Jaargang 5 - nr. 5
MEI 1980



HERCULES

een uitgave van
Stichting Volkssterrewacht HERCULES

HERCULES

een uitgave van Stichting Volkssterrewacht HERCULES

De stichting Volkssterrewacht Hercules stelt zich ten doel de astronomie, ruimtevaart en aanverwante wetenschappen als hobby voor iedereen te stimuleren en te populariseren. Zij doet dit door het geven van rondleidingen, lezingen, cursussen, waarnemingen, tentoonstellingen, excursies en het uitgeven van het maandblad HERCULES.

Kopij

Kopij naar het secretariaat vóór de 15e van de maand.

Abonnement

Abonnement op het maandblad HERCULES f 42,50 per jaar. Alle abonnementen worden automatisch verlengd, tenzij ze uiterlijk één maand vóór het verstrijken van het abonnement schriftelijk worden opgezegd aan het secretariaat.

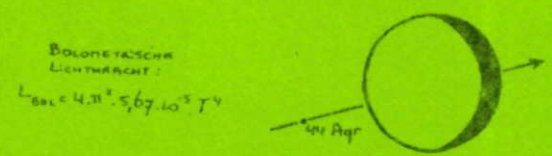
Contribuantschap

Contribuantschap Hercules f 60,- per jaar.

AMRO bank Heerlen, rek nr. 448106930
of postgiro 3740797, t.n.v. penningm.
st. Volkssterrewacht Hercules,
Dr. Ir. Rungestraat 35 te Heerlen.

Werkgroepen

ASTROFYSICA-THEORETISCHE STERRENKUNDE



SATELLIETEN-RUIMTEVAART



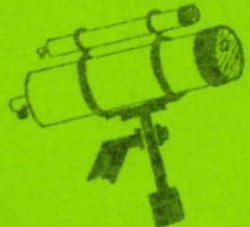
ZONNESTELSEL-DEEP SKY
coördinator: R. ter Heide



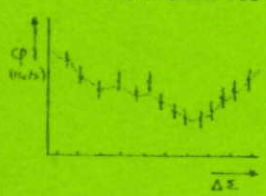
METEOREN
coördinator: J.W. Souren
waarnemingsleider: F. Sijstermans

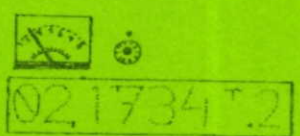


KIJKERBOUW
coördinator: G. Peeters

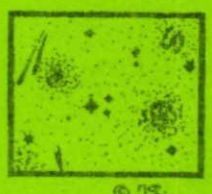


RADIOASTRONOMIE
coördinator: J. Kobben





FOTOGRAFIE
coördinator: T. Mertens



stichting Volkssterrewacht HERCULES



Secretariaat

Trudie van de Geijn
Sittarderweg 149
6412 CE Heerlen

Sterrewacht

Adenauerlaan 6
Heerlen

Bestuur

Voorzitter: J.W. Souren
Vice-voorzitter: M. van de Walle
Secretaris: T. van de Geijn
Penningmeester a.i.: M. van de Walle
Leden: J. Keulen
J. Kobben
K. Mertens-Heuts
R. Smolders

Redactie

T. van de Geijn (hoofdred.),
R. van de Walle (eindred.),
J.W. Souren (lay out),
R. ter Heide, W. Heuts,
K. Mertens, T. Mertens.



Landelijk Samenwerkende Volkssterrenwachten

De volgende Volkssterrewachten zijn bij de vereniging L.S.V. aangesloten:

Volkssterrewacht Bussloo
Bussloselaan 4, 7383 RP Bussloo-Voorst tel. 05716-577
Volkssterrewacht Copernicus
Overtonstraat 47, 2024 XJ Haarlem tel. 023-253571
Volkssterrewacht Drenthe
Postbus 188, 7800 AD Emmen tel. 05910-23170
Volkssterrewacht Hercules
Sittarderweg 149, 6412 CE Heerlen tel. 045-721412
Volkssterrewacht Phillipus Lansbergen
Noordbolwerk 35, 4331 SH Middelburg tel. 01180-14203
Volkssterrewacht Rijswijk
Petronella Voûtestraat 389, 2286 VB Rijswijk tel. 070-931143
Volkssterrewacht Saturnus
Frans Halsstraat 4, 1701 JL Heerhugowaard tel. 02207-17322
Volkssterrewacht Twente
Mekkelhorsterstraat 45, 7591 MA Denekamp tel. 05413-2223
Volkssterrewacht Vesta
Zuideinde 195, 1511 GD Oostzaan tel. 02984-1468

Overkoepelend orgaan voor Nederland: stichting De Koepel, Nachtegaalstraat 82 bis, 3581 AN Utrecht
tel. 030-311360

Inhoud:

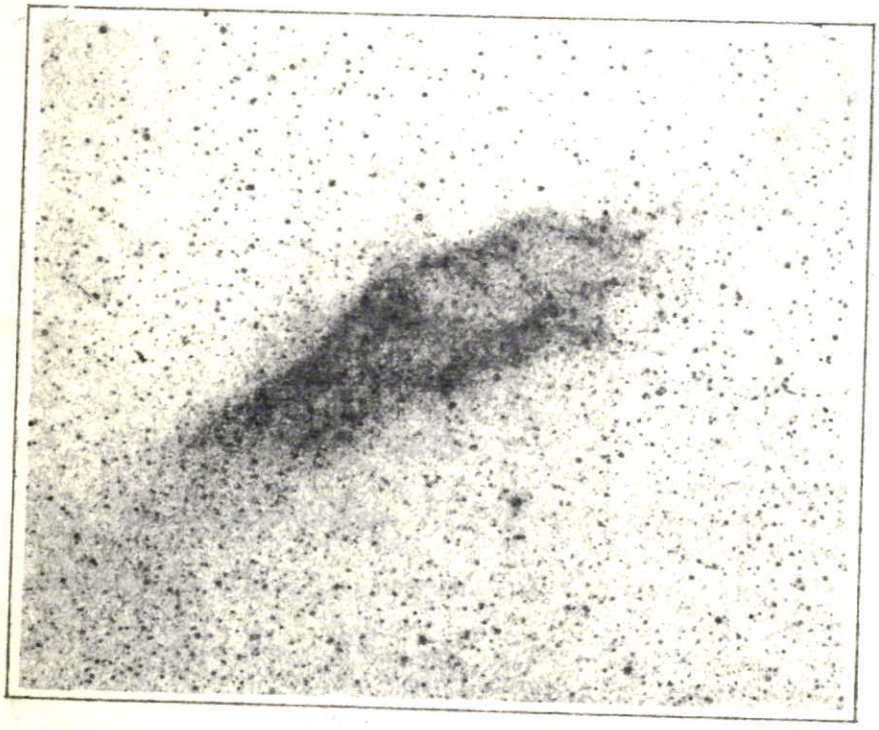
Terugblik Tentoonstelling.....1
Jupiters manen: Europa.....2
NOVA.....6
Mechanica.....7
Mededelingen.....9
Resultaten VENUSonderzoek.....10
$E=m.c^2$.....23
Waarnemingskalender mei 1980.....28-31

Openingstijden Volkssterrewacht Hercules:
****

elke dinsdag- en donderdagavond vanaf 19.30 uur

Bibliotheek:
****

elke dinsdag van 19.30 - 20.30 uur



NCG 1499, de Californianevel in Perseus; wellicht een object dat het fotograferen waard is (fotowedstrijd!!!!!).

Terugblik Tentoonstelling 'Astronomie en Techniek'

Nu de tentoonstelling ongeveer twee weken achter de rug is, kun je eens terug kijken en je afvragen of het nut heeft gehad of niet.

Als je allereerst de voorbereidingen eens gaat bekijken. Eerst kies je een onderwerp, dan ga je eens kijken of het te realiseren is en peilen of het aan zou slaan bij het publiek. Dan worden aan verschillende instanties hun medewerking gevraagd en wordt er gebouwd, gefotografeerd, getekend enz., door onszelf. Een week vóór de opening zou je gaan huilen wanneer je door de zalen liep en je niet wist waar te beginnen. Een redakteur van een krant is vol lof over wat we presteren, maar uit zijn woorden blijkt duidelijk de twijfel of we alles wat we wilden ook nog kunnen realiseren.
Een dag voor de tentoonstelling wordt met een zucht van opluchting de laatste hand aan alles gelegd. Op de opening zelf is alles perfekt en we hadden zelf niet verwacht dat alles zo geweldig uit zou zien.
Elke dag vanaf ongeveer 3 uur waren minstens 6 leden aanwezig en s'nachts sliepen ook altijd vier mensen in het gebouw. Onvermoeibaar werden er films gedraaid en rondleidingen gegeven. We kunnen dan ook bogen op een bezoekersaantal van ruim 700.Het maximum aantal bezoekers van tot dusver door ons georganiseerde tentoonstellingen.

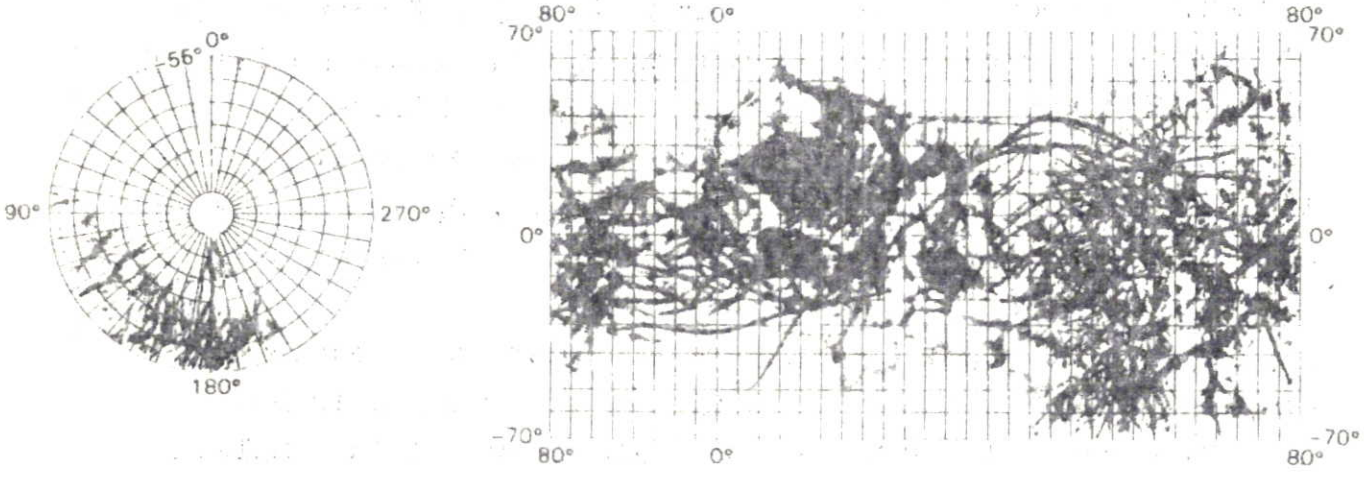
En heeft dan alles nut gehad?? Wel zeker. Allereerst merk je dat hetgeen we doen ook van waarde is voor het publiek gezien het bezoekersaantal. Daarnaast bewijst het onszelf weer hoe prettig de samenwerking is vóór en tijdens de tentoonstelling. Dan wordt er gewerkt aan één doel, de tentoonstelling, terwijl normaal iedereen een beetje op z'n eigen terrein werkt of in groepsverband.
We hebben er een tiental leden aan overgehouden en erg positieve publiciteit. We gaan een extra zomercursus elementaire sterrenkunde geven, gezien het grote aantal belangstellenden dat zich op de tentoonstelling heeft opgegeven.
Het gebouw is weer voor een hele tijd piekfijn in orde. We gunnen dan ook een ieder weertijd voor astronomie en hebben daarom de geplande rommelmarkt in mei uitgesteld tot september.

Langs deze weg nogmaals dank aan de bouwers, rondleiders, fotografen slapers en iedereen die ik vergeet.
Op naar de volgende tentoonstelling.

Trudie v.d. Geijn

Jupiters manen: Europa

Een nadere bestudering van Europa werd mogelijk nadat de Voyager 2 tot 20400 km langs de maan van Jupiter was gevlogen. De foto's van Voyager 1 hadden een oplossend vermogen van 33 km en de dichtste nadering bedroeg 722270 km, terwijl het oplossend vermogen van de Voyager 2 foto's 8x beter was. Toen pas werd het mogelijk redelijk gedetailleerde kaarten van het oppervlak van Europa te maken alsmede uitspraken te doen betreffende de historie en geologische opbouw van de maan.



Reliefkaarten van Europa: 1 cm = 1000 km.
Zowel topografie als albedo zijn ingetekend.

Reeds de Voyager 1 foto's lieten dat Europa een zeer heldere maan was waar donkere en heldere gebieden elkaar afwisselen. Het meest opvallend waren wel de kriskras lopende strepen op het oppervlak. Sporen van kraters werden niet gevonden. De strepen hadden, volgens de toenmalige berekeningen, een breedte van 50 - 200 km. Opvallend was een streep die vrijwel diagonaal over het oppervlak loopt tussen 45°N en 45°Z. Rond 200°W vormen deze strepen zelfs concentrische cirkels, hetgeen een aanwijzing kan zijn dat hier tektonische krachten aan het werk zijn of dat ze van exogene oorsprong (getijdewerking) of van endogene oorsprong (convectie) zijn. Op dat moment had men nog geen krater op het oppervlak kunnen ontdekken. Europa leek op een biljartbal, want andere vormen van relief konden ook niet worden aangetoond.

Vanaf de aarde had men toen al kunnen vaststellen dat er grote

hoeveelheden water op Europa moesten voorkomen, vermoedelijk in de vorm van ijs. De gemiddelde dichtheid kwam daardoor rond de 3,0 g/cm^3 te liggen.

Meer licht werd er op Europa geworpen toen een paar maanden later Voyager 2 volgde. De donkere gebieden bleken minder strepen te bevatten dan de heldere gebieden. Eerstegenoemde bleken wel wat reliefrijker te zijn, yo komen hier nogal wat tafelbergen en dalen voor die soms enkele kilometers breed kunnen zijn. Een aantal dalen kunnen de bekkens zijn van inslagkraters; men kon :o3 kraters identificeren. De diameter bedraagt zo'n 20 km. De kraters bevinden zich op 60° Z, 150° W; op de equator rond 180° W en in de buurt van de equator op 80° W. Ze verschillen qua uiterlijk nogal van elkaar: de ene heeft de vorm van een sleutel en is waarschijnlijk vrij jong, de tweede is betrekkelijk vlak en omgeven door een systeem van donkere stralen, de derde staat op een v erhoging en het lijkt erop dat het omringende materiaal gemodificeerd is door erosie of endogene krachten. Op een aantal foto's ziet men structuren die lijken op kraters die enkele kilometers in doorsnede kunnen zijn.

Zoals reeds eerder aangeduid bedraagt de gemiddelde dichtheid van Europa 3,0 g/cm^3. Het hoofdbestanddeel vormen silicaten gemengd met wat lichter materiaal. Het eenvoudigste model van deze maan veronderstelt een silicaatrijk lichaam bedekt door een laag ijs of water. Rekening houdend met de gemiddelde dichtheid zou de dikte van deze water-ijs-korst tussen de 75 en 150 km moeten liggen.

Wat nu de oorzaak is van deze water-ijs-korst is moeilijk na te gaan. Duidelijk is in ieder geval dat Europa, net als alle andere hemellichamen, te lijden heeft gehad onder een meteorietenbombardement. Daar we hier echter geen sporen meer van terugvinden ligt de conclusie voor de hand dat de ijskorst niet altijd vast is geweest. Er zal derhalve een wijziging moeten zijn opgetreden in de warmtehuishouding van de maan: de korst bleef in eerste instantie vrij lang warm waardoor de sporen van inslagkraters konden verdwijnen. De vraag hoe het mogelijk is dat

de temperatuur van Europa tijdens de vele miljoenen jaren zo hoog kon blijven, blijft een twistpunt. Het verval van radioactieve elelmenten zou als warmtebron gediend kunnen hebben, evenals de getijdewerking, zij het in geringere mate dan zoals we die op Io tegenkomen.

Er bestaat een model dat stelt dat de ijskorst in een periode van minder dan 1 miljard jaar is ontstaan. Deze korst is 40-50 km dik, waaronder zich een even dikke, doch minder solide korst van ijs bevindt. Vermoedelijk zijn de donkere en heldere plekken een aanwijzing voor de regionale dikte van de korst: op de donkere plaatsen ligt het silicaathoudend materiaal dicht bij de oppervlakte, waardoor de dikte van de water-ijs korst minder dan 50 km bedraagt.

Dit alles brengt ons tot het volgende scenario van Europa's geschiedenis: een oceaan met een dunne laag ijs bedekte de planeet, hetzij vlak na of tijdens het meteorietenbombardement. Deze oceaan ving alle inslagen op of bedekte het door inslagen getekende oppervlak van Europa. Nadat er een verandering had plaatsgevonden in de warmtehuishouding bevroor de oceaan (gedeeltelijk?), waarbij hij uitzette. Het gevolg is nu nog te zien (zelfs op de Voyager 1 f to's): de strepen over het oppervlak. Dit zijn ondiepe rillen, tot enkele tientallen meters dik, die vele tientallen kilometers breed kunnen zijn, terwijl de lengte honderden kilometers bedragen kan. Deze rillen zijn gevuld met materiaal uit dieper gelegen gebieden. De korst die we nu zien is daarna nauwelijks nog getroffen door grotere objecten (er is 1 krater met een diameter van circa 20 km per 1000000 km^2) Indien de donkere vlekken inderdaad resten zijn van de expansie van het oppervlak van de maan (zij liggen tenslotte dichter bij het oppervlak), dan bedraagt deze expansie van het oorspronkelijke oppervlak 5 - 15%.

Literatuur: -Voyager Encounters Jupiter, NASA-JPL uitgave juli 1979.
-Spectrum der Wissenschaft, maart 1980.
-Science, vol.206, nr 4421.
-Science, spec. herdruk juni 1979.

Ger Broers



Europa: een van de vier Gallileische manen (Voyager 2 opname).

Tot slot nog enkele gegevens van Europa:

Doorsnede 3126 km ± 10 km
Gemiddelde afstand tot Jupiter 599500 km
Omloopstijd 3,55 dagen
Gemiddelde dichtheid 3,03 gr/cm^3
De massa is 0,66x de aardemassa

NOVA Nieuws Over Vele Astronomigheden

Charon

De 1 meter telescoop van Kaapstad registreerde een bedekking van een ster van magnitude +12 gedurende 50 seconden. Vermoedelijk werd de ster niet door Pluto, maar door zijn maantje Charon bedekt. Uit de duur van de bedekking heeft men berekend dat Charon tenminste een middellijn van 1200 km moet hebben.

Gammastraling uit de Grote Magellaanse wolk

In de grote Magellaanse wolk werd op 9 april 1979 een intense gamma-uitbarsting geregistreerd door liefst negen ruimtetoestellen tegelijk. De bron blijkt samen te vallen met een supernovarest. Dit is een van de weinige keren dat het gelukt is een gammabron ook optisch te identificeren. De uitbarsting was in een onderdeel van een seconde goed voor een stralingsenergie zo groot als die van tien sterrenstelsels!

NGC 6240

NGC 6240 is een extragalactisch object in het sterrenbeeld Slangendrager, dat een totale magnitude heeft van 14,7.
Met de Russische 6 meter telescoop werd onderzoek gedaan, dat evenwel geen eenduidig resultaat opleverde. In het infrarood is een heldere kern zichtbaar, die blijkbaar in het optische gebied door stofwolken wordt verduisterd. Schattingen van de ware intrinsieke helderheid van de kern gaan in de richting van magnitude -23 (!), hetgeen erg veel lijkt op een quasar. Jet-verschijnselen en asymmetrische structuren doen echter aan een botsing van melkwegstelsels denken.

Mechanica

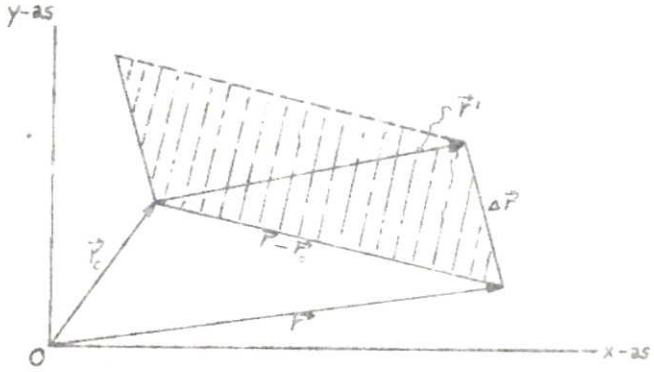
Nadat we in de vorige aflevering het impulsmoment en het krachtmoment hebben gedefiniëerd, zullen we hiermee eens wat aardige trucjes laten zien.
Laten we bijvoorbeeld eens het impulsmoment delen door de massa. We krijgen dan:

$$\frac{\vec{L}}{m} = \frac{(\vec{r} - \vec{r}_c) \times \vec{p}}{m} = \frac{(\vec{r} - \vec{r}_c) \times m\vec{v}}{m} = (\vec{r} - \vec{r}_c) \times \vec{v}$$

Van de vorige aflevering weten we nog dat $\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt}$

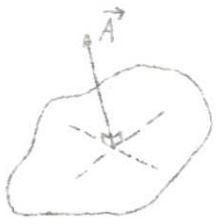
dus $\frac{\vec{L}}{m} = (\vec{r} - \vec{r}_c) \times \frac{d\vec{r}}{dt}$.

Schrijven we voor $\frac{d\vec{r}}{dt}$ gewoon even Δr, d.w.z. de verandering in de plaatsvector $\vec{r}$ gedurende het oneindig kleine tijdselementje dt geven we aan met $\Delta\vec{r}$.
We maken er ter verduidelijking nog een tekening bij.



Dan volgt $\frac{\vec{L}}{m} = (\vec{r} - \vec{r}_c) \times \Delta\vec{r}$

Nu was het uitproduct van twee vectoren gelijk aan het oppervlak van het parallellogram door beide vectoren opgespannen.
Dus $(\vec{r} - \vec{r}_c) \times \Delta\vec{r}$ is gelijk aan het gearceerde oppervlak.
Het oppervlak van de driehoek opgespannen door de vectoren $\vec{r}$, $\vec{r} - \vec{r}_c$ en $\Delta\vec{r}$ is hiervan de helft. Noemen we dit oppervlak ΔA. Het lijkt misschien vreemd een oppervlak door een vector voor te stellen, aangezien men een oppervlak eigenlijk geen richting kan toekennen, maar we ondervangen dit door die vector $\vec{A}$ een richting te geven loodrecht op het oppervlak.



De vector $\vec{A}$ geeft hier het oppervlak A weer. $|\vec{A}|$ is gelijk aan de grootte van het oppervlak en de richting van $\vec{A}$ is loodrecht op het oppervlak.

Dit is een in de natuurkunde veel gebruikte en handige manier om met oppervlakken te rekenen.

We hebben intussen $\Delta\vec{A} = \frac{1}{2}\ (\vec{r} - \vec{r}_c\ ) \times \Delta\vec{r} = \frac{\vec{L}}{2m}$.

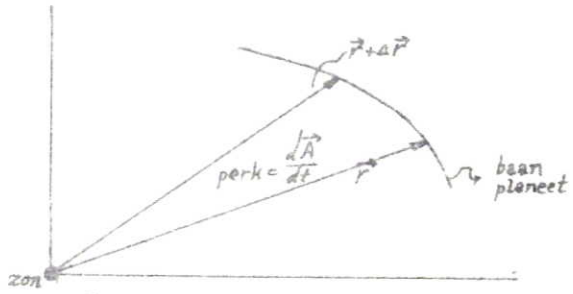
Nu vervangen we $\Delta\vec{A}$ door $\frac{d\vec{A}}{dt}$, d.w.z. de toeneming van het oppervlak per tijdselementje dt, en $\Delta\vec{r}$ geven we weer door $\frac{d\vec{r}}{dt}$, dan volgt:

$$\frac{d\vec{A}}{dt} = \frac{1}{2}\ (\vec{r} - \vec{r}_c\ ) \times \frac{d\vec{r}}{dt} = \frac{\vec{L}}{2m} \qquad (14).$$

In woorden: de aangroeiïng van het perk (oppervlakte tussen het doorlopen deel van de baan en het krachtencentrum) is evenredig met het impulsmoment.

Tweede wet van Keppler

Bij planeetbewegingen kunnen we nog wat vereenvoudigen.
We brengen namelijk ons assenstelsel zo aan dat de zon in de oorsprong komt te liggen.
D.w.z. $\vec{r}_c = \vec{0}$ en bovendien loopt de werklijk van de kracht die de zon op de planeet uitoefent van planeet naar zon, zodat de arm van het krachtmoment gelijk 0 is.



Hieruit volgt dan dat $\dot{\vec{r}} = 0$ en dus ook $\dot{\vec{L}} = 0$.
Uit $\dot{\vec{L}}$ volgt dan dat het impulsmoment zowel in grootte als in richting constant is. Dan $\frac{\vec{L}}{2m}$ = constant = $\frac{d\vec{A}}{dt}$.
Uit de constantheid van richting van het impulsmoment volgt dat de aangroeiïng van het perk in een plat vlak verloopt, de beweging van een planeet is tweedimensionaal (d.w.z. in ons vereenvoudigd model, in werkelijkheid worden de planeten door storingen ten gevolge van andere hemellichamen wel iets driedimensionaler bewogen dan we hier menen te hebben bewezen).
De constanthei

De constantheid van grootte van het impulsmoment en de aangroeiïng van het perk vindt zijn weerslag in de tweede wet van Keppler:
"De voerstraal ($\vec{r}$) van de zon naar een planeet beschrijft in gelijke tijden sectoren van gelijke oppervlakte".
Dit afgeleid hebbende leunen wij tevreden achterover in onze stoel en zullen het hierbij laten. Volgende aflevering gaan we verder met de begrippen arbeid en energie. Vragen en opmerkingen zijn welkom, hoewel negatieve kritiek driedimensionale verstoring van het door de criticaster doorlopen perk kan hebben.

Bert van Duin,
Werkgroep Astrofysica.

Mededelingen

METEORENAKTIE:

Op 2, 3 en 4 mei wordt een meteorenaktie georganiseerd door de werkgroep meteoren. Het betreft hier de èta Aquariden, een zwerm met de radiant in het sterrenbeeld Waterman. Tijdens het maximum dat rond 4 mei ligt, zijn er zo'n 15 meteoren per uur zichtbaar. Liefhebbers voor deze waarnemingen kunnen zich opgeven bij de coördinator van de werkgroep, J.W. Souren.

PLANEETWAARNEMINGEN:

Op 10 en 21 mei worden er bij helder weer waarnemingen verricht aan verschillende planeten die aan de lentehemel zichtbaar zijn. Op 10 mei zal de nauwe samenstand van Mars en Jupiter met de ster Regulus bekeken en gefotografeerd worden, en de heldere Venus zal waargenomen en gefotografeerd worden. Op de 21e zullen we kijken naar een samenstand tussen Jupiter en de maan in de vroege avond. De waarnemingsplaats voor beide akties is op de sterrewacht.

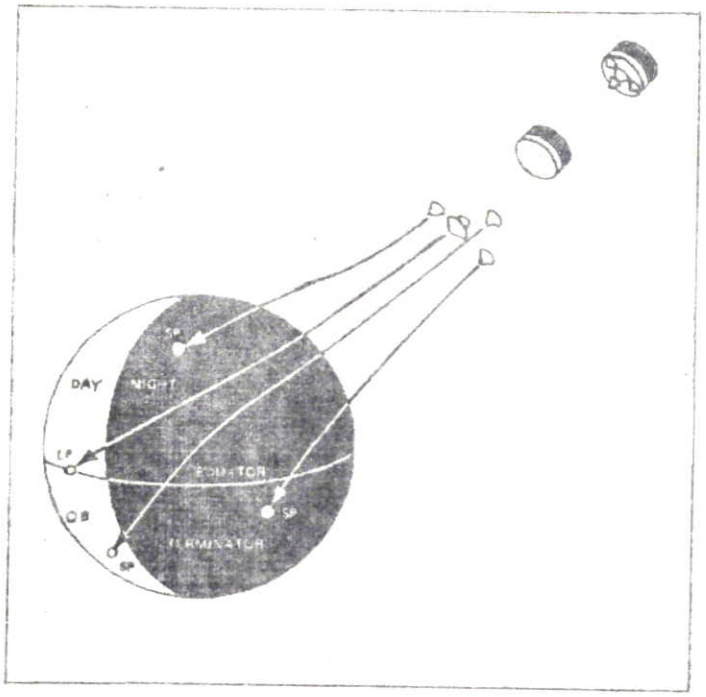
CONTRIBUANTENVERGADERING 9 mei:

Op vrijdagavond 9 mei wordt er om 19.45 uur weer een contribuantenvergadering gehouden in de sterrewacht. Alle contribuanten worden hiervoor van harte uitgenodigd.

Resultaten VENUSonderzoek

Inleiding

Eind 1978, begin 1979 werd de planeet Venus door een tiental ruimtevoertuigen onderzocht. De Russen zonden twee ruimtevoertuigen, de Venera 11 en de Venera 12, terwijl de Amerikanen de Pioneer Venus 1 en de Pioneer Venus 2 stuurden. De Pioneer Venus 2 werd in de nabijheid van de planeet opgesplitst in vijf afzonderlijke sondes, die allen op een eigen manier de atmosfeer van Venus binnendrongen. De twee Venera ruimtevaartuigen bestonden elk uit een lander en een sonde; deze laatste bleef om de planeet cirkelen. Ook de Pioneer Venus 1 bleef de planeet Venus vanaf een hoogte, die varieerde tussen 200 en 66.000 km, observeren.



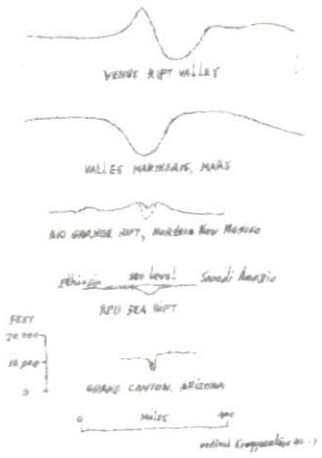
De plaatsen waar de vier sondes de dampkring van Venus binnendrongen.

In dit artikel komen de wetenschappelijke resultaten, die de vluchten tot nu toe hebben opgeleverd, aan de orde. De interpretatie van de met de verschillende sondes verkregen gegevens zal nog een aantal jaren in beslag nemen. In dit artikel bespreken we dan ook maar een gedeelte van de verrassende ontdekkingen over Venus. We geven direkte resultaten die betrekking hebben op de planeet zelf, er zal nauwelijks worden ingegaan

op de manier waarop de waarnemingen zijn verkregen. In de nabije toekomst zullen aan de hand van de verkregen gegevens nieuwe en betere modellen worden opgesteld, die de processen op Venus beter kunnen verklaren. Tot dan zijn een aantal van de nu verkregen resultaten onverklaarbaar met de huidige theorieën.

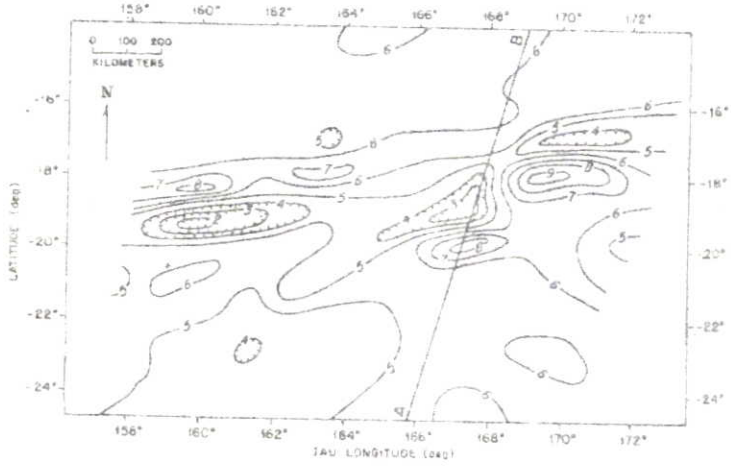
Het oppervlak

Venus bezit een zeer dicht wolkendek. Daarom is het niet mogelijk om vanuit een baan om de planeet het oppervlak waar te nemen met een camera. De enige mogelijkheid is een radar-experiment, waarmee men door de wolken kan kijken. Dit experiment werd dan ook meegevoerd met de Pioneer Venus Orbiter. Hoewel tot nu toe slechts een klein deel van het totale oppervlak van Venus met het radarexperiment in kaart is gebracht, zijn er toch al enkele verrassende ontdekkingen gedaan.
Het oppervlak van Venus lijkt meer op het aardse oppervlak, want men vond niet zo veel kraters als op Mars en op de Maan. Toch kan men het Venus oppervlak niet helemaal vergelijken met het aardse oppervlak. Men vond bijvoorbeeld een canyon, de 'Venus vallei', die groter is dan alle bekende canyons in ons zonnestelsel. Tot nu toe was de grootste canyon de Vallis Marineris op Mars, die ruim 4000 km lang, 120 km breed en ongeveer 6 km diep is.



Uit dit plaatje van de grootste vallei-en in het zonnestelsel blijkt dat de op Venus ontdekte vallei een van de groot-ste is.

De Venus vallei is ongeveer 1500 km lang, 300 km breed en heeft een diepte van ongeveer 4,5 km. De vallei is waarschijnlijk ontstaan door geologische activiteit. Dit kan ook worden afgeleid uit breukstructuren, die de canyon doorsnijden en op afstanden tussen de 50 en 100 km van elkaar liggen.
In januari 1979 zijn er enkele problemen geweest met het meetinstrument, de zogenaamde Surface Radar Altimeter: er werden minder pulsen naar het Venusoppervlak gestuurd, dan gepland waren. De nauwkeurigheid van de hoogtemetingen nam daardoor nogal af. De oorzaak was waarschijnlijk dat óf de temperatuur óf de ladingsopbouw van het instrument niet goed was. Het apparaat werd daarop uitgeschakeld tot 20 januari 1979. Na wat experimenteren werd op 14 februari 1979 de vereiste nauwkeurigheid weer bereikt.



Een voorbeeld van een hoogtekaart, zoals die met het radarexperiment aan boord van de Orbiter kan worden gemaakt.

Om een idee te krijgen van de nauwkeurigheid die met de metingen verkregen is hebben we een hoogtekaart afgedrukt, die met de Orbiter werd verkregen. De nauwkeurigheid van deze gegevens is veel beter dan met aardse metingen kan worden bereikt. Dit is ook wel logisch, immers de radar hoogtemeter verricht metingen op slechts enkele honderden kilometers boven het Venusoppervlak. De signalen die met grote radiotelescopen vanaf de aarde naar de planeet Venus worden verstuurd moeten tweemaal een afstand van 42 miljoen kilometer afleggen.

Water op Venus ?

De theorieën die het ontstaan van Venus verklaren, zijn vrijwel allemaal identiek aan de theorieën, die het ontstaan van de aarde verklaren. Er werd dan ook verwacht, dat men water op Venus zou aantreffen. Door de hoge oppervlakte-temperatuur zal het grootste gedeelte van dit water echter verdampt zijn.
De waterdamp in de atmosfeer zal onder invloed van zonnestraling ontleed zijn in waterstof en zuurstof. Waterstof is zo licht, dat het zonder moeite aan de gravitatiekracht van de planeet kan ontsnappen. Als we er van uitgaan dat 4,5 miljard jaar geleden het zonnestelsel is ontstaan zouden we verwachten dat we nauwelijks waterdamp kunnen waarnemen, maar wel een overmaat van de overgebleven vrije zuurstofdeeltjes. De metingen van de Pioneer Venus en eerdere (Russische) Venusvluchten laten zien, dat de atmosfeer voor 0,1 tot 0,4 procent uit waterdamp bestaat. Het aantal vrije zuurstofdeeltjes is evenwel slechts 60 deeltjes op een miljoen. De vraag is dan ook, waar de zuurstof gebleven is.
Er zijn een aantal mogelijke verklaringen:
1. De vrije zuurstof is opgenomen in rotsen.

2. Het ontstaan van Venus ging op een andere manier, dan bij de aarde het geval was, d.w.z. er is op Venus niet zoveel water gevormd als op de aarde.

3. De vrije zuurstof is opgenomen, waaardoor allerlei zuurstofverbindingen zijn ontstaan.

4. Er is nog een grote hoeveelheid water ónder het Venusoppervlak te vinden.

Van al deze mogelijkheden, vinden de deskundigen mogelijkheid 1 de meest waarschijnlijke.

De Venusatmosfeer

Omdat dit artikel maar een deel van de waarnemingen van de Russische en Amerikaanse ruimtevluchten en de interpretatie ervan kan behandelen, wordt in bijgaande tabel een schematische dwarsdoorsnede van de Venusatmosfeer gegeven. In de loop van het

artikel zullen we op een aantal van de gevonden verschijnselen dieper ingaan. Ook komen enkele waarnemingen aan de orde, die niet in de tabel zijn weergegeven.

De Venus-atmosfeer

hoogte in km	bijzonderheden	temperatuur in °C	samenstelling
7000	schokgolf met de zonnewind	1.000.000	
800	turbulent gebied	2000 - 4200	
400	top van de ionosfeer; magnetische structuren		CO_2, O, CO, N_2, He, H_2O, Ar; 90% O; 10% H^+; He^+; 80_2^+, O_2^+, CO_2^+; C^+, He^{++}, O^{2+}, N_2^+; H^+, H^{2+}; (ON, Fe, Mg^+)
250		27	
200	begin van de ionosfeer	-36	
150	top van de turbopauze; druk van 0,001 atm	-93	
125	begin van de turbopauze		
90	top van de stratosfeer		
70	begin van de stratosfeer		
62,5	bovenste wolkenlaag; druk van 0,5 atm; geelachtige zwavelwolken; + 6 km horizontaal zicht;	20	SO, H_2O, H_2SO_4, S; zwavel verbindingen
58	deeltjesgrootte 0,7 - 4 um		
56	middelste (dunste) wolkenlaag; druk van 1 - 1,3 atm; + 12 km horizontaal zicht	89	
51	deeltjesgrootte 0,7 - 32 um		
51	onderste (dikste) wolkenlaag; + 2 km horizontaal zicht,	202	
49	deeltjesgrootte 0,7 - 35 um		
48	dunne mistlaag; evenveel geel licht als op een heldere dag op aarde;	310	90% CO_2; 0_2 - 0_4 % O_2; 0,025 % He; 0,024 % 80_2; 0,0006 - 0,02% Ne; 0,00 - 0,02 % Ar; 0,00 % O; % N
32	deeltjesgrootte 0,1 - 0,2 um		
20	licht wordt roder; bliksemontladingen + 12 km horizontaal zicht	380	
10	rood licht; bliksemontladingen; + 12 km horizontaal zicht; + 7 km verticaal zicht	410	
0	oppervlak, rood licht; druk van 90,5 atm; + 3 km zicht; donker hoorbaar	453 - 457 (?7) 446 (?11/12)	

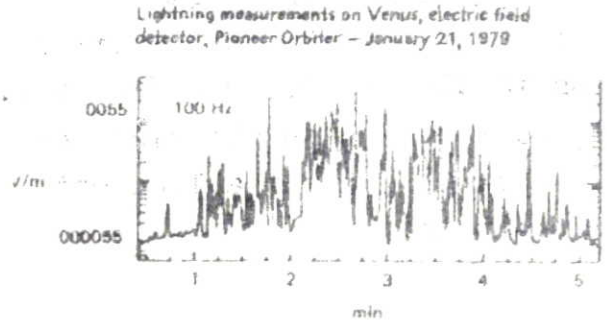
Het broeikas effect

Zoals we in eerdere artikelen al hebben gezien, is de temperatuur op het Venusoppervlak veel hoger dan op aarde. Hoewel de wetenschappers wel een idee hadden over de oorzaak van dit verschijnsel, konden hun theorieën, die uitgingen van het zg. broeikaseffect niet met bewijzen worden gestaafd. De waarnemingen

van de Pioneer Venus 1 en 2 geven echter het bewijs.
Onder het broeikaseffect wordt het volgende verstaan: Venus wordt door de zon verwarmd. Aangezien de temperatuur dan zal stijgen, zal de planeet Venus meer 'warmtestraling' uitzenden. Door de samenstelling van de atmosfeer kan deze warmtestraling echter niet ontsnappen en krijgt Venus geen gelegenheid om 's nachts af te koelen. De gevonden oppervlaktetemperatuur van Venus (boven de 400 graden Celsius) is echter te hoog om te verklaren met de oude theorie. Men wist toen alleen dat de atmosfeer van Venus voor het grootste deel uit kooldioxide bestond, wat inderdaad een groot deel, maar niet genoeg van de warmtestraling kan absorberen. Met de nieuwe waarnemingen heeft men het volgende beeld: van het op Venus invallende zonlicht wordt ongeveer 75% gereflecteerd door het wolkendek en de dichte atmosfeer. Zodoende komt 25% van het opvallende zonlicht de dampkring van Venus binnen. Beschouwen we dit gedeelte dan wordt daarvan 60% in de wolken geabsorbeerd, 15% in de atmosfeer boven de wolken, 15% in de lagere atmosfeer en 10% door het Venusoppervlak. De warmtestraling, die voor het belangrijkste deel bestaat uit infrarode straling, wordt tegengehouden door de kooldioxide in de atmosfeer, de kleine hoeveelheid van 0,1 tot 0,4 % waterdamp in de atmosfeer en door grote vaste en vloeibare zwaveldeeltjes in de wolken van Venus.

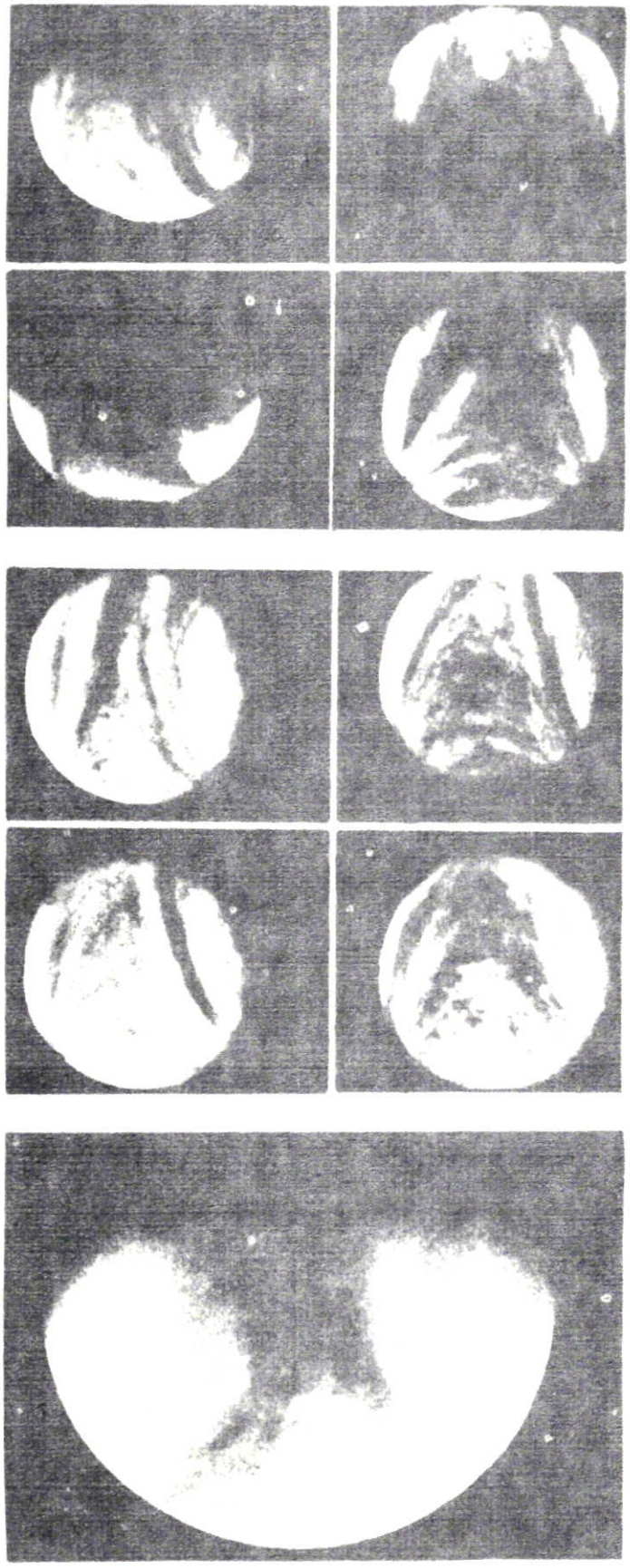
Het wolkendek

Het wolkendek van Venus vindt men pas op 49 km hoogte en hoger. Daaronder vindt men een vrij dunne mistlaag, waarin door de Venera ruimtevaartuigen bliksemontladingen zijn gesignaleerd; ongeveer 35 per seconde. Met het blote oog zouden dergelijke ontladingen niet gescheiden kunnen worden gezien.



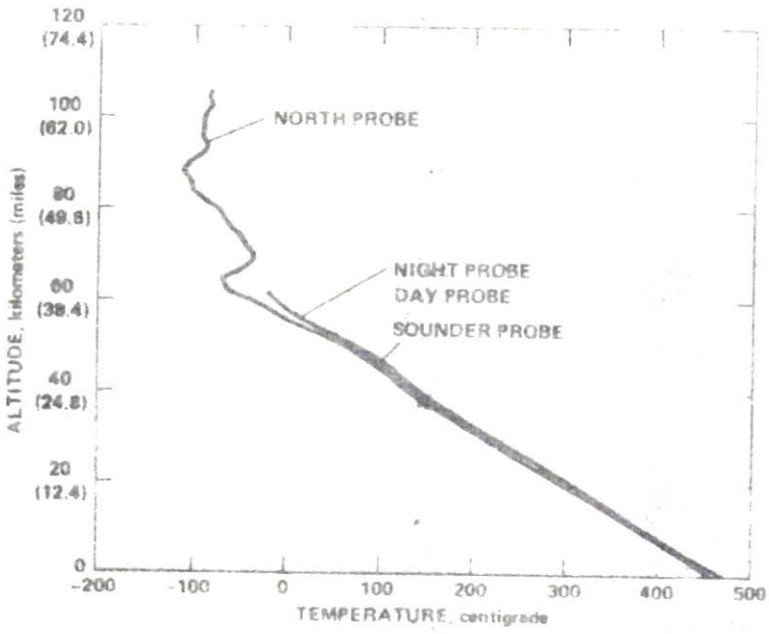
Met de Pioneer Venus Orbiter werden ook bliksemontladingen waargenomen in het laagste deel van de atmosfeer van Venus.

De mistlaag bestaat voornamelijk uit kleine deeltjes van 0,1 tot 0,2 micrometer. Deze deltjes zijn waarschijnlijk samengesteld uit zwavelverbindingen. De deeltjesdichtheid is ongeveer 20 deeltjes per kubieke centimeter bovenin de laag en onderin ongeveer 2 deeltjes per kubieke centimeter. In het wolkendek kan men drie lagen onderscheiden. In de onderste laag is de temperatuur het hoogste: 202 graden Celsius. Tevens is deze laag de dikste van de drie en lijkt hij het meest e op het wolkendek zoals we dat op aarde kennen. De samenstelling is echter geheel anders dan de aardse wolkenlagen: men vindt voornamelijk vele grote (tien tot vijftien micron) deeltjes die bestaan uit zowel vast als vloeibaar zwavel en een kleiner aantal deeltjes van één tot twee micron diameter, die waarschijnlijk bestaan uit zwavelzuur. De dichtheid is ongeveer 400 deeltjes per kubieke centimeter.
Op een hoogte tussen 51 en 56 km boven het Venus oppervlak vindt men de tweede wolkenlaag. Deze laag is aanzienlijk dunner dan de onderste, en de dichtheid is hier maar ongeveer honderd deeltjes per kubieke centimeter. De deeltjes die in deze laag te vinden zijn, bevatten veel zwavel: deeltjes van één à twee micron grootte bestaan uit zwavelzuur, vier micron deeltjes uit een vloeibare zwavelverbinding en deeltjes van tien tot vijftien micron grootte uit vaste zwavel. De temperatuur in de laag is aanzienlijk lager dan de temperatuur van de wolkenlaag eronder.
De bovenste wolkenlaag ligt tussen 58 en 62,5 km hoogte. De deeltjes in deze laag, ongeveer driehonderd per kubieke centimeter, zijn ongeveer één micron groot en bestaan voor het grootste deel uit zwavelzuur.
Vandaar, dat deze wolkenlaag er geel uit ziet. In deze laag komt geen elementair zwavel voor. Elementair zwavel heeft de eigenschap, dat het ultraviolet licht absorbeert. De donkere plekken, die te zien zijn op ultravioletopnamen van Venus (gemaakt met behulp van de Mariner 10), zijn toe te schrijven aan de absorptie door elementair zwavel en zijn afkomstig uit de tweede wolkenlaag.
De bovenste wolkenlaag lijkt wat op smog: de zon is als niet meer dan een heldere cirkel aan de hemel te zien, men kan alleen wat diffuus zonlicht door de wolken zien dringen.



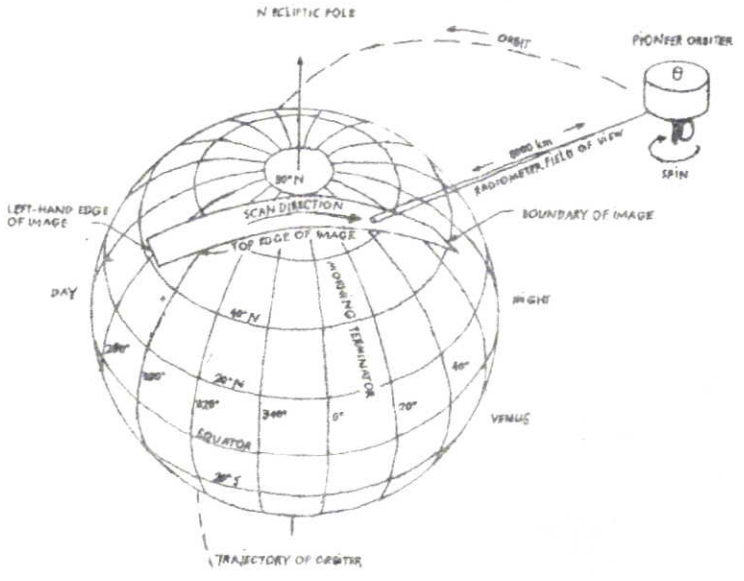
Op de meeste foto's zijn duidelijk de polen te herkennen. Daarnaast zijn op een aantal foto's Y- en C-vormige structuren waar te nemen. Dergelijke structuren ontstaan door de absorbtie van ultraviolet licht door zwavelverbindingen.
De korrelachtige structuur van de wolken duidt op convectievelden.
(NASA)

De opnamen die de Pioneer Orbiter heeft gemaakt van de wolkenlaag duiden erop, dat de wolken nabij de polen dikker zijn dan toen de Mariner 10 opnamen maakte van het Venus wolkendek. Men heeft nog maar een vaag idee van de processen die in de wolken plaatsvinden. Waarschijnlijk zakken druppels zwavelzuur en grote zwaveldeeltjes, die zowel in vaste als in vloeibare vorm voorkomen, door hun massa naar lagere (hetere) lagen in de atmosfeer. De temperatuur wordt daar zo hoog, dat de druppels verdampen en de bestanddelen (water, zwaveldioxide, zuurstof en andere zwavelverbindingen) de hogere luchtlagen weer binnengaan. Daar vindt dan het omgekeerde proces plaats: de damp wordt, waarschijnlijk onder invloed van het ultraviolette zonlicht, weer omgevormd tot zwavelzuur en zwavel.
Van veel belang is het circulatiepatroon van de wolken op Venus. Hiervan is nog lang niet alles bekend. We kunnen echter wel al een simpel beeld van de waarnemingen weergeven. Er wordt verwacht, dat in de (nabije) toekomst veel meer eigenschappen van de Venusatmosfeer bekend zullen worden, omdat nog lang niet alle gegevens verkregen door de Pioneer Venus en de Venera ruimtevaartuigen bekend zijn. Daarna zullen zonder twijfel betere theorieën ontwikkeld worden, om het verschijnsel 'weer' op Venus te verklaren.

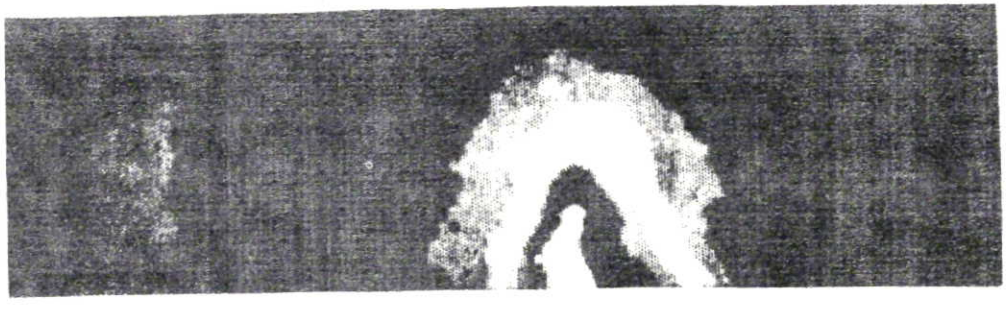


Temperatuurmetingen van de diverse sondes, die de Venusatmosfeer zijn binnengeschoten leveren het bewijs, dat het warmtecirculatieproces op Venus effectief werkt. De temperatuur aan de dag- en de nachtkant van Venus is ongeveer gelijk.

Men heeft gevonden dat de toppen van de wolken op ongeveer dezelfde hoogten liggen op de dag- en de nachtzijde van de planeet. Daaruit kan men concluderen dat zowel de temperatuur als de druk in een bepaalde atmosferische laag over de hele planeet ongeveer gelijk is. De conclusie, die men daaruit weer kan trekken, is dat door circulatie de warmte zeer efficiënt wordt verspreid over het hele oppervlak van de planeet en niet alleen aan de kant waar de zon de planeet verwarmt.
Met behulp van de infrarood radiometer van de Pioneer Venus Orbiter ontdekte men een gebied natij de polen van ongeveer 1100 km breed waar nauwelijks wolken voorkomen. Dit gat in het wolkendek wordt momenteel verklaard door aan te nemen, dat op die plaats een sterke naar beneden gerichte stroming in de atmosfeer bestaat. De wolken komen op lagere hoogt en 'verdampen' daar.



Met het infraroodinstrument aan boord van de Orbiter heeft men aangetoond dat er nabij de polen een gebied van ongeveer 1100 km in diameter is, waar de temperatuur veel hoger is. Daar kijkt men dus in een lager deel van de atmosfeer: een gat in het wolkendek van Venus.



Daaromheen vindt men een polaire depressie, die ongeveer 3000 km in diameter is. Dit gebied ligt ongeveer 15 km lager dan de wolkenlaag die men op lagere breedtegraden vindt. Globaal kan men dit verklaren doordat, evenals op de aarde, de gebieden nabij de evenaar meer door de zon worden verhit dan gebieden op hogere breedtegraden. Warmte stroomt van gebieden met hoge temperatuur naar gebieden met lagere temperatuur, zodat er een warmtestroom van de evenaar naar de polen plaatsvindt. Dit proces vindt volgens dr. Seiff van het Ames Research Center plaats in het lagere deel van de atmosfeer, op ongeveer 60 km hoogte. Op grotere hoogten in de Venus atmosfeer, de stratosfeer, werd waargenomen, dat de temperatuur bij de polen hoger is dan bij de evenaar. Daar vindt men warmtestroom van polen naar evenaar.
Samengevat kan dr. Seiff het circulatiepatroon in de atmosfeer van Venus verklaren door aan te nemen dat er twee zogenaamde circulatiecellen bestaan. De ene cel, die men in het lagere deel van de atmosfeer vindt, heeft een warmtestroom van evenaar naar pool, terwijl de tweede cel, in de stratosfeer van Venus, de warmte van pool naar evenaar doet stromen. De naar beneden gerichte stroming, gebruikt om het gat in het wolkendek te verklaren, vindt plaats in het lagere deel van de atmosfeer.



Naar aanleiding van commentaren van wetenschapsmensen werd deze 'artist impression' van de grootste vallei in het zonnestelsel gemaakt. De breuken zijn duidelijk te herkennen. Ze liggen loodrecht op de vallei. (NASA)

Ontstaan van het zonnestelsel

Zowel de Pioneer Venus als de Venera sondes hebben gegevens verzameld waarmee theorieën, die het ontstaan van het zonnestelsel proberen te verklaren kunnen worden getoetst.
Hoe het zonnestelsel is ontstaan kan verklaard worden met een groot aantal theorieën. De meeste gaan ervan uit dat de zon en de planeten zijn ontstaan uit één grote gaswolk, die ging samentrekken. De belangrijkste consequenties van deze theorieën zijn dat de zon en de planeten ongeveer tegelijkertijd gevormd zijn en, omdat ze uit dezelfde wolk zijn ontstaan, ook dezelfde bestanddelen bezitten.
Om de verschillen tussen de diverse planeten te kunnen verklaren, wordt aangenomen, dat de zon de lichtste elementen (zoals waterstof, helium, argon en neon) door getijdenwerking heeft 'opgeslokt' of door een sterke wind heeft 'weggeveegd'. Daardoor zijn de binnenste planeten (Mercurius, Venus, Aarde en Mars) opgebouwd uit zwaardere elementen (rotsachtig), terwijl de buitenste planeten (bv. Jupiter, Saturnus en Uranus) voor het grootste deel bestaan uit lichte elementen.
Nemen we aan dat de edelgassen (zoals helium, neon, argon, krypton, xenon) nauwelijks gereageerd hebben met andere stoffen in de atmosfeer, dan kunnen we uit de huidige concentratei van deze elementen conclusies trekken over de omstandigheden in de tijd, dat het zonnestelsel werd gevormd.
De Pioneer Venus en Venera sondes hebben gevonden, dat de concentratie van argon (Ar 36) op Venus ongeveer 300 maal groter is dan op aarde. Eerder werd met de Viking ruimtevaartuigen gevonden, dat de concentratie van edelgassen in de atmosfeer van Mars lager is dan op aarde. Om deze resultaten in de theorie van de oorsprong van het zonnestelsel te verwerken moet men het temperatuurverloop binnen de oerwolk voorspellen. Tot nu toe nam men steeds aan, dat in het centrum van die wolk (waar de zon gevormd werd) een veel hogere temperatuur heerste dan aan de buitenkant. Hiermee is echter nauwelijks mogelijk om de gevonden concentratie van edelgassen te verklaren. Daarom neemt men nu aan dat het temperatuurverloop binnen de gaswolk, waaruit zon en planeten zijn

ontstaan, veel gelijkmatiger was. Door gravitatiekrachten kunnen dan stofdeeltjes in het centrum van de wolk terechtkomen. Stofdeeltjes hebben de eigenschap dat ze vluchtige elementen zoals helium, neon en argon kunnen absorberen. De mate van absorptie is temperatuurafhankelijk. De temperatuur die binnen de oerwolk heerste is nauwelijks bekend, terwijl men wel een idee heeft van het aantal stofdeeltjes dat door gravitatie naar het centrum van de wolk werd getrokken. Aldus leveren de metingen van de edelgasconcentraties aanwijzingen die leiden tot een beter begrip van de omstandigheden waarin de zon en de planeten ontstonden.

Epiloog

We hebben hier slechts de belangrijkste en meest interessante resultaten van de onderzoekingen van de Pioneer Venus sondes en de Venera ruimtevoertuigen opgesomd.
Het feitelijke aantal nieuwe ontdekkingen is veel groter en zal na nadere analyse waarschijnlijk nog wel aanzienlijk worden uitgebreid.
Ook zullen de radarbeelden nog vele nieuwe verschijnselen van het Venusoppervlak onthullen.

(NASA/AWST)

Willem van Dijk
Ger Peerboom

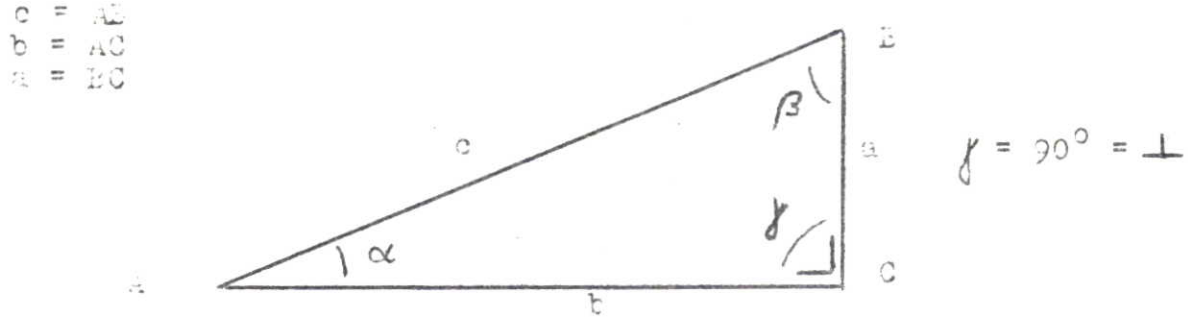
(Dit artikel werd eerder gepubliceerd in Spacevieuw, november 1979, jaargang 10 nr. 5)

E=m.c²

eenvoudige Mathematische Calculaties

AFSTANDSMETINGEN 1.

Om bepaalde afstanden en lengtes te meten heeft de mens allerlei gereedschappen en methodes gezocht zodat men tot een resultaat zou komen. Deze afstandsbepaling is nu vooral belangrijk in de astronomie. Hier heeft men dan ook verschillende methodes gevonden om afstanden in het heelal te meten. In de eerste plaats werd bij het zoeken naar deze methodes altijd de landmeetkunde in het oog gehouden, maar al spoedig moesten andere methodes van pas komen. (in het heelal kan men immers niet met een schuifmaat of theodoliet te werk gaan) Ze zullen hierop in de volgende drie rubrieken van " E=m.c² " verder ingaan. In deze eerste aflevering zal ik enkele goniometrische (hoekmeetkundige) begrippen en dergelijke, die van noodzaak zijn voor het begrijpen van de volgende stof. In de volgende twee afleveringen zal ik een inleiding geven op de afstandsmeting in het heelal, en details over afstandsmetingen van de zon en de planeten, de sterren en de sterrenstelsels. We zullen ons nu eerst eens verdiepen in wat goniometrische basisprincipes.
Hieronder is een willekeurige driehoek afgebeeld, echter met een hoek van 90° of zoals men zegt een zijde van de driehoek staat loodrecht op een tweede zijde van die driehoek. Men noemt zo'n driehoek dan ook een rechthoekige driehoek (met een rechte hoek)..



Deze hoek (γ) wordt symbolisch als een hoek van 90° aangeduid in de tekening met ⊥, verderop in tekst en formules wordt ook nog het

teken $\perp$ gebruikt, dat het zelfde betekend als het voorgaande echter ook kan betekenen dat er twee lijnen (dus niet perce lijden) loodrecht op elkaar staan. De beide andere hoeken noemt men nu α en β. Tevens is bij elk hoekpunt van de driehoek een letten geplaatst die overeenkomt met de symbolisering van de hoek (a voor α). de drie hoekpunten heten dan ook a,b, en c (hoofdlettens). De zijden van de driehoek zelf worden aangegeven met kleine letters, waarbij de overeenkomstige letters tegenover elkaar staan, d.w.z. tegenover punt a, dus hoek α ligt de zijde a. De drie zijden heten achtereenvolgens a, b en c. Voor deze driehoek (ook in het algemeen) gelden nu enkele regels en afspraken.

De som van de afzonderlijke hoeken is altijd 180°:

$$\alpha + \beta + \gamma = 180^\circ$$

Omdat geldt dat $\gamma = 90^\circ$ geldt ook dat :

$$\alpha + \beta = 90^\circ$$

De boogsinus (of kortweg sinus) van de hoek van een rechthoekige driehoek is gelijk aan het breukdeel dat ontstaat door de lente van de overstaande zijde te delen door de lengte van de schuine zijde. Deze laatste is de zijde die staat tegenover de hoek van 90°, dus tegenover hoek (zijde c) in formulevorm geldt nu voor hoek α:

$$\sin \alpha = \frac{a}{c}$$

voor hoek β: $\sin \beta = \frac{b}{c}$

voor hoek γ: $\sin \gamma = \frac{a}{c}$ $\sin \gamma = \sin 90^\circ = 1$ (zie t bel)

Een eenvoedig voorbeeld laat zien dat dit klopt. Neemt men bijv. de sinus van 90° dan vindt men hiervoor via een sinustabel of

via een rekenmachine de waarde 1, vult men nu in de bijbehorende formules iets in, maakt niet uit wat, dan vindt men deze 1 terug immers $\frac{c}{c} = 1$ (als c niet gelijk is aan 0). Behalve de hoogtelijn is er ook nog een zwaartelijn of deelweg cosinus en een tangens (en nog drie andere onbelangrijke boogvormen)
De cosinus van een hoek is de lengte van de aanliggende rechthoekzijde gedeeld door de lengte van de schuine zijde (aanliggende is niet de overstaande en niet de schuine). In formulevorm:

$$\cos = \frac{b}{c}$$

$$\cos = \frac{a}{c}$$

$$\cos = \frac{y}{c} \quad \cos = \cos 90^\circ = 0 \text{ (zie tabel)}$$

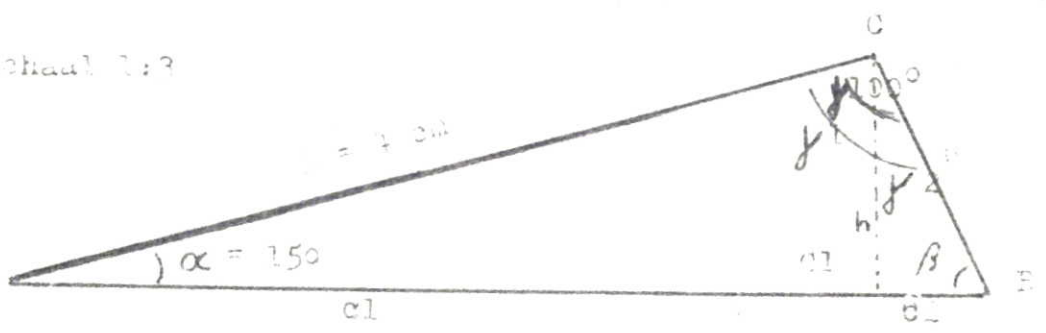
De tangens van een hoek is de lengte van de overstaande zijde gedeeld door die van de aanliggende rechthoekzijde, of wiskundig uitgewerkt de breuk die ontstaat door de sinus van beide hoeken te delen door de cosinus van die hoek. In formulevorm:

$$\tan = \frac{a}{c}$$

$$\tan = \frac{b}{a}$$

$$\tan = \frac{c}{y} \quad \tan = 90^\circ$$

tan $= 90^\circ$ is niet gedefinieerd men zegt ook wel: deze bestaat niet of is oneindig groot. (zie tabel of rekenmachine) = oneindig
We zullen nu samen, U met rekenbrein en ik met mijn bescheiden geheugencapaciteit, gaan rekenen met deze gegeven theorie en formules.
Stel men heeft de onderstaande driehoek gegeven:



schaal 1:3

Men ziet dat dit geen rechthoekige driehoek is, er is geen hoek van 90^0 aanwezig. Om toch de behandelde theorie, die geldt voor een rechthoekige driehoek, te kunnen gebruiken past men een kleine truuk toe, men trekt vanuit een hoekpunt een lijn loodrecht op de overstaande zijde, hier vanuit C en zijde c. Men heeft nu de driehoek gedeeld in twee rechthoekige driehoeken. De gedeelde hoek wordt verdeelt in γ_1 en γ_2 waarbij geldt $\gamma = \gamma_1 + \gamma_2$.
Het punt op zijde c waarop de deellijn geplaatst is noet Cl.
De lengte van de deellijn van C naar Cl noemt men h, de hoogtelijn.
De gedeelde lijn c wordt verdeelt in c1 en c2 waarbij geldt
$c = c1 + c_2$.
De beide nieuwe driehoeken zijn:
1) Driehoek 1 Cl C met zijde b,h en c1 en hoek α en γ_1 en hoek 90^0
2) Driehoek 2 Cl C met zijde a,h,en c2 en hoek β en γ_2 en hoek 90^0

Met slecht drie gegevens kun men nu alle waarden van de driehoek uitrekenen, als men tenminste rekening houd met de omkeerbaarheid van de formules en de inverse bewerkingen. In de onderstaande voorbeelden worden deze twee dingen even duidelijk gemaakt.

a. $\sin\gamma = \frac{h}{c}$ (x c) b. $\sin\gamma = \frac{a \cdot f}{}$ c. $\sin\alpha = a$

$\sin\alpha = \frac{h}{c}$ $(x \frac{c}{\sin\alpha})$ $\frac{c \cdot \sin\alpha}{\sin\alpha} = \frac{a \cdot \gamma}{\sin\alpha \cdot \gamma}$ $c = \frac{a}{\sin\alpha}$

$$\gamma = \gamma_1 + \gamma_2$$

$$\gamma_1 = \gamma - \gamma_2$$

$$\gamma_2 = \gamma - \gamma_1$$

Zoals men ziet kan men formules anders formuleren door ze met een of meer termen uit die formule aan twee kanten van het is-gelijk-teken te vermenigvuldigen of te delen en hierna de overeenkomstige termen boven en onder de streep (deelstreep) of links en rechts van het = teken weg te strepen. Dit noemt men omkeerbaarheid. Met inverse bewerking wordt bedoeld die bewerking die men moet uitvoeren met een zelfde getalfactor om het begin getal weer terug te krijgen. Is een getal als 12 gedeelt door 2, 10 terug krijgen door de uitkomst 6 met de getalfactor te vermenigvuldigen. Delen en

vermenigvuldigen zijn dus inverse bewerkingen. Ook optellen en aftrekken, kwadrateren en worteltrekken zijn inverse bewerkingen. In de bovenstaande uitleg over omkeerbaarheid van formules wordt gesproken over vermenigvuldigen en delen, dit is omdat deze bewerkingen in de formule voorkomen. In het algemeen kan men echter elke twee inverse bewerkingen hiervoor invullen.
Voor de onderste formule is de omkeerbaarheid dus te beredeneren door in de tekst van de omkeerbaarheid niet delen en vermenigvuldigen in te vullen en te lezen, maar optellen en aftrekken ($\gamma = \gamma 1 + \gamma 2$
Normaal makkt men via de sinusbewerking van een hoek een getal. ($\sin 90^\circ = 1$) Met de inverse sinus bewerking echter maakt men van een verhouding, breuk of gewoonweg een getal, een hoek. Deze inverse sinus bewerking duid men meestal aan met inv sinus of $\sin^{-1}$ (inv sin 1 = 90°)
In de tabel zoekt men nu niet de hoek op maar het getal zodat men de hoek als uitkomst vindt. Het getal in een tabel is meestal afgerond op twee of vier decimale zodat U dat ook moet doen. U zoekt in de tabel dus een benadering van Uw getal. Probeer nu zelf eens alle gegevens (h, c1, γ1, c2, γ2, β a, c,) van deze driehoek uit te rekenen als gegeven is dat $\alpha = 15^\circ$, b = 4 cm. en $\gamma = 100^\circ$.
De volgende keer zullen we de dan nu geleerde stellingen enz. gaan toepassen op de afstandsmetingen in het heelal.

Opm. meet op de tek. (schaal 1:3) de waarde die je berekend hebt en vergelijk beiden. Succes.

Literatuur: Sesam Atlas van de astronomie
Spectrum encyclopedie, afdeling afstandsbepaling.

Wim Heuts.

WAARNEMINGSKALENDER MEI 1980

Algemene Kalender

010580 Vanavond bevinden de vier heldere Jupitermanen zich alle ten oosten van de planeet.
0405 6h Mars in conjunctie met Jupiter. Mars staat op $0^{\circ}49'$ ten noorden van Jupiter. Omdat het tweetal dan nog onder de horizon staat is deze samenstand niet te zien; kijk 's avonds op 3 en 4 mei.
0605 1h36m Helderheidsminimum van Algol.
0705 22h Planetoide 14 Irene (m_{foto}=9,0) staat op $0^{\circ}07'$ ten zuiden van een ster in de Weegschaal (R.K. $15^{h}31,7^{m}$ en decl. $-09^{\circ}01'$). De fotografische magnitudenvan de ster is 5,1
0805 5h Planetoide 14 Irene staat nu $0^{\circ}45'$ ten noorden van 37 Lib. (R.K. $15^{h}31,4^{m}$ en decl. $9^{\circ}12'$)
0705 Laatste kwartier om 18h51m.
1205 Maan in perigeum om 13h, op een afstand van 362.197 km van de aarde.
1205 23h50m Een conjunctie tussen Io en Callisto. Toevallig verdwijnt dan ook Callisto in de schaduwkegel van Jupiter!
1405 Nieuwe maan om 12h00m.
1405 5h. Uranus in oppositie met de zon en is dus de hele nacht zichtbaar. De magnitude is +5,8
1505 14h Uranus staat op $4^{\circ}25'$ ten noorden van de ster BD-18° 4061 (magn. +7,6).
1705 4h De maan in conjunctie met Venus, op 8° ten zuiden van de heldere planeet.
2105 17h De maan is in conjunctie met Regulus.
2105 19h16m Eerste kwartier.
2105 20h De maan in conjunctie met Jupiter, een prachtige samenstand aan de avondhemel.
2205 6h Na de samenstand met Regulus en Jupiter is nu Mars aan de beurt. Echter op dat moment bevinden Maan en Mars zich nog onder de horizon; elders in de wereld ziet men een bedekking.
2305 10h De maan in conjunctie met Saturnus.
2405 11h Apogeum, afstand 404.831 km.
2605 Om 5h staat 14 Irene $0^{\circ}19'$ ten zuiden van β Lib., een ster van fotogr. magn. 2,7 (R.K. $15^{h}14,3^{m}$ en decl. $-9^{\circ}12'$).
2705 De vier heldere Jupitermanen staan vanavond allen ten westen van de planeet.

ZON

datum	opk.	kulm.	ond.	R.K.	decl.	sterrentijd
010580	4h15m	11h31m22s	18h47m	$2^{h}33^{m}23^{s}$	$+15^{\circ}03'22''$	14h36m17,8s
0605	4 06	11 30 52	18 55	2 52 36	+16 30 57	14 56 00,5
1105	3 58	11 30 37	19 02	3 12 03	+17 51 42	15 15 43,3
1605	3 51	11 30 35	19 10	3 31 44	+19 04 59	15 35 26,1
2105	3 44	11 30 47	19 17	3 51 39	+20 10 12	15 55 08,8
2605	3 38	11 31 13	19 23	4 11 48	+21 06 47	16 14 51,6
3105	3 34	11 31 51	19 29	4 32 08	+21 54 15	16 34 34,4

MAAN

datum	opk.	kulm.	ond.	R.K.	decl.
010580	19h10m	0h09m31s	5h05m	$15^{h}09^{m}39^{s}$	$-12^{\circ}32'28''$
0605	23 49	4 13 25	8 33	19 33 57	-18 52 50
1105	2 41	8 31 07	14 20	0 12 03	- 1 58 20
1605	5 24	12 57 49	20 31	4 59 12	+17 59 48
2105	10 00	17 11 59	0 27	9 33 47	+14 12 03
2605	15 02	20 40 39	2 23	13 22 44	- 4 10 12
3105	20 07	0 31 15	4 50	17 29 43	-18 53 22

datum	lun.	fase en tijd
070580	709	Laatste kwartier om 18h51m.
1405	710	Nieuwe maan om 12h00m.
2105	710	Eerste kwartier om 19h16m.
2905	710	Volle maan om 21h28m.

Mercurius

datum	opk.	kulm.	ond.	R.K.	decl.	magn.
010580	3h58m	10h41m43s	17h24m	$1^h43^m36^s$	$+8^o48'12''$	-0,8
0605	3 54	10 58 43	18 02	2 20 22	+12 49 13	-1,2
1105	3 53	11 19 20	18 45	3 00 44	+16 47 51	-1,7
1605	3 55	11 43 04	19 30	3 44 15	+20 23 07	-1,8
2105	4 02	12 08 13	20 14	4 29 11	+23 10 54	-1,4
2605	4 14	12 32 10	20 50	5 12 55	+24 55 18	-0,9
3105	4 29	12 52 37	21 15	5 53 07	+25 35 33	-0,4

Mercurius is op 13 mei om 9h in bovenconjunctie met de zon.

Venus

datum	opk.	kulm.	ond.	R.K.	decl.	magn.
010580	5h49m	14h27m54s	23h06m	$5^h30^m24^s$	$+27^o34'18''$	-4,2
0605	5 43	14 22 24	23 02	5 44 36	+27 40 48	-4,2
1105	5 35	14 14 28	22 53	5 56 21	+27 36 06	-4,2
1605	5 26	14 03 32	22 40	6 05 06	+27 20 57	-4,2
2105	5 15	13 49 04	22 22	6 10 19	+26 55 55	-4,1
2605	5 01	13 30 31	21 59	6 11 25	+26 20 54	-4,0
3105	4 44	13 07 32	21 30	6 08 05	+25 35 16	-3,8

Venus is goed zichtbaar als helder sterretje in het westen. Met een verrekijker of een kleine telescoop is de planeet al als een sikkel te zien.

Mars

datum	opk.	kulm.	ond.	R.K.	decl.	magn.
010580	11h56m	19h04m60s	2h17m	$10^h08^m15^s$	$+13^o43'18''$	+0,4
0605	11 45	18 50 16	1 59	10 13 12	+13 05 24	+0,4
1105	11 34	18 36 13	1 41	10 18 49	+12 23 49	+0,5
1605	11 25	18 22 45	1 24	10 25 02	+11 38 47	+0,6
2105	11 16	18 09 50	1 07	10 31 47	+10 50 30	+0,7
2605	11 08	17 57 23	0 50	10 39 01	+ 9 59 12	+0,8
3105	11 01	17 45 23	0 33	10 46 41	+ 9 05 05	+0,8

Mars staat nog steeds in de Leeuw, dichtbij Jupiter en Regulus.

Jupiter

datum	opk.	kulm.	ond.	R.K.	decl.	magn.
010580	12h05m	19h07m55s	2h14m	$10^h11^m11^s$	$+12^o31'30''$	-1,8
0605	11 46	18 48 38	1 54	10 11 34	+12 28 26	-1,8
1105	11 28	18 29 40	1 35	10 12 15	+12 23 46	-1,7
1605	11 10	18 10 58	1 16	10 13 13	+12 17 34	-1,7
2105	10 52	17 52 31	0 56	10 14 26	+12 09 52	-1,7
2605	10 34	17 34 20	0 37	10 15 55	+12 00 45	-1,6
3105	10 17	17 16 25	0 19	10 17 39	+11 50 14	-1,6

Op 4 mei vindt er een conjunctie plaats met Mars; het tweetal staat dan $0^o49'$ van elkaar af. Op 21 mei is er een mooie samenstand met de maan.

Saturnus

datum	opk.	kulm.	ond.	R.K.	decl.	magn.
010580	13h57m	20h25m39s	2h57m	$11^h29^m08^s$	$+5^o54'00''$	+1,0
0605	13 37	20 05 23	2 37	11 28 31	+ 5 57 02	+1,1
1105	13 16	19 45 16	2 17	11 28 03	+ 5 59 03	+1,1
1605	12 56	19 25 18	1 57	11 27 45	+ 6 00 03	+1,1
2105	12 36	19 05 29	1 38	11 27 36	+ 5 59 59	+1,1
2605	12 17	18 45 50	1 18	11 27 36	+ 5 58 54	+1,2
3105	11 57	18 26 21	0 58	11 27 46	+ 5 56 47	+1,2

Saturnus is ongeveer even helder als Regulus en staat in de Leeuw. Op 23 mei om 7h is de planeet stationair.

Titan en Japetus zijn deze maand waarneembaar.

Uranus

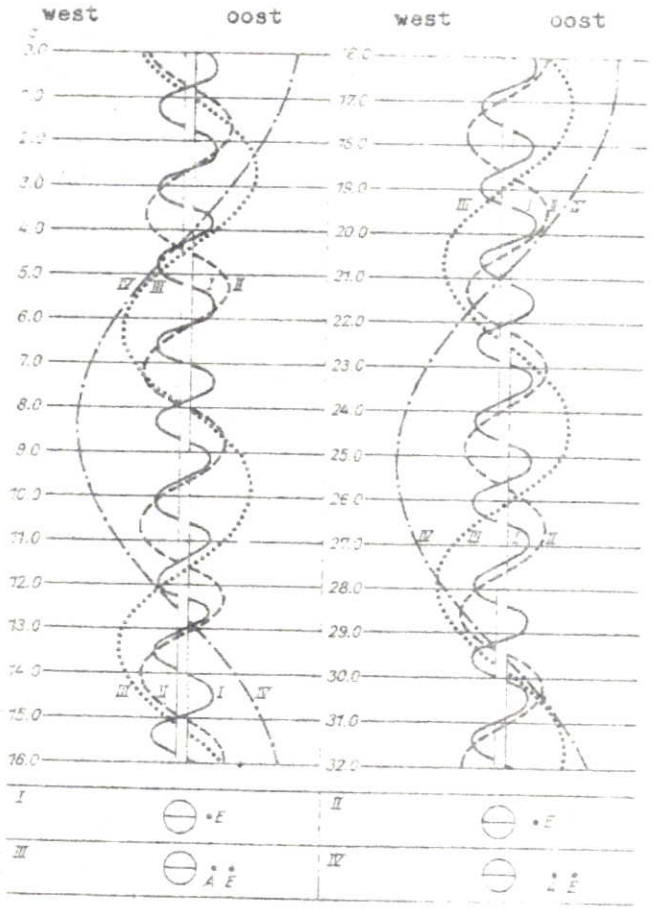
datum	opk.	kulm.	ond.	R.K.	decl.	magn.
060580	19h40m	0h06m32s	4h28m	15 27 14	-18 31 16	+5,8
1605	18 58	23 21 35	3 48	15 24 41	-18 22 08	**
2605	18 17	22 40 35	3 08	15 22 59	-18 16 01	**

Uranus is op 14 mei om 5h in oppositie met de zon. De middellijn is dan 3,9 boogseconden.

Neptunus

datum	opk.	kulm.	ond.	R.K.	decl.
060580	22h01m	2h06m18s	6h07m	$17^h26^m28^s$	$-21^o48'31"$
1605	21 20	1 26 02	5 27	17 25 32	-21 47 34
2605	20 40	0 45 40	4 47	17 24 29	-21 46 34

JUPITERMANEN



Synodische omloopstijden:

satelliet I, Io:
01d18h28m35,946s = 01,76986049d
satelliet II, Europa:
03d13h17m53,736s = 03,55409417d
satelliet III, Ganymedes:
07d03h59m35,865s = 07,16638722d
satelliet IV, Callisto:
16d18h05m06,916s = 16,75355227d
satelliet V, Amalthea:
0d11h57m27,619s = 0,49823633d
(De baan van Amalthea ligt binnen die ven Io)

METEOREN

datum	zwerm	ZHR	maximum	R.K.	decl.
3004 - 200580	η Aquariden	15	040580	22^h24^m	0^o
120480	Sagittariden	5-10	120580	18^h58^m	-34^o
1105 - 240580	ζ Herculiden	10?	180580	16^h28^m	$+28^o$
2005 - 090680	η Pegasiden	9	300580	22^h12^m	$+27^o$
1995 - 020780	Ophiuchiden	20	100680	17^h56^m	-23^o

In het begin van mei bereiken de ηAquariden, een meteoorzwerm uit de Waterman, hun maximum. Dit maximum kan verwacht worden rond 4 mei, waarbij een uurfrequentie bereikt kan worden van 15. Het zijn snelle meteoren (circa 66 km/s), die lange sporen trekken. Vermoedelijk moet de herkomst liggen bij de komeet Halley.
De werkgroep meteoren zal op 2,3 en 4 mei de zwerm bij helder weer gaan waarnemen. Geinteresseerden kunnen zich bij de coördinator opgeven.

1 Ceres

datum	opk.	kulm.	ond.	R.K.	decl.	magn.
010580	4h59m	12h11m54s	19h23m	$3^h14^m02^s$	+14°19'14"	+9,1
1105	4 29	11 48 36	19 08	3 30 05	+15 37 18	+9,1
2105	3 59	11 25 36	18 51	3 46 27	+16 49 49	+9,1
3105	3 30	11 02 52	18 35	4 03 04	+17 56 18	+9,1

2 Pallas

datum	opk.	kulm.	ond.	R.K.	decl.	magn.
010580	3h25m	9h28m08s	15h31m	$0^h29^m49^s$	+ 0°51'10"	+10,4
1105	2 56	9 02 19	15 08	0 43 20	+ 1 22 11	+10,3
2105	2 28	8 36 17	14 44	0 56 40	+ 1 47 12	+10,2
3105	2 00	8 10 02	14 19	1 09 47	+ 2 04 45	+10,1

3 Juno

datum	opk.	kulm.	ond.	R.K.	decl.	magn.
010580	9h46m	16h59m06s	0h15m	$8^h02^m01^s$	+14°26'53"	+10,2
1105	9 21	16 34 12	23 47	8 16 28	+14 28 44	+10,3
2105	8 56	16 09 54	23 22	8 31 32	+14 18 56	+10,5
3105	8 35	15 46 03	22 56	8 47 02	+13 58 24	+10,6

4 Vesta

datum	opk.	kulm.	ond.	R.K.	decl.	magn.
010580	5h48m	13h32m46s	21h17m	$4^h35^m07^s$	+19°56'29"	+8,9
1105	5 21	13 11 01	21 00	4 52 43	+20 42 59	+8,9
2105	4 55	12 49 38	20 43	5 10 43	+21 21 49	+9,0
3105	4 31	12 28 37	20 25	5 29 03	+21 52 31	+9,0

349 Dembowska

datum	R.K.	decl.	m_{foto}
210480	$15^h40,38^m$	-22°33,4'	11,7
010580	$15^h26,50^m$	-22°39,3'	11,5
1105	15 17,64	-22 31,0	11,3
2105	15 08,57	-22 17,0	11,4
3105	15 00,21	-22 00,1	11,6

14 Irene

datum			m_{foto}
010580	$15^h38,14^m$	- 9°08,4'	9,9
1105	15 28,73	- 9 09,8	9,7
2105	15 19,03	- 9 20,7	9,9
3105	15 10,36	- 9 43,0	10,1

14 Irene is op 15 mei in oppositie in de Weegschaal (Libra).

POLARIS POLAREX POLLUX CELESTRON TELESCOPEN

Telescoop Bouwsets:

50 mm F 900 mm	f 80,-
60 mm F 1000 mm	f 100,-
80 mm f 1200 mm	f 150,-

Polarex

NS 105	50mm f 700	Azimuthaal	f 580,-
NS 114	60mm f 900	Azimuthaal	f 800,-
NS 128	65mm f 900	Parallactisch	f 1300,-
NS 129	75mm f 1200	Azimuthaal	f 1200,-
NS 131	75mm f 1200	Parallactisch	f 1990,-
NS 134	100mm f 1500	Azimuthaal	f 2160,-
NS 132	100mm f 1500	Parallactisch	f 3520,-

Pollux

115	11,5cm	Newtontelescoop	f 625,-
50/600	50mm f 600	tafelstatief	f 195,-
76/910	76mm f 910	parallactisch	f 1150,-
80/1200	80mm f 1200	parallactisch	f 1250,-

Celestron

C 90	Maksutov	vanaf	f 1800,-
C 5	Cassegrain	vanaf	f 2600,-
C 8	Cassegrain	vanaf	f 3600,-
NIEUW: C 11	Deze verschijnt medio februari 1980		



ONDERDELEN NEWTONSPIEGELS

10 cm/f9	f 135,-	15cm/f10	f 225,-
15 cm/f8	f 275,-	20 cm/f7	f 425,-

grotere maten evenals cassegrain op aanvraag.

OCULAIREN KL 12, KL 18 en KL 25 mm f 38,-
Sr 4, Sr 5, HM 6, HM 9, HM 12,5 en H 20 f 26,-
vele oculairen van Polarex en orthoscopische direkt uit voorraad leverbaar.

Uitgebreide documentatie wordt U op Uw verzoek gratis toegezonden.
Showrooms geopend iedere werkdag van 9 tot 5 uur; zaterdag van 10 tot 13 uur.

POLARIS WETENSCHAPPELIJKE INSTRUMENTEN
Bovenkerkerkade 62, Postbus 33 Amstelveen Zuid
tel. 020-416026