

Waarnemingen van de Krabnevel (Messier1)

Chris De Pauw, Hugo Van den Broeck, Hugo Van Eeckhaut - december 2015

Wanneer een zware ster aan het eind van haar leven explodeert als een supernova*, laat ze een schil van gloeiend en snel uitdijend gas achter. Dit wordt een supernovarestant genoemd. De ster zelf implodeert dan vaak tot een neutronenster, een klein object van ongeveer 10 km in doorsnede, maar met een massa die groter is dan die van de zon.

De bekendste van dit type nevel is zonder twijfel de Krabnevel in het sterrenbeeld Stier (Taurus). Deze nevel werd in 1731 voor het eerst waargenomen door de Engelse arts/astronoom John Bevis (1695-1771). Messier nam de nevel zelf voor het eerst waar in 1758. De Krabnevel werd nummer M1 op zijn lijst van 'deep sky'-objecten. De naam Krabnevel is afkomstig van een latere waarneming: het is gebaseerd op een schets van William Parsons, ook wel bekend als Lord Rosse, uit 1844. In zijn grote telescoop zag hij dat de nevel bestaat uit onregelmatige slierten die hem deden denken aan de poten van een krab.

Spectroscopische waarnemingen in het begin van de twintigste eeuw toonden aan dat deze nevel een gasvormig object is. Een tijd werd de Krabnevel verkeerdelijk als een planetaire nevel gecatalogeerd. Metingen toonden echter een snelle expansie aan. Het werd duidelijk dat dit mogelijk een supernovarestant was. Door aan de hand van de expansiesnelheid uit te rekenen wanneer deze uitdijing begon (en de supernova dus plaatsvond) kwamen sterrenkundigen in eerste instantie in de buurt van het jaar 1100.



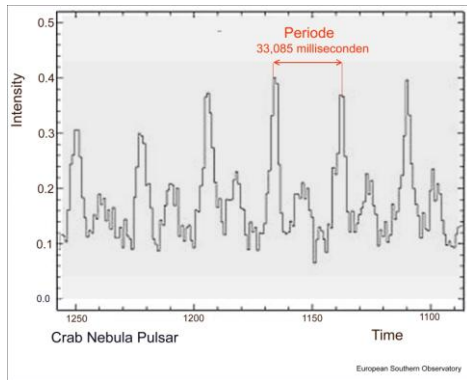
Jan Hendrik Oort
(1900 – 1992) Nederlands astronoom van wereldfaam. Hij was een belangrijke pionier en stimulator van de radioastronomie. De bekende Oortwolk is naar hem vernoemd.

De beroemde Leidse sterrenkundige Jan Hendrik Oort (1900-1992) raakte in de kwestie geïnteresseerd op een trip naar de VS in 1940. Hij hoorde van nieuwe metingen door Mayall die lieten zien in welk tempo de Krabnevel groter werd. Hij las ook een publicatie uit 1921 van astrofysicus Knut Lundmark die een overzicht geeft van historische novae. Deze studie vermeldt een nova in het jaar 1054 in de Stier, volgens Chinese bronnen. Een verband met M1 is onduidelijk. Terug in Nederland stuurde Oort zijn Leidse collega en goede vriend, sinoloog Jan Duyvendak (1889-1954), de archieven in. Met succes! *“Amice, het is mij gelukt nog een plaats te vinden waar je nova wordt vermeld”*, schrijft Duyvendak in een brief van eind juli 1940. Chinese astronomen melden op 4 juli 1054 de verschijning van een heldere ‘gastster’ in het sterrenbeeld Stier. Deze ster was 23 dagen overdag te zien en had in het begin een helderheid die 4 keer sterker is dan Venus. Vervolgens was de ster bijna twee jaar 's nachts zichtbaar. De astronomen Oort en Mayall identificeren aldus de kenmerken van een type I supernova op de positie van de Krabnevel. Je zou het een schoolvoorbeeld van interdisciplinair onderzoek kunnen noemen, lang voordat dat in de mode kwam. In een dubbelpublicatie uit het oorlogsjaar 1942 bewijzen Oort, Mayall en Duyvendak een fraaie astronomisch-historische hypothese: De ‘gastster’ uit Chinese annalen van het jaar 1054 was een supernova, een exploderende ster, met als overblijfsel de Krabnevel. Na de oorlog gold de Krabnevel, mede door deze publicatie, als een prototype van een supernovaoverblijfsel.

De ware natuur van het object werd echter duidelijk in 1968, toen met de Arecibo Radiotelescoop in Puerto Rico een pulserende radiobron werd

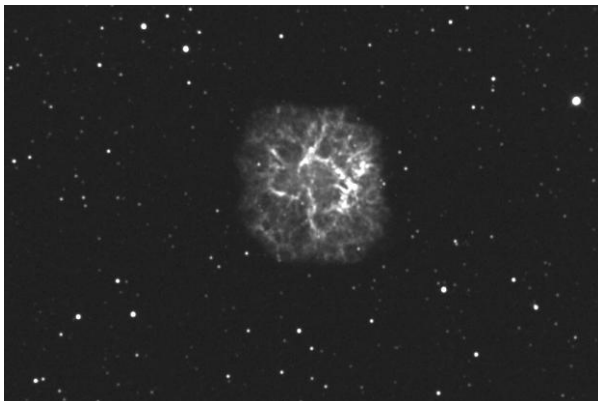


Jan Duyvendak (1889 – 1954) was een Nederlands sinoloog aan de Rijksuniversiteit Leiden.



ontdekt in de Krabnevel. Korte tijd later werd met waarnemingen van het Steward observatorium op Kitt Peak deze “pulsar” ook als een optische pulserende bron waargenomen. De Krab-pulsar is een ster die ongeveer 30 maal per seconde een lichtpuls stuurt. Tussen twee pulsen kon men een periode meten van 33,085 milliseconden. Nauwkeurige metingen toonden aan dat deze periode geleidelijk aan langer wordt. De pulsatie-snelheid wordt dus steeds trager. Dit was het doorslaggevend bewijs dat aantoonde wat voor soort object een pulsar eigenlijk is: een snel roterende neutronenster.

De Krab-pulsar ontstond toen een ster als supernova implodeerde tot een neutronenster van ongeveer 29 km diameter met een extreme densiteit en een massa groter dan de



Opname met 32 cm f/9 RC telescoop van San Pedro Valley Observatory met remote sturing door de werkgroep Astrofotografie van de VS A Pien. Camera: SBIG STL 11000; Filters: Astrodon Ha 6nm; Belichtingstijd:30min.

massa van de zon. Vanwege het behoud van impulsmoment draaien neutronensterren sneller om hun as dan de (veel grotere) gewone sterren die ze ooit waren. De pulsar van M1 roteert 30 maal per seconde. Op het oppervlak bevinden zich *hotspots*. Dit zijn plaatsen waar enorm veel electromagnetische straling is. Het ‘vuurtoreneffect’ zorgt ervoor dat deze straling door de rotatie van de neutronenster pulserend wordt waargenomen. Een sterk magnetisch veld zorgt ook voor een sterke wind van geladen deeltjes aan relativistische snelheden. Deze deeltjes botsen met de uitgestoten gasnevel. De Krabnevel straalt ook synchrotronstraling in een

continuüm van het volledige electromagnetische spectrum. Het is straling die ontstaat wanneer geladen deeltjes aan hoge snelheden door een magnetisch veld bewegen. Wanneer extreem hoge snelheden optreden, die de snelheid van het licht benaderen, zoals bijvoorbeeld in de deeltjesversnellers, moet de Newtonse mechanica vervangen worden door de Einsteins mechanica. In de astronomie werd er voor het eerst melding gemaakt van synchrotronstraling in een artikel over de jet van het stelsel M87 door G. R. Burbidge, *Astrophysical Journal* 124, 416 (1956). Dit verklaart de enorme energiebron die M1 is. Het is de grootste continue stralingsbron van bv. röntgen- en gammastraling aan de hemel. Absoluut geen plaats om op vakantie te gaan.

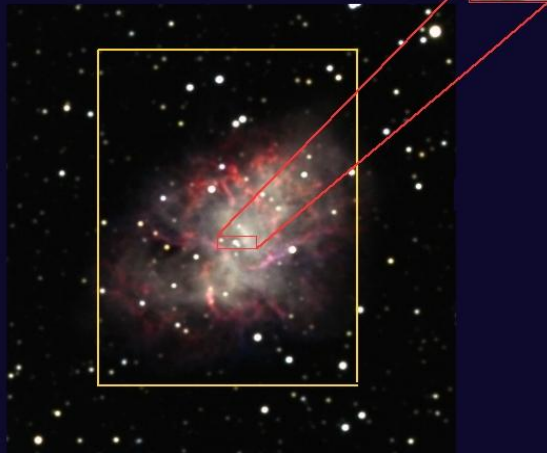


Opname met 32 cm f/9 RC telescoop van San Pedro Valley Observatory met remote sturing door de werkgroep Astrofotografie van de VS A Pien. Camera: SBIG STL 11000; Filters: Astrodon; Belichtingstijd LRGB 60:50:80:70min (totale belichtingstijd 4u20min).

Wèl een plaats om op vakantie te gaan is Benson in de staat Arizona in de Verenigde Staten. Via *remote* waarneming heeft de VS A Pien werkgroep astrofotografie in november 2015 gedurende 4 nachten opnamen gemaakt met de 32cm RC-telescoop van San Pedro Valley Observatory.

Pulsar Krabnevel V Magnitude 16.4

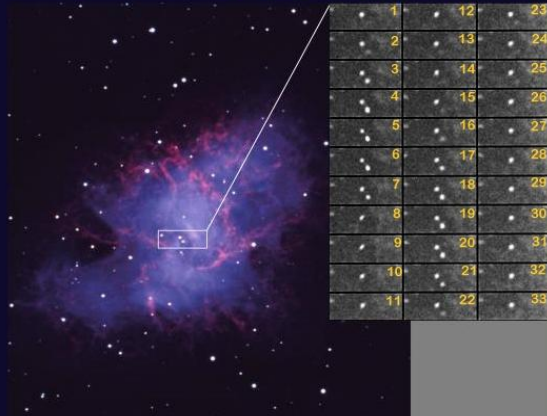
32cm RC - VS A Pien - Benson Arizona
2015



4m RC -NOAO -Kitt Peak Arizona 1989

Mayall telescope

The observed period 33.36702 milliseconds



Met Astrodon LRGB-filters hebben we van Messier 1 een kleurbeeld gemaakt. Ook hebben we opnamen gemaakt met een nauwbandige 6nm Ha-filter. De filamenten in de nevel worden hiermee bijzonder duidelijk. Ze bestaan immers uit geïoniseerd waterstofgas. Ook de centrale pulsar is zichtbaar op onze opnamen. Misschien zijn het onze laatste beelden met de 32 cm kijker. Men bericht ons dat de huidige kijker in de nabije toekomst wordt vervangen door een 40 cm RC telescoop. Wellicht kunnen we dan een nog groter scheidend vermogen bereiken.



Opname met 32 cm f/9 RC telescoop van San Pedro Valley Observatory met remote sturing door de werkgroep Astrofotografie van de VS A Pien. Camera: SBIG STL 11000; Filters: Astrodon; Belichtingstijd LHaGB 60:30:80:70min (totale belichtingstijd 4uur).

***Een supernova:** Een zware ster explodeert aan het eind van haar leven als een supernova. Deze gebeurtenis werd als een “nieuwe” ster waargenomen. Vandaar de misleidende term “nova” voor de eindfase van een zware ster. De zwaartekracht wint het van de drukkende hitte naar buiten uit omdat de interne voorraad “elementen” is opgebruikt. De nucleaire krachtcirkel is immers eindig. De ster stort in elkaar met zowel explosie als implosie. De buitenste delen van de ster worden heel ver weg geslingerd in de ruimte, voor de Krabnevel is dit ongeveer 6 lichtjaar ver. Deze schil van gloeiend en snel uitdijend gas zien wij als een prachtige nevel. De diameter is ongeveer 11 lichtjaren en wordt nog steeds groter met een snelheid van 1500 km/seconde. De afstand van de Krabnevel tot de aarde is 6300 lichtjaar.

Het uitdijend gas wordt een supernovarestant genoemd. De ster die ongelooflijk helder wordt tijdens de explosie, zal daarna langzaam uitdoven en tot een neutronenster evolueren. Een klein object van ongeveer 10 km in doorsnede, maar met een massa die groter is dan die van de zon. In geval van een neutronenster zijn de atoomkernen en de elektronen uiterst sterk samengeperst. Protonen en elektronen vormen samen neutronen. De massa neutronen die overblijft zit verschrikkelijk dicht op elkaar. Eén theelepel van dat materiaal zou 110 miljoen ton materie bevatten!!!