegen met een snelheid van 8300 km/sec. De schijf van stof in het midden moet geproduceerd zijn tijdens de laatste uitbarsting en verduistert de twee centrale sterren.

Type Ia supernovae zijn kosmologisch gezien zeer interessant omdat ze gebruikt kunnen worden om afmetingen/afstanden in het heelal te bepalen en op die manier de versnellende expansie van het heelal veroorzaakt door donkere energie te ijken. Een typerend reeds genoemd kenmerk van type Ia SN is het gebrek aan waterstof in het spectrum. Ze zijn vermoedelijk deel van een nauw dubbelstersysteem waarbij een van de sterren een witte dwerg is. Ze zuigen materie op van hun begeleider. De massa van de witte dwerg loopt op en de inwendige druk neemt toe totdat het sterlichaam volledig explodeert.

Dit is geen eenvoudig proces. Eerst verzamelt zich materie op het oppervlak. Als deze laag te dicht wordt volgt een nova-uitbarsting. Deze mini-explosies spuwen delen van de verzamelde materie terug de ruimte in. De cruciale vraag is of de witte dwerg is staat is zwaarder te worden ondanks de uitbarstingen.

Door de NACO-beelden te combineren met data van andere telescopen konden de astronomen de afstand van het systeem berekenen – dat blijkt ongeveer 25.000 lichtjaar te zijn – en dus ook de intrinsieke helderheid. Het object is meer dan 10.000 keer zo helder als de Zon. Dit impliceert dat deze witte dwerg een hoge massa heeft en wel zo hoog dat die tegen de fatale limiet (1,4 zonsmassa) aanzit. Wordt de ster nog iets zwaarder dan zal een supernova volgen!

Leden van het internationale onderzoeksteam waren onder andere P. J. Groot en G. Nelemans van de Radboud Universiteit Nijmegen. (ESO, 17 nov 09)

### MELKWEG

#### Bouwstenen van Melkweg gevonden?

Een team van astronomen heeft een verbaazingwekkend gedetailleerd beeld onthuld van een ongebruikelijke sterrenhoop achter de dikke stofwolken van de centrale verdikking van de Melkweg. Het gaat om de sterrengroep die bekend staat als 'Terzan 5'. Deze merkwaardige sterrenverzameling is vermoedelijk een van de oorspron-



kelijke bouwstenen van de centrale verdikking van de Melkweg te zijn. Het zou daarmee het restant zijn van een dwergmelkwegstelsel dat fuseerde met de nog jonge Melkweg. De nieuwe waarnemingen laten zien dat dit object anders dan verwacht geen sterren herbergt die allemaal tegelijkertijd geboren zijn. De sterren in Terzan 5 zijn gevormd in minstens twee verschillende tijdperken, de vroegste zo'n 12 miljard jaar geleden en de andere 6 miljard jaar geleden. In de halo van de Melkweg is een bolvormige sterrenhoop (Omega Centauri) bekend met eveneens een complexe stervorminggeschiedenis. Dit is de eerste keer dat zo iets in de centrale verdikking van de Melkweg is waargenomen.

De centrale verdikking is voor astronomische waarnemingen het minst toegankelijke deel van de Melkweg. Alleen infrarood licht kan in de stofwolken doordringen. ESO's Very Large Telescope is een van de grote telescopen die door de mist kan kijken. Aan deze ontdekking ligt een technisch hoogstandje ten grondslag: de Multi-conjugate Adaptive Optics Demonstrator (MAD), een instrument dat de VLT in staat stelt om gedetailleerde foto's in het infrarood te maken, waarbij men de luchtonrust omzeilt via adaptieve optiek.

Terzan 5 blijkt zwaarder dan eerder werd gedacht: samen met de complexe samenstelling en de stervorminggeschiedenis van het systeem, suggereert dit dat het wellicht het restant is van een vroeger veel groter systeem, een dwergmelkwegstelsel, dat in een heel vroeg stadium met de Melkweg is samengevoegd en zo onderdeel werd van de centrale verdikking. de zogeheten 'lens' van het stelsel.

Mogelijk zijn er meer soortgelijke systemen verstopt achter het stof van de centrale verdikking: in deze objecten ligt de geschiedenis van het vormingsproces van de Melkweg beschreven. (ESO, 25 nov 09)

### Centrale deel Melkweg in ongekend detail



NASA presenteert in het kader van het Jaar van de Sterrenkunde een uiterst gedetailleerde en fraaie opname van het centrum van ons melkwegstelsel. Het gebied beslaat ongeveer ene halve graad aan de hemel. De opname is tot stand gekomen door een combinatie van visuele beelden gemaakt door de Hubble Space Telescope, infrarood-beelden van de Spitzer Space Telescope en röntgenopnamen van de Chandra satelliet. De opname laat veel verschillende structuren zien. Op de eerste plaats de Hubble-beelden met veel soorten sterren, van erg jong tot bijzonder oud, met daarachter (onzichtbaar) verstopt in de bron Sagittarius-A, het mysterieuze superzwarte zwarte gat, de eigenlijke kern van de Melkweg. Deze kern bevat ver-

moedelijk vier miljoen keer meer massa dan de Zon. De röntgenopname is extreem lang belicht (ruim 26 dagen!) en laat gas zien dat miljoenen graden heet is en dat is weggeblazen door het superzwarte zwarte gat, maar ook door neutronensterren en stellaire zwarte gaten, met name ten gevolge van supernova-explosies. In infrarood zijn duizenden zeer jonge sterren te zien, waarvan de meeste optisch onzichtbaar zijn omdat ze nog omhuld zijn door gas- en stofwolken, waar ze uiteindelijk uit tevoorschijn zullen komen. Ze brengen wel al de omringende wolken tot lichten. (Chandra/Hubble/NASA, 10 nov 09)

### Dubbelsterren 'vervuilen' sterhopen

Een internationaal team van sterrenkundigen, onder leiding van de Utrechtse promovenda Selma de Mink, wijst dubbelsterren aan als hoofdverdachten voor de 'vervuiling' in bolvormige sterhopen. Rond onze Melkweg cirkelen ongeveer 150 bolvormige sterhopen, verzamelingen van honderdduizenden sterren. Bolhopen bevatten de oudste sterren in de Melkweg. Een deel van die sterren hebben een eigenaardige chemische samenstelling. Ze bevatten veel meer stikstof, natrium en aluminium dan normaal. Maar die oude sterren zijn zelf niet zwaar genoeg om deze elementen te produceren. Daarom wordt verondersteld dat een eerdere generatie zwaardere sterren de betreffende elementen heeft gevormd en de sterhoop ermee heeft vervuild.

Tot nu toe werden twee soorten sterren verdacht de oorzaak te zijn: zogenoemde rode reuzen en snel roterende sterren. Voor geen van beide verdachten was echter hard bewijs. Rode reuzen lijken niet genoeg natrium aan te maken. Snel roterende sterren zijn zo zeldzaam dat het onwaarschijnlijk is dat ze de oorzaak zijn van vervuiling op zo grote schaal. In het nieuwe onderzoek worden zware dubbelsterren als 'hoofdverdachten' voorgesteld. Zulke systemen kunnen zeer efficiënt materiaal afscheiden met genoemde bijzondere chemische samenstelling.

In het centrum van bolhopen is de dichtheid aan sterren zo hoog, dat nauwe passages en zelfs botsingen niet ongebruikelijk zijn. Daarom is het aannemelijk dat vrijwel alle zware sterren tijdens hun leven een interactie aangaan met een andere ster, waarbij de zware ster zijn natriumrijke mantel verliest aan de lichtere sterren in de omgeving. (ESO, 22 nov 09)

### MELKWEGSTELSLS

#### Grootste deeltjesversneller in het heelal

Een team van voornamelijk Leidse astronomen heeft de grootste deeltjesversneller in het heelal gevonden. Zij ontdekten dat bij een



frontale botsing van vier gigantische clusters van melkwegstelsels deeltjes versneld worden tot zeer hoge energieën, meer dan een miljoen maal hoger dan wat we op Aarde met deeltjesversnellers kunnen bereiken. De ontdekking is van belang om te begrijpen hoe clusters van melkwegstelsels ontstaan.

Een zoektocht met de Very Large Array, de grootste radiotelescoop in de VS, leidde tot de ontdekking van een mysterieuze bron van radiostraling. Deze ligt in een ver weg gelegen grote cluster van melkwegstelsels met de aanduiding MACS0717. Dit soort radiobronnen wijst meestal op zwarte gaten in de kernen van actieve stelsels, maar deze bron strekt zich uit over het hele gebied van de cluster met een volume een miljoen keer groter dan ons melkwegstelsel.

Met de röntgensatelliet Chandra is een grote hoeveelheid extreem heet gas in de MACS0717 ontdekt. De verhitting is volgens de onderzoekers het gevolg van een botsing van vier clusters van stelsels. De radiobron werd vervolgens nader bestudeerd met een nog grotere radiotelescoop in India, de GMRT. Deze telescoop kan op lage frequenties waarnemen, ideaal voor het bestuderen van grote diffuse radiobronnen, aldus mede-onderzoeker Reinout van Weeren. De radiostraling valt inderdaad samen met het gebied waar de clusters op elkaar botsen. De verklaring is dat plaatselijke magnetische velden ervoor zorgen dat geladen deeltjes extreem worden versneld. Het betreft vooral elektronen, die bij versnelling radiostraling uitzenden. Sommige deeltjes hebben een energie die meer dan een miljoen maal hoger is dan men op Aarde kan bereiken. Geavanceerde simulaties op supercomputers laten zien dat grote clusters zich vormen door botsingen van kleinere clusters. De simulaties suggereren dat daarbij ook het magnetisch veld wordt versterkt, zoals nu door waarnemingen is bevestigd. (NOVA, 4 nov 09)

### Kannibaal Centaurus-A



Een nieuwe techniek, waarbij gebruik wordt gemaakt van nabij-infrarood opnamen van ESO's 3,6 meter New Technology Telescope (NTT), stelt astronomen in staat om door de ondoorzichtige stofbanen te kijken van het reusachtige stelsel Centaurus A. Aldus is zijn 'laatste maaltijd' te zien - in feite een klein spiraalstelsel. De foto toont ook duizenden sterrenhopen die onderdeel zijn van het stelsel. De radiobron Centaurus A of (optisch) NGC 5128 is een gigantisch ellipsvormig melkwegstelsel, kosmische gezien met een afstand van 11 miljoen lichtjaarrelatief nabij. De optische beelden van het stelsel tonen een ondoorzichtige stofstrook in het centrum. Dit stof is vermoedelijk het restant van een kosmische fusie, tussen 200 en 700 miljoen jaar gele-

den, tussen het grote elliptische melkwegstelsel en een kleiner stofrijk spiraalstelsel. Dankzij de botsing zijn ook nieuwe generaties sterren gevormd. De 'restjes van deze maaltijd' zijn nu waargenomen in de vorm van een 16.500 lichtjaar grote structuur. Er blijkt een heldere ring van sterren en clusters verscholen achter de stofbanen. Dat is ook bevestigd op langere infraroodgolflengten met behulp van de Spitzer ruimtetelescoop. (ESO, 20 nov 09)

### KOSMOLOGIE

#### Verste object: gammaflitser GRB 090423

Een groep sterrenkundigen, onder wie de Amsterdamse astronoom Ralph Wijers, melden het verste astronomische object ooit gevonden, de gammaflitser GRB 090423.



GRB 090423 werd op 23 apr 2009 gedetecteerd door NASA's Swift-satelliet en binnen een aantal minuten konden enkele van de grootste telescopen op Aarde de snel in helderheid afnemende nagloeier lokaliseren. De nagloeier was alleen zichtbaar in het infrarood, hetgeen erop wees dat de gammaflits van heel ver kwam. De beide teams hebben inmiddels een roodverschuiving kunnen meten van maar liefst 8,2: dat betekent dat de gammaflits plaats vond toen het heelal nog maar 5% van zijn huidige leeftijd had. De vorige recordhouder als verste object was een melkwegstelsel op roodverschuiving van 6,96.

Gammaflitsen zijn de helderste en meest gewelddadige explosies in het heelal. Ze zijn herkenbaar als korte uitbarstingen van gammastraling. Gemiddeld wordt er iedere dag wel een geregistreerd. Het betreft vermoedelijk ontploffende, zeer zware sterren die in een halve minuut meer licht uitzenden dan de Zon in zijn hele bestaan. De ontdekking van GRB 090423 toont aan dat dit soort zeer zware sterren al waren gevormd toen het heelal pas 630 miljoen jaar oud was.

De ontdekking van de recordgammaflitser opent een nieuw onderzoeksvenster binnen de kosmologie: dat van de kosmische 'Dark Ages'. Die periode eindigde zo'n 800 à 900 miljoen jaar na de oerknal. Vóór de 'Dark Ages' hadden elektronen en waterstof- en heliumkernen elkaar geneutraliseerd. Het licht van de eerste generatie sterren zorgde ervoor dat de elektronen weer los kwamen. De samenstelling van het heelal ging aldus over van vrijwel alleen neutraal waterstof tot vrijwel alleen geïoniseerde waterstof. Die overgang wordt de reïonisatie van het heelal genoemd. De astronomen hopen met de waarneming van gammaflitsen uit die vroege periode meer te weten te komen over het reïonisatieproces dat heeft geleid tot het ontstaan van het intergalactisch medium zoals we dat nu zien. (NOVA, 28 okt 2009)



### Kosmisch 'skelet' in beeld gebracht



Astronomen hebben een gigantische verzameling melkwegstelsels ontdekt op zeven miljard lichtjaar van ons vandaan. Deze ontdekking geeft meer inzicht in het zogeheten kosmische web en hoe dit is gevormd. Materie is namelijk niet gelijkmatig verdeeld in het universum. In het 'nabijgelegen' heelal staan melkwegstelsels meestal in groepen en clusters bij elkaar. De gangbare kosmische theorie voorspelt dat materie ook samenklontert op een nog grotere schaal in het zogenoemde kosmische web waarin reeksen en clusters van stelsels, gerangschikt in filamenten die zich uitstrekken tussen grotendeels 'lege ruimte' en zo een gigantische draadachtige structuur creëren. Deze filamenten zijn vele miljoenen lichtjaren lang en vormen het 'geraamte' van het heelal: melkwegstelsels verzamelen zich eromheen en op de knooppunten vormen zich reusachtige clusters van stelsels. Deze draadvormige structuren zijn al waargenomen in het 'nabije', maar er was tot nu toe geen concreet bewijs van het bestaan ervan in het 'verre' heelal. Het team onder leiding van Tanaka ontdekte nu een dergelijke structuur rond een verafgelegen cluster van stelsels. De onderzoekers hebben de afstanden van de afzonderlijke melkwegstelsels gemeten en kregen zo een driedimensionaal beeld van de structuur. Ze gebruikten de VLT van ESO in Chili en de Japanse Subaru-telescoop op Hawaï.

Men kon tientallen groepen van stelsels identificeren rond het hoofdstelsel. De meeste groepen zijn tien keer groter dan de Melkweg en sommige wel duizend keer groter. De massa van het hoofdstelsel is minstens tienduizend keer de massa van de Melkweg. Het filament van stelsels staat op 6,7 miljard lichtjaar van ons vandaan en strekt zich uit over minstens 60 miljoen lichtjaar. (ESO, 3 nov 09)

### TELESCOPEN

#### China doet mee met 30 meter telescoop

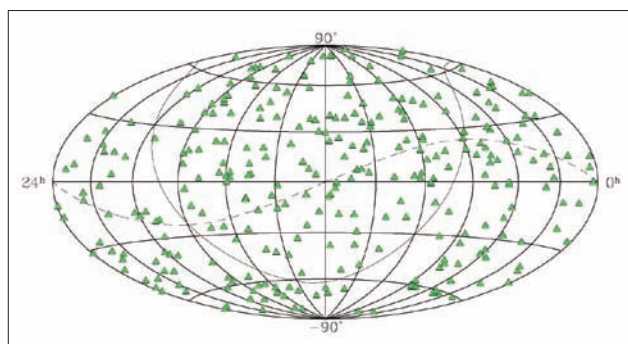


De nationale sterrenwachten van de Chinese academie van wetenschappen hebben zich aangesloten bij het Thirty Meter Telescope project (TMT). Na voltooiing in 2018 zal de TMT de eerste zijn van een nieuwe generatie van grote telescopen. Het instrument wordt uitgerust met een geavanceerd richtmechanisme en adaptieve optiek, waarmee het beeldvertroebelende effect van de aardatmosfeer wordt gecorrigeerd. Het ontwerp bouwt voort op dat van de beide Keck-telescopen op Hawaï. Maar de uit 429 segmenten van ieder 1,4 meter samengestelde hoofdspiegel van de TMT zal met een middellijn van 30 meter drie keer zo groot

zijn. Dat betekent dat hij negen keer zo veel licht opvangt als de grootste telescopen van dit moment, en in principe drie keer zo scherpe opnamen kan maken. In het TMT-project werken samen: het California Institute of Technology, de University of California, de Association of Canadian Universities for Research in Astronomy en het National Astronomical Observatory of Japan (NAOJ) en nu dus ook de nationale sterrenwachten van China. (TMT-News; Astronieuws, 17 nov 09)

#### Radiotelescopen brengen quasars in kaart

Sterrenkundigen hebben als het experiment goed is verlopen op 18-19 nov 2009 maar liefst 35 radiotelescopen, verspreid over zeven continenten, gedurende 24 uur met elkaar verbonden. Doel van dit wereldwijde project is het verkrijgen van een zo nauwkeurig mogelijk referentiekader voor posities aan de sterrenhemel. Met de radiotelescopen werden meer dan 240 quasars waargenomen. Quasars zijn de actieve kernen van verre melkwegstelsels waarin een superzwaar zwart gat schuilgaat. Deze verre objecten, die vrijwel 'onbeweeglijke' posities aan de hemel innemen, kunnen worden gebruikt als oriëntatiepunten voor de positiebepaling van andere hemelobjecten. Het is voor het eerst dat 35 radiotelescopen bij deze 'Very Long Baseline Interferometry' worden ingezet; het vorige record stond op 23. Door de inzet van zoveel telescopen wordt een zeer hoge precisie verkregen van de posities van de betreffende bronnen. (NRAO; NASA; Astronieuws, 16 nov 09)



Posities van quasars aan de hemel. De verdeling is, zoals te verwachten was, min of meer willekeurig; in ieder geval niet gebonden aan het vlak van de Melkweg (de horizontale lijn).

#### ALMA's eerste observaties

Sterrenkundigen en technici hebben de eerste echte waarneming gedaan met de Atacama Large Millimeter/submillimeter Array (ALMA). De configuratie bestond uit de eerste twee 12-meter schotels die nu op 5000 meter hoogte in het



noorden van Chili geplaatst zijn. Uiteindelijk zal ALMA gaan bestaan uit ten minste vijftig schotelantennes waarmee submillimeter-straling uit het heelal wordt opgevangen. Gekeken is naar een tweetal bekende objecten: een moleculaire gaswolk in het sterrenbeeld Orion en de verre quasar 3C84. Bij de waarnemingen stonden de beide schotelantennes 160 meter uit elkaar, hetgeen betekent dat in beginsel de beeldscherpte van een telescoop van die afmetingen kan worden bereikt. Complete afbeeldingen heeft dat nog niet opgeleverd, wel is voor het eerst ook op een golflengte van minder dan 1 mm het kenmerkende interferentiepatroon vastgelegd dat nodig is om zulke beelden te kunnen maken. (Alma Observatory; Astro-nieuws, 12 nov 2009)

## RUIMTEONDERZOEK

### Fermi's eerste jaar




Na een jaar lang waarnemen heeft de Amerikaanse Fermi Gamma Ray Space Telescope een nieuwe kaart gemaakt van de hele gammahemel. Fermi heeft al meer dan duizend objecten van gammastraling waargenomen. Gammastraling is de energierijkste vorm van elektromagnetische straling. Sommige gammabronnen staan op vele miljarden lichtjaren tot bij de rand het zichtbare heelal. Een van de hoogtepunten in de metingen van Fermi betreft een 2,1 seconden durende explosie van krachtige gammastraling in mei van dit jaar. Het betreffende object kreeg de aanduiding GRB 090510. Deze gammaflits bevindt zich op maar liefst 7.3 miljard lichtjaar. Sterrenkundigen vermoeden dat deze explosie ontstond doordat er twee neutronensterren met elkaar in botsing kwamen. Fermi registreerde een zeer korte pauze in de explosie. Volgens de onderzoekers betekent dat, dat de twee sterren 0,9 seconde na elkaar explodeerden. De waarneming bevestigt tevens dat het licht van beide sterren met dezelfde snelheid heeft gereist. Einstein's relativiteitstheorie gebaseerd op de constante lichtsnelheid staat daarmee nog als een huis.

Fermi kan elke drie uur de gehele sterrenhemel scannen. Daardoor zijn veranderingen snel op te sporen. Fermi heeft ook zwarte gaten geïdentificeerd in de kernen van melkwegstelsels. Ze verraden zich omdat hun jets gammastraling uitzenden. Inmiddels zijn er al meer dan 500 bekend. In de Melkweg heeft Fermi 46 nieuwe pulsars ontdekt en twee dubbelsterren waarbij een neutronenster in het spel is. (NASA, 28 okt 09)

### 'Curiosity': nieuwe Marsrobot in 2011

Ondanks het feit dat al heel wat ruimtesondes Mars onder de loep hebben genomen, en er heel wat aan-

wijzingen zijn gevonden dat er waarschijnlijk geen leven is op de rode planeet, is de vraag nog steeds niet definitief beantwoord.  NASA wil in 2011 een nieuwe Marssonde met robot lanceren. De robot is 'Curiosity' ('Nieuwsgierigheid') gedoopt. Doel van deze missie is te zoeken naar aanwijzingen voor organisch moleculen, de bouwstenen voor het leven. De vraag is of er nu nog levende organismen zijn of dat ze er vroeger geweest zijn. Een van de problemen is dat de we niet precies weten waar op de planeet we het beste kunnen zoeken naar zulke moleculen. Ook wil men weten of er ooit koud of warm water op Mars was en zo ja of dat water zout of zoet was.

Curiosity wordt de eerste Marsrobot sinds de Spirit en de Opportunity. Curiosity zal meer wetenschappelijke instrumenten aan boord hebben dan zijn voorgangers en het toestel krijgt een groter bereik en een grotere robotarm. Het wordt aangedreven door kernenergie waardoor hij niet afhankelijk is van zonneschijn. Hij kan ook onder slechts lichtcondities zijn werk doen. De robot beschikt over een laser die gaten in gesteenten kan boren. Het stof, dat bij het boren vrijkomt, kan geanalyseerd worden. Uiteraard gaat er ook een camera mee, die het Mars oppervlak in ongekende detail gaat vastleggen. Curiosity onderzoekt tevens de atmosfeer van Mars op sporen van methaan. Dat molecuul kan eveneens een aanwijzing zijn voor levende organismen. (NASA, 30 okt 09)

### Nederlands-Japanse samenwerking in de ruimte

SRON (Stichting RuimteOnderzoek Nederland) en de Japan Aerospace Exploration Agency  (JAXA) gaan samenwerken bij nieuwe projecten in het ruimte-onderzoek. Allereerst bij de ASTRO-H-missie, een Japanse röntgensatelliet die onder meer clusters van melkwegstelsels gaat bestuderen. Ook supernovae en zwarte gaten staan op het programma en de versnelling van kosmische deeltjes tot hoge energieën en ook de zoektocht naar donkere materie. SRON draagt op diverse fronten bij aan de röntgenspectrometer van ASTRO-H, die voor het eerst tegelijkertijd kaarten én uiterst nauwkeurige spectra kan maken. De geplande lanceerdatum is in 2013.

SRON leidt ook de voorbereidingen voor SAFARI, de Europese ver-infrarood-spectrometer die bestemd is voor de Japanse ruimtetelescoop SPICA. Deze telescoop krijgt een diepgekoelde spiegel met een middellijn van 3,5 meter. De geplande lanceerdatum van SPICA is in 2018.

SRON heeft ook een goede naam op het gebied van het onderzoek aan de chemische samenstelling van de atmosfeer van de Aarde. Er zijn al plannen om een



gecombineerde analyse te maken van de gegevens van de Japanse SMILES-ruimtemissie en SRON's balloninstrument TELIS, waardoor beter gecorrigeerd kan worden voor afwijkingen in de betreffende instrumenten.

Er wordt daarnaast samengewerkt met Amerikaanse en Japanse collega's aan de ontwikkeling van een extreem gekoelde röntgenspectrometer voor het internationale X-ray Observatory (IXO), de missie die nu wordt bestudeerd door JAXA, NASA en ESA. Ook voor de kleine DIOS-satelliet, een mogelijke Japanse missie voor de bestudering van het ijle gas tussen clusters van melkwegstelsels, is SRON een mogelijke partner.

SRON maakt deel uit van de Nederlandse organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek (NWO). NWO steunt de deelname van SRON aan de ASTRO-H-missie met extra financiering. (SRON, 28 okt 09)

### WISE gereed voor lancering



Op zijn vroegst op 9 dec 2009 staat de lancering op het programma van de Wide Field Infrared Survey Explorer (WISE). Deze ruimtetelescoop scant de hemel in het infrarood en vindt naar verwachting de koudste sterren (bruine dwergen), de donkerste planetoiden en talrijke melkwegstelsels. Het infrarode oog van de telescoop is geavanceerder dan dat van zijn voorgangers, zoals de IRAS en ISO.

De missie brengt de hemel in kaart in vier verschillende golflengtes met een zeer hoog scheidend vermogen. De gegevens gaan dienen als navigatie-kaarten voor andere missies zoals de Hubble- en de Spitzer-ruimtetelescopen van NASA, maar ook voor ESA's Herschel Space Observatory, en de komende Sofia-satelliet en de James Webb Space Telescope van NASA. WISE zal onder meer ook kleine en donkere planetoiden kunnen opsporen die tot nu toe zijn gemist en die potentieel gevaarlijk zijn voor de Aarde. WISE zou minimaal negen maanden actief moeten blijven. In die tijd zou de hele hemel anderhalf maal verkend kunnen worden. (NASA, 17 nov 09)

### ZON-AARDE-MAAN

#### Cassini: zonnestelsel is rond



De Cassini, die inmiddels al vijf jaar bij Saturnus is, bracht onlangs de verdeling in beeld van neutrale atomen afkomstig van de rand van het zonnestelsel. Daaruit blijkt dat het zonnestelsel, hier begrepen als de invloedssfeer van de Zon, een andere vorm heeft dan tot nu toe gedacht. Modelberekeningen lieten zien dat de heliosfeer een beetje komeetvormig zou moeten zijn, met een kop

die zich een weg baant door het interstellair medium en een staart aan de achterkant. Het lijkt er nu echter op dat dit beeld moet worden bijgesteld. Blijkbaar is de heliosfeer zo robuust, dat hij vrijwel bolvormig blijft. Waar het zonnestelsel langskomt, wijken de magnetische veldlijnen van de interstellair ruimte uiteen, om deze bol door te laten. Als het zonnestelsel eenmaal is gepasseerd, sluiten de interstellair magnetische lijnen weer. (Cassini/NASA; Astronieuws, 19 nov 09)

#### Water op de maan

Er is op de Maan water in de vorm van ijs gevonden. Dat maakte de NASA bekend op basis van de eerste resultaten van de inslag van de Amerikaanse ruimtesonde LCROSS. Het water is gevonden in de donkere Cabeus-krater nabij de zuidpool van de Maan, waar LCROSS op 9 okt 2009 insloeg. Daarbij is materiaal uit de kraterbodem opgeworpen. Zowel de pluim van damp die daarbij ontstond als het opgeworpen vaste materiaal blijkt water te bevatten, en in wat grotere hoeveelheid dan van tevoren werd aangenomen. Men vermoedt dat het water al miljarden jaren geleden op de Maan is gevormd en/of door komeetinslagen is afgezet. De eeuwige kou in de diepe kraters bij de zuidpool voorkomt dat het water verdampt. Dat er water is gevonden, betekent niet dat er ook leven is (geweest) op de Maan. Leven op de Maan kan eigenlijk wel worden uitgesloten. De Maan heeft immers geen dampkring en water buiten de koude kraters verdwijnt snel de ruimte in. (NOVA, 14 nov 09)



### OVERIG NIEUWS

#### Twee astronomen krijgen Vidi-subsidie van NWO

De Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek (NWO) heeft 89 jonge, innovatieve wetenschappers een Vidi-subsidie toegekend. Onder hen zijn twee astronomen. Elke onderzoeker krijgt een subsidie van in totaal maximaal 800.000 euro. Hiermee kan de onderzoeker vijf jaar lang een eigen onderzoeksgroep opbouwen.

Anna Watts van de Universiteit van Amsterdam krijgt subsidie voor haar onderzoek aan neutronsterren, die de sterkste magnetische velden in het heelal hebben, groot genoeg om sterbevingen te ontketenen. Met behulp van seismische waarnemingen en theoretische berekeningen wil zij de aard van de ultradichte materie en de vreemde fysica van extreem magnetische onderzoeken.

M. Haverkorn van ASTRON onderzoekt magnetische velden, die het stervormende gas in de Melkweg stabiliseren. Zij brengt de magneetvelden driedimensio-



naal in kaart met laagfrequente radiogolven die gemeenten zullen worden met de nieuwe Nederlands-Europese radiotelescoop LOFAR. (NOVA, 24 nov 09)

-----  
**Stichting 'De Koepel'**

**Publiekslezing 13 dec 2009**

Op zondag 13 dec 2009 om 16.30 uur en op dinsdag 15 dec om 19.30 uur houdt prof. dr. Frank Verbunt een lezing met als titel 'Met reuzenstappen door de geschiedenis van de sterrenkunde'.

Uit Stonehenge weten we dat de beweging van Zon en Maan aan de hemel al vroeg werd gevolgd. De Babyloniërs, Grieken, en Islamiëten voegden elk een nieuw stukje kennis toe, waardoor Copernicus en Kepler uiteindelijk het juiste begrip van de beweging van de planeten kregen. Pas in de 19e eeuw werden afstanden tot sterren gemeten. In de 20e eeuw kregen we voor het eerst een inzicht in de bouw van het heelal als geheel. Door in reuzenstappen door deze ontwikkeling heen te lopen, krijgen we een scherp beeld van de weg waarlangs ons begrip zich ontwikkelde en van het tempo waarin dit gebeurde.

Locatie: Sonnenborg – museum & sterrenwacht, Zonnenburg 2, 3512 NL Utrecht. Organisatie: Stichting 'De Koepel'. Entree € 6,-. Reservering verplicht: tel. 030-2311360; e-mail: coos.haak @dekoepel.nl

**Willem de Graaffprijs**

Het bestuur van Stichting 'De Koepel' heeft in 2005 de Willem de Graaffprijs ingesteld als een uiting van waardering en erkentelijkheid jegens prof. dr. Willem de Graaff, vele jaren voorzitter van 'De Koepel' tot zijn overlijden in oktober 2004. De prijs wordt toegekend aan beroepsmatig werkzame astronoom (m/v) of ruimteonderzoeker (m/v), die in bijzondere mate heeft bijgedragen aan de popularisering van sterrenkunde en/of van het ruimteonderzoek.

De prijs ter grootte van € 1500,- wordt één maal in de drie jaar uitgereikt. In 2007 is de prijs toegekend aan prof. dr. John Heise. Voor de toekenning van 2010 kunnen kandidaten worden voorgedragen (met motivering) bij de commissie aangesteld door het bestuur van Stichting 'De Koepel', p/a Stichting 'De Koepel', Zonnenburg 2, 3512 NL Utrecht. Dat kan ook per email: info@dekoepel.nl. De sluitingsdatum om kandidaten voor te dragen is 31 december 2009. Zie ook: www.dekoepel.nl/Graaff2.html.

**KNVWS-Afdelingen**

Alkmaar 18 dec, Eigen avond, diverse sprekers, De Oever, Amstelstraat 1, 20.00 uur.

Arnhem 16 dec, drs. Edwin Mathlener, De toekomst van ons zonnestelsel, De Coehoorn, Coehoornstraat 17, 20.00 uur.

Breda 6 dec, Thema Avond Kosmologie, De Overakker, Overakkerstr. 204, 20 uur.

Delft 15 dec, drs. C. Veth, De 'lopende band' van de oceaancirculatie, Gebouw C, TU gebouw Lucht- en Ruimtevaart, Kluyverweg 1, 19.30 uur.

Den Bosch, Galaxis, 16 dec, dr. A.G.A. Brown, De Gaia missie - een 3D kaart van de Melkweg, Henry Bayensstraat 3, Hintham, 20.00 uur.

Den Haag, 18 dec, Edmond Fledderus, De bouw van en waarnemingen met een 20 cm Ritchie-Chrétien telescoop, Keizerstraat 223, 20.00 uur.

Eindhoven 17 dec, ir. H.J. Hollander, Hemelmechanica, tijdmeting en zonnewijzers. Augustianum, Wassenhovenstraat 26, 19.30 uur.

't Gooi 10 dec, dr. J.G.D. Lambert, Opwarming (CO<sub>2</sub>), afkoeling (IJstijd) en de zonneactiviteit, Alberdingk Thijmcollege, Laapersveld 9, Hilversum, 20.00 uur.

Groningen 18 dec, Paul Wesselius, De Kuiper gordel, Het Vinkhuys, Diamantlaan 94, 20.00 uur.

Leiden , 8 dec, drs. Maaïke Damen, De evolutie van sterrenstelsels, Studentencentrum Plexus, Kaiserstraat 25, 20 uur

Nijmegen 15 dec, dr. W. Frieswijk, Het ALMA project, Zaal HG00.308, Huygensgebouw, Faculteit NWI RUN, Heyendaalseweg, 19.30 uur.

Noord-Drenthe 4 dec, dr. Paul Wesselius, Exoplaneten, De Kroezehof, Weth. Bergerweg 26, Assen, 20 uur.

Rotterdam 18 dec, Peter Pulles, Astrofotografie met eenvoudige middelen, Nenijs, Bentincklaan, 19.30 uur.

Tilburg 8 dec, drs. C. Floor, Klimaatverandering, Natuurmuseum Brabant, Spoorlaan 434, 20.00 uur.

Triangulum 10 dec, Dr. Harry Knipschild, Sterrenkunde in Azië, een geschiedenis van het spel om de macht, 't Hart van Eefde, Jolinkweg 2, Eefde, 19.30 uur



Venlo 18 dec, Eigen Leden Avond, Het Nw Bakken, Grote Kerkstr 17, 19.30 uur.

Zuid-Holland Zuid 11 dec, Thema-/Waarneemavond, Ger Dörr, Wonen in de ruimte, Streeknatuurcentrum Alblasterwaard van de NVWA, Matenaweg 1, tussen Papendrecht en Wijngaarden, 20.30 uur.

Zwolle, Thales 17 dec, prof. dr. J.W. Pel, Moderne optische telescopen, De Weijenbelt, Campherbeeklaan 82, 19.30 uur.

### Jongerenwerkgroep

Winterkamp voor jongeren van 13-17 jr, Heeswijk-Dinther, 27 t/m 31 dec. Informatie: [www.sterrenkunde.nl/jwg](http://www.sterrenkunde.nl/jwg) en via e-mail: [wouterpoos@gmail.com](mailto:wouterpoos@gmail.com).

Gooister, 18 dec, bijeenkomst, De Zoutkeet, Zoutmanlaan 3, Hilversum, 19.30 uur.

Leiden, 11 dec, bijeenkomst, Universiteitscentrum Plexus, Keizerstraat 25, 19.30 uur.

Tilburg, 18 dec, deep-sky 3/5: diffuse objecten, Sterrenwacht Tiendesprong, G. de Wetstraat 31, 19.30 uur.

### Werkgroep Astrobiologie

Deze nieuwe werkgroep gaat zich bezighouden met het op een natuurwetenschappelijke manier bestuderen van het ontstaan en voortbestaan van leven op Aarde en op andere planeten, in en buiten ons zonnestelsel. De bedoeling is te komen tot een interdisciplinaire werkgroep, bestaande uit astronomen maar evenzeer uit natuurkundigen, chemici en biologen. Men wil onder meer studie- en discussiebijeenkomsten en lezingen organiseren en een website bijhouden. Belangstellenden kunnen zich melden bij: Geert Hoogeveen, Von Zesenstraat 139, 1093 AV Amsterdam; [gertho@xs4all.nl](mailto:gertho@xs4all.nl)

Stichting Weer- en Sterrenkunde Eemsmond  
2 dec, dr. Paul Wesselius, De nieuwe Herschel Ruimtettelescoop, Egyptisch Restaurant Nefertari, Wijkstraat 68, Appingedam, 19.30 uur.

### Planetaria, publiekssterrenwachten en musea

Bussloo, Volkssterrenwacht Bussloo  
Open op vrijdag vanaf 19.30 uur kijkavond. Lezing om 20 uur. 4 dec, Jan Teule, Het Zevengesternte. 11 dec, Alex Scholten, Vuurwerk aan de decemberhemel. 18 dec, Jo Sanders, De Sterrenhemel Down Under.

Overveen, Sterrenwacht Copernicus, 17 dec, prof. dr. John Heise, De nieuwe grens van het heelal. 19.45 uur. Zie de website: [sterrenwachtcopernicus.nl](http://sterrenwachtcopernicus.nl)

Utrecht, Sonnenborgh – museum & sterrenwacht\*  
Tot 28 feb 2010 is nog de expositie 'De Hemel in kaart' te zien: over beroemde, oude sterrenatlassen. Elke vrijdag en zaterdag van 20.00 tot 21.30 uur, kijkavonden; reserveren is noodzakelijk. Elke zondagmiddag is de sterrenwacht open van 13 tot 17 uur, met lezingen om 14 en 15 uur. Sonnenborgh is open zonder afspraak van di t/m vr 11-17 uur, zo 13-17 uur. Voor meer informatie en aanmeldingen: 030-2302818 (di t/m vrij, 13-17 uur). Groepen op afspraak. Zie ook: [www.sonnenborgh.nl](http://www.sonnenborgh.nl).

### KNMI colloquia

Buyts Ballotzaal van het KNMI, De Bilt, 15.30 uur.  
10 dec, dr. R. Sluyter, Het gebruik van Geografische Informatie Systemem (GIS) op het KNMI - huidige status en toekomstige ontwikkelingen.

### Nagekomen bericht

#### Fermi 'ziet' stellair zwart gat

De gammasatelliet Fermi (zie blz 8) heeft hoogenenergetische gammastraling ontdekt afkomstig van de röntgenbron Cygnus X-3.  Dat is een kandidaat voor een stellair zwart gat, ook wel genoemd een microquasar. Cygnus X-3 is een van de sterkste röntgenbronnen aan de hemel. Het is een dubbelstersysteem. De hoofdstel is een zware Wolf-Rayet ster met een oppervlaktetemperatuur van 100.000 graden Celsius. Dit object heeft een zeer sterke sterrenwind. In 100.000 jaar verliest de ster een massa gelijk aan die van de Zon. De begeleider loopt in 4,8 uur rond de hoofdstel en is vermoedelijk een zwart gat, al kan niet uitgesloten worden dat het een neutronenster is. Dit compacte object is omgeven door een accretieschijf met twee materiestrallen (jets) loodrecht op de schijf. De materie in die jets heeft een snelheid van meer dan de helft van die van het licht! Fermi ontdekte variabele gammastraling. De intensiteit varieert met de omlooperperiode van 4,8 uur. De intensiteit is het sterkst als het compacte object zich aan de achterkant van de hoofdstel bevindt. Dat suggereert volgens de onderzoekers een mechanisme waarbij snel bewegende elektronen rond de accretieschijf energie afgeven aan de ultraviolette straling van de hoofdstel, zodat de oorspronkelijk UV-fotonen gammafotonen worden. De gammastraling was maximaal toen ook de jets een uitbarsting vertoonden. Dus ook de jets hebben een relatie met de gamma-emissie. (FERMI/NASA, 26 nov 09)



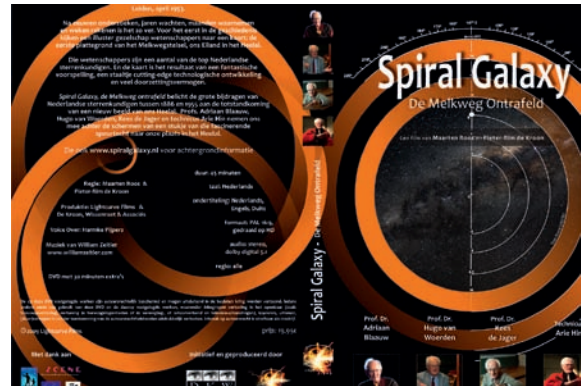
**Aanbiedingen en tweedehands**

Voor boeken met korting en voor tweedehands boeken en tijdschriften zie de websites:  
<http://www.dekoepel.nl/aanbiedingen.html>  
<http://www.dekoepel.nl/levprgr-2ehands.html>

**Galileoscoop tijdelijk uitverkocht**

De Galileoscoop is waarschijnlijk in de loop van februari 2010 weer leverbaar. Het is een eenvoudig bouw pakket, dat ontwikkeld is voor het Jaar van de Sterrenkunde 2009. De samengestelde achromatische lens heeft een doorsnee van 50 mm en een brandpuntsafstand van 500 mm. Een 20 mm oculair en barlowlens zijn inbegrepen (vergrotingen 17x, 25x en 50x). De Galileoscoop past op ieder fotostatief. Een tafelstatiefje is eveneens leverbaar. Meer informatie: [www.dekoepel.nl/Galileoscoop.html](http://www.dekoepel.nl/Galileoscoop.html). U kunt nu al uw exemplaar reserveren. De afhaalprijs is € 29,95. Verzendkosten i 7,-. Tafelstatiefje i 17,-. Mail naar [bestellingen@dekoepel.nl](mailto:bestellingen@dekoepel.nl).

Stichting 'de Koepel' is gesloten van maandag 28 dec 2009 tot en met zondag 3 januari 2010. Overigens zijn de openingstijden: maandag tot en met vrijdag van 9.30 tot 16.30 uur. tel. 030-2311360. Website: [www.dekoepel.nl](http://www.dekoepel.nl); [info@dekoepel.nl](mailto:info@dekoepel.nl).



**Spiral Galaxy, de Melkweg onttrafeld**

Een film van Maarten Roos en Pieter-Rim de Kroon

April 1953: na eeuwen onderzoek, jaren wachten, maanden waarnemen en weken rekenen is het zo ver. Voor het eerst in de geschiedenis kijken astronomen naar de eerste plattegrond van het Melkwegstelsel, ons Eiland in het Heelal. Adriaan Blaauw, Hugo van Woerden, Kees de Jager en technicus Arie Hin nemen ons mee achter de schermen van een stukje van die fascinerende speurtocht. Zie: [www.spiralgalaxy.nl](http://www.spiralgalaxy.nl).

Prijs van deze DVD bij Stichting 'De Koepel' € 19,95. Prijs incl. verzendkosten € 22,95. Te bestellen via de website: [www.dekoepel.nl](http://www.dekoepel.nl) of bel: 030-2311360 (ma t/m vr).



*Klein maar fijn*  
**de FirstScope**  
**76 mm Newtonkijker op dobsonmontering.**

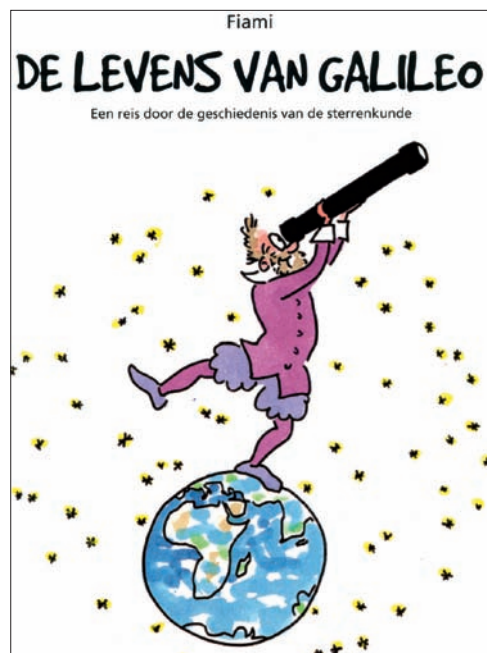
De FirstScope is een complete astronomische kijker, licht van gewicht, compact en transportabel. Deze kijker is door de firma Celestron ontwikkeld voor het Jaar van de Sterrenkunde.

De Firstscope toont tientallen kraters op de maan, de vier grote manen van Jupiter, de schijngestalten van Venus, de ring van Saturnus, sterrenhopen en heldere deepsky objecten! De brandpuntsafstand bedraagt 300 mm. Een oculair van 20 mm (vergroting 15x) en een oculair van 4 mm (75x) worden standaard meegeleverd. Het geheel staat op een stevig tafelstatief, type dobson.

Prijs: € 59,- en porto € 7,-.

Meestal op voorraad

Optie: een set extra oculairs (24x en 50x), zoeker, software en draagtas, verkrijgbaar voor € 26,-.



In het kader van het Jaar van de Sterrenkunde is er een stripboek verschenen over de geschiedenis van de sterrenkunde in zes episodes, telkens met Galileo als denkbeeldige gids; 40 blz (A4). Prijs afgehaald € 9,95 en met porto € 12,50. Bestelcode B 263. [www.dekoepel.nl/winkel](http://www.dekoepel.nl/winkel)

