

Dione

nummer 28

oktober 1979

**TIJDSCHRIFT VOOR JONGEREN OVER
STERRENKUNDE EN RUIMTEVAART
verschijnt 4x per jaar**

In deze DIONE:
neutronensterren

J. Heijen,

quasars

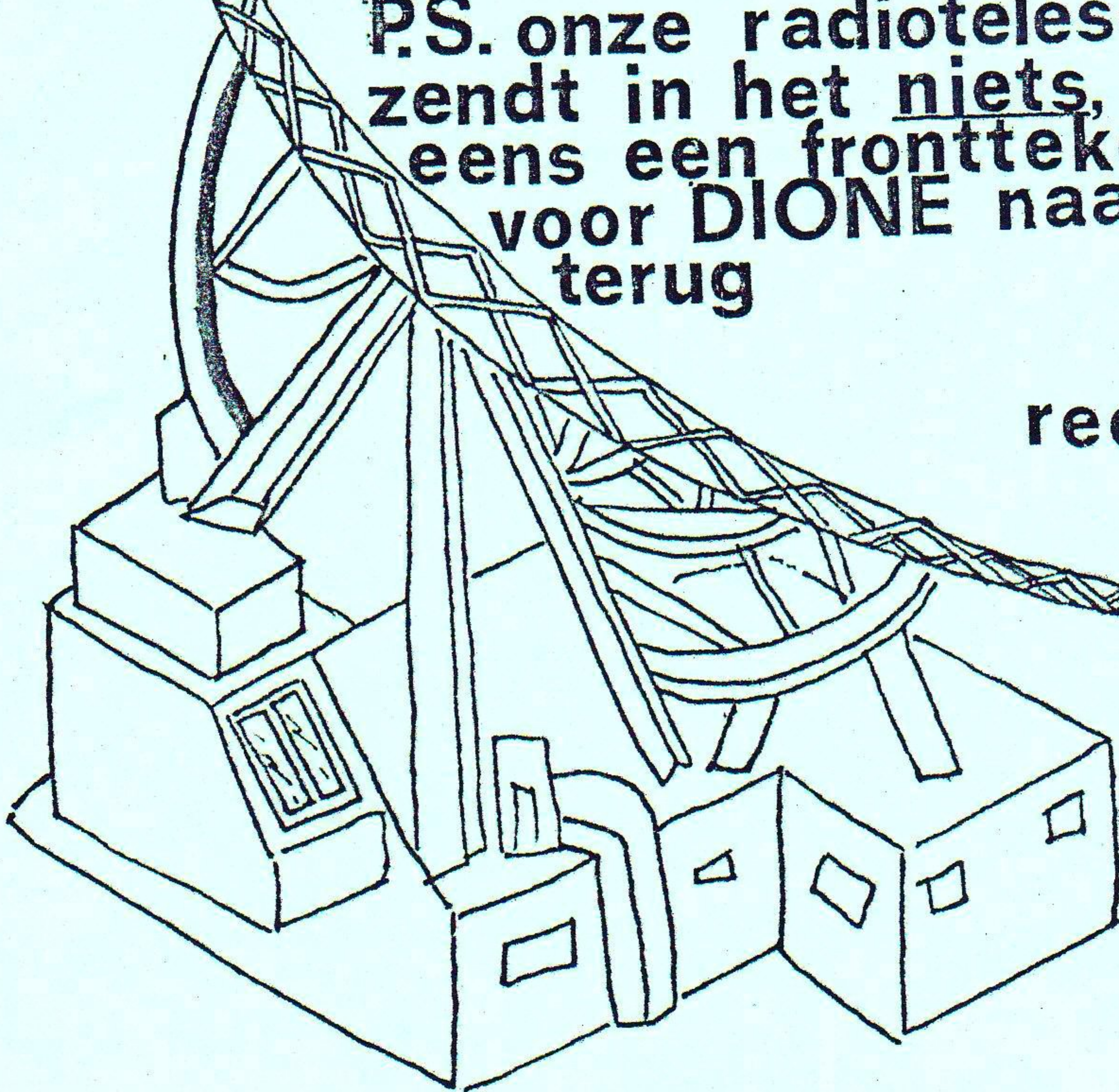
W. Janssen,

raadselhoekje

J. in 't Zand.

P.S. onze radiotelescoop
zendt in het niets, zendt
eens een fronttekening
voor DIONE naar hem
terug

redactie.



Redactioneel

Nou, hier is dan DIONE 28 voor het eerst verzorgt door Eric Kerkhofs en Gilbert Gadet.

Wij willen er op wijzen dat er meer kopij moet komen anders kunnen er nadelige gevolgen optreden met betrekking tot het verschijnen van DIONE.

DIONE kan dan niet meer 3 maandelijks uitgegeven worden.

En als dit nog zou kunnen dan zal DIONE op een heel laag peil komen te staan, want Gilbert en ik kunnen alleen maar kopij 'produceren' die bij onze leestijdsklasse behoort, daarom zouden wij vooral de oudsten van de afdeling willen vragen of zij kopij willen schrijven.

Op die manier komen er tenminste ook stukken in voor die voor ouderen van de afdeling bestemd ~~is~~ zijn.

Nu moeten de ouderen niet gaan denken nu moeten wij alles doen, en de jongeren o nu hoef ik lekker niets te doen, want DIONE is een blad van en voor de leden.

Dus: zowel jongeren als ouderen van de afdeling Maastricht & Omstreken worden verzocht kopij op te sturen naar het onderstaande adres.

Het geeft niet welk onderwerp als het maar betrekking heeft op sterrenkunde en ruimtevaart.

Heb je kopij? Stuur die dan op naar:

ERIC KERKHOF'S RAFFINEURSDONK 38 6218 GG MAASTRICHT TEL: 043-76431

GILBERT GADET WOLKAMMERSDREEF 62 6216 RR MAASTRICHT TEL: 043-72841

P.S. Als je vragen hebt bel dan en denk aan het voortbestaan van DIONE!!

Eric Kerkhofs.

INHOUD.

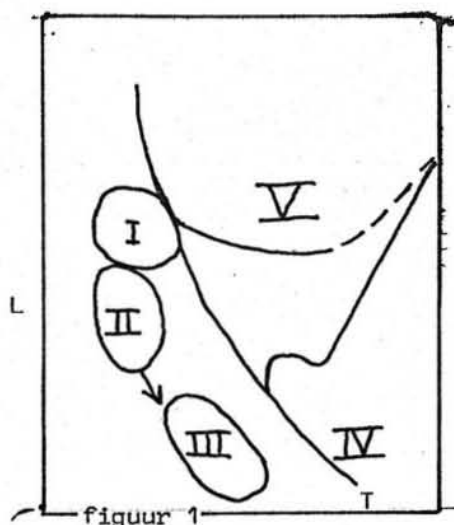
blz.1.....	Redactioneel en inhoud.
blz.2.....	Witte dwergen J Heijen(niet Neutronensterren!)
blz.6.....	Quasars Werner Janssen.
blz.10.....	Radio-astronomie H Meeuwsen.
blz.11.....	Instellare materie(II) Eddy Echternach.
blz.14.....	Fotografie Henri Meeuwsen.
blz.15.....	Speurtocht door het heelal. W Janssen.
blz.17.....	Astronomische en Fysische constanten Eric Kerkhofs.
blz.19.....	Raadselhoekje Jean in 't Zand.

Het ontstaan van witte dwergen

Als we in het H-R diagram kijken dan zien we een merkwaardige reeks sterren die men de blauw wit reeks noemde

Het eerste deel van deze reeks bestaat uit geheel blauwe sterren die niet stabiel zijn en die gasschillen kunnen wegblazen.

De reeks is aangegeven in figuur 1. In het bovenste deel 1 vindt men de kernen van planetaire nevels. Het is een symmetrische vaak bolvormige nevel.



Een witte dwerg zal in de loop van zijn ontwikkeling waarschijnlijk steeds minder licht uitstralen en steeds roder worden. Het evolutiespoor van deze sterren bestaat uit lijnen die naar rechtsbeneden lopen. Alle thans bestaande witte dwergen zullen overenkele tientallen miljarden jaren onzichtbaar zijn. Vermoedelijk ontstaan witte dwergen op de wijze zoals door de pijlen is aangegeven via het planetaire nevel-en het ultraviolette dwergstadium.

1=kernen van planetaire nevels.

2=ultraviolette dwergen.

3=witte dwergen.

4=hoofdreeks

5=horizontale vlak.

T=temperatuur.

L=lichtkracht.

figur 1

Deze ster kan ook een dubbelster zijn zoals in de planetaire nevel NGC 3132 in het sterrenbeeld Pictor(schildersezel).

De gaswolken verlaten de ster snel, met een naar buiten steeds toeneemende snelheid. De kern blijft niet steeds nieuwe materie uitstoten en een gemiddelde planetaire nevel zal niet langer dan 10.000 kunnen blijven bestaan.

De sterren die de kernen van de planetaire nevels vormen, zijn zeer heet.

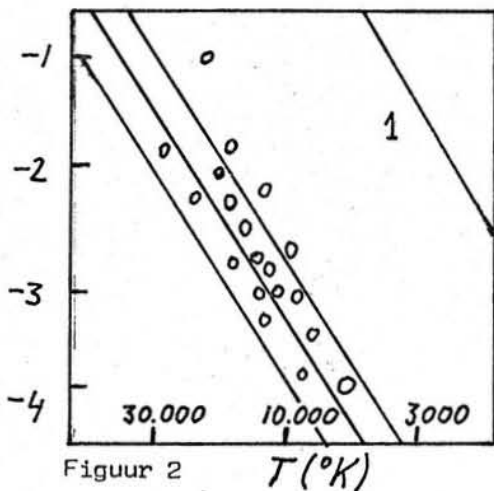
Een oppervlaktetemperatuur ligt tussen de 50.000 en 100.000 graden Kelvin. Er zijn goede aanwijzingen dat de kern van de planetaire nevels een vrij grote inwendige druk hebben, waaruit volgt dat hun inwendige dichtheid ook zeer groot is. Dit zou als een ondersteuning kunnen gelden van de hypothese dat kernen van planetaire nevels een tussenstap zijn tussen de sterren van de horizontale tak van bolvormige sterrenhopen en de witte dwergen. Tussen de kernen van de planetaire nevels en de witte dwergen merk ik nog op dat de aparte groep die eigenlijk pas kort geleden als aparte groep is herkend door de Amerikaan Stothers. Dit zijn de ultra-violetten dwergen. Er zijn maar weinig van dergelijke sterren bekend, zodat het aannemelijk is dat sterren heel snel evolueren van kernen van planetaire nevels tot witte dwergen en daarom slechts kort als ultra-violetten dwerg waarneembaar zijn.

Hertzsprung-Russell diagram, massa's, stralen, dichtheden.

Het H-R diagram, waarin zoals bekend de absolute magnitude uitgezet wordt tegen de effectieve temperatuur of kleurtemperatuur, spectraaltype op kleurindex, is pas op te stellen zodra de absolute magnitude bepaald is; dit komt neer op de meting van een trigonometrische parallax (slechts enkele exemplaren) oftewel wordt de afstand bepaald door gebruik te maken

van het feit dat de ster wit is van een groep of een dubbelster met een bekende parallax en de eigenbeweging van de witte dwerg. Uit het $H-R$ diagram in figuur 2 blijkt dat de lichtkrachten tussen de 10^{-2} en 10^{-4} van die van de zon.

Het verband tussen massa en straal in figuur 3 laat het opmerkelijke feit zien dat witte dwergen met toenemende massa een kleinere straal hebben. uit het feit dat de massa's van de bekende witte dwergen van de zelfde grote orde zijn als die van de zon, uit de bekende stralen en het feit dat de zon een gemiddelde dichtheid heeft van $1,4 \text{ g/cm}^3$ volgt dat de gemiddelde dichtheid van een witte dwerg ligt tussen de 10^5 en 10^7 g/cm^3 . Om de hoge dichtheden te kunnen bereiken moet het gas gedegenereerd (ontaard) zijn. Deze degeneratie heeft betrekking op de impulsruimte. Dit betekent dat de impuls van de betreffende deeltjes (elektronen) zijn gekwantiseerd.



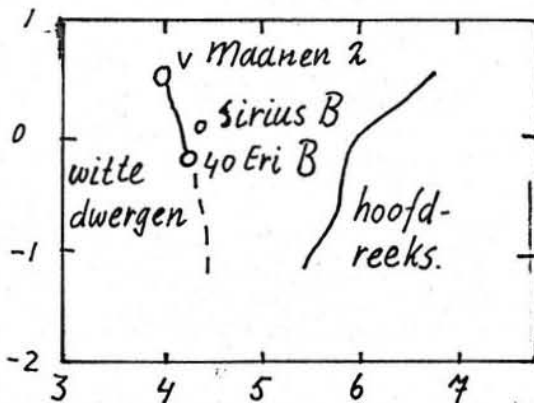
Hertzsprung-Russell diagram voor witte dwergen, ingetekend is ook de hoofdreeks (rechts) en de drie lijnen die sterren met gelijke straal verbinden. (zie figuur 2)
1 = hoofdreeks.

Voor een temperatuur van 10^7 Kelvin zoals die voorkomt in de witte dwergen is de grenselektronendichtheid dus $\log N_e = 26,5$.

Stel nu dat er evenveel protonen als elektronen in het gas voorkomen dus $N_e = N_p$ de protonenmassa $M_p = 1,6 \times 10^{-24}$ gram, dit leidt tot een grensdichtheid van 250 g/cm^3 bij 10^7 Kelvin

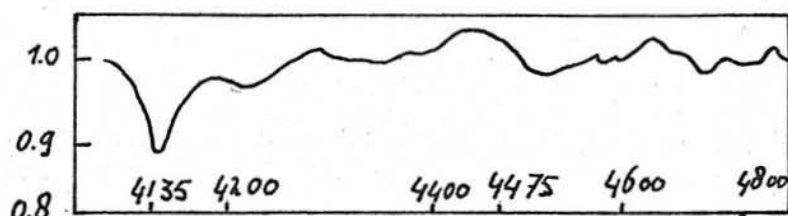
Spectra en atmosferen

De spectra tonen vaak banden (lijnen), soms met een halfwaardebreedte van enkele tientallen $\text{\AA}$ - eenheden. Dit is opmerkelijk aangezien de waterstoflijnen hun grootste intensiviteit bereiken bij de hoofdreekssterren van het type A en in deze sterren het spectrum grotendeels karakteriseren.



Verband tussen massa's en stralen voor witte dwergen en hoofdreekssterren. (Figuur 3)

De grote verbreding van de lijnen moet toe te schrijven zijn aan de zeer dichte atmosferen der witte dwergen. Op grond van gemeten breedten van de geïdentificeerde lijnen van metalen zoals ijzer, magnesium en Calcium. In de ster van Maanen 2 blijkt dat de frequentie van de botsingen met waterstof deeltjes resp. electronen ongeveer 10^4 maal groter is dan in de zon. Hieruit volgt dat de gasdruk in de atmosferen van de witte dwergen ongeveer 10^4 maal groter zijn dan in de zon wat leidt tot een atmosferische druk van 10^5 dyne/cm of 10^3 atmosfeer.



De continue absorptie coëfficiënt van het sterregas heeft ongeveer de zelfde waarden. Zoals een deel van het spectrum van een witte dwerg, brede inzakkingsen niet dieper dan

10% en geen waterstof-lijnen zie fig 4.

Å

Voor witte dwergen en hoofdreekssterren is daarom de hoeveelheid absorberende materie ongeveer gelijk. Daarom is het verschil in gasdruk in de atmosferen van hoofdreekssterren en witte dwergen alleen een gevolg van het verschil van gravitatieversnelling, die bij een witte dwerg dus ongeveer 10^4 maal zo groot is als bij de zon.

Een witte dwerg moet in het algemeen een waterstof-arme ster zijn, ondanks het feit dat waterstof in de hogere atmosfeer wordt aangetoond. Het is eenvoudig aan te tonen dat waterstof in onbelangrijke hoeveelheden voorkomt in het inwendige van witte dwergen. Men neemt aan dat de waterstof die zich in de atmosfeer bevindt door gravitatie-diffusie naar boven is gekomen en 'drijft' op een waterstof-arm of waterstofloos inwendige.

Magnetische velden

Als een witte dwerg ontstaan zou zijn door het inkrimpen van een normale ster, een opinie die vaak gehoord wordt, dan zou bij behoud van de magnetische flux de veldsterkte toenemen met R^2 wat zou leiden tot een veldsterkte aan het oppervlak van 10^4 gauss (als de zon dat zou doen) tot 10^8 (als een magnetische A-ster dit zou doen).

De waarneming van magneetvelden bij de witte dwergen wordt bemoeilijkt door de grote breedte van de spectraal-lijnen. Echter zelfs door normale zeemansplitsing van brede waterstoflijnen meetbaar zijn indien deze velden van de orde zouden zijn van 10^4 tot 10^5 gauss. Uit metingen van de breedte der $H\gamma$ (gamma) lijnen van verscheidene witte dwergen en de onmogelijkheid deze metingen te interpreteren op de grond van het zeemans effect, werden door Angel en Landstreet (1970) bovengrenzen voor de velden afgeleid van 10^4 tot 10^5 gauss voor diverse witte dwergen.

Voor velden tussen 10^4 en 10^5 zou het kwadratisch zeemans effect gebruikt moeten worden; dit leidt tot een verplaatsing van de lijnen. Dit soort verplaatsingen is nog niet met duidelijkheid waargenomen.

Voor velden groter dan 10^5 gauss zou het kwadratisch zeemans effect minder goed bruikbaar zijn: men loopt de kans dat de lijnen verwaasigd worden in een niet uniform veld, terwijl de verplaatsing zo groot zou worden dat de lijnen onidentificeerbaar zouden blijken. Beter is het om in zo'n geval gebruik te maken van de circulaire polarisatie van de continue straling (die het karakter van synchrotronstraling zou hebben). In de ster GAW 700.8245 werd door Kemp 1970 aldus een veld geschat van ongeveer 10^7 gauss. Dit is tot dusver de enige witte dwerg waarbij een aanwijzing werd gevonden voor een sterk magnetisch veld.

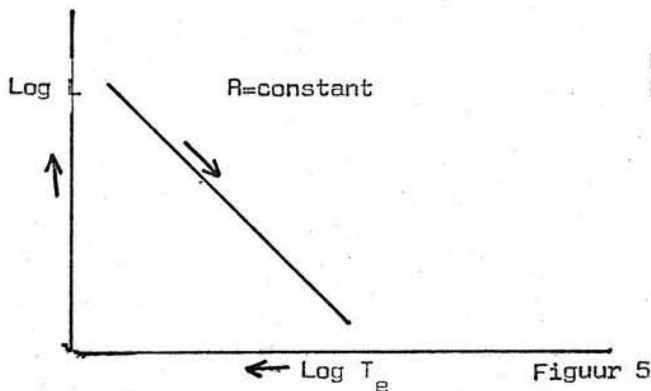
Nader onderzoek van deze ster laat zien dat de circulaire polarisatie vrijwel afwezig is bij de golflengte kleiner dan 3500 Å en ook klein is bij de golflengten groter dan 9000 Å. In het ultraviolette deel van het spectrum blijkt wel een sterke lineaire polarisatie te bestaan; die ook aanwezig, maar minder sterk, in het infra-rood gedeelte van het spectrum aanwezig is. Dit verschijnsel is nog onbegrepen.

Ouderdom van witte dwergen, bevolkingstype; afkoeling.

Men zou de ouderdom van een witte dwerg kunnen bepalen door de ouderdom vast te stellen van de sterrengroep waartoe de witte dwerg behoort. In de Hyaden, in het sterrenbeeld de stier, komen elf witte dwergen voor. Deze groep is minder dan één miljard jaar oud. Ook treft men ze aan in de sterrenhopen Praesepe (de krib) en in het hoofdhaar van Berenice- beide uiteraard jonge groepen. Zijn het dan jonge sterren.

In sterassociaties heeft men ze nooit aangetroffen, maar dat is geen wonder want vrijwel alle associaties staan zover weg dat het niet mogelijk is daar witte dwergen in te ontdekken.

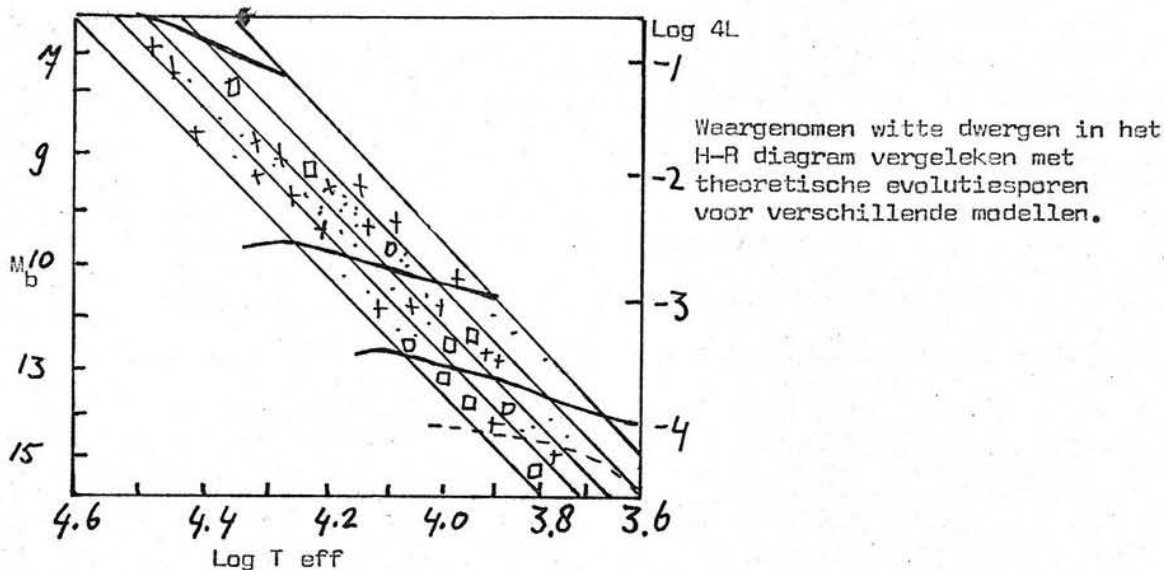
Uit de ruimtelijke verdeling van witte dwergen, die tien procent van alle sterren in het melkwegstelsel vertegenwoordigen, volgt dat men een aantal kan benaderen door een exponentiële formule met een karakteristieke lengte van 400 parsec. Hun aantal kan zo met de toenemende afstand bepaald worden. Hieruit zou volgen dat witte dwergen behoren tot het intermediare galactische bevolkingstype.



Als een witte dwerg gevormd wordt is die bijzonder heet, omdat de kinetische energie van de inslag in de hitte wordt omgezet. Een pasgeboren witte dwerg kan een oppervlakte temperatuur hebben van 100.000. graden Kelvin. Geleidelijk koelt de dwerg af. Men kent oude witte dwergen die maar een oppervlakte temperatuur hebben van 5000. graden Kelvin.

Vermoedelijk gaat het temperatuursverlies verder zonder belangrijke verandering van de structuur van de witte dwerg, totdat die niet langer heet genoeg is om nog te gloeien. Het wordt nu een zwarte dwerg en zal eeuwen lang doorgaan verder af te koelen totdat zijn temperatuur is gedaald tot het gemiddelde van het heelal, en dat is enkele graden boven het absolute nulpunt.

Als men de koeltijden berekent dan ziet men dat deze dezelfde orde zijn als de leeftijd van het melkwegstelsel.



Het feit dat men tens nog veel witte dwergen ziet kan dus uit deze enorme koeltijden verklaart worden.

Uit fig. 6 ziet men dat de meeste bekende witte dwergen tussen 10^8 en 10^9 jaar oud zijn. Een aantal is echter tussen de 10^7 en 10^{10} jaar oud.

NOOT:

In de tekst komt op verschillende plaatsen graus voor dit is te verklaren door de slechte concentratie van de typer. Dit moet natuurlijk GAUSS zijn de eenheid van magnetisme.

PROTONEN: positief geladen deeltjes, zij bevinden zich in de kern van een atoom: atoom tesamen met neutronen.

NEUTRONEN: deeltjes zonder lading.

ELEKTRONEN: negatief geladen deeltjes in schillen om de kern

Å=angström is 10^{-7} mm. is 10^{-10} m.

QUASARS

Werner Janssen.

Wat is een quasar?

Omstreeks 1960 werden radiobronnen geïdentificeerd met zwakke sterren.

Men vermoedt dat een quasar een sterrenstelsel is, want ze tonen een roodverschuiving. Een quasar is dus een ster gelijkend object dat radiostraling uitzendt.

In '70-71, heeft men enkele quasars gevonden die een groepje vormen van dichtbijelkaarstaande quasars. Toen men voor het eerst een quasar waarnam hield men het voor een stofwolk in onze melkweg. In 1960 werden deze gebieden die deze compacte radiobronnen bevatten nauwkeurig onderzocht door de astronoom Allen Rex Sandage. Er was een aanwijzing dat het hier geen normale sterren betrof. Verscheidene leken een vage stofwolk rond zich te hebben en een ervan, 3C273, vertoonde tekenen van een nietige straal materie die er uit te voorschijn kwam.

In feite bleken er voor 3C273 twee radiobronnen te zijn nl. een van de ster en een van die straal. Er was dan ook een zekere aarzeling om deze objecten sterren te noemen. Men schonk hen de naam Quasi-Stellar (sterachtige) Radio-Sources. Die "Sterachtige radiobron" werd in 1964 verkort tot "Quasar" door Hong Chiu en onder die naam kennen wij ze ook.

De spectra van quasars.

Het spectrum van de quasars werd ongeveer 15 jaar geleden vastgelegd. Ze hadden een lijnen patroon dat nooit eerder was waargenomen. In 1963 werd dit probleem opgelost door de Astronoom Maarten Schmidt.

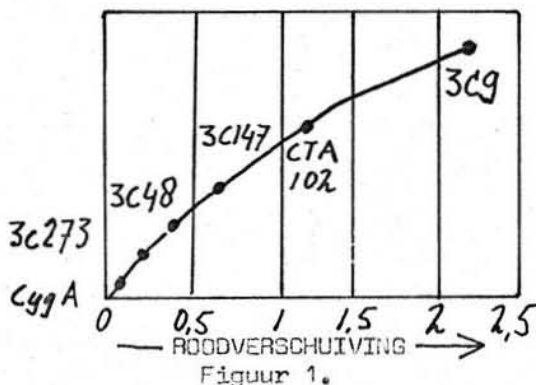
De spectraallijnen zouden volkomen normaal zijn als er niet zo'n grote roodverschuiving optrad.

De gemakkelijkste verklaring zou zijn geweest dat quasars zo ver weg staan.

Als gevolg van de uitdijing van het heelal zijn de spectraallijnen van voorwerpen naar de lange golflengte geschoven, omdat dat kon worden verwacht als een voorwerp zich van ons af beweegt. Bovendien zal als gevolg van de uitdijing van het heelal naarmate een voorwerp verder van ons weg staat het sneller van ons wegtrekken en daardoor een grotere spectraallijnverschuiving te zien geven. Uit die verschuiving is de afstand tot de aarde te berekenen.

Roodverschuiving van Quasars.

Zoals al gezegd tonen de quasars een zeer grote roodverschuiving. De grootste roodverschuiving die ooit waargenomen is is 3. Dat is 10 maal zoveel als de grootste waargenomen roodverschuiving bij een sterrenstelsel. Dit komt overeen met de wet van Hubble met 270.000 km/sec. Dit is dus bijna de snelheid van het licht. Dat betekent volgens de wet van Hubble dat de des betreffende quasar 8 à 9 miljard jaar verwijderd is. Dat betekent ook dat deze quasar al vrij oud is. Aangezien de meeste quasars in dit gebied 8 à 9 miljard lichtjaar van ons vandaan staan denkt men dat alle quasars in het algemeen vrij oud zijn.



Figuur 1 toont de roodverschuiving van ver verwijderde stelsels. (De roodverschuiving is de verschuiving van een spectraallijn als gevolg van de grote snelheid van de waarnemer af).

Bijzonderheden van een quasar.

1) Quasars zijn bijzonder wegens hun enorme lichtkracht; ze zenden 50 à 100 maal meer licht uit dan een gewoon sterrenstelsel en zijn daarbij klein in afmeting; het feit dat ze in foto's niet van sterren zijn te onderscheiden, houdt in dat hun afmeting slechts enkele lichtjaren bedragen d.w.z. zo'n duizend tot 10.000. maal kleiner dan een gewoon sterrenstelsel.

Aangezien ver verwijderde objecten gezien worden zoals ze er in een ver verleden uitzagen, lijkt het vermoeden gerechtvaardigd dat men hier

te doen heeft met een vroeg stadium van radiostelsels.

2) Reeds in 1963 bleek dat quasars variabel waren ten aanzien van de uitgezonden energie, zowel in het bereik van het zichtbare licht als in het gebied van de microgolven. Vermeerderingen en verminderingen van 3 magnituden werden in het verloop van een jaar genoteerd.

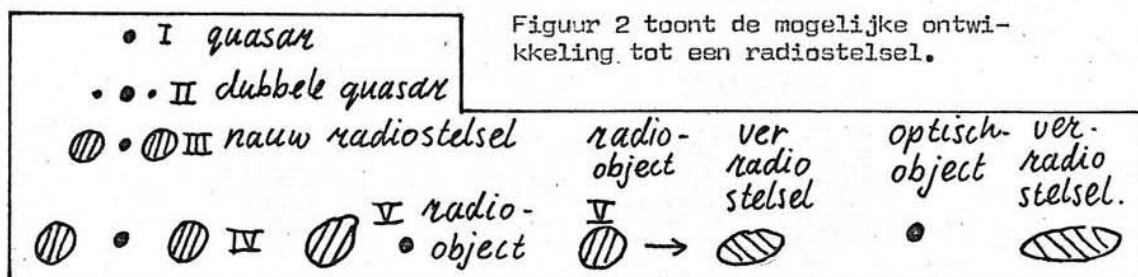
Een lichaam moet klein zijn om in zo een sterk variërende straling in zo korte tijd te hebben. Dergelijke variaties moeten het lichaam als geheel betreffen. En als dat zo is moet een of ander effect merkbaar zijn over de volle omvang van het lichaam binnen de tijd van variatie. Omdat geen enkel effect sneller kan gaan dan het licht, wil dat zeggen dat als een quasar zo duidelijk varieert over een periode van enkele jaren, het niet meer dan een lichtjaar in doorsnede kan zijn en vermoedelijk nog kleiner.

3) Halton Arp had met de 5 meter telescoop op mount Palomar quasars gefotografeerd die verbonden leken te zijn met naburige sterrenstelsels. Ze zouden verbonden zijn met slierten materiaal. Hij heeft hier ook een verklaring voor nl: hij zegt dat de quasars door de sterrenstelsels wellicht met zeer hoge snelheden worden afgestoten. Zijn theorie zou niet alleen een verklaring bieden voor de grote roodverschuivingen, maar ook voor de sliertige verbindingen tussen de sterrenstelsels en de quasars. Dit omdat een quasar met een geweldige grote snelheid wordt afgestoten. Hierdoor zou een sliert kunnen ontstaan.

Andere astronomen twijfelen er toch flink aan. Volgens velen is het een vorm van gezichtsbedrog, want de sterrenstelsels kunnen dichtbij staan en de quasars veraf. (omgekeerd natuurlijk ook).

Weer anderen denken dat het aan de foto ligt.

Ook nog zouden de quasars als scherven weggevlogen zijn, als die slierten speren van het wegslingerend zijn waarom beweegt dan een quasar niet in onze richting? Misschien wel maar er zijn alleen nog maar roodverschuivingen bij quasars waargenomen, en geen blauwverschuivingen het teken dat een object zich naar ons toe beweegt.



Figuur 2.

In 1943 beschreef een promovendus in de astronomie, Carl Seyfert, een merkwaardige galaxie die sindsdien aangeduid wordt als de Seyfert galaxie. Waarschijnlijk komen zij één op 100 voor. Mogelijk vormen ze 1% van alle galaxiën, maar er zijn er maar een 12-tal van ontdekt. In de meeste opzichten zijn de Seyfert galaxiën normaal en bevinden zich ook niet ongewoon ver weg. De kernen van de Seyfert galaxiën zijn echter bijzonder helder en lijken ongemeen heet en actief; ze zijn feitelijk quasarachtig. Ze tonen stralingsvariëaties die aangeven dat de radiogolf-uitzendingende centra in hun kern niet groter zijn dan quasars verondersteld worden te zijn. Een Seyfert-Galaxie (3C120), heeft een kern die minder is dan een achtste van de doorsnee van de hele galaxie maar 3 keer zo lumineus is als de rest van de galaxie.

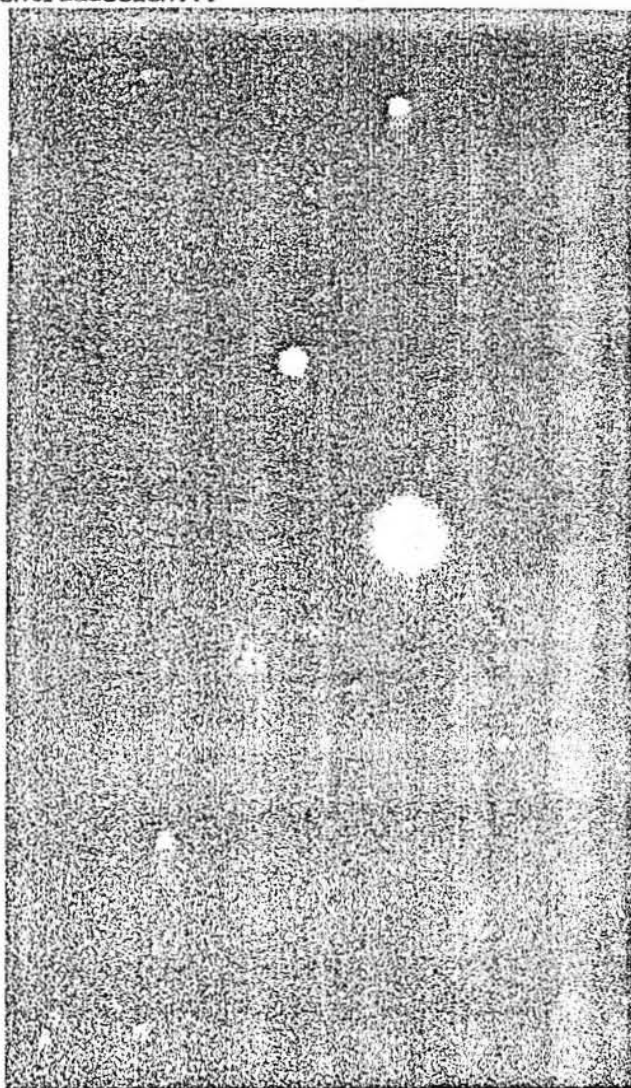
Het sterk actieve centrum zou op groter afstand zichtbaar zijn dan de buitenlagen van de Seyfert galaxie en als een dergelijke galaxie ver genoeg weg stond, dan zouden we met een optisch- of radiotelescoop alleen de kern waarnemen. We zouden het dan als een quasar beschouwen en daarom zouden de heel ver wegstaande quasars ook de kernen van Seyfert galaxiën

Kunnen zijn , we zouden dan de spiraalarmen niet kunnen zien.

TABEL.

Naam	m=	afstand
3C273	12,8	1,6 milj.j. In lichtjaar
3C232	15,78	4,0
3C186	17,60	6,1
3C191	18,44	7,9
3C9	1821	8,0
PKS00 56-17	17,0	8,2
PK0237-23	16,63	8,4

Jarenlang zijn de quasars nu nauwkeurig bestudeerd, maar ze hebben nog maar weinig van hun geheimen prijsgegeven. De astronomen geven toe dat ze niet goed weten wat quasars zijn. We weten echter wel iets van hun geheimen en bijzonderheden, zoals hun enorme lichtkracht. Maar zijn quasars nu werkelijk de heldere kernen van Seyfert-galaxiën? Zijn quasars een vroeg stadium van radiostelsels? Zouden astronomen dit ooit te weten komen? Zouden de astronomen van morgen of van in de toekomst ooit het begrip "quasar" kunnen ontraadselen??!



De quasar 3C 273 met zijn 'lichtzwakke' staart.

De zon is de grootste radiozender die we in ons zonnestelsel kennen. De zichtbare oppervlakten van de zon wordt de chromosfeer genoemd, tegen deze fotosfeer zien we soms zwarte vlekken welke enorme gasbellen zijn, die uit de diepte opstijgen. Boven de fotosfeer zijn de gassen doorzichtig, ze vormen daar de zonneatmosfeer.

Deze wordt onderverdeelt in de chromosfeer en verder van het middelpunt af de corona.

Een merkwaardig feit is dat de zon bij radiolicht bekeken veel groter lijkt.

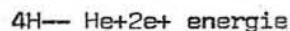
Dit komt door de sterke radiostraling vanuit de corona van de zon. De corona zendt echter maar zeer weinig licht uit, zodat ze meestal onzichtbaar is. Door de zeer hoge temperatuur ($= \pm 6000$ KELVIN) van de corona bestaan de gassen er uit losse protonen (waterstofkernen) ~~gas~~ geïoniseerde atomen en losse elektronen.

Al deze deeltjes zijn zeer heftig in beweging zodat ze geen eigen of karakteristieke golflengte wordt uitgezonden. De energie wordt dus over een groot frequentiegebied uitgezonden. Het binnenste van de zon is het heetste gedeelte. Hier vandaan komt de kortste golflengte (kleiner dan 1 cm). Deze straling wordt door de corona volkomen doorgelaten. De langere golven komen hoofdzakelijk uit de corona, de kortere uit het binnenste. Veranderen we de frequentie dan kunnen we de zon als het ware van buiten af tot naar het binnenste toe onderzoeken.

ENERGIE

Wat is de reden dat de zon zo'n enorme energie uitbarsting in stand houden? De samenstelling van de zon en van vele andere sterren is 66% waterstof en 30% helium en 4% andere elementen. Het binnenste van de zon heeft een temp. van ca 17 graden KELVIN en een druk één miljard atmosfeer. Bij deze enorme temp. en druk, gaat waterstof met zichzelf aan en wordt omgezet in helium. Even ter verduidelijking: de kern van een waterstofatoom bestaat uit 1 proton en 1 elektron het helium atoom bestaat uit 2 protonen en 2 elektronen +2 neutronen.

Volgens de scheikundige schrijfwijze:



Waterstof atomen worden via een aantal 'tussenbewerkingen' omgezet in helium: 2 elektronen 2 neutrino's en energie.

De massa van de vier waterstof atomen (4H) is omgezet in een massa (rechts van de pijl) die slechts 1/40 deel van het eerste is. Volgens de stelling van Einstein $E=mc^2$ is deze massa omgezet in energie. (c =lichtsnelheid 3×10^8 m/s)

STRALING

Genoeg over deze materie, over naar het begrip straling. Onder straling verstaan men: het bekende licht infrarode stralen U.V. stralen, radiostralen, röntgen- en gammastralen. Elk voorwerp straalt hoe warm of koud dan ook (uitgezonderd 0 K) De uitgestraalde golflengte en de temp. van elkaar staan in een nauw verband.

Om deze betrekking te weten te komen maken we gebruik van een zwart lichaam (volkomen straler), die alle frequenties absorbeert en niets reflecteert. Zo kunnen we gemakkelijk de temp. van een zwart straler, als we weten bij welke temp. de meeste straling uitzendt.

WORDT VERVOLGD!

Interstellaire materie (II).

Globulen.

Ook dit zijn donkere 'nevels'; wegens hun vrijwel ronde vorm worden ze ook wel bolwolken genoemd. Vaak vinden we globulen in de buurt van heldere gasnevels.

Opvallend zijn vooral dichtheid, diameter en massa van de deze objecten. De dichtheid is bijvoorbeeld vaak meer dan 10.000 x zo groot als de dichtheid van een normale donkere nevel. De diameter is vrij gering, zelden overtreft deze de waarde van 1 lichtjaar. Vaak is een globule zelfs nog enige tientallen malen kleiner. De massa blijkt te variëren tussen 0,1 en 1 zonsmassa. Al deze gegevens doen vermoeden dat de globulen de geboorteplaatsen van nieuwe sterren zijn.

Planetaire nevels en supernovaresten.

- a) Planetaire nevels: dit bijzondere type nevels hoort in feite bij de heldere nevels. Omdat hun ontstaansgeschiedenis echter duidelijk afwijkt van die van andere heldere nevels, worden ze hier apart behandeld. De naam van deze nevels is misleidend: ze hebben namelijk met planeten niets te maken. Door een telescoop blijken ze een schijfvormig uiterlijk te vertonen, vandaar hun enigszins vreemde naam.

Planetaire nevels zijn door sterren uitgestoten gasschillen. Later kunnen we deze gasschillen waarnemen als een helder schijfje dat een centrale ster omringt. De werkelijke diameter van dit 'schijfje' bedraagt gemiddeld 6×10^{12} kilometer (ongeveer 0,65 lichtjaar); de massa ligt tussen de 0,2 en de 0,3 zonsmassa's.

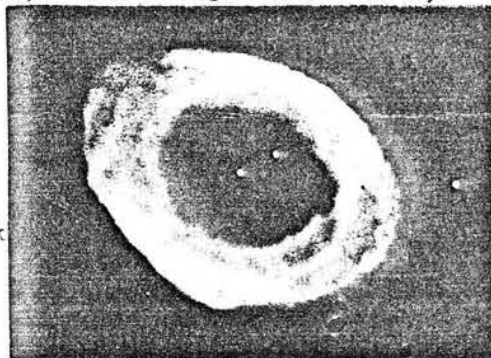
De manier waarop een planetaire nevel licht uitzendt lijkt veel op die van de andere heldere nevels (zie ook vorige Dione). In het midden van de nevel bevindt zich namelijk een zeer hete ster die veel energierijke (ultra-violette) straling uitzendt. Deze straling ioniseert het gas van de nevel en zorgt uiteindelijk voor de emissie van zichtbaar licht door dat gas.

Het blijkt dat een planetaire nevel gemiddeld 10 à 20 maal zo helder is (in het zichtbare spectrum) dan zijn centrale.

Hieruit blijkt dat de ster veel licht moet uitstralen in het niet-zichtbare spectrum, in dit geval het ultra-violette. Deze extreem grote hoeveelheden van ultraviolette straling kunnen alleen het gevolg zijn van de zeer hoge oppervlaktetemperaturen van de centrale ster (50.000 tot 120.000 K).

Op foto's van planetaire nevels zie je altijd een kleurrijk schouwspel. Ook deze kleuren zijn het gevolg van de hoge temperaturen in de omgeving van de centrale ster. In het binnenste van de nevel is de energietoevoer vanaf de ster namelijk zeer groot, de gassen worden daar aangezet tot de emissie van violet licht. Naar buiten toe neemt de ontvangen hoeveelheid energie af, waardoor de meer aan de buitenkant gelegen delen van de gasnevel minder energierijk licht uitzenden. We krijgen nu van binnen naar buiten: violet, blauw, groen, geel, oranje en rood.

Planetaire nevels zijn niet stabiel, zij dijen uit met een snelheid van 10-50 km/s. Door deze hoge expansiesnelheid en het feit dat de centrale ster niet steeds méér gas blijft uitstoten, zal de levensduur van een planetaire nevel beperkt zijn. De gemiddelde levensduur voor dergelijke nevels wordt geschat op 10.000 tot 100.000 jaar, een (astronomisch gezien) vrij korte periode. Bekende planetaire nevels zijn bijvoorbeeld: M 57, de Ringnevel in Lier en M 27, de Halternevel in Vos.



M 57 in Lier

b) Supernovaresten: dit is weer een geval apart en helaas is de ruimte te beperkt om er al te diep op in te gaan. Ook hier gaat het om grote hoeveelheden gas die door een (centrale) ster werden uitgestoten. De krachten die hierbij meespeelden zijn echter veel groter dan de krachten die tot het ontstaan van planetaire nevels leidden. Ook het gas dat uitgestoten is bij een supernova-explosie blijft licht uitzenden, echter wel op een heel bijzondere manier.



M1, Krabnevel, in het sterrenbeeld Stier

De centrale ster is na de explosie namelijk geen gewone ster meer, maar een zgn. neutronenster: een zeer dichte ster omgeven door een zeer sterk magnetisch veld. Door dit magneetveld worden de elektronen in de gasnevel sterk versneld. Hierdoor ontstaat straling (die we ook wel synchrotronstraling noemen), die onder andere verantwoordelijk is voor het lichten van de nevel.

De expansiesnelheid van deze nevels is zeer hoog: vaak in de buurt van de 1300 km/s!

De samenstelling lijkt in grote lijnen op die van planetaire nevels: veel waterstof en helium, maar (en dit in tegenstelling tot de planetaire nevels) ook veel koolstof, zuurstof, magnesium, silicium, aluminium, nikkel en ijzer. In één van de volgende Dione's wil ik wat uitgebreider op dit onderwerp ingaan.

Interstellair gas.

Inleiding.

Tot nu toe hebben we alleen gesproken over geconcentreerde hoeveelheden interstellair gas. Er bestaat echter interstellaire materie, die niet tot een heldere of donkere nevel behoort; d.w.z. losse interstellaire molekulen en atomen. Dit interstellaire 'gas' werd voor het eerst waargenomen in 1904, toen men bij het spectrum van de ster ϵ Orionis een vreemd verschijnsel waarnam. De absorptielijnen in het spectrum van deze spektroskopische (= zeer nauwe) dubbelster verschuiven onder normale omstandigheden ten opzichte van hun normale positie, dit als gevolg van de rotatie van het dubbelstersysteem. Een lijn bleek echter niet te bewegen: de absorptielijn afkomstig van Ca^+ ($\lambda = 393,3 \text{ nm}$). Deze lijn kon onmogelijk afkomstig zijn uit de atmosfeer van één van de sterren van het dubbelstersysteem, want dan zou hij met de andere absorptielijnen moeten 'meebewegen'. Er moest zich dus tussen ons en de dubbelster een hoeveelheid calcium-gas bevinden, die we niet onder normale omstandigheden konden waarnemen. Naderhand werden ook 'stilstaande' lijnen ontdekt bij andere sterren, voornamelijk bij de zeer heldere, ver verwijderde sterren. De ontdekking van interstellaire atomen en molekulen was een feit.

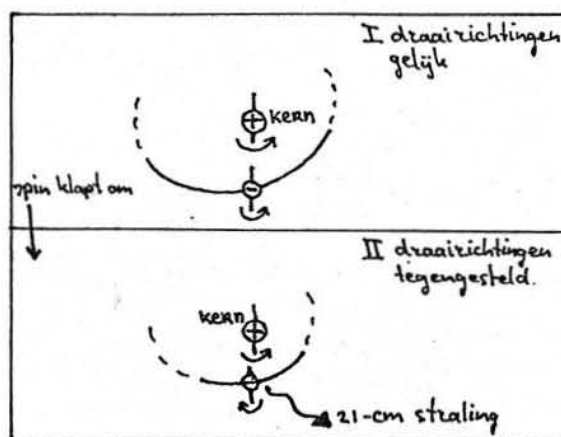
Samenstelling.

Na de ontdekking van calcium-ionen in de interstellaire ruimte, werden al gauw andere elementen en verbindingen ontdekt. Alleen de ontdekking van interstellaire waterstofatomen liet nog op zich wachten, dit had zijn redenen. Waterstof kan namelijk, bij de zeer lage temperaturen in de ruimte, geen absorptielijnen in het zichtbare spectrum van een ster veroorzaken. Pas in 1944 werd een begin gemaakt met het onderzoek naar interstellair waterstof.

In dat jaar verspreide Van de Hul het bestaan van 21 cm-radiostraling, dat uitgezonden zou worden door neutraal waterstof. Deze straling ontstaat wanneer de draairichting (of spin) van het elektron van waterstof van richting verandert. Wanneer namelijk het elektron dezelfde draairichting heeft als het proton in de kern, dan is de energie van het atoom net iets groter

dan wanneer de draairichtingen van de beide deeltjes tegengesteld zijn. Wanneer nu het elektron van de eerste in de tweede toestand overgaat dan komt die energie vrij. Deze energie kunnen we dan waarnemen als radiostraling met een golflengte van 21,1045 cm. Zo'n verandering in draairichting komt overigens maar één keer per 11 miljoen jaar in een bepaald watersofatoom voor, maar omdat er zo ontzettend veel waterstofatomen in de ruimte zijn, ontstaat er toch een continue straling.

Pas in 1951 werd deze straling werkelijk waargenomen.



Het ontstaan van 21-cm straling

De laatste jaren heeft men, als gevolg van het radio-astronomisch en het UV-onderzoek (ruimtevaart), nog veel meer interstellaire atomen en molekulen ontdekt. Tot nu toe kennen we o.a.:

elementen: calcium, natrium, kalium, ijzer, titanium, koolstof, stikstof, zuurstof, magnesium, aluminium, silicium en natuurlijk waterstof en helium.

eenvoudige verbindingen: hydroxyl (OH), ammoniak (NH_3), waterdamp (H_2O), siliciumoxide (SiO), waterstofsulfide (H_2S) en zwaveloxide (SO).

koolstofverbindingen: cyaan (CN), koolwaterstof (CH), blauwzuur (HCN), koolstofmonoxide (CO), formaldehyde (CH_2O), methanol (CH_3OH), ethanol ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$), mierenzuur (HCOOH) en verder NH_2CHO , CH_3CN , CH_3CHO , CH_3OCH_3 en C_2HCN .

Het blijkt dat de samenstelling van dit interstellair gas in grote lijnen overeenkomt met de samenstelling van sterren: namelijk 60% waterstof, 38% helium en 2% andere elementen en verbindingen.

De dichtheid van het gas is zeer gering. Per kubieke centimeter ruimte vinden we minder dan 1 atoom interstellair gas. Toch kan men de absorptielijnen van interstellair gas in sterspektra goed waarnemen. De gebieden waarin de atomen en molekulen voorkomen zijn namelijk vaak groter dan 40 lichtjaar!

-w-o-r-d-t--v-e-r-v-o-l-g-d-

Eddy Echternach.

Oplossing vraagstuk.

In de vorige Dione stond een klein vraagstukje in het artikel "Nogmaals de gravitatiewet". Hiervan volgt nu de oplossing, maar eerst een kleine rektifikatie.

In vergelijking (3a) op bladzijde 6 staat per abuis:

$$\text{"Hieruit kan men afleiden: } v_o = \frac{2gR^2}{r} \text{ (op de aarde is dit } 2gR) \text{ (3a)"}$$

Dit moet zijn: (op de aarde is dit $2gR$).

Waarschijnlijk heb je deze fout zelf ook al opgemerkt.

De oplossing van het vraagstuk, hoe groot is de ontsnappingssnelheid van de aarde, is nu niet moeilijk meer: nl.

$$v_o = \frac{2gR^2}{r} \text{ (} R=r \text{)} = 2gR = 2 \times 9,81 \times 6,4 \times 10^6 = 125400 \text{ m/s} = 12,5 \text{ km/s}$$

Ik neem aan dat iedereen deze uitkomst heeft kunnen vinden. Wanneer je vgl. 3a uit het vorige nummer zonder wortelteken hebt gebruikt, dan was je uitkomst waarschijnlijk 125,44 m/s (12,5 in het kwadraat).

----- Eddy Echternach.

(13)

FOTOGRAFIE

In dit stuk over astrofotografie zal ik het hebben over de bouw van een kamera, soorten films en technieken.

Er zijn verschillende soorten kamera's handkamera's en technische kamera's. De zogenaamde handkamera' is klein van formaat en gemakkelijk te bedienen en te vervoeren we hebben weer verschillende soorten handkamera's de zoeker kamera daar staan de zoeker en het objectief geheel los van elkaar je kijkt door de zoeker en daarin zie het beeld en andere informatie. Een nadeel is je kan niet scherpstellen door het objectief en zoeker en objectief zien niet helemaal dezelfde plaats. zie fig. 1

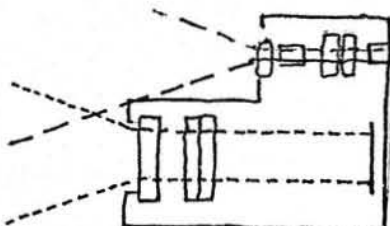


fig. 1

En dan hebben we de zogenaamde Spiegelreflexkamera daar kijken we door het objectief. Maar voordat we het beeld zien in het oculair gaat het licht via een spiegel door een prisma naar het oculair. Een voordeel van de eenote spiegelreflex is dat je er andere objectieven erop kunt zetten. De naam spiegelreflex komt dat de spiegel bij een foto maken wegklapt zodat je een klik hoort zie fig 2

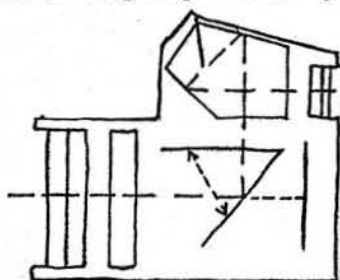


fig 2

Het andere hoofdtype is de technische kamera. Dit soort kamera's is zéér zéér duur. het zijn hele grote kamera's ze kunnen alleen op statief geplaatst worden. Je kan ze ver gelijken met de kamera's uit de jaren twintig alleen zijn ze nu veel beter.

wordt vervolgd.

Henri Nieuwsen.

Speurtocht door het heelal met de prismakijker.

Werner Janssen.

Onze vaste medewerker van de rubriek "Speurtocht door het heelal" (Hans Goërtz) kan wegens tijdgebrek deze rubriek niet meer samenstellen. Teneinde deze-vooral voor de leden die geen telescoop bezitten-toch wel interessante informatie niet te laten vervallen ben ik bereid, deze rubriek zo goed mogelijk te verzorgen in de toekomst. Mijn eerste speurtocht zal handelen over een vijftal waarnemingen.

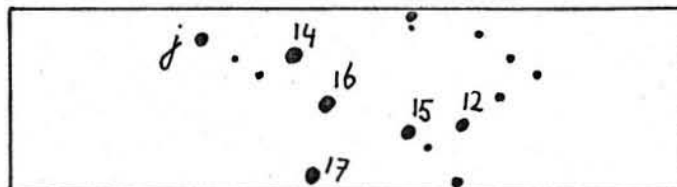
De eerste waarneming is van Hans Goërtz. Deze toont de omgeving van de ster γ Coma Berenice. Zo als je ziet is de omgeving erg sterrenrijk, dit komt doordat hij bij een open sterrenhoop staat.

De gegevens van de waarneming zijn:

Kijker: 8x30 prismakijker. Weer: goed. Object: omgeving γ Coma Berenice

Datum: 18-4-76. Tijd: 21h30m. Waarnemingsplaats: Duinweg 84 Noordwijk.

VINDKAARTJE:



boötes	coma berenice	URSA MAJOR
--------	------------------	---------------

De sterrenhoop staat zo'n 240 lichtjaar van ons verwijderd. Het aantal sterren bedraagt ongeveer 40.

De volgende waarneming is afkomstig van Han Lemmens. Deze toontde mooie dubbelster epsilon Lyrae. De sterren staan 207 " uit elkaar, en zijn van mag. 5

De waarneming:

Gegevens:

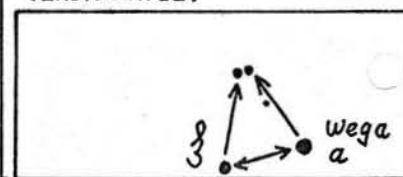
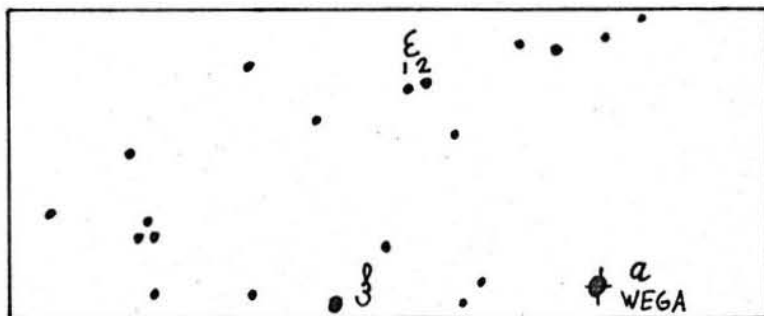
Datum: 18-10-'77 Tijd 21h30m

Weer: goed. Waarnemings-
omstandigheden: matig

Kijker: 7x50 prisma.

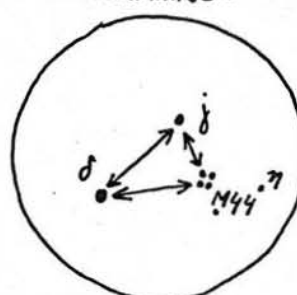
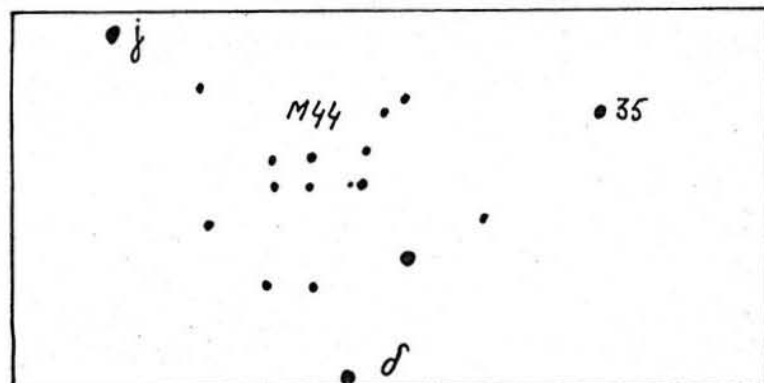
Plaats: Beek.

VINDKAARTJE:



De derde waarneming is van mijzelf. Hij toont een van de bekendste sterrenhopen nl. de praesepe of kribbe. Hij staat op een afstand van 515 lichtjaren van ons vandaan en de diameter bedraagt 13 lichtjaar. Kreeft is goed waarnembaar in de winter en in het voorjaar. DE waarneming:

VINDKAARTJE:



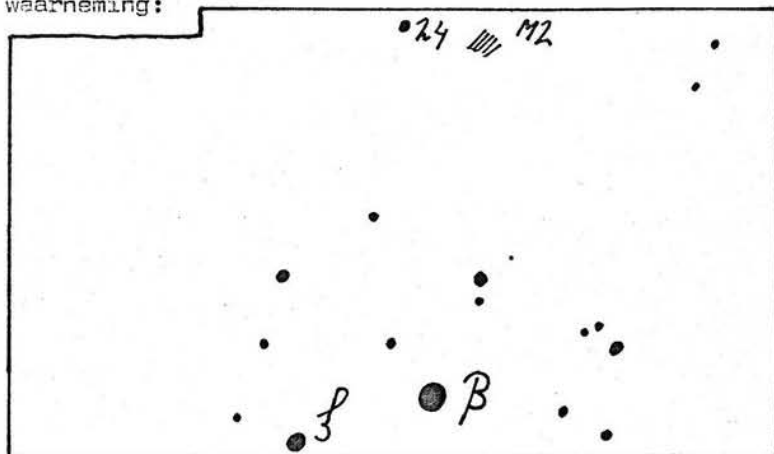
15

Gegevens bij waarneming 3:

Werner Janssen. Kijker: 7x50. Tijd: 20h16m. Datum: 6-3-1979. Weer: zeer goed.
Object: M44. Plaats: Urmond.

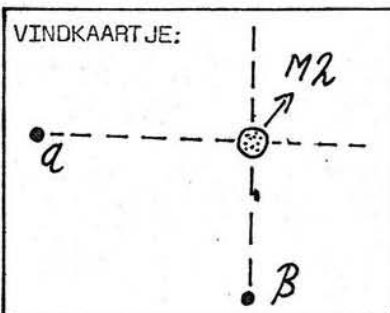
De volgende waarneming is van Jean in 't Zand. Hij toont de bolhoop M2.
Deze bolhoop is te vinden in het sterrenbeeld Waterman. Zijn helderheid bedraagt $m=6,3$. Het is meer een geschikt object voor gevorderden want deze staat in onze streken vrij laag. Wel bv. in Spanje zou je hem goed kunnen zien. De bolhoop M2 staat op een afstand van 50.000 lichtjaren.

De waarneming:



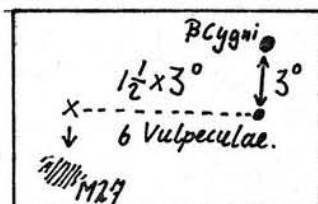
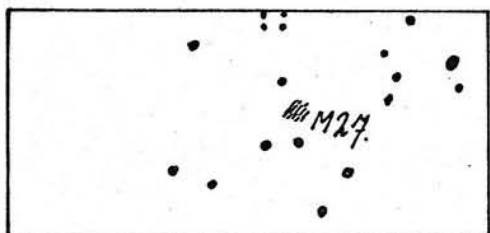
Gegevens: Jean in 't Zand. Datum: 10-11-77.
Tijd: 22h15m-22h45m.
Kijker: 6x24 prisma.
Weer: zeer goed.

VINDKAARTJE:



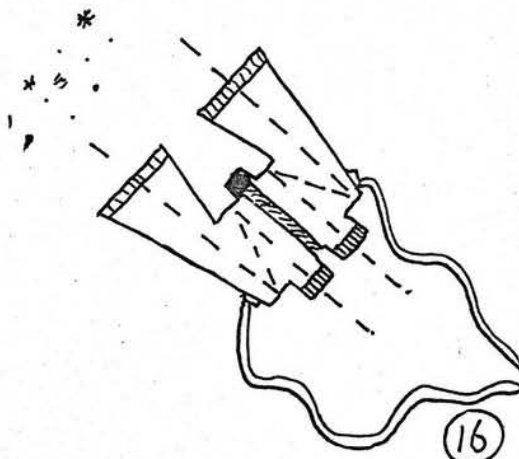
De laatste waarneming voor deze keer is afkomstig van Hans Goërtz. Het is de planetaire nevel M27 in het sterrenbeeld Vos. Het sterrenbeeld Vos vindt men ten zuiden van de Zwaan. M27 staat ook bekend als Halternevel. De echte klokhuisvorm is echter pas te zien in sterrenkijkers. Op de foto zie je die vorm wel. Zijn totale helderheid bedraagt $m=7,6$. Het vinden is wel erg moeilijk. Voor hem te vinden kunnen we het beste gebruik maken van Albiero in de Zwaan. Deze staat 3 graden van de helderste ster in de Vos, 6 Vulpeculae, verwijderd. De ster 6 Vulpeculae staat onder Albiero (B Cygni)! Als je die afstand denkbeeldig 1,5 keer links van 6 Vulpeculae plaatst en de kijker dan naar beneden richt krijg je dit beeld van de waarneming:

Gegevens: Hans Goërtz Datum en tijd onbekend. 7x50 prismakijker.



VINDKAARTJE!

DE FOTO VAN DE
HALTERNEVEL
STAAT op blz: 18

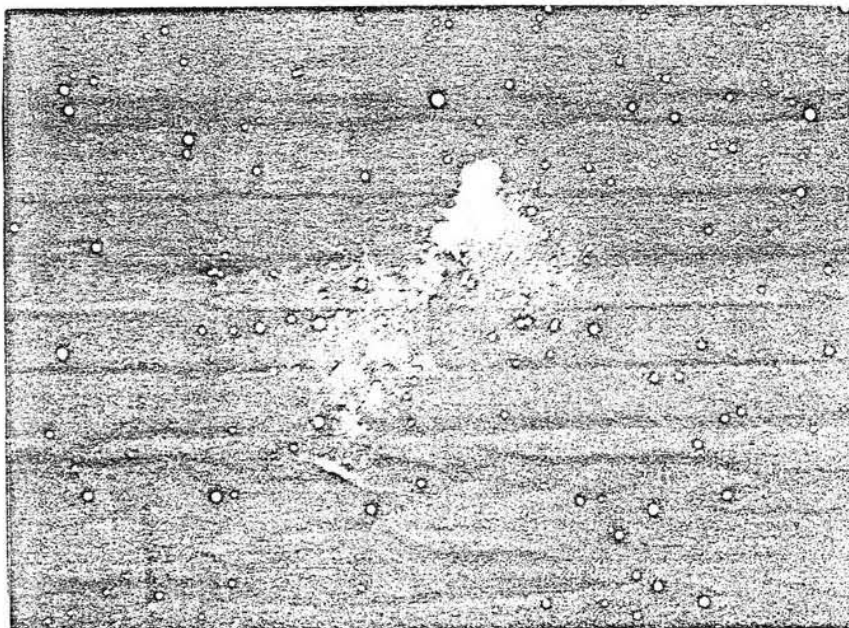


Het leek mij heel nuttig om deze lijst over te nemen uit een boek om voor-
goed eventuele problemen op te lossen m.b.o. Astronomische en Fisische
constanten.

Astronomische Eenheid (AE)	149 600 000 kilometer
Lichtsnelheid (C)	299 792,5 kilometer per seconde
Massaverhouding Aarde-Maan	81,3
Zonneparallax	8",79414
Aberatieconstante	20",4955
Gemiddelde afstand Aarde-Maan	384 400 kilometer
Duur van het jaar	
-tropisch	365 dagen,24219
-siderisch	365 dagen,25636
-anomalistisch	365 dagen,25964
Duur van de maand	
-draconitische	27 dagen,21222
-tropische	27 dagen,32158
-siderische	27 dagen,32166
-anomalistische	27 dagen,55455
-synodische	29 dagen,53059
Duur van de dag	
-gemiddelde zonnedag	24 uur 03 minuten 56,555 seconden
-gemiddelde siderische dag	23 uur 56 minuten 04,091 seconden
-siderische rotatie periode van de Aarde	23 uur 56 minuten 04,099 seconden
Aarde	
-massa	$5,976 \times 10^{24}$ kilogram
-equatoriale straal	6378,14 kilometer
-polaire straal	6356,77 kilometer
-gemiddelde versnelling aan het oppervlak	9,81 meter per seconde
Zon	
-massa	$1,99 \times 10^{30}$ kilogram
-straal	696 000 kilometer
-oppervlakte	$6,087 \times 10^{18}$
-zonneconstante	1360 Wm^{-2}
-totaal uitgestraald vermogen	$3,9 \times 10^{26} \text{ W}$
-absolute visuele magnitude	+4,79
-spectraalklasse	G2V
-effectieve temperatuur	5800 Kelvin
Lichtjaar	$9,467 \times 10^{12}$ kilometer
Parsec (3,26 lichtjaar)	$3,086 \times 10^{13}$ kilometer

Melkwegstelsel

-massa	$1,1 \times 10^{11} M_{\odot}$
-diameter	30 000 parsec
-dikte	4 000 parsec
-afstand Zon-centrum	10 000 parsec
-afstand Zon boven het galactisch vlak	8 parsec
-apex van de Zon(1950)	rechte klimming (alpha) 18 uur 06 minuten declinatie +30 graden (delta)
-omlooptijd van de Zon om het centrum	$2,2 \times 10^8$ jaar
-beweging van de Zon naar het apex	20 kilometer per seconde
-richting galactisch centrum (1950)	rechte klimming (alpha) 17 uur 42,4 minuten declinatie (delta) -28 graden 55'
-richting galactische noordpool (1950)	rechte klimming (alpha) 12 uur 49 minuten declinatie (delta) +27 graden 24'
Atomaire massa eenheid	$1,66 \times 10^{-27}$ kilogram
Stelling van Einstein	$E=mc^2$
Rydbergfrequentie	$3,29 \times 10^{15}$ Hertz
Gravitatieconstante	$6,67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$
Gasconstante	8,31 J/K mol
Elektron	
-lading	$1,6 \times 10^{-19}$ Coulomb
-massa	$9,1 \times 10^{-31}$ Kilogram



HALTER NEVEL.

Raadselhoekje

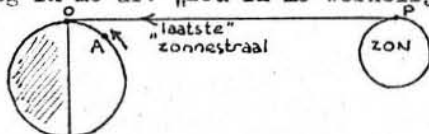
In deze nieuwe aflevering van het raadselhoekje zullen we maar eens beginnen met het geven van de oplossingen van de raadsels uit de twee vorige Diones. Allereerst het raadsel uit Dione 26. Naar de opmerkingen van enkele lezers te oordelen was dit een erg pittig raadsel, ook voor de gevorderden onder ons! En dat mag ook wel, want zelfs professoren vallen er over, zoals we dadelijk zullen zien. Toch ligt de fout in het aangehaalde stukje (als het je niet meer zo goed in het geheugen ligt, lees het dan nog eens!) heel simpel: de acht minuten, die het licht van de Zon nodig heeft om de Aarde te bereiken moeten helemaal los gezien worden van de schijnbare beweging van de Zon, tengevolge van de aswenteling van de Aarde! Die acht minuten zouden wel een rol spelen als de bedoelde schijnbare beweging het gevolg was van de cirkelbeweging van de Aarde om de Zon, maar de aswenteling van de Aarde is een zuiver 'lokaal' gebeuren, waar de lichtafstand van acht minuten überhaupt niets mee te maken heeft. Bijgevolg staat de Zon ook gedurende een verduistering n i e t drie maal haar breedte naast de Maan (wat een belachelijke bewering eigenlijk ook!), waarmee de schrijver van het aangehaalde stukje over zijn eigen onderwerp 'schijn en wezen' struikelt.

Ik had in Dione 26 beloofd dat ik een verhaal in verband met dit raadsel uit de doeken zou doen. Welnu, dit handelt over de perikelen van een professor van de Bergh, die de geweldige fout in het stukje had ontdekt, maar geen erkenning vond. Ik laat hem hier maar zelf aan het woord:

„Nadat ik de schrijver van het stukje via een brief gewezen had op de merkwaardige fout, meende ik, dat hiermee de zaak ten einde zou zijn. Hoezeer was ik dus verbaasd, toen ik enkele dagen later een weerwoord van de schrijver ontving, waarin hij niet alleen zijn stelling handhaafde, doch bovendien de door mij met een glimlach verworpen bewering, dat als de Zon opkomt of ondergaat dat in feite reeds acht minuten eerder zou hebben plaats gevonden, tot de zijne maakte. Sterker nog: enkele dagen later ontmoette ik één van mijn collega's uit de faculteit Wis- en Natuurkunde, een man, wiens naam ook in de kring van astronomen (zeer terecht) een voortreffelijke klank heeft. „Zeg“, zei hij tot mij, „ik heb inzage gehad van je correspondentie met ... over zonsverduistering en zonsondergang, maar jij hebt het helemaal mis hoor!“ (...) Mijn tegenstribbelen mocht niet baten. Ik heb toen enkele andere collega's, die mede aanwezig waren, te hulp geroepen, ... maar, och arme, zij lieten mij in mijn hemd, alias mijn toga staan. Zij stemden in met de opvatting, dat de Zon bij zonsondergang, in werkelijkheid reeds acht minuten tevoren ondergegaan is. Ik vroeg hen hoe het dan zou zijn, als de Zon op een afstand van 12 lichturen, in plaats van acht lichtminuten, zou staan; of de Zon dan, als we hem zagen ondergaan, in 'werkelijkheid' juist weer opgekomen zou zijn? Maar het mocht alles niet baten.

Ik werd er beduusd van, en een ogenblik vroeg ik me af: „Zou ik me werkelijk dan vergissen?“ Thuis gekomen wierp ik het nevenstaande tekeningetje op papier. Op het ogenblik van zonsondergang wordt Amsterdam, dat zich dan bij O bevindt, getroffen door de laatste zonnestraal, die de Zon acht minuten tevoren uit P heeft verlaten, toen Amsterdam nog bij A was. Hoe ver van mij (als ik te Amsterdam de Zon zie ondergaan) de Zon is, is onverschillig. Dit kan ook hieruit blijken, dat als zich aan de hemel „vlak bij P“ een sterrenstelsel bevindt, op 100 miljoen lichtjaren afstand, voor dit sterrenstelsel hetzelfde geldt, ook al is de laatste lichtstraal van dit sterrenstelsel, die mijn oog bereikt, een miljoen eeuwen onderweg.

Toen ik dit tekeningetje even bekeken had, was ik volmaakt gerust gesteld. Niet ik, maar mijn collega's waren slachtoffer van een misverstand.



Enige tijd later sprak ik weer bovengenoemde ambtgenoot. „Wel" vroeg ik, „ben je niet tot een andere opvatting omtrent de zonsondergang gekomen?" „Natuurlijk niet," zei hij enigszins geprikkeld, „heb je nu nog niet ingezien, dat je ongelijk hebt?" Toen liet ik hem dit tekeningetje zien. Mijn collega zweeg eerst, bloosde toen lichtelijk, en zei daarna: „Hoe was het mogelijk,...je hebt toch gelijk!" " (uit Hemel & Dampkring)

Zo, en dan nu het raadsel uit Dione 27. Ik denk, dat ik wel mag zeggen, dat het erg gemakkelijk was. Zonder uitzondering moet iedereen er toch wel achter gekomen zijn dat een lichtjaar onjuist als een maat voor tijd werd gebruikt in het door Den Doollaard geschreven stukje.

Het nieuwe raadsel is deze keer eens iets anders: een kruiswoordraad-puzzel over astronomie. De puzzel is zo eenvoudig mogelijk gehouden, zodat ook de niet zo ver gevorderden zich ermee kunnen amuseren. In Dione 29 verschijnt dan de oplossing!

horizontaal

1. beroemd 20^e-eeuws geleerde 6. reflecterend vermogen 8. afstandsmaat 9. sterrenbeeld (afk.) 10. lichtsoort 11. baankromme 13. onderdeel van een equatoriale montering 14. dier dat in de naam van een nevel voorkomt 15. tijdsmaat 17. lichaamsvorm 19. ruimtevaart instantie (afk.) 20. sterrenbeeld (afk.) 21. geleerde uit de 5de eeuw voor Christus naar wie een maancyclus is genoemd 23. sterrenbeeld 26. laagfrequent licht 27. sterrenbeeld 28 'tegenzenit' 29. tijdsmaat 30. sterrenbeeld (latijn) 32. kijkeronderdeel

verticaal

1. verduistering 2. catalogus 3. planeetondekker 4. sterrenkundige instantie 5. wazig object 6. ruimtevaart-project 7. gedeelte van de atmosfeer 12. ster-explosie 16. sterrenbeeld 17. ster 18. sterrenbeeld 20. meteoren-regen 22. lensfout 24. geladen deeltje 25. oppervlakte-verschijnsel op de Maan 27. één tiende maal één honderdste maal één duizendste 31. getijde-verschijnsel.

Dan tenslotte wil ik nog even dit zeggen: aan het oplossen van de raadsels is geen prijs verbonden. Je hoeft je antwoord dus nergens naar op te sturen. De oplossingen worden altijd in de volgende Dione geplaatst!

Veel plezier met de puzzel!

Jean in 't Zand.

