Dione

nummer 27

juni 1979

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

INHOUD

·Redactioneel _ _ _ _ _ _ _ _ blz. 1
·Interstellaire Materie _ _ _ _ _ 2
·Nogmaals de Gravitatiewet _ _ 5
·Relatieve Zonnevlekaantallen _ _ _ _ _ _ _ _ 6
·Spacelab: De Experimenten _ _ 7
·Waarnemen van de Zon _ _ _ _ 8
·Voyager-1 Fotografeert de Maantjes van Jupiter _ _ _ 17
·Iets over de Zichtbaarheid van Mercurius _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ 19
·Raadselhoekje _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ 22

redactie: E. Echternach
H. Göertz
m.m.v. J. in 't Zand
H. Meulendijks

Redactioneel

Dit is dan Dione 27;sinds 1974,toen het eerste nummer onder de naam 'Hiperion' verscheen,is er heel wat verandert.Vele dingen zijn er verbeterd,zoals bijvoorbeeld het niveau van de in dit blad geplaatste artikels,maar helaas zijn er ook enige veranderingen ten slechte opgetreden. Hierbij denk ik vooral aan het aantal kopijschrijvers,dat iedere keer weer afneemt,waardoor de regelmaat waarin Dione verschijnt nogal eens verandert.Vooral de laatste tijd was dit merkbaar,toen de 'vaste' kopijschrijvers in verband met de eindexamens geen tijd hadden om nog veel aan hun hobby te doen.

Daarom wil ik de lezers van deze Dione oproepen om vooral eens wat kopij in te sturen(al is het maar één kantje).In de keus van het onderwerp ben je vrij,zolang je maar een onderwerp neemt uit de sterrenkunde of de ruimtevaart.Ook met de hand geschreven kopij wordt geaccepteerd. Natuurlijk behoud de redactie zich het recht voor,om ingestuurde kopij te wijzigen of zelfs te weigeren.Dit in het belang van de leesbaarheid van het blad.

Ten slotte komt het voortbestaan van Dione aan de orde.Dit voortbestaan komt namelijk in gevaar wanneer de huidige situatie niet verandert!!De huidige redactie ziet zich namelijk genoodzaakt om in september van dit jaar te stoppen met hun werkzaamheden voor Dione(ook dit weer in verband met studie).Het is dan ook nodig dat anderen zich melden als redactielid. Een redactie hoeft in feite alleen de binnenkomende kopij bij elkaar te plaatsen(en eventueel te bewerken),maar vaak wordt ook van de betrokken personen verwacht dat zij zelf ook voor kopij zorgen.

Natuurlijk vergt het redactionele werk een beetje tijd.Wanneer je je interesseert voor de redactie,móet je wel overwegen of je genoeg tijd daarvoor hebt.Over het algemeen zal dit echter reuze mee vallen,laat dit feit je dus niet al te zeer afschrikken!!Als je zin hebt om redactielid te worden laat dit dan zo spoedig mogelijk weten aan:

- Eddy Echternach Hoefnagelshof 17 6443 BN Brunssum
  tel. 045-254065

of

- Hans Göertz Kakebergweg 25 6191 AX Beek
  tel. 04402-4222

Ook kopij kun je naar deze adressen sturen.

LAAT EENS WAT VAN JE HOREN!!!!
SCHRIJF KOPIJ!!!!

Eddy Echternach

Interstellaire materie.

In tegenstelling tot wat sommigen misschien denken,is de ruimte tussen de sterren van het Melkwegstelsel niet 'leeg'.Vrijwel overal komt men gas-en stofdeeltjes tegen.De concentratie van deze stoffen is over het algemeen erg klein,maar onder bepaalde omstandigheden kunnen we de aanwezigheid van de deeltjes toch waarnemen.Soms zien we ze als lichtgevende 'wolken' in de buurt van sterren of sterrenhopen; soms als donkere nevels die het licht van sterren,die ten opzichte van de Aarde achter deze nevels liggen,verzwakken.

Naast deze heldere en donkere nevels,kennen we ook nog de planetaire nevels en supernovaresten die tevens in dit artikel(weliswaar beknopt)worden behandeld.

Heldere of diffuse nevels.

Heldere nevels vinden we alleen in de buurt van hete sterren.Ze kunnen voornamelijk uit (waterstof)gas òf stofdeeltjes bestaan,maar meestal zijn het mengsels van gas èn stof.De heldere nevels worden onderverdeeld in twee groepen: - nevels met een emissiespektrum
en - nevels met een continuspektrum.

Een emissiespektrum ontstaat wanneer we het licht van een gloeiend gas door(bijvoorbeeld)een prisma heensturen.Het spektrum vertoont dan een donkere band met enkele heldere lijnen;deze lijnen zijn kenmerkend voor een bepaald gas.

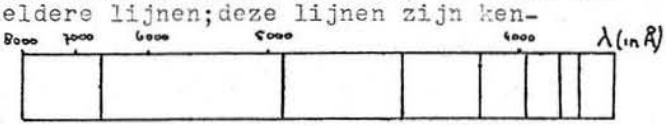


fig. 1. Emissiespektrum van waterstof

Een continu spektrum wordt uitgezonden door gloeiende vloeibare,vaste of onder zeer hoge druk staande gasvormige stoffen.Continue spektra vinden we bijvoorbeeld bij sterren.

Wanneer heeft een heldere nevel nu een emissiespektrum en wanneer een continu spektrum? De oplossing van dit probleem vinden wanneer we de oppervlaktetemperatuur van de ster(ren) in de nevel onderzoeken. Deze oppervlaktetemperaturen kan men afleiden uit de kleur(spektraaltype) van de centrale sterren.Nu blijkt dat alleen zeer hete sterren in staat zijn om emissienevels te doen ontstaan.De fotonen(lichtdeeltjes), die van deze sterren komen,bezitten namelijk veel energie.Genoeg energie om het gas in de nevel te ioniseren;hierbij worden elektronen en atoomkernen van elkaar gescheiden.Vervolgens zal,wanneer het ontstane ion weer een elektron ontmoet,dit elektron trapsgewijs weer naar een lagere baan om de atoomkern terugvallen.Bij dit 'terugvallen' komt energie vrij,die wij (o.a.) als zichtbaar licht kunnen waarnemen. Dit uitstralen van licht noemen we emissie.Het is duidelijk dat we de gasnevel nu kunnen waarnemen als helder objekt.

Zoals al eerder vermeld kunnen alleen zeer hete sterren het omringende gas ioniseren.Natuurlijk zal dit op grote afstand van de ster niet meer gaan,de invloed van haar straling zal dan veel kleiner zijn.Ook is de oppervlaktetemperatuur van de ster van belang,een zeer hete ster zal meer gas kunnen ioniseren dan een wat minder hete ster.In het volgende tabelletje zien we maximale groottes van de gebieden waarin een bepaalde ster het (waterstof)gas kan ioniseren(gebieden van geioniseerd waterstof noemen we ook wel H II-gebieden).

Tabel 1.

spektraaltype:	oppervlaktetemperatuur(K):	grootte H II-gebied(lj):
O 2	60.000	500
O 5	40.000	325
B 0	31.000	100
B 5	16.000	10
A 0	12.000	1,5

Het is dus waarschijnlijk dat emissienevels voornamelijk voorkomen in gebieden waar zich één of meerdere sterren bevinden met een spektraaltype van O 1 tot B O.Koelere sterren(B 1,B 2 enz.)zullen het omringende gas waarschijnlijk niet of nauwelijks ioniseren.Er is dan wel een andere mogelijkheid om het gas tot lichten te brengen; namelijk reflektie.De straling van de koelere ster(ren) wordt dan door de stofdeeltjes in de nevel weerkaatst en verstrooid,waardoor deze nevel licht lijkt uit te zenden.Het spektrum van de nevel blijkt dan vrijwel gelijk te zijn aan dat van de centrale ster(ren); het is dan een continu spektrum.Een mooi voorbeeld van een reflektie-nevel vinden we bij de Pleiaden(M 45),waar de sterren omgeven zijn door flarden gas en stof,die het sterlicht reflekteren.

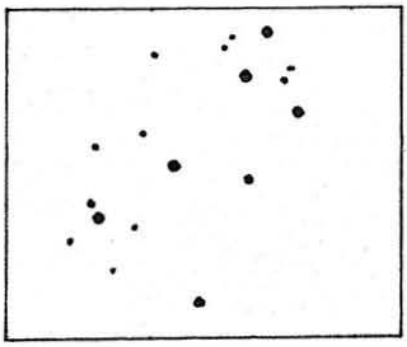


Fig.2 De Pleiaden in een 8x30 prisma-kijker.

Natuurlijk is de grens tussen de emissie- en de reflektienevel niet scherp.Zowel verstrooiing als emissie zullen in alle heldere nevels min of meer voorkomen,met name in die gevallen waarbij zich meerdere stersoorten in één grote nevel bevinden.

Tot nu toe zijn een kleine duizend heldere nevels bekend.Hun diameter variëert van 30 tot 350 lichtjaren.Ook dichtheid en massa variëren nogal eens;de gemiddelde dichtheid bedraagt ca.6×10^{-23} g/cm^3($\pm$ 10 atomen per kubieke centimeter!), maar er zijn ook gevallen bekend van nevels met een aanzienlijk hogere dichtheid.De massa's zijn door de grote omvang van de nevels altijd tamelijk groot.De massa van de Orionnevel(M 42) bedraagt bijvoorbeeld 700 zonsmassa's,die van de Rosettenevel in Eenhoorn ca.9000 zonsmassa's!

Donkere nevels.

Donkere nevels,de naam zegt 't al,kunnen we niet gewoon 'zien' zoals de heldere nevels.Het zijn wolken waterstofgas en stof met grote massa's,die opvallen doordat het licht van erachter gelegen sterren verzwakken.Deze eigenschap is zeer gunstig,het helpt ons namelijk bij de bepaling van afstand en grootte van een donkere nevel.Bij deze bepaling wordt gebruik gemaakt van statistische gegevens over de sterren in onze Melkweg.In het volgende voorbeeld wordt de afstand en de diepte van een willekeurige donkere nevel bepaald.

De sterren van het Melkwegstelsel zijn op een vrij regelmatige manier over de de hemel verdeeld.Verder blijkt dat zwakke sterren (of beter gezegd:schijnbaar zwakke sterren) gemiddeld verder weg staan dan (schijnbaar) heldere sterren.We kunnen nu voor sterren van verschillende helderheidsgroepen de gemiddelde afstand tot de Aarde bepalen èn het gemiddeld aantal sterren van een bepaalde helderheid per vierkante graad aan de hemel(=N).In de volgende tabel zijn voor een paar groepen deze getallen bij elkaar gezet:

Tabel 2.

magnitude:	gemiddelde afstand(lj):	N:	log N:
9	750	1,82	0,26
10	1040	4,95	0,69
11	1430	13,1	1,12
12	1960	34,1	1,53
13	2670	90	1,95

Wanneer we nu stertellingen gaan uitvoeren 'in' een donkere nevel (in feite staan de sterren die we tellen voor,in óf achter de nevel), dan blijken de aantallen van bepaalde groepen sterren af te nemen.

Er ontstaan bijvoorbeeld de volgende getallen:

Tabel 3.

magnitude:	gem.afstand(in lj):	N:	log N:
9	750	1,82	0,26
10	1040	4,95	0,69
11	1430	6,67	0,82
12	1960	13,1	1,12
13	2670	34,1	1,53

In een grafiek kunnen we de getallen van de tabellen 2 en 3 als volgt uitbeelden:

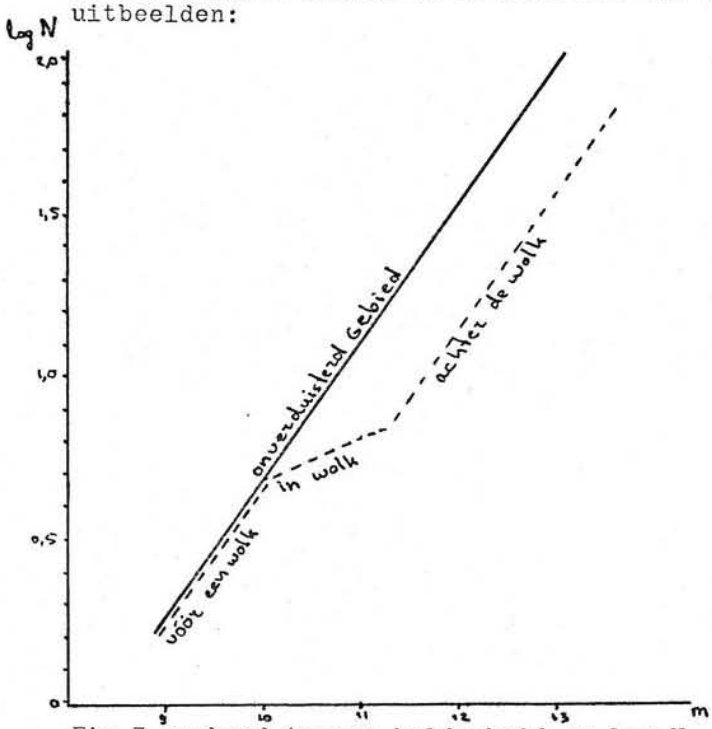


Fig.3 verband tussen helderheid en log N

Uit de tabellen en de grafiek blijkt dat sterren van de 9e en de 10e magnitude even talrijk blijven; de nevel begint het sterlicht dus pas na 1040 lichtjaren afstand af te zwakken. Sterren van magnitude 10 zijn immers even talrijk als voorheen en bevinden zich op gemiddeld 1040 lichtjaren afstand van de Aarde. Sterren van de 11e grootte nemen iets in aantal af, wat erop duidt dat zij zich al gedeeltelijk in de gaswolk bevinden. Sterren van de 12e en de 13e magnitude worden 1 magnitude zwakker; dit blijkt uit de aantallen van deze sterren in het gebied van de nevel, die nauwkeurig overeenstemmen met de aantallen van de sterren met respektievelijk m = 11 en m = 12 in een normaal stergebied. De nevel houdt dus op bij ca. 1430 lichtjaar

Ook van de donkere nevels kennen we ongeveer 1000 exemplaren. De gemiddelde afstand tot de Aarde bedraagt ongeveer 1600 lichtjaar, de diepte bedraagt vaak 50 lichtjaar of meer. Op onderstaande foto staat een zeer bekende donkere nevel afgebeeld: de Paardekopnevel in Orion.

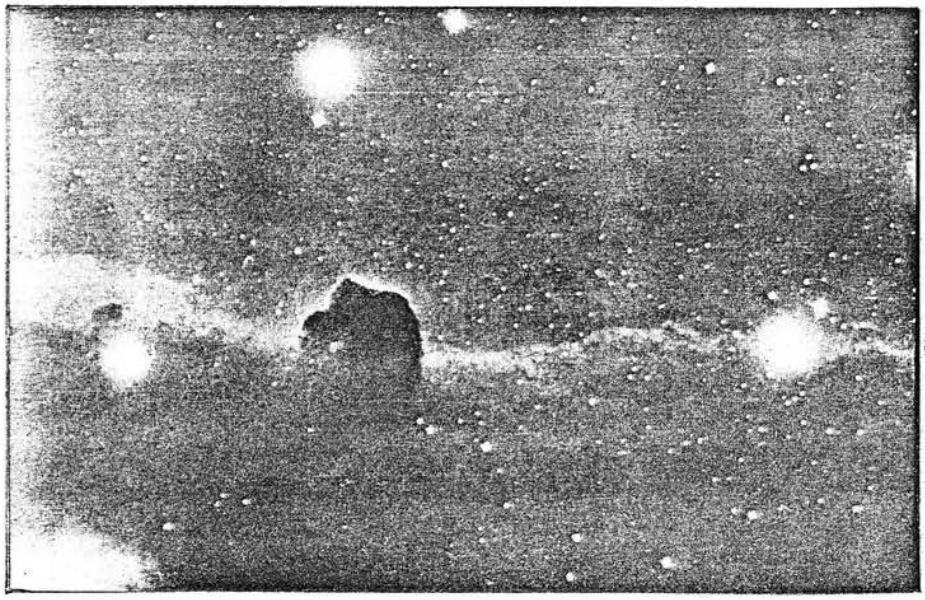


Fig.4 De Paardekopnevel in Orion.

Wordt vervolgd!

Eddy Echternach
© 1979

Nogmaals de gravitatiewet.

In het vorige nummer van Dione heb ik het gehad over de gravitatiewet van Newton(onder de rubriek'Wiskunde en sterrenkunde').Daarbij kwamen enkele toepassingen van de gravitatiewet aan de orde.Ook deze keer zal ik een paar toepassingen beschrijven.

Allereerst echter de oplossing van de opdracht van de vorige keer.Gevraagd werd de massa van Pluto in kilogram en in aardmassa's als gegeven is de afstand tussen het maantje Charon en Pluto(18000 km.),de omlooptijd (6,387 dg.) en de massa van de Aarde(6×10^{27}g.).Om deze berekening uit te voeren moet men natuurlijk gebruik maken van de formule:

$$\frac{r^3}{T^2} = \frac{f.M}{4\pi^2}$$

waarin: r = gem.afstand maantje-planeet(in meter)
T = omlooptijd van het maantje(in seconden)
f = gravitatieconstante
M = massa planeet(in kilogram)

Deze formule kan men ook schrijven als:

$$M = \frac{r^3.4\pi^2}{f.T^2}$$

$$\text{Dus } M = \frac{(1,8 \times 10^7)^3 \,.\, 39,478}{6,67 \times 10^{-11}.(5,52 \times 10^5)^2} = 1,13 \times 10^{22} \text{ kg} = 0,0019 \text{ aardmassa's}$$

Circulatie-en ontsnappingssnelheid.

Twee min of meer nieuwe begrippen komen nu aan de orde,begrippen die allebei nauw verbonden zijn met de gravitatiewet van Newton.De circulatiesnelheid is de snelheid die nodig is om een bepaalde massa om een andere massa een cirkelbaan te laten beschrijven.Bijvoorbeeld een satelliet die om de Aarde moet circuleren.Hierbij moet gelden: $F_g = F_c$(zie ook de vorige Dione).Werken we dit uit dan vinden we:

$$f.\frac{m.M}{r^2} = \frac{m.v_c^2}{r} \qquad \text{dus: } v_c = \sqrt{\frac{f.M}{r}} \quad (1)$$

Hierin is: f de gravitatieconstante
M de massa van het centrale voorwerp(in dit geval de Aarde)
r de afstand tussen de middelpunten van de beide massa's
v_c de circulatiesnelheid

(1) is de algemene formule voor de circulatiesnelheid.We kunnen deze formule echter ook nog vereenvoudigen voor objekten die relatief dicht bij de Aarde circuleren.

Voor F_g kan men dan schrijven: $F_g = f.\frac{m.M}{R^2}$ (R = straal van de Aarde)

$$g = a_g = \frac{F_g}{m} = \frac{f.M}{R^2}$$ (g=valversnelling aan het aardoppervlak = ca.9,81 m/sec^2)

Hieruit volgt:

$f.M = g.R^2$; invullen in (1) geeft $v_c = \sqrt{\frac{g.R^2}{r}}$ (1a)

Deze laatste formule is goed te gebruiken voor satellieten die zich tamelijk dicht bij de Aarde bevinden.

De ontsnappingssnelheid(de snelheid die nodig is om zich aan het gravitatieveld van een bepaalde massa te onttrekken)is moeilijker te berekenen. Ik wil hierop dan ook niet al te diep in gaan.Het komt in feite hierop neer dat een voorwerp genoeg kinetische-of bewegingsenergie moet hebben om het verlies van potentiële gravitatieënergie op te heffen.Via integraalrekening vinden we voor de gravitatieënergie:

(2a) $E_g = f.\frac{m.M}{r}$ de kinetische energie is:

(2b) $E_k = \frac{1}{2}mv_o^2$

Gelijkstelling van (2a) en (2b) levert:

$$f.\frac{m.M}{r} = \frac{1}{2}mv_o^2$$

waarin: v_o = de ontsnappingssnelheid
M = massa van de planeet
r = afstand tot het middelpunt van de planeet

ôf:

$$v_o = \sqrt{\frac{2f.M}{r}} \quad (3)$$

Wil een raket bijvoorbeeld van de Aarde vertrekken,dan geldt:

$v_o = \frac{2f.M}{r}$ (in dit geval is r de straal van de Aarde)

èn : $f.M = g.R^2$ (zie vorige bladzijde)

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

Uit (1a) en (3a) volgt: $v_o = \sqrt{2}.v_c$

We zagen dat wanneer men een voorwerp om een planeet wil laten cirkelen hiervoor de circulatiesnelheid nodig is.Wanneer men dit voorwerp aan de planeet wil laten 'ontsnappen' is de ontsnappingssnelheid nodig.Wat gebeurt er nu wanneer het voorwerp een andere snelheid heeft?
Hiervoor kennen we de volgende regels:

- snelheid groter dan v_o : de baan is een hyperbool met de planeet in het brandpunt.Dit verschijnsel zien we ook bij sommige kometen,die een hyperbool om de Zon beschrijven.
- snelheid ligt tussen v_o en v_c in : de baan van het voorwerp wordt een langgerekte ellips(een ellips die langer is dan de cirkel die wordt bereikt wanneer de snelheid gelijk is aan v_c).Dit geval kennen we onder andere bij de planeten die een elliptische baan om de Zon beschrijven,waarbij de Zon in één der brandpunten staat.
- snelheid kleiner dan v_c: ook nu ontstaat een ellips,die echter korter is dan de vorige.

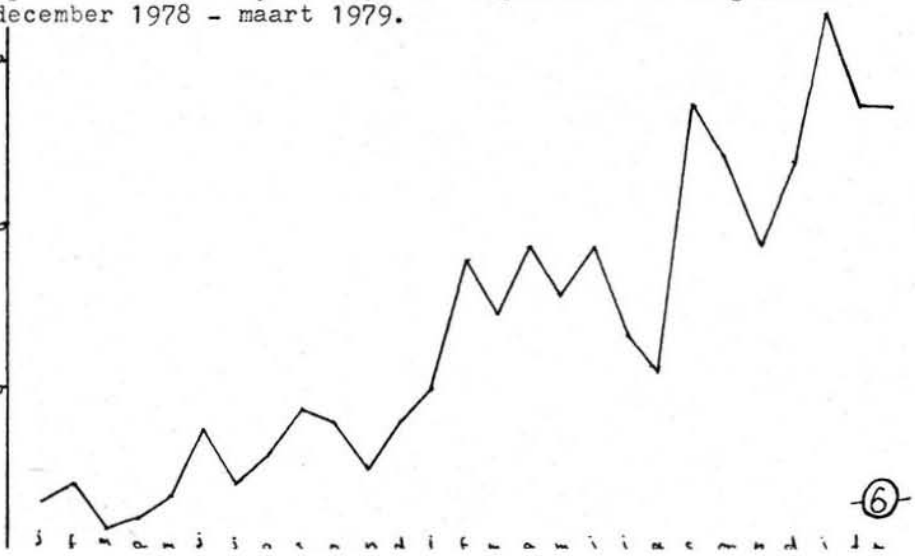
Ook dit maal weer een opdracht naar aanleiding van dit artikel;de opgave van deze keer luidt:bereken,naar aanleiding van de gegevens in dit artikel ,de snelheid die nodig is om een raket vanaf het aardoppervlak aan het gravitatieveld van de Aarde te laten ontsnappen,waarbij de straal van de Aarde op 6400 kilometer gesteld mag worden(voor andere gegevens,zie Dione 26).De oplossing volgt in het volgende nummer.

Eddy Echternach

Relatieve zonnevlekaantallen.

In de vorige Dione hebben we jullie beloofd,steeds de nieuwste zonnevlekaantallen te publiceren.Welnu,hierbij dan de getallen èn de grafiek voor de periode december 1978 - maart 1979.

1978	
december	119,1
1979	
januari	165,8
februari	138,0
maart	137,0



SPACELAB: DE EXPERIMENTEN.

Hans Göertz

Het ruimtelaboratorium Spacelab is het eerste ruimtevaartuig dat meerdere malen gebruikt kan worden. Dit systeem is ontworpen om de hoge kosten die bij vorige vluchten steeds een grote sta in de weg waren, een stuk omlaag te brengen. Zoals we weten leven we nu in een tijd van energiebesparing en andere bezuinigingen en dit leidt er toe dat NASA, ESA en andere ruimtevaartorganisaties steeds beperkter met regerings' geldbuidels overspoeld worden. Verder is Spacelab beter aangepast aan wetenschappelijk en technisch onderzoek en het biedt daartoe meer mogelijkheden. Het verloop van een vlucht, de vorm en werking van het ruimtevaartuig ga ik hier niet bespreken. Zie hiervoor bijvoorbeeld het artikel van Eddy Echternach 'Spacelab: werken in de ruimte' in Dione 25.
Het gewicht van Spacelab is 14500 kg., voor de nuttige lading is 5000-9000 kg. beschikbaar en voor de eigenlijke experimenten 2300-5000 kg.
Ik geef nu een overzicht van de terreinen waar de uit te voeren experimenten op van toepassing zijn:
- Materiaalkunde: o.a. vloeistoffysica, metallurgie
- Natuurkunde: transportverschijnselen in vloeistoffen, thermodynamica
- Chemie: o.a. electrolyse van water, proceschemie
- Sterrenkunde: metingen aan sterren, zon en planeten in het golflengtegebied van het infrarood, ultraviolet en röntgen.
- Atmosfeerfysica: wolkenonderzoek, vochtigheid, luchtverontreiniging
- Biologie, medische wetenschappen en gedragsleer: studie van groei van planten, het menselijk gedrag in gewichtsloze toestand
- Aardobservatie: wateronderzoek , opsporen van delfstoffen
- Communicatie: het testen van bepaalde antenne's en andere apparatuur.

Standaardvoorzieningen in Spacelab.

Naast de algemene voorzieningen als het koelsysteem, watervoorziening etc. vinden we in Spacelab ook een aantal standaardvoorzieningen voor experimenten. Bijvoorbeeld het MSDR (Material Science Double Rack). Dit is bestemd voor materiaalkundig en fysisch onderzoek. Daarnaast is er nog een zgn. Bio-rack dat dient voor onderzoek aan planten, lagere diersoorten en micro-organismen. Een andere standaardvoorziening is de Process-chamber, ook voor fysisch onderzoek zoals de capillaire werking, kristalgroei.

De eerste vlucht.

Als alles meezit vindt de eerste vlucht plaats in 1981 (enkele jaren geleden dacht men aan 1979!). Deze vlucht is een samenwerkingsprogramma tussen ESA en NASA. Het doel van deze eerste vlucht is in de eerste plaats het testen van Spacelab in de ruimte en pas in de tweede plaats het doen van wetenschappelijke en technische experimenten(deze zijn relatief eenvoudig). In totaal is voor deze eerste vlucht 3000 kg. beschikbaar voor experimenten. 1500 kg. is voor de Verenigde Staten gereserveerd en 1500kg. voor Europa. Voor deze experimenten zijn vèle honderden voorstellen ingediend waaruit er 70 zijn geselecteerd. Twee experimenten zijn door Nederland ontworpen. Bij deze eerste vlucht is men vooral geïnteresseerd in het vervaardigen van nieuwe legeringen die men op Aarde onmogelijk kan verkrijgen door de aanwezigheid van de zwaartekracht. Naast materiaalkunde betreffen de experimenten ook biologie en atmosfeerfysica.

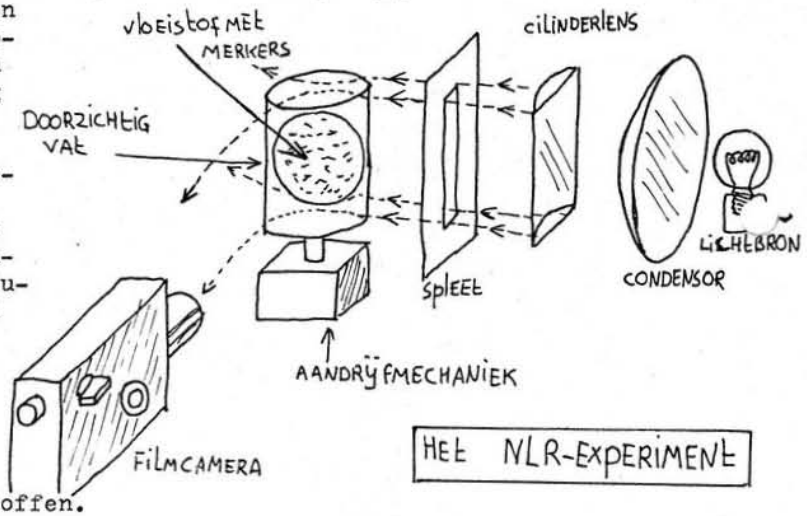
Volgende vluchten.

De tweede vlucht wordt geheel georganiseerd door NASA en er wordt voornamelijk astronomisch onderzoek verricht. Verder is ESA vier zogenaamde demonstratievluchten aan het voorbereiden voor de jaren 1982-1985. Twee daarvan worden georganiseerd door West-Duitsland. Eén van deze vier vluchten is een zogenaamde Deep-spacevlucht waarbij onderzoek wordt gedaan aan de ruimte buiten het zonnestelsel. Twee andere vluchten zijn micro-g vluchten waarbij vooral experimenten

worden gedaan m.b.t. gewichtsloosheid van de mens aan boord van Spacelab. De resterende vlucht is vooral gericht op aardobservatie, atmosfeeronderzoek en geologie.

Nederlandse experimenten.

Door Nederland zijn voor de eerste vlucht vier experimenten voorgesteld waarvan er twee uitgekozen zijn. De goedgekeurde experimenten zijn afkomstig van het Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium (NLR) en de TH in Delft. De proef van NLR spitst zich toe op het onderzoek van het gedrag van vloeistoffen in opslagtanks van ruimtevaartuigen. Tijdens een vlucht, van bv. een satelliet, vinden er in de vloeistoftanks allerlei bewegingen plaats (bv. klotsen tegen de wanden). Dit alles kan nu van invloed zijn op de baan van deze satelliet. Op dit gebied is onderzoek op Aarde niet mogelijk, of slechts van zeer korte duur. Figuur 1 laat een tekening zien van de proefopstelling. Het experiment van TH-Delft betreft de stolling van gietijzer en de invloed daarop van zwavel en fosfor dat zich in het gietijzer bevindt.



HET NLR-EXPERIMENT

Voor volgende vluchten heeft Nederland ook weer ideeën ingediend die echter nog in studie zijn. Enkele hiervan wil ik even noemen:
- het effect van kosmische straling op oogpigmenten.
- onderzoek aan wolken
- experimenten met kleine bolvormige antenne's
- warmtetransport in vloeistoffen.

We kunnen dus concluderen dat Nederland in het gehele Spacelab-programma een flinke vinger in de pap wil hebben. De mate van deelname hangt echter niet alleen af van de wetenschappers en technici maar niet te vergeten ook van de ministers in Den Haag. Zij maken namelijk uit (met in hun achterhoofd Bestek '81) hoe groot de financiële bijdrage van Nederland is in het project. Nu is het zo dat het gewicht aan experimenten dat een bepaald land in Spacelab plaatst, evenredig is met de grootte van de financiele bijdrgage dat dat land levert. Als Nederland bijvoorbeeld een vlucht voor 2% steunt en er wordt 5000kg. aan experimenten meegenomen dan mag Nederland een experiment van 100 kg. uitvoeren. Het is daarom belangrijk dat Nederland samenwerkt met andere ESA-landen waardoor zwaardere experimenten uitgevoerd kunnen worden.

WAARNEMEN VAN DE ZON.

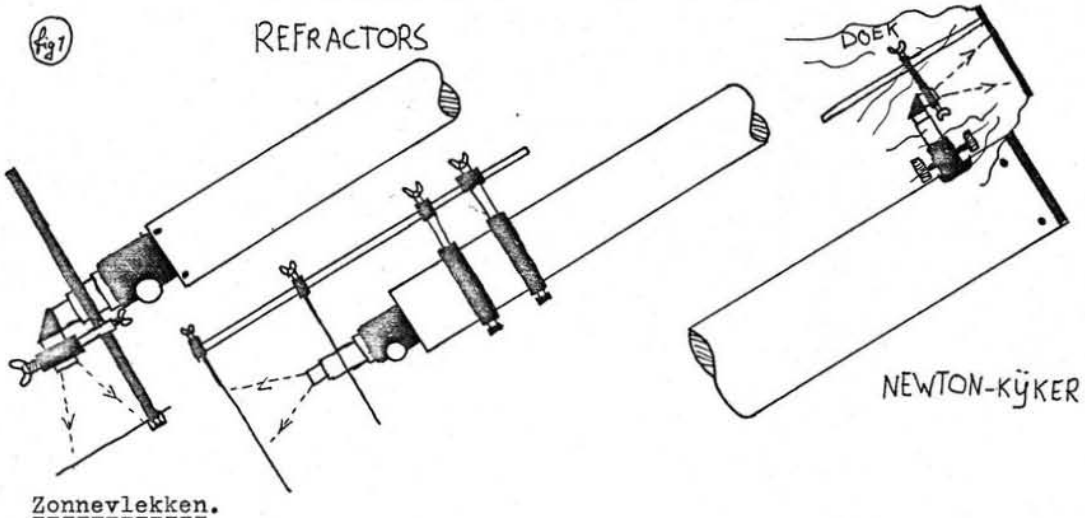
Hans Göertz

Nu de zomer weer op komst is, die hopelijk ook veel zon meebrengt, is het weer tijd onze kijkers in gereedheid te brengen voor het waarnemen van de Zon. Het voordeel van het waarnemen van dit hemellichaam is, dat men geen nachtrust hoeft op te offeren of kou moet lijden zoals bij nachtelijke waarnemingen. Daarbij komt ook nog dat de kijker niet lichtsterk hoeft te zijn want er is licht genoeg, zelfs veel te veel zodat we het moeten afzwakken. We zullen in dit artikel bekijken op welke manieren we de Zon kunnen waarnemen en dit zonder al te grote uitbreidingen en/of veranderingen aan de kijker.

Apparatuur

Het afzwakken van het zonlicht kan op verschillende manieren gebeuren. Aller-

eerst kan men een filter nemen. We kunnen hierbij kiezen uit een objectieffilter of een oculairfilter. De eerste methode is de duurste maar de veiligste want al het licht dat teveel is wordt gereflecteerd alvorens het het objectief bereikt. Slechts 0,1% van het licht wordt doorgelaten. Objectieffilters moeten bestaan uit een zeer nauwkeurig planparallel stuk glas. Op dit glas is een metaal opgedampt (meestal aluminium) dat het overtollige licht reflecteert. Deze filters zijn zoals gezegd, zeer duur. Er zij echter ook zeer goedkope objectieffilters in de handel onder de naam Solarscreen. Dit is een stuk mylar (een soort kunststof) waartegen ook aluminium is opgedampt. Meer informatie hierover in 'Helios'.
Oculairfilters zijn zeer gevaarlijk omdat deze wel eens stuk kunnen springen door de grotehitte. Als je toch zo onverstandig wilt zijn met dit filter waar te nemen raad ik je aan sterk te diafragmeren en slechts kort waar te nemen (draai de kijker regelmatig van de zon weg).
Een andere zeer geschikte methode is de projectiemethode. Men bevestigt achter het oculair een scherm waarop men het zonsbeeld projecteert. Dit kun je op vele manieren doen. Enkele manieren zie je in figuur 1.

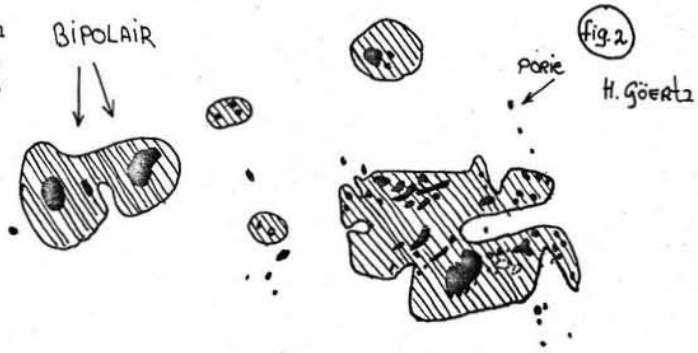


Zonnevlekken.

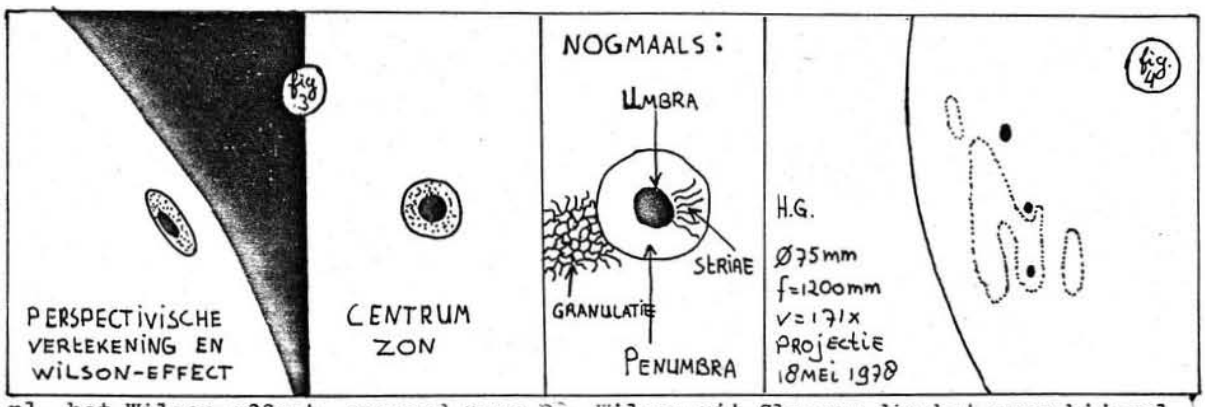
Deze zijn vrijwel steeds de grootste attractie op de Zon. Hun snelle wijzigingen (vaak zichtbaar op één dag) nodigen uit tot het maken van waarnemingsreeksen, dus een soort dagboek. Het eenvoudigste wat je met zonnevlekken kunt doen is ze in detail tekenen. Figuur 2 is daar een voorbeeld van. Teken de vlekken vooral niet te klein, dit leidt tot onnauwkeurigheden. Het zal duidelijk zijn dat je voor dit soort werk een sterke vergroting moet gebruiken. Ook hier geldt:

Vmax= 2xøobjectief in mm.

Dus voor een 50mm. is dat 100x. Alleen bij uitzonderlijk goede omstandigheden kan men wel eens hoger gaan.
Ronde zonnevlekken zien bij de zonsrand ellipsvormig uit. Dit komt door de perspectivische vertekening(zie fig. 3). Hetzelfde effect heb je ook bij maankraters. Nabij de zonsrand vertonen zonnevlekken ook nog een ander interessant verschijnsel



GROEP ZONNEVLEKKEN OP 4 JUNI 1979 11^h00^m MEZT
KÏKER: Ø75MM F=1200MM V=133x
MET SOLARSCREEN
CLASSIFICATIE: F3
A.A = g R= 285,6
k ≈ 1,2



nl. het Wilson-effect, genoemd naar Dr. Wilson uit Glasgow die het verschijnsel in 1769 ontdekte. Hierbij zie je de umbra schijnbaar verschoven t.o.v. de penumbra (zie ook fig.3). Dit komt doordat de umbra dieper ligt dan de penumbra. Ook zie je vaak rond zonnevlekken zogenaamde fakkelvelden (theorie in Dione 25) die licht afsteken ten opzichte van de omgeving. Zij zijn het beste te zien nabij de zonsrand. We kunnen ze indelen in 3 categorieën:

- 'normale' fakkelvelden waarover we het zojuist hadden.
- donkere fakkelvelden. Deze komen nabij het centrum voor. Ze zijn slechts waarneembaar met kijkers groter dan 15 cm.
- poolfakkels. Deze liggen op minder dan 25° van de pool verwijderd (in breedte graden).

Figuur 4 is een waarneming van fakkelvelden.

Bij het waarnemen van de Zon is het ook belangrijk dat we de vlekken classificeren. Daartoe is een speciale methode bedacht door Brunner. We maken hiervoor gebruik van figuur 5. Door te vergelijken bepalen we de classificatie.

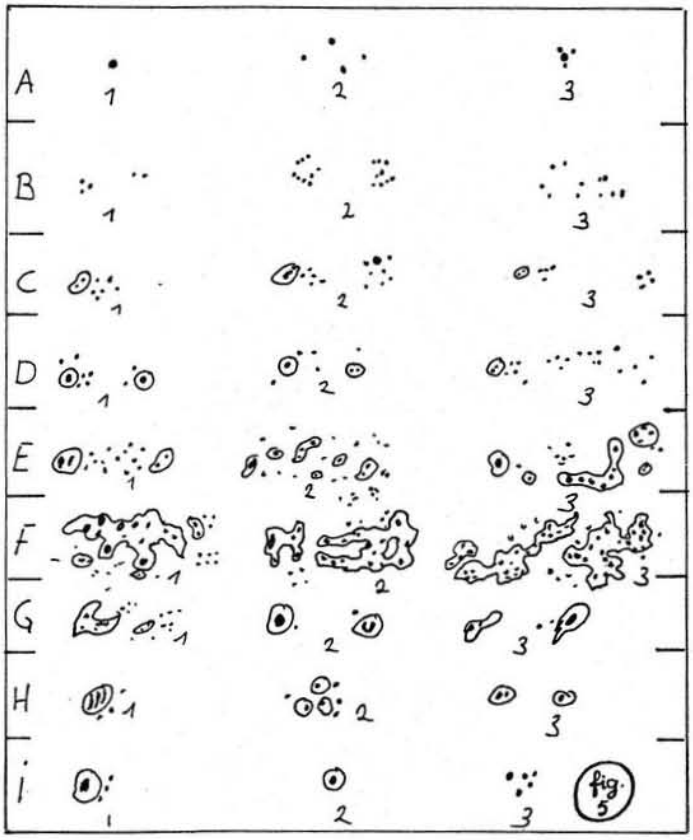
Verder is het belangrijk bij je waarneming het Wolfgetal of het relatieve zonnevlekkengetal, te vermelden. Dit bepaal je met de formule:

$$R=k(v+10g)$$

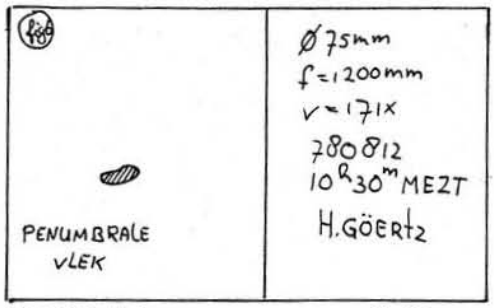
Hoe je met deze formule moet omgaan vindt je in Universum 2-1979 vermeldt.

Het Active Areanumber (A.A.) is niets anders dan het aantal groepen. Twee vlekken die zich meer dan 10° van elkaar bevinden zijn twee groepen. Bevinden ze zich korter bij elkaar dan is het slechts één groep. Het maandgemiddelde van A.A. heet de gemiddelde dagfrequentie (MDF). Je komt dit echter weinig tegen, het is niet zo belangrijk als het Wolfgetal.

We zullen nu nog wat dieper ingaan op de vorm van zonnevlekken. Kijken we hiertoe nog even naar figuur 2. Naast de grote vlekken met de penumbra's vinden we buiten deze vlekken ook een aantal kleine vlekjes die helemaal geen penumbra hebben, deze noemt men porieën.



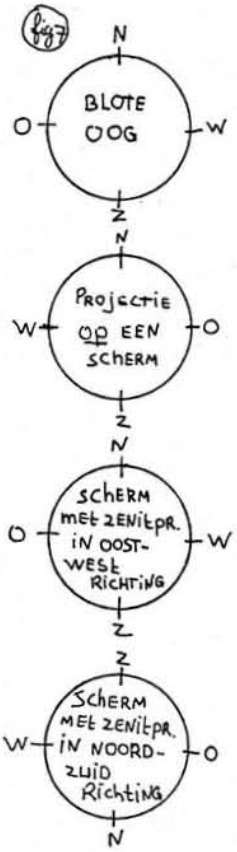
Omgekeerd zijn er ook vlekken die alleen maar bestaan uit een penumbra, die men dan ook penumbrale vlekken noemt. Figuur 6 laat zo'n penumbrale vlek zien.

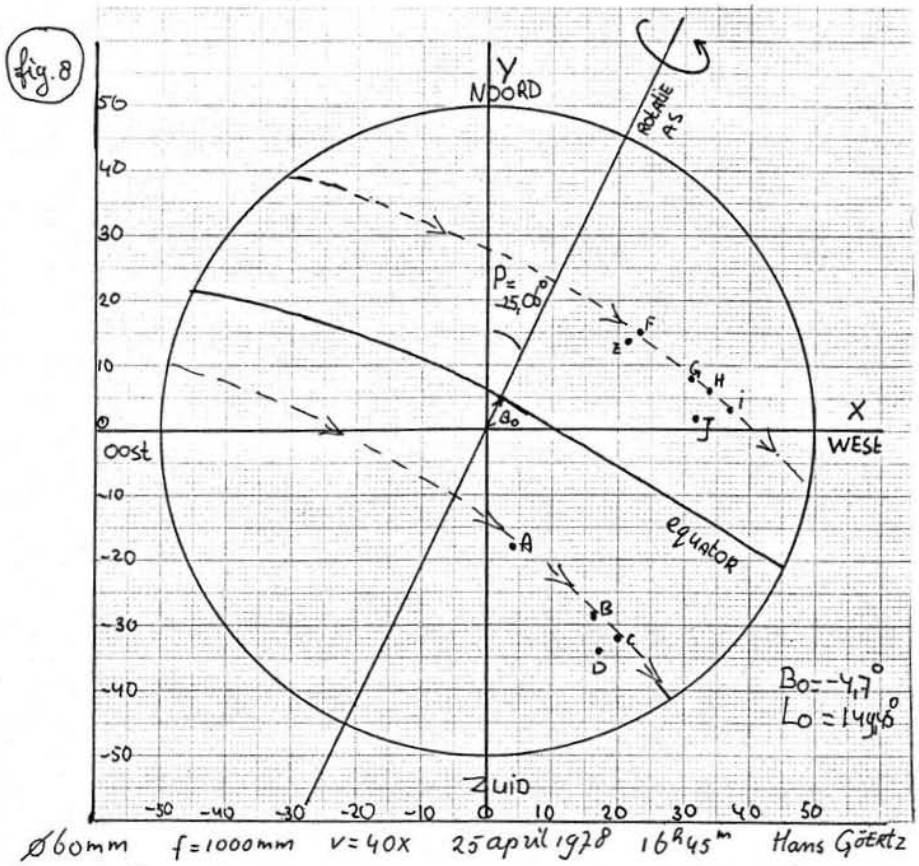


In de penumbra is soms met grote moeite (bij een kleinere kijker) bepaalde lijntjes te zien, die radiaal van de umbra's uitgaan. Zie hiervoor de figuur op de vorige bladzijde. We noemen deze lijntjes de striae.
Al deze verschijnselen die hier omschreven zijn dient men bij een waarneming te vermelden als ze opgemerkt zijn.
Vergeet ook niet windrichtingen aan te geven in je tekening.

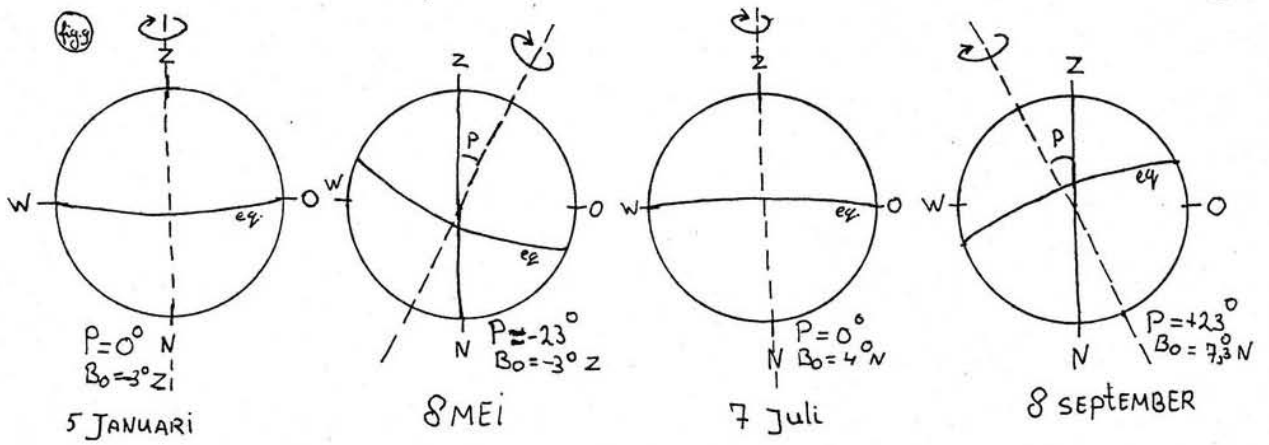
Positietekenen van zonnevlekken.

Wanneer je een detailtekeneng van zonnevlekken maakt is het verstandig wanneer je ook een tekening maakt waarop de gehele zon tegelijk te zien is. Als je dit enige dagen achter elkaar doet kun je mooi zien hoe de zonnevlekken zich over de zonneschijf hebben verplaatst in die dagen. Ik ga nu een methode geven hoe je zo iets moet aanpakken. Voor deze methode moet je wel een projectiescherm gebruiken, want anders is het niet nauwkeurig genoeg. Op het scherm brengen we een vel millimeterpapier aan waarop we een cirkel tekenen van bv. 10 centimeter. We gaan nu de windrichtingen bepalen. We tekenen daartoe een assenstelsel door de cirkel met de oorsprong in het middelpunt (zie figuur 8). Eén as noemen we de y-as de andere de x-as. We zullen nu afspreken dat de y-as de noord-zuid richting aangeeft en de x-as de oost-west richting. Voor een parallactische telescoop is het nu erg eenvoudig. We gaan nu met het millimeterpapier draaien totdat we de stand gevonden hebben waarbij de zonnevlekken zich precies evenwijdig aan de x-as over het scherm bewegen. Een kleine vlek blijft dan precies tussen twee lijntjes van het millimetervel inlopen (kijker staat stil). We zetten het vel nu met wat wasknijpers vast op het scherm. Het oosten en westen in je tekening is nu gemakkelijk af te leiden. De richting waarin een vlek zich beweegt over het vel is het westen. De tegenovergestelde kant is natuurlijk het oosten.
De noord-zuid richting is iets moeilijker, deze hangt nl. af van de stand van het zenitprisma (als je dit tenminste gebruikt). Een hulp hierbij is figuur 7. Verder kun je het zelf wel eenvoudig beredeneren.

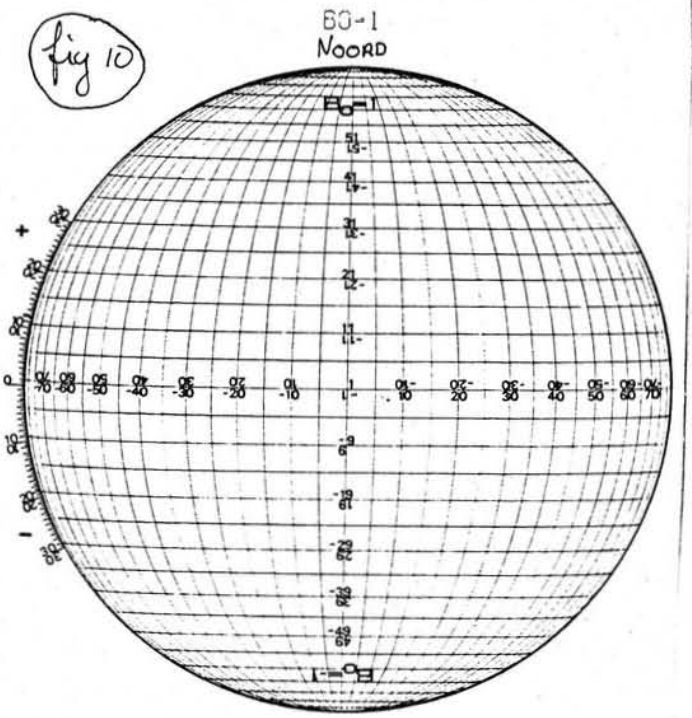


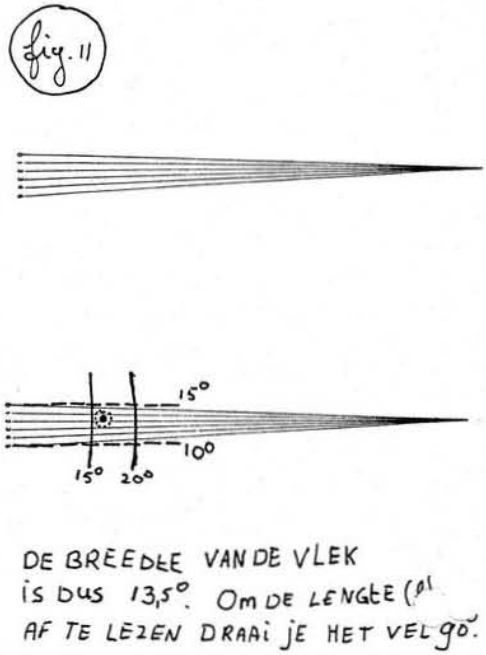


Zie figuur 8.
Het vastleggen van de posities gaat nu als volgt: we stellen het scherm zodanig in, dat de diameter van het zonsbeeld gelijk is aan de diameter van de cirkel op het scherm. Dan stellen we de kijker zó in dat het zonsbeeld samenvalt met de cirkel. Als dit gebeurd is zetten we bij de plaatsen van de zonnevlekken een stip. Zo hebben we posities nauwkeurig ingetekend.
Doen we dit enkele dagen achter mekaar dan zien we hoe de Zon roteert. Er is echter nog iets heel interessants. We zien dat de zonnevlekken zich voortbewegen langs bepaalde lijnen, in figuur 8 aangegeven door de twee stippellijnen. In de loop van een zonnecyclus schuiven deze lijnen naar elkaar toe, volgens het vlinderdiagram (zie Dione 25), tot ze bij het maximum samengesmolten zijn (de vlekken bevinden zich dan dus steeds nabij de zonne-equator). De stand van de twee stippellijnen (dus ook natuurlijk de stand van de equator) t.o.v. de y-as wisselt gedurende het jaar en deze wordt bepaald door de stand van de rotatie-as t.o.v. de y-as, die natuurlijk eveneens gedurende het jaar wisselt. Deze wisselingen worden veroorzaakt door het feit dat het equatorvlak van de Aarde een hoek van $23^{\circ}27'$ maakt met de ecliptica en doordat de zonne-equator een hoek van $7^{\circ}15'$ maakt met de ecliptica. De hoek die de rotatie-as maakt met de y-as wordt de positiehoek (P) genoemd. P is positief als de rotatie-as naar het oosten wijst en negatief als hij naar het westen wijst. P ligt altijd tussen $+26,3^{\circ}$ en $-26,3^{\circ}$. In figuur 9 zie je enkele standen van de rotatie-as weergegeven.



De precieze waarde van P moeten we uit een tabel halen welke verkrijgbaar is bij 'de Koepel'. Bekijken we figuur 8 en 9 nog eens dan valt ook op dat de zonne-evenaar geen rechtelijn is en ook niet door het middelpunt van de zonneschijf loopt. Dit komt doordat de rotatie-as iets naar voren of naar achteren helt , evenwijdig aan de kijkrichting. De mate van helling is afhankelijk van de datum, zoals in figuur 9 te zien is. Slechts op 2 dagen ligt de zonne-evenaar wel op het schijfmiddelpunt en wel op 7 december en op 6 juni. De breedte van het schijfmiddelpunt t.o.v. de equator (heliografische breedte) noemen we Bo. Deze kunnen we uit dezelfde tabel halen als bovengenoemd. Bij het bepalen van de breedten van zonnevlekken (heliografische breedte dus t.o.v. de zonne-evenaar) is het belangrijk deze Bo te kennen.Bo is positief als het schijfmiddelpunt op het noordelijk halfrond van de Zon ligt en negatief als het op het zuidelijk halfrond ligt.Om nu de breedte te bepalen gebruiken speciale sjablonen die eveneens bij 'De Koepel' verkrijgbaar zijn. Figuur 10 is een voorbeeld van zo'n sjabloon. Deze worden geleverd voor verschillende waarden voor Bo. Als men voor een bepaalde dag nu voor Bo de waarde $3,12^{\circ}$ bepaald heeft (uit tabel) en men wil voor die dag posities bepalen voor zonnevlekken, dan moet men het sjabloon voor Bo=3 gebruiken. Je moet dus afronden. Het bepalen van de breedte gaat nu als volgt: teken de waarneming over op transparant papier. Dit vel leg je nu op het sjabloon en je stelt de positiehoek in met de schaalverdeling aan de rand. Je kunt de breedte nu ruwweg aflezen. Om het nauwkeuriger te bepalen gebruik je figuur 10. Men tekent daartoe een deel van het coördinatennet over op het transparant papier met de zonnevlekken. Dit leg je nu zo nauwkeurig mogelijk op figuur 10. Zie ook het voorbeeld in dezelfde figuur. Je kunt zo de breedte erg nauwkeurig





aflezen. Met behulp van hetzelfde sjabloon kunnen we ook de lengte aflezen. We lezen hiermee de lengte af t.o.v. het schijfmiddelpunt, oftewel de lijn door het schijfmiddelpunt en evenwijdig aan de rotatie-as. Deze lengte korten we af met l. Met deze lengte kan men echter niet volstaan. Het is ook nodig de absolute lengte L te bepalen. Dit is de lengte t.o.v. een vaste meridiaan op de Zon, de meridiaan van Carrington (op Aarde meten we de lengte per slot van rekening ook t.o.v. een vaste meridiaan, de nulmeridiaan van Greenwich). Om deze lengte te bepalen is het nodig de absolute lengte van het schijfmiddelpunt te kennen. Deze noemen we Lo. We kunnen deze lengte uit eerder genoemde tabel aflezen. We kunnen L nu berekenen met de formule L=Lo+l.
Uitgaande van deze methode vond ik voor vlek A uit figuur 8 de volgende waarden: x= +4, y= -18, l= +16°, L=Lo+l= 149,45°+16°=165,45°, B=-21°.
Bij een azimuthale kijker ga je als volgt te werk:
Het vastleggen van de oost-west richting is hier moeilijker omdat deze voortdurend t.o.v. het scherm verandert. Teken op het scherm een zelfde assenstelsel als in figuur 8. Noem deze echter de A- en de B-as. Lees nu de coördinaten af (P,Q). Laat de opstelling nu even onberoerd en lees daarna opnieuw de coördinaten af (R,S). De lijn door (P,Q) en (R,S) is nu evenwijdig aan de oost-west richting. Je kunt nu dus de X- en de Y-as intekenen. De rest gaat hetzelfde als bovenomschreven methode.
Als je nu voor enige dagen de posities van zonnevlekken weet is het mogelijk de rotatieduur te bepalen en je ziet dan hoe voor verschillende breedten een andere tijd wordt gevonden, dit is de differentiele rotatie. Bij grote groepen kun je dan zien hoe de groep uit elkaar wordt getrokken door de differentiele rotatie en gecombineerd met een detailtekening krijg je zo een goed beeld van de evolutie van zonnevlekken. Nog enkele slotopmerkingen van deze paragraaf.
Voor deze methode is het nodig een goed oculair te gebruiken, met een groot gezichtsveld. Het beeldveld moet ongeveer 1,5 maal zo groot zijn als het zonsbeeld. Dit omdat er aan de rand van het gezichtsveld beeldfouten zijn waardoor je natuurlijk een foute meting krijgt. Voor dit soort werk zijn Huygens-, Huygens-Mittenzwei en Ramsden-oculairen totaal onbruikbaar. Wel geschikt zijn Kellner-oculairen (bv. het K25 van Polarex), Orthoscopische-oculairen (bv. het OR-25) en Erfle-oculairen (deze zijn doorgaans zeer duur).
Voor sommige projectieschermen is het niet mogelijk een projectiebeeld van 10cm. te verkrijgen, zodat de sjablonen niet gebruikt kunnen worden. Om teleurstellingen te voorkomen is het verstandig, voordat je iets aanschaft, de volgende

berekening uit te voeren.
Men heeft de formule:

$$R=(a-f)F\tan(s_{\odot})/2f \qquad \text{daaruit volgt:}$$

$$a=f+\frac{2Rf}{F\tan(s_{\odot})}$$

Hierin is R de schijnbare straal van de Zon op het projectiescherm, f de brandpuntsafstand van het oculair, F de brandpuntsafstand van de kijker, a de afstand oculair-projectiescherm en $s_{\odot}$ is de schijnbare diameter van de Zon in hoekmaat. Deze is gemiddeld 32', $\tan(s_{\odot})$ is gemiddeld dus 0,00935. Een voorbeeld: Iemand heeft een 60mm.-kijker met een F van 1000mm., een Kellner-oculair met een f van 25mm en een projectiescherm dat hij maximaal 30cm. van het oculair kan plaatsen. De vraag is nu: is het mogelijk met zijn scherm positiemetingen uit te voeren voor de sjablonen van 10cm (R=50mm.)? Invullen in de formule geeft:

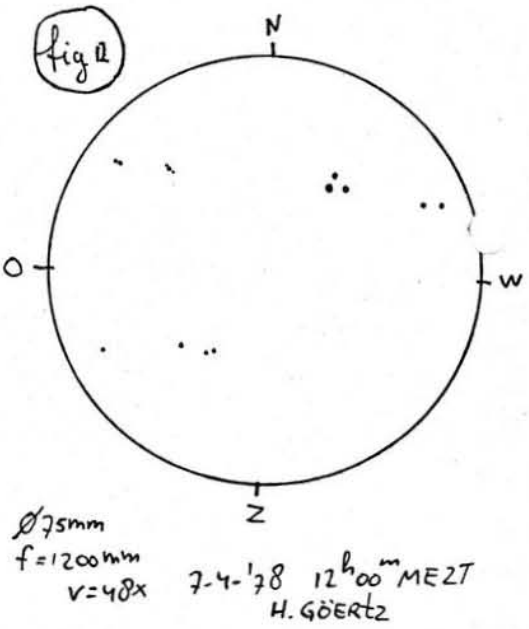
$$a=f+\frac{2Rf}{F\tan(s_{\odot})} = 25+\frac{2.50.25}{1000.0,00935} = 29,2\text{cm.}$$

Hij kan het scherm dus gebruiken. Voordat je iets aanschaft van sjablonen etc. moet je dus eerst even uitrekenen of je je scherm wel kunt gebruiken. Een kleinere R nemen en daarna de tekening vergroten tot 10cm is onverstandig omdat dit leidt tot onnauwkeurigheden.

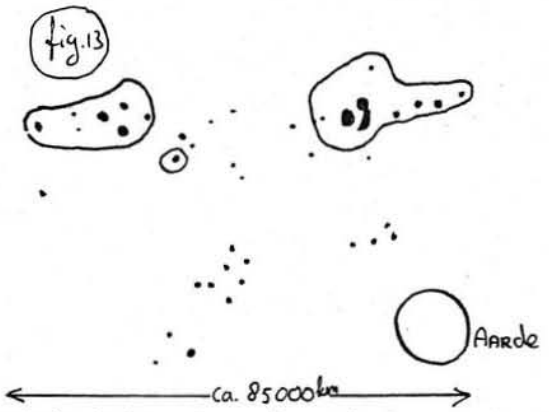
Eenvoudige positietekening.

Indien je bovenstaande methode te moeilijk vindt kun je nog een andere, veel eenvoudigere manier van positietekenen toepassen. Je tekent gewoon een cirkel, die dus weer de Zon voorstelt, en je geeft daarin gewoon de posities van de vlekken aan, dus zonder de coordinaten erbij. Dit kun je zowel met of zonder projectiescherm doen, alhoewel een scherm het handigste is. Geef wel de windrichtingen aan. Hieronder zie je een voorbeeld van zo'n eenvoudige positietekening.

Grootte van zonnevlekken.



Officieel dient de grootte van zonnevlekken aangegeven te worden in miljoensten van het zichtbare zonsoppervlak. Hiervoor is een bepaalde methode uitgedacht, maar die werkt onnauwkeurig. Er bestaat wel een nauwkeurige methode maar hiervoor moet men een zonsbeeld kunnen projecteren dat een diameter heeft van 60cm.! Als je dit invult in de formule boven aan deze pagina en voor de kijker uit dat voorbeeld zou dat betekenen dat de afstand oculair-scherm maar liefst 1,51 meter moet bedragen, en dat lijkt me een erg onhandig scherm. Al met al is het voor ons niet mogelijk de grootte in miljoensten aan te geven. Wel is het mogelijk de vlekkengrootten in km te bepalen. Maar de methode die hiertoe gebruikt moet worden heeft veel beperkingen. De Zon heeft een diameter van 1.390.000 kilometer. Stel dat je een zonsbeeld projecteerd van 10cm., dan is 1mm. dus 13900km. Dit geldt echter alleen voor het centrum van het zonsbeeld!! Als een vlek nu bijvoorbeel 2mm. groot is dan is hij in werkelijkheid 27800km. Je kunt deze methode dus alleen maar loslaten op vlekken nabij het schijfmiddelpunt, want de Zon is bolvormig. Er is echter nóg een addertje onder het gras, want de Zonneschijf is niet altijd even groot. De maximale diameter is 32'36" die bereikt wordt in januari als de Aarde het dichts bij de Zon staat en de minimale is 31'32" die bereikt wordt als de Aarde het verst van de Zon afstaat. Op een diameter van 10 cm op het scherm geeft dat een duidelijk verschil van 3mm. Je ziet dus dat ook deze methode



Eddy Echternach
Ø60mm
f=1000mm
24-4-1978
V=?

weinig betrouwbaar is. Hierboven zie je een tekening van Eddy Echternach waarin hij een poging waagde de grootte te bepalen. Deze waarde kun je het beste met een korreltje zout nemen. Het is dan ook niet nodig bij je waarneming deze grootte te vermelden, want hij is toch niet nauwkeurig genoeg te bepalen.

Het fotograferen van de Zon.

Een hoofdstuk apart vormt het fotograferen van de Zon. Je kunt hierbij a) een foto maken vanaf het projectiescherm, maar dit lukt moeilijk, en b) een foto maken m.b.v. een solarscreen of ander objectief filter. Deze laatste methode wil ik even toelichten. De camera wordt aan de kijker bevestigt met een speciaal adapter dat door verschillende kijkerfirma's wordt geleverd. Je kunt er ook een laten draaien in een mechanische werkplaats, wat misschien goedkoper is. Je kunt nu twee wegen inslaan.

A) Je fotografeert de Zon in het primaire brandpunt van je kijker. Het nadeel hiervan is dat je de fijne details, zoals de penumbra, vrijwel niet kunt fotograferen. Verder is het beeld erg helder waardoor je gauw overbelicht. Voor mijn kijker, 75mm-refr., was een belichtingstijd van 1/500 sec. nog te lang bij een film van 15din. Dit is op te vangen door te diafragmeren maar dat gaat weer ten koste van het scheidend vermogen. Deze methode is wel interessant voor als je de beweging van de zonnevlekken over de schijf wilt vastleggen.

B) Je maakt gebruik van oculairprojectie. Deze methode heeft het voordeel dat men zéér lange brandpuntsafstanden kan verkrijgen. Je berekent deze met de volgende formule:

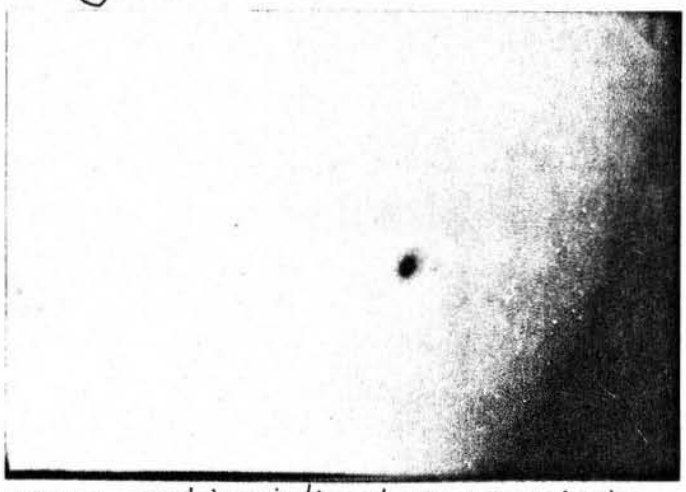
$$\text{openingsverhouding} = \frac{\text{Fkijker x afstand oculair-film}}{\text{diameter lens x Foculair}}$$

Uit de openingsverhouding kun je dan weer de brandpuntsafstand afleiden. Deze methode is bij uitstek geschikt voor het fotograferen van fijne details op de Zon. Het is niet nodig te volgen tijdens de opname, zoals bij andere objecten het geval is, want de Zon is helder genoeg zodat je slechts kort hoeft te belichten. Elke kijker is dus geschikt voor dit soort werk. Verder is het belangrijk een goed oculair te gebruiken, bv. een orthoscopisch. Dan het scherpstellen. Dit is een probleem, want in de camera zit een matglas dat een grove korrelstructuur heeft. Je ziet hierdoor niet precies wanneer het beeld op z'n scherpst is. Je kunt dit opvangen door op het matglas twee krasjes te maken die héél dicht bij elkaar liggen. Je gaat dan scherpstellen. Als je de twee krasjes gescheiden ziet dan is er goed scherpgesteld.
De belichtingstijd is afhankelijk van de brandpuntsafstand die je neemt en ook van het oculair. Hiervoor zijn geen richtlijnen te geven. Het beste kun je hiermee wat experimenteren.

filmkeuze: Voor het fotograferen van de Zon kun je het beste een film nemen met een lage gevoeligheid. Geschikt hiervoor is bijvoorbeeld Agfapan-25-Professional (fb,--). Deze is 15din en 25 ASA. Een andere goede film is Agfaortho-25-Proffesional. Deze films hebben een zeer fijne korrel zodat je bij het afdrukken flink kunt uitvergroten. Je gebruikt natuurlijk ook een fijnkorrelige ontwikkelaar bijvoorbeeld: Neofin-blauw. Rodinal hebik ook een keer geprobeerd maar deze voldeet minder goed.

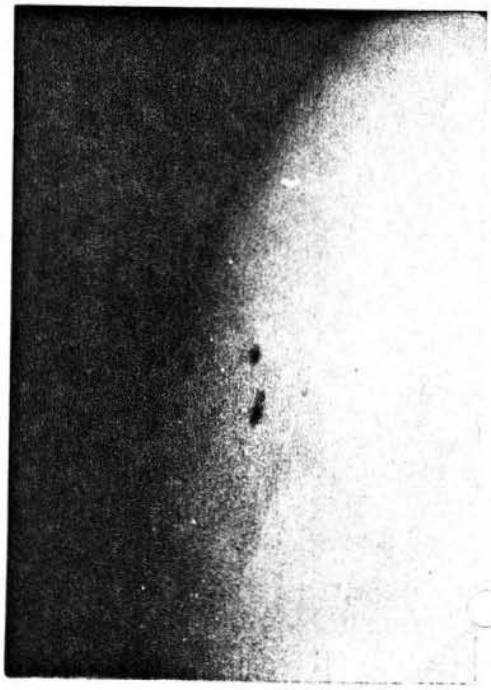
Op de volgende bladzijde zie je enkele fotografische resultaten.

①



Ø 75 mm. OCULAIRPROJECTIE MET ORG : f = 54,6 meter
1/500 sec. OP AGFAPAN 25 PROFESSIONAL (15° DIN)
ONTWIKKELD IN NEOFIN-BLAUW
DATUM: 7 MEI 1979 TÿD: 14h00m MEZT
H. GÖERTZ

②



GEGEVENS ALS Bÿ ①

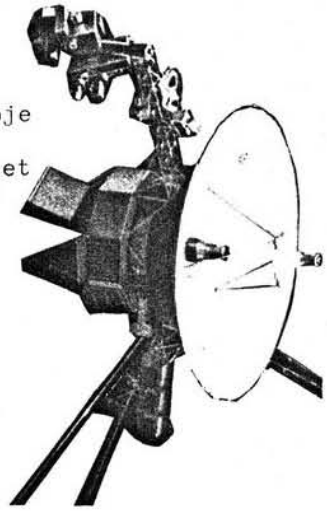
③

Ø 75 mm, OCULAIRPROJECTIE: ORG f = 54,6 meter
1/500 sec. OP AGFAPAN 25 PROF. H. GÖERTZ
ONTWIKKELAAR: RODINAL, DATUM: 31 MEI '79, TÿD: 14h00m
OPM.: LINKS VAN DE VLEKKEN ZÿN MET MOEITE FAKKELVELDEN TE ZIEN.

④

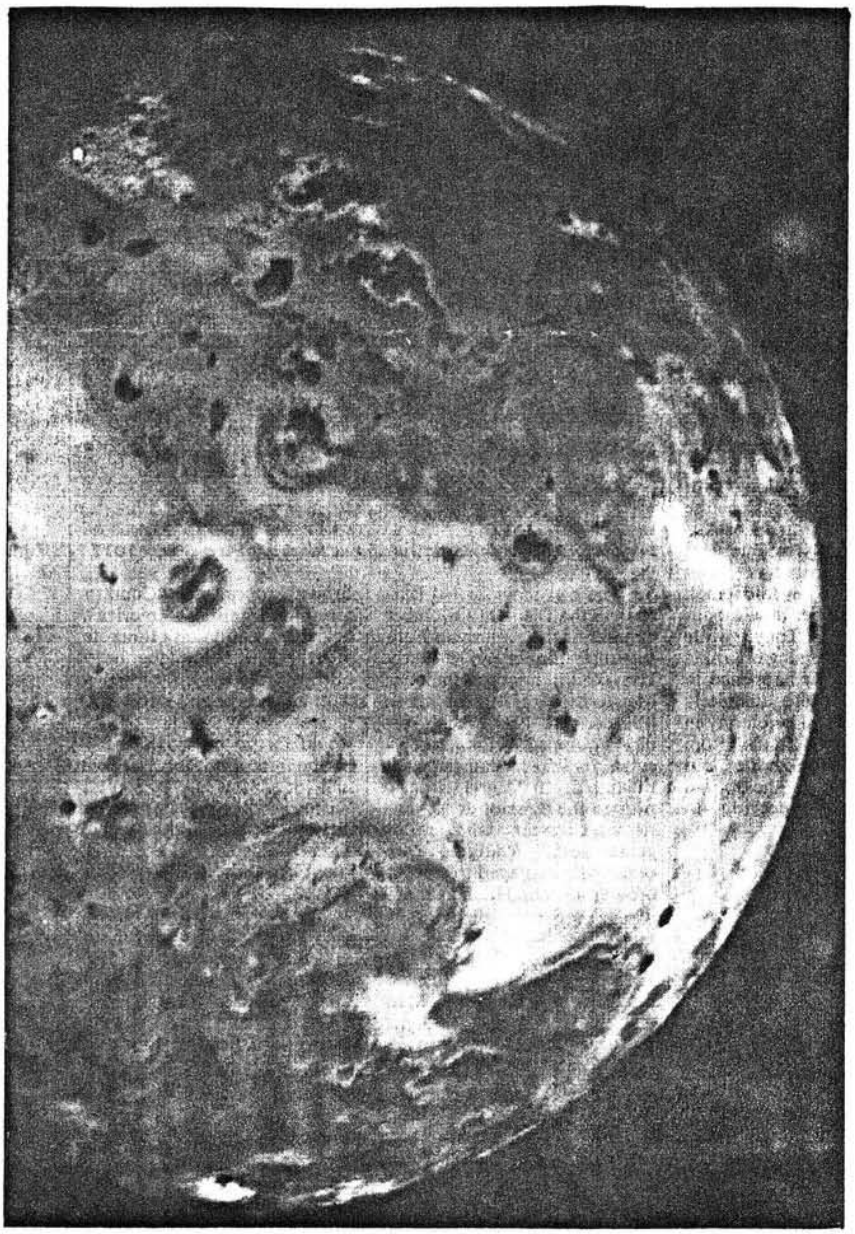
DATUM: 4 JUNI '79, TÿD: 11h00 MEZT
VERDERE GEGEVENS ALS Bÿ ③.
OPM.: VERGELÿK DE RECHTSE GROEP MET FIGUUR ①
DE RONDE RAND IS DE RAND VAN HET GEZICHTSVELD VAN HET OCULAIR.

Voyager 1 fotografeert de maantjes van Jupiter.



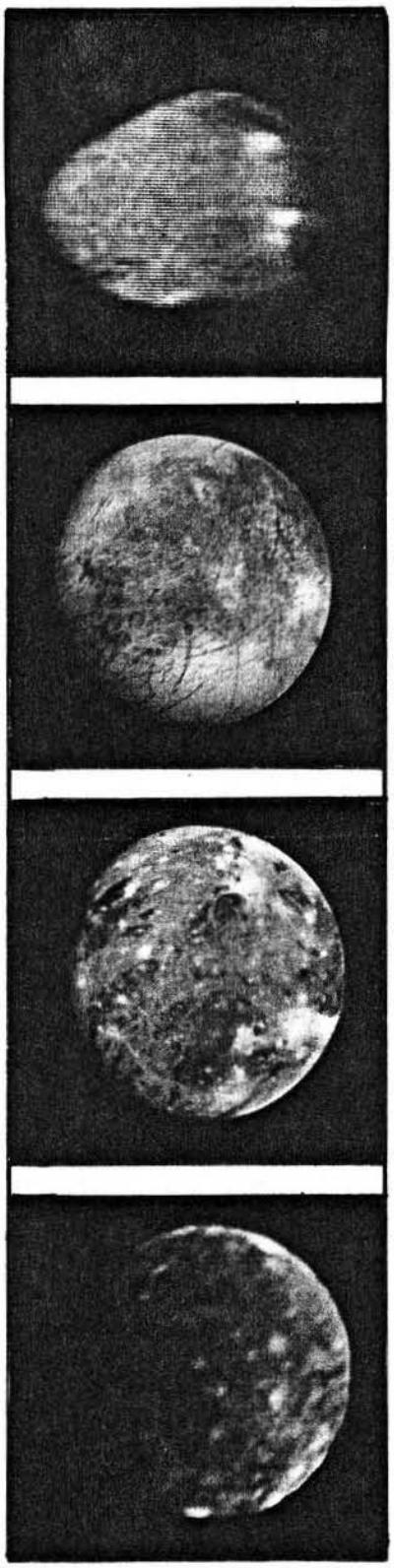
Op 5 maart jl passeerde het Amerikaanse ruimtescheepje Voyager 1 de planeet Jupiter op de(relatief)korte afstand van 278.000 kilometer.De ontmoeting met de planeet duurde 39 uur;in deze korte periode stuurde de Voyager genoeg gegevens terug om de geleerden jarenlang bezig te houden.Met name de vier grote manen zijn eens goed bekeken.

Io(de grote foto onderaan deze bladzijde)is het interessantst.In tegenstelling tot wat men vroeger vermoedde,blijkt de oranje-rood gekleurde satelliet bezaait met plateau's,droogvlakten,hooglanden en breuklijnen.Er is tenminste één grote,mogelijk actieve vulkaan met een diameter van 50 kilometer.Toch is het oppervlak van Io tamelijk 'glad',wat doet vermoeden dat dit een betrekkelijk jong oppervlak is(10 tot 100 miljoen jaar oud).



Het oppervlak van Callisto(foto volgende bladzijde), de buitenste van de vier grote manen, is overdekt met kraters,die het gevolg zijn van een meteorietenbombardement dat circa 4 miljard jaar moet hebben geduurd. Hoewel er op Callisto geen echte bergen zijn,heeft deze satelliet toch interessante oppervlaktedetails.Met name een rond basin,omgeven door concentrische heuvels en rotsen. Vermoedelijk is dit geheel onstaan doordat een grote meteoriet het oppervakteijs liet smelten en het onstane water met grote kracht wegdrukte,waarna dit water vervolgens weer bevroor.

foto links:het 'pizza'oppervlak van Io.



Ganymedes bestaat,net als Callisto,voor een groot deel uit waterijs.Het oppervlak is minder bezaaid met kraters en niet meer dan 1 miljard jaar oud.

Helaas kon de vierde grote maan,Europa,alleen van grote afstand gefotografeerd worden.Hierdoor zijn maar weinig gegevens over deze satelliet bekend.Wel kon het binnenste(kleine)maantje Amalthea bekeken worden.Opmerkelijk hierbij is, dat Amalthea niet rond,maar langwerpig is.De afmetingen zijn 130 bij 220 kilometer.

Naast de foto's van de maantjes,heeft de Voyager nog twee interessante ontdekkingen gedaan.Zo blijkt de Grote Rode Vlek sinds de passage van de Pioneers duidelijk bruiner van kleur geworden.Ook werden binnen de rode vlek losse 'wolkjes' ontdekt.

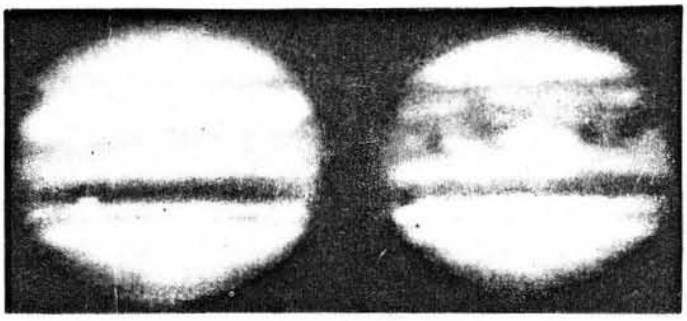
De meest opvallende ontdekking is wel die van een ring binnen de baan van Amalthea.Deze ontdekking van een ring bij Jupiter komt kort na de ontdekking van een ring bij Uranus.Dat deze ontdekking niet eerder plaatsgevonden heeft (bijvoorbeeld door een Pioneer)is niet zo bijzonder.De dikte van de ring materie bedraagt namelijk niet meer dan 1 kilometer en zijn afstand tot Jupiter gemiddeld 54.000 kilometer.

De Voyager 1 is nu op weg naar Saturnus,waar hij in november 1980 zal aankomen.Daarna gaat hij op weg de ruimte in,waar het ruimtescheepje ons echter niet veel meer van nut zal kunnen zijn omdat tegen die tijd de met kern-energie gevoede instrumenten niet meer zullen werken. Wel voert de Voyager een boodschap van de Aarde mee in de vorm van een gouden grammofoonplaat met 'de beste wensen van de Aarde' gesproken in 60 talen-voor het geval dat iemand wil luisteren...

bronnen: Informatieblad no 40 en no 41
(Stichting de Koepel)
Time 19 maart 1979

De foto's links van boven naar onder:
-het kleine maantje Amalthea
-satelliet Europa vanaf een grote afstand bekeken
-Ganymedes
-de met kraters overdekte maan Callisto

Eddy Echternach



Iets over de Zichtbaarheid van Mercurius

Mercurius is voor zowel vak- als amateurastronomen de moeilijkst waarneembare planeet. Doordat deze planeet zo dicht bij de Zon beweegt, blijft hij de meeste tijd verborgen in het felle zonslicht. Alleen wanneer hij schijnbaar ver genoeg van de Zon af komt, heb je een kans, dat je in de ochtend- of avondschemering een glimp van Mercurius kunt opvangen. Meestal is hij voor een periode van enkele dagen, hoogstens enkele weken, zichtbaar. Normaal is het blote oog dan genoeg om hem te kunnen ontwaren; een verrekijker wil echter nog wel eens de helpende hand bieden om hem allereerst te vinden. In de telescoop is niet veel aan de schuwe planeet te zien; zijn kleine schijnbare diameter en het feit, dat je hem in deze streken alleen in de schemering kunt waarnemen, laten geen observaties van oppervlaktedetails toe. Wel kan men met een telescoop de schijngestalten observeren.

gemidd. afstand tot de Zon:	0,42 AE
omloopstijd:	0,2408 jaren
excentriciteit van zijn baan:	0,2
diameter aan de evenaar:	4880 km
schijnbare diameter: min.	4,5"
max.	12,9"
rotatieperiode:	58,7 dagen
albedo:	0,06

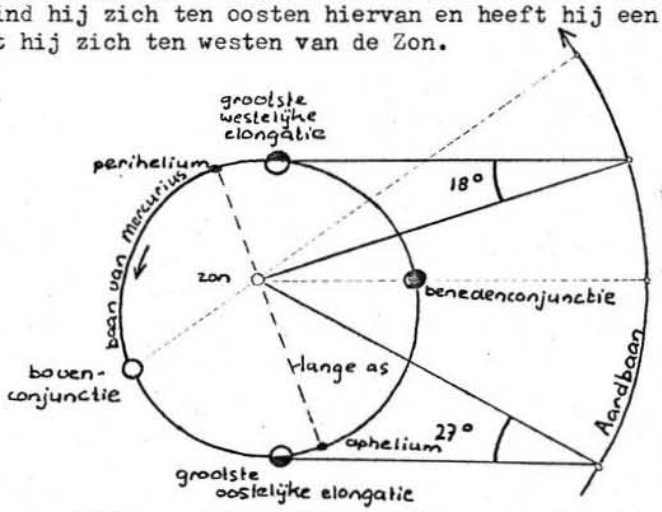
tabel: enige gegevens van Mercurius.

In dit artikel zullen we nagaan van welke factoren nou de zichtbaarheid van Mercurius afhangt. Het is namelijk helemaal niet zo, dat we dan alleen stuiten op de schijnbare afstand tot de Zon; ook de stand van de ecliptica tijdens zonsondergang of opgang, de grootte van de sikkel, de afstand Aarde-Mercurius en Mercurius-Zon spelen een rol.

de elongatie

Laten we maar eens beginnen met de schijnbare afstand van Mercurius tot de Zon. Men vat dit begrip ook wel samen in het woord 'elongatie'. De elonagtie van Mercurius (en ook van andere hemellichamen) wordt uitgedrukt in graden. Wanneer Mercurius voor ons links van de Zon staat, dan bevind hij zich ten oosten hiervan en heeft hij een oostelijke elongatie. Rechts bevindt hij zich ten westen van de Zon.

Zoals je weet is Mercurius een zogenaamde 'binnenplaneet', dat wil zeggen dat hij dichter om de Zon cirkelt dan de Aarde en wel op circa 60 miljoen kilometer afstand.(± 0,4 maal de afstand Aarde-Zon). Hierdoor kan Mercurius gezien vanaf de Aarde niet verder van de Zon afkomen dan een bepaalde waarde. We zien hem steeds links dan wel rechts van de Zon verschijnen. Als een voldoende grote westelijke elongatie bereikt, kan hij zichtbaar worden aan de ochtendhemel en bij een voldoende grote oostelijke elongatie aan de avondhemel.



figuur 1: Twee elongaties van Mercurius.

Doordat Mercurius in een ellipsbaan om de Zon 'cirkelt' zijn zijn grootste elongaties niet altijd even groot. Dit kun je zien in figuur 1. Zijn grootste elongaties variëren van 18 tot 28 graden.

Twee bijzondere standen, die we bij de binnenplaneten Mercurius en Venus verder nog onderscheiden zijn de boven- en benedenconjunctie. Voor Mercurius kun je deze standen zien aangegeven in figuur 1. Een binnenplaneet staat in benedenconjunctie met de Zon, als hij midden tussen de Zon en de Aarde in staat en in bovenconjunctie, als hij in het verlengde van de lijn Aarde-Zon staat.

Nu zou je verwachten, dat bijvoorbeeld Mercurius bij elke benedenconjunctie voor ons over de zonneschijf zou trekken en bij elke bovenconjunctie bedekt zou worden door de Zon. Niets is echter minder waar; per honderd jaar vinden slechts ongeveer 15 zogenaamde 'overgangen' over de zonneschijf plaats, terwijl Mercurius zowat drie maal per jaar tussen de Aarde en de Zon door vlucht. De verklaring hiervoor is eenvoudig: Mercurius maakt niet precies in hetzelfde vlak zijn rondjes om de Zon vol als de Aarde. De laatse overgang vond plaats in 1973 en in de 1986 is de volgende aan de beurt.

Mercurius-bedekkingen komen wat vaker voor dan overgangen (weet jij waarom?), maar zijn niet zichtbaar.

de helderheid

Een andere op de zichtbaarheid van Mercurius invloed hebbende factor is natuurlijk zijn helderheid. Deze factor is weer afhankelijk van meerdere grootheden, zoals de hoek Zon-Mercurius-Aarde (de fasehoek). Deze bepaalt immers hoe groot Mercurius' sikkel is.

Verder zijn er nog de grootheden de afstand Mercurius-Aarde en de afstand Mercurius-Zon.

Wanneer we met alle drie helderheidsfactoren rekening houden dan komen we tot de volgende voor verschillende standen kenmerkende viuele helderheden: in bovenconjunctie tussen de -1,3 en -2,4 magnituden, in de grootste-elongatiestanden gemiddeld 0 en in benedenconjunctie 3 (deze laatste is zeer veranderlijk; hij wordt zeer snel hoger, naarmate Mercurius de Zon op kortere boogafstand passeert).

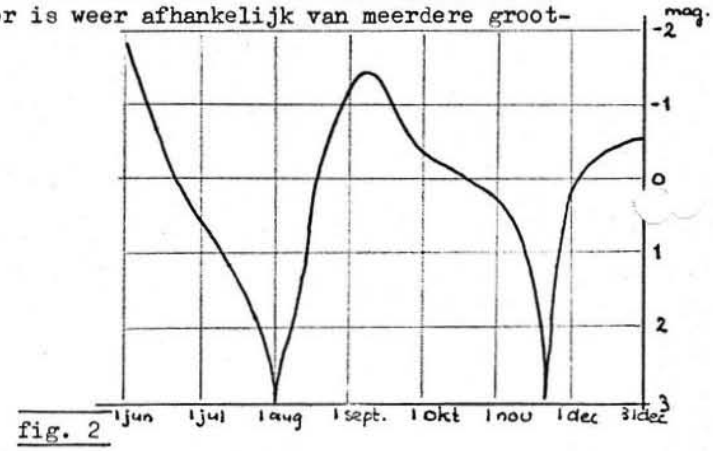


fig. 2

In figuur 2 kun je het helderheidsverloop van Mercurius gedurende het laatste halfjaar van 1979 grafisch zien weergegeven (voor de wiskundig-geïnteresseerden: deze grafiek is het resultaat van het gebruik van de formule van Danjon, die zegt dat de visuele magnitude m_V volgt uit: $m_V = -0{,}42 + 0{,}0380i - 0{,}000273i^2 + 0{,}00000200i^3 + 5\log R\ \text{delta}$, waarin i de fasehoek, R de afstand Mercurius-Zon en delta de afstand Mercurius-Aarde is).

de schemering

Zeer belangrijk voor de zichtbaarheid van Mercurius is ook de schemerduur. Het is natuurlijk gunstiger als de schemring zo kort mogelijk duurt.

In nevenstaande figuur 3 kun je aflezen waar de schemeringsgrens gedurende het jaar ligt. Overigens, het is de afspraak, dat het volgens astronomische maatstaven schemert als de Zon minder dan 18 graden onder de horizon staat. Je ziet in de figuur, dat het zo ongeveer tussen 20 mei en 23 juli de hele nacht schemert. Tevens zie je dat de schemering zo eind februari-begin maart en eind september-begin oktober het kortst is.

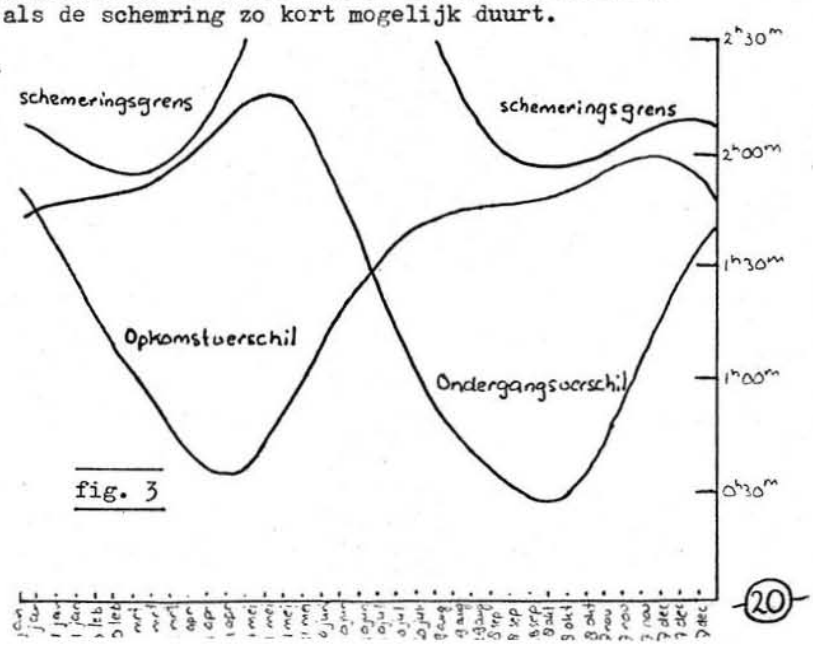


fig. 3

In figuur 3 is verder ook het ondergangs- en opkomstverschil tussen de Zon en

Mercurius aangegeven, als Mercurius het langst na de Zon ondergaat of het langst ervoor opkomt.

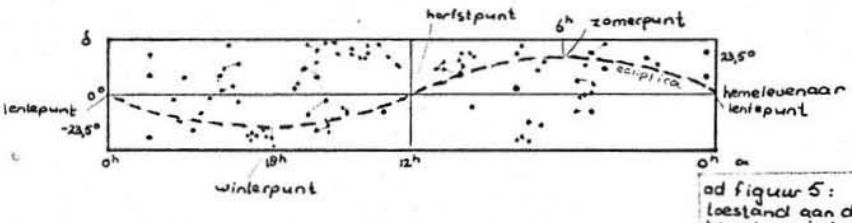
de stand van de ecliptica

Een laatste factor voor de zichtbaarheid van Mercurius is de stand van de ecliptica ten opzichte van de horizon tijdens zonsopkomst en ondergang en respectievelijk ervoor en erna. Om deze factor te verduidelijken is het misschien beter als we eerst de ecliptica eens nader gaan bekijken.

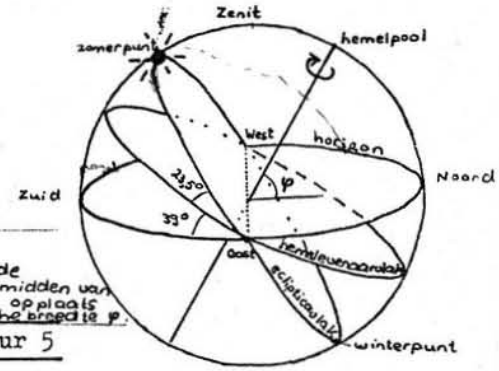
Een definitie van 'ecliptica' is: "de schijnbare weg die de Zon in de loop van een jaar aan de sterrenhemel beschrijft als gevolg van de draaiing van de Aarde om de Zon". 'Schijnbaar', omdat het immers niet de Zon is die om de Aarde draait. We kunnen de ecliptica dus beschouwen als de doorsnijding van het baanvlak van de Aarde en de fictieve hemelbol.

Ook de andere planetenbewegen ongeveer langs de ecliptica aan de hemel. Immers, hun banen liggen bijna in hetzelfde vlak als de aardbaan. Mercurius vormt hier geen uitzondering op.

In figuur 4 is de ecliptica afgebeeld ten opzichte van de sterrenbeelden. Hij loopt door de sterrenbeelden van de dierenriem, het werkterrein van de 'astrologen'. Een voor nu belangrijk gegeven, dat je uit deze figuur kunt afleiden is het niet samenvallen van de ecliptica met de hemelevenaar. Dit is natuurlijk erg logisch, aangezien hieraan het verschil tussen winter en zomer ten grondslag ligt, maar het is alleen om er even de nadruk op te leggen. Dit niet-samenvallen



figuur 4



ad figuur 5:
Loestand aan de hemel op het midden van de dag 21 juni op plaats met geografische breedte φ

figuur 5

heeft namelijk een belangrijk gevolg voor de stand van de ecliptica ten opzichte van de horizon, oftewel de hoek tussen ecliptica en horizon. In figuur 5 kun je namelijk opmerken, dat deze veranderlijk is; gedurende een etmaal veranderd deze hoek tussen twee bepaalde waarden. Deze waarden zijn gemakkelijk te berekenen: de hoek tussen de hemelevenaar en de horizon is 90 - φ graden, waarbij φ de geografische breedte van de plaats van waarneming is, in Limburg zowat 51 graden, zodat de hemelevenaar een hoek van 39 graden met de horizon maakt. De ecliptica maakt een hoek van 23,5 graden (denk aan de breedten van de keerkringen!) met de hemelevenaar, dus zijn hoek met de horizon varieert tussen de 39 + 23,5 = 62,5 en 39 - 23,5 = 15,5 graden.

Voor de zichtbaarheid van Mercurius is het belangrijk, dat we weten hoe groot de ecliptica-horizon-hoek is tijdens zonsopkomst of zonsondergang. Dit wordt duidelijk aan de hand van de onderstaande figuren 6a en 6b. In figuur 6b is de si-

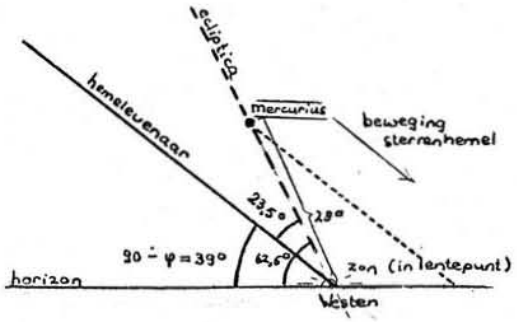


fig. 6a: Avondhemel op 21 maart.

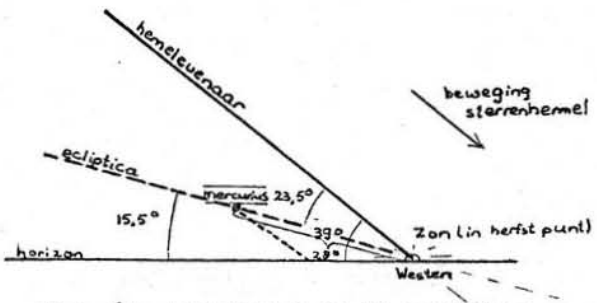


fig. 6b: Avondhemel op 23 september.

tuatie weergegeven voor de avondhemel van 23 september (als de Zon in het herfstpunt staat) en in figuur 6a voor die van 21 maart (de Zon in het lentepunt, zie figuur 4). Wat voor gevolgen de ecliptica-stand voor de waarneemduur van Mercurius na zonsondergang heeft, blijkt. Op 23 september heb je maar een geringe kans Mercurius te ontdekken aan de avondhemel, al is zijn oostelijke elongatie nog zo groot. Op 21 maart zou het echter moeten lukken, en dan hoeft de elongatie nog niet zo groot te zijn.

Als je figuur 4 nagaat, zul je opmerken, dat het omgekeerde geldt, als Mercurius een grote westelijke elongatie heeft; dan is de verschijning gunstig als deze elongatie in de herfst gebeurten ongunstig in de lente.

Natuurlijk is Mercurius niet alleen in de lente en herfst bij een grote elongatie zichtbaar. Dit is vooral te wijten aan de inklinatie van Mercurius' baan, waardoor hij niet precies op de ecliptica beweegt. Gunstige verschijningen kunnen dus ook op andere tijden gebeuren. Bovendien, als je figuur 4 nog eens beziet, zal je misschien de kromming van de ecliptica nabij het winterpunt opvallen. Deze maakt het namelijk, dat in de winter, vlak voor en na zonsopkomst en ondergang de ecliptica ineens een grotere helling gaat vertonen, wat, zoals we in het juist besprokene hebben geconcludeerd, een langer opkomst- en ondergangsverschil tot gevolg heeft.

De in figuur 2 uitgezette opkomst- en ondergangsverschillen zijn gevonden, door de stand van de ecliptica in acht te nemen.

Gunstige Mercurius-verschijningen in juni-december 1979

Doordat de zichtbaarheid van Mercurius zo afhankelijk is van de genoemde factoren en daarnaast ook van zo iets als luchtvervuiling en weersomstandigheden, deze laatste twee hebben een niet geringe invloed in Nederland (vooral in de steden), zijn er maar een paar dagen in het jaar waarop Mercurius echt goed zichtbaar is. Het mag dan ook wel als een kleine prestatie gezien worden als je hem hebt ontdekt. Daarom raad ik iedereen eens aan om het te proberen, het geeft een voldoening als het je is gelukt.

Gunstige waarneemperioden in het nog resterende deel van 1979 zijn de maanden juni-juli (grootste elongatie op 3 juli van 25°54' oost, minder gunstige stand van ecliptica), direkt daarna in plaats van aan de avondhemel aan de ochtendhemel in augustus (grootste westelijke elongatie van 18°36' op 19 augustus, minder gunstig vanwege stand ecliptica en kleine elongatie) en begin december (grootste westelijke elongatie van 21° op 7 december). Zeer gunstige verschijningen staan ons in het volgende halfjaar dus niet te wachten.

bronvermelding:

- Zenit jrg. 2, blz. 214 :"Wanneer en hoelang is Mercurius met het blote oog te zien?" door R. Rosierse.
- Hemel & Dampkring jrg. 55, blz. 153:"De overgangen van Mercurius" door Jean Meeus.
- Sterrengids 1978 NVWS, samengesteld door J. Meeus.
- Sterrengids 1979 NVWS, samengesteld door J. Meeus en W. Gielingh.
- Dione nummer 26, blz. 6: "Nieuwe getallen voor het Zonnestelsel" door Eddy Echternach.
- Universum jrg. 10, nummer 2, blz. 3: "Moeilijke woorden in de sterrenkunde" door Hans Grond en Bert van Sprang.

Jean in 't Zand.

Raadselhoekje

In deze tweede aflevering van het raadselhoekje kan ik wegens plaatsgebrek niet de oplossing van het vorige raadsel geven. Dit zal, evenals dat van deze keer, in Dione 28 gegeven worden. Het raadsel in dit tweede raadselhoekje gaat als volgt:
- In „Land achter God's rug" schrijft A. Den Doolaard het volgende: „... als ik nu nog naar de sterren kijk, dan voel ik één ding, bovenop alle andere: dat ik maar een breukdeel van een lichtjaar te leven heb. En dan komt de vraag: wat doe ik met m'n schrikwekkend kort bestaan ?" Wat klopt hier niet ?-Tot in Dione 28!

Jean in 't Zand.

— — — — — — — — —