

dat in Nederland te vinden is.

Met de hand aan te drijven planetaria

Het Universiteitsmuseum te Utrecht heeft in 1770 een fraai planetarium aangekocht, waarvan de maker George Adams is. Het is geheel van messing gemaakt en functioneert nog uitstekend. Een omwenteling van het handvat geeft de bewegingen gedurende een aardse dag van de verschillende planeten weer. Ook het Teyler's museum te Haarlem bezit een dergelijk exemplaar.

We zouden onvolledig zijn als de instrumenten, waarmee bepaalde situaties van planeten t.o.v. hun bijbehorende manen worden aangegeven, niet genoemd zouden worden. Bedoeld wordt hiermede o.a. een „jovarium”, dit is een instrument om de beweging en de afstanden van de manen om de planeet Jupiter aan te geven. De bekende Deense astronoom Olaus Römer heeft er in 1628 een gebouwd. Dit bestond uit een kistje verdeeld in twee partimenten, waarvan er een een bolletje bevatte, Jupiter voorstellend, waar omheen de vier toen bekende, tevens grootste satellieten (in 1610 ontdekt door Galilei) hun banen beschreven. Door middel van twee spleteen kreeg men een goed idee gedurende welke periode de verschillende satellieten zich in de schaduwkegel van hun bijbehorende planeet bevonden. Dit toestel is ongeveer een halve eeuw na haar voltooiing tijdens een brand in Kopenhagen verloren gegaan.

Het Teyler's museum te Haarlem beschikt momenteel over een jovarium van G. Adams. Naast de relatieve omloopsnelheden der vier genoemde manen en hun doorgangen door de schaduwkegel, heeft dit instrument, dat met een slinger-tje te bewegen is, een aanwijzing van de aardse dag en een voor het uur van een aards etmaal.

Een Tellurium, eveneens van George Adams. Het laat de bewegingen van de maan en de aarde om de zon zien, bovendien de draaiing van de aarde om haar eigen as. Naast dit exact werkend tellurium bezit het Utrechts Universiteitsmuseum nog een exemplaar van Pieter Eysenbroek te Haarlem uit ca. 1740, met een kleine aardglobe van Valk. Ook is daar een tellurium uit de 19de eeuw met een kaars als zon.
(Foto: Utrechts Universiteitsmuseum).

200

Een „saturnilabium” is een instrument, dat evenals een jovarium de verschillende relatieve snelheden om een planeet aangeeft. In dit geval om Saturnus. Het model, dat eveneens te Haarlem staat, toont behalve de ring om deze planeet nog zeven manen, die in de tijd van Adams bekend waren. Later zijn er in 1848 en 1898 nog twee ontdekt, terwijl er geen volledige zekerheid is omtrent het bestaan van de maan, die Pickering in 1905 ontdekte.

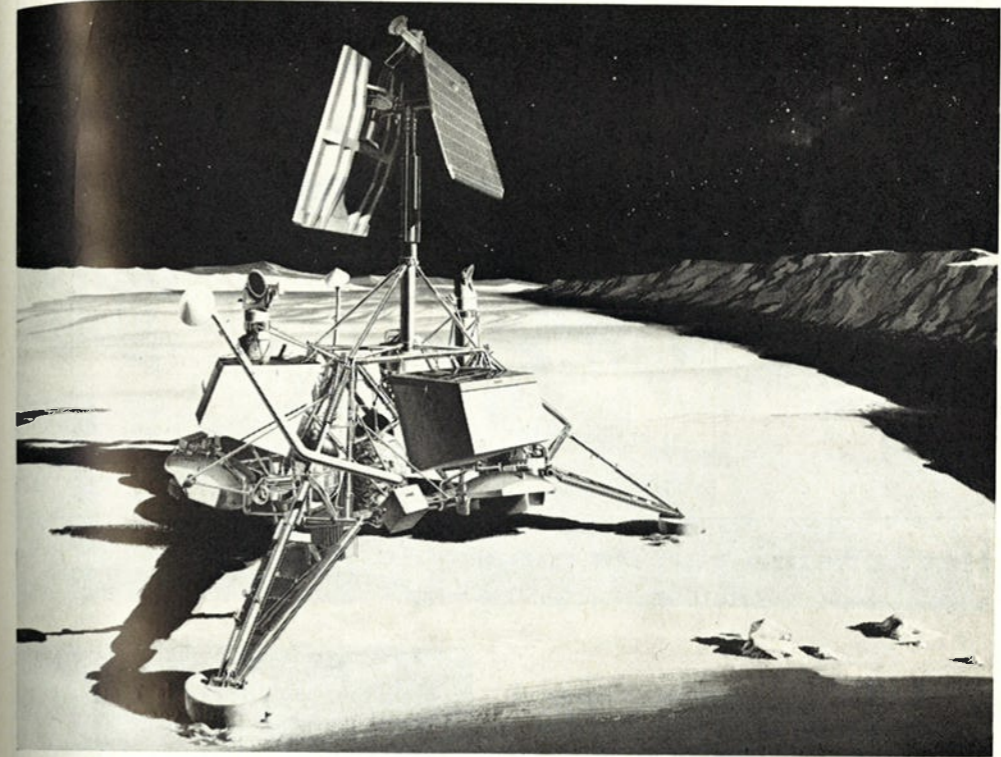
Om in een wat meer gedetailleerd model de onderlinge bewegingen van de aarde en de maan om de zon te leren kennen, zijn er zgn. „telluria” en „lunaria” gebouwd. Onder een tellurium wordt verstaan een toestel, waarmee de verschijnselen verklaard kunnen worden, die ontstaan door de dagelijkse wenteling van de aarde om haar as en haar jaarlijkse baan om de zon. De wisseling van de jaargetijden, voortvloeiend uit de hoogte van de zon boven bepaalde gordels op aarde, kan ermee verklaard worden. Een lunarium daarentegen stelt de bewegingen van de maan om de aarde en hun gezamenlijke omloop om de zon voor. Ook zon- en maaneclipsen kunnen ermee verklaard worden. Het gebeurt wel, dat een tellurium en een lunarium tot één toestel gecombineerd zijn.

Naast een „eclipsareon”, een instrument speciaal voor zons- en maansverduisteringen, bestaat er nog vrij primitief demonstratiemateriaal nl. een „planetolabium”. Dit is een dikwijls uit bordpapier en hout vervaardigde, draaibare planetenschijf. Ondermeer in het Utrechts Universiteitsmuseum bevindt zich een dergelijk exemplaar van P. Driessen uit het jaar 1829. Ook in het Zeeuws Museum te Middelburg zijn enkele van dergelijke schijven aanwezig.



de landing op de maan

C. Titulaer



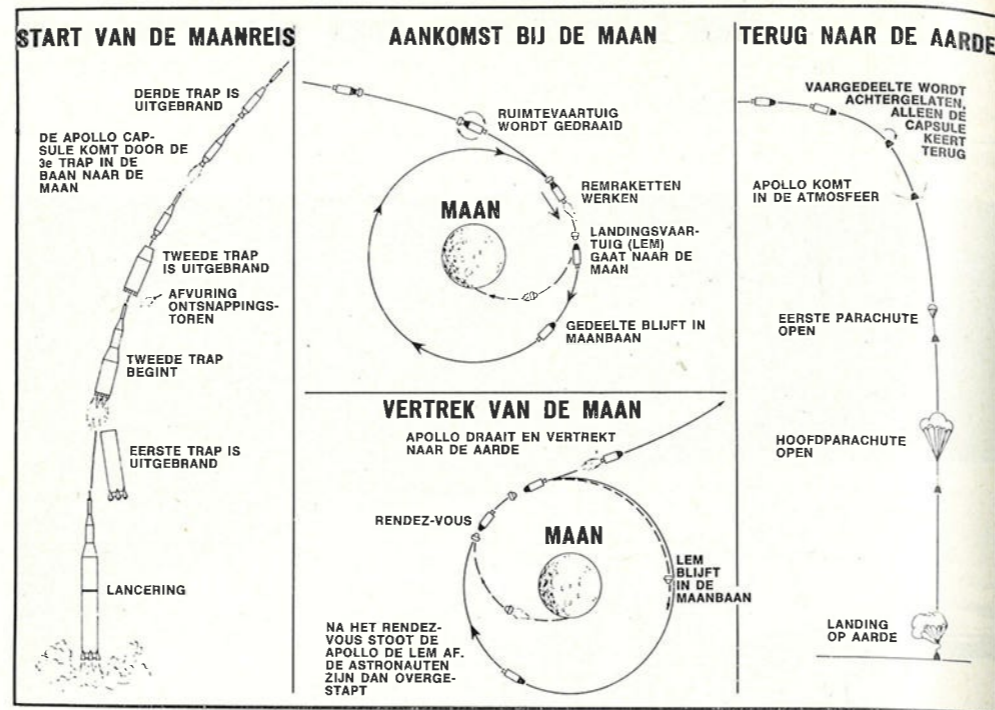
Zo staat nu de Surveyor-1 op de maan, na de zo succesvolle uitvoering van de onbemande zachte landing.

Geruime tijd zijn de Amerikanen en Russen reeds bezig voorbereidingen te treffen voor een eerste bemande ruimtevlucht naar de maan. Als alles volgens plan verloopt, zal de eerste mens binnen een viertal jaren over de maan lopen. Voor het eerst in de geschiedenis van de mensheid zal dan een levend wezen de aarde hebben verlaten, om na een verblijf op een ander hemellichaam veilig terug te keren. Jaren van proefnemingen gaan vooraf aan dit uitstapje. In het nabije verleden zagen we, wat de Amerikaanse pogingen betreft, de vluchten van de Mercury capsules, gevolgd door de huidige Gemini-reeks en sinds kort de eerste onbemande zachte landing van een Surveyor.

De Mercury-capsules hadden steeds één astro-

naut aan boord; de vlucht die het meest in de publiciteit kwam, was die van John Glenn. De Gemini-capsules zijn ingericht voor het vervoer van twee astronauten. Het is vooral in deze serie dat de Amerikanen opvallende successen hebben geboekt. Zeer bekende vluchten uit deze reeks zijn die van de Gemini 4 (het uitstapje in de ruimte) en de Gemini 6 en 7 (de ontmoeting in de ruimte). Dit soort vluchten zijn een direct onderdeel van de poging een mens op de maan te doen landen. De maanlanding wordt uitgevoerd met een Apollo-capsule, waarin plaats is voor drie astronauten. Tijdens deze bemande maanvlucht moeten de astronauten in de ruimte overstappen en eventueel kunnen ingrijpen wanneer er iets mis gaat bij het koppelen van de ruimtevaartuigen.

201



Het schema van de maanreis

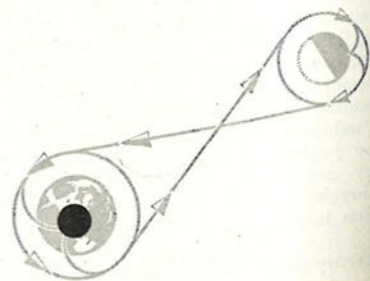
We zullen zo'n bemane maanreis nu op de voet gaan volgen.

Een ruim 100 meter hoge Saturn V raket zal met donderend geweld vanaf Cape Kennedy in Florida de maanreis beginnen. De diameter van deze raket is liefst 10 meter. Na 2½ minuut heeft de eerste trap (S-1C genaamd) zijn werk gedaan. De trap is uitgebrand en valt terug. De eerste trap werkt op vloeibare zuurstof en kerosine, de tweede op vloeibare waterstof en zuurstof. Nadat ook de tweede trap is uitgebrand en afgestoten, brengt de derde trap het ruimtevaartuig in een parkeerbaan om de aarde.

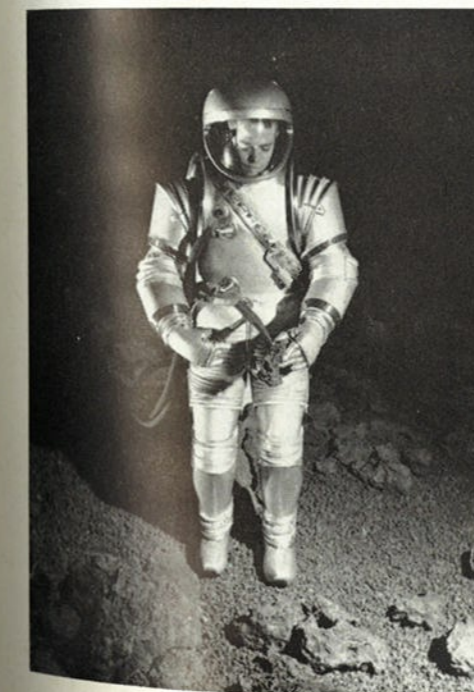
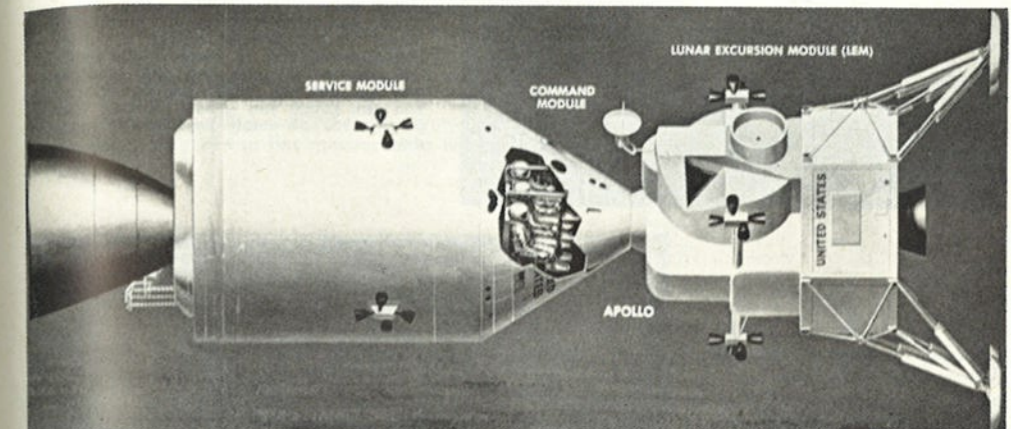
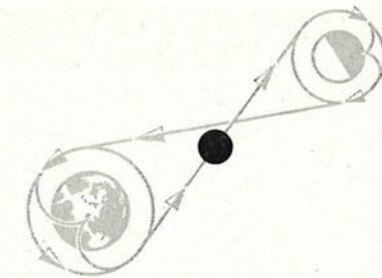
Na tenminste anderhalve omwenteling om de aarde is het ruimtevaartuig gekomen op de plaats vanwaar koers gezet zal worden naar de maan. Als het signaal komt dat alles klaar is voor de maanreis, zal de derde trap opnieuw ontbranden om de capsule de vereiste snelheid van 40.000 km/uur te geven. De Apollo-capsule is dan op weg naar de maan. Deze Apollo bestaat uit drie delen. Voorin het commandogedeelte, waarin de astronauten zitten en waar de controle-instrumenten zijn opgesteld. Het eerste gedeelte (command-module) weegt ongeveer 5 ton en is bijna 4 meter hoog. Het twee-

de gedeelte weegt 23 ton en is 7 meter hoog. Dit gedeelte zorgt voor de voortbeweging en bevat de besturings-mechanismen. Het derde gedeelte is het maanlandingsvaartuig (LEM). In dit vaartuig zullen twee astronauten naar en van de maan gaan, terwijl de derde man in het overige gedeelte om de maan blijft cirkelen.

Onderweg naar de maan worden de beschermkappen van het LEM afgeworpen en wordt het LEM losgekoppeld. Door een ingewikkelde manoeuvre komt dan het LEM voorop, gevolgd door de echte Apollo-capsule. Als dit alles is gebeurd wordt ook de derde trap afgestoten.



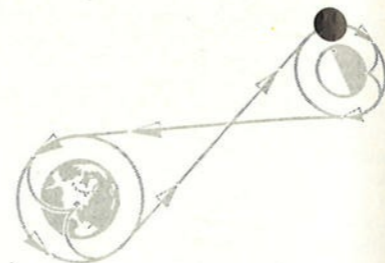
Tijdens de vlucht bestaan er verschillende grote gevaren voor de astronauten: de aardse stralingsgordels (ontdekt door de eerste Amerikaanse satelliet, de Explorer I), straling ten gevolge van zonnevlammen en inslag van meteorieten. Tijdens de vlucht is er een direct radiocontact met de aarde en kunnen wetenschappelijke metingen worden overgeleid. Gedurende het eerste deel van de reis zorgt de gravitatiewerking van de aarde voor een afname van de snelheid. Na een dag is de snelheid nog 10.000



Boven: Een tekening van het ruimtevaartuig dat de reis naar de maan zal maken. Foto links: Met dit ruimtepak van aluminium, dat zal worden gebruikt bij de eerste landing op de maan, worden momenteel proeven genomen in het Onderzoek Centrum in Houston (Texas).

km/uur, na twee dagen wordt de invloed van de maangravitatie groter dan die van de aarde, waardoor de snelheid weer wordt opgevoerd. Na meerdere baancorrecties door de bemanning, zal het ruimtevaartuig in een van tevoren vastgestelde cirkelbaan om de maan komen. Ongeveer 72 uur na de lancering zal het ruimtevaartuig in zijn baan op ongeveer 100 kilometer boven de maan zijn gekomen.

Het LEM en het overige gedeelte met vooraan de Apollo-capsule zijn inmiddels weer aan elkaar gekoppeld. Op de plaats waar ze zijn gekoppeld stappen dan twee astronauten over in het landingsvaartuig. Hierna zorgt de derde man dat het LEM wordt losgemaakt. Deze



Links: Het metalen frame van de Apollo Command Module (de capsule waarin de astronauten zijn gezeten tijdens hun vlucht naar de maan) wordt intensief getest bij hitte- en koudeproeven. Bij de hiergevolgde test werd het materiaal aan de ene zijde blootgesteld aan een hitte van 312°C.; aan de andere zijde aan een koude van -154°C. Onder: Een impressie van de eerste Amerikaanse maanlanding.

derde man blijft dus tijdens de landing in een baan om de maan ronddraaien. Het LEM draait dan in een ellipsbaan om de maan, met een perigeum (laagste punt) van 20 kilometer. Het hoogste punt ligt op de baan van de Apollo, en daar ze in dezelfde tijd een baan beschrijven, zal bij iedere omwenteling tweemaal een ontmoeting plaats hebben. Mocht dus om een of andere reden de landing onmogelijk zijn, dan is het eenvoudig weer vast te koppelen en terug te keren. Als na herhaalde controle alles in orde blijkt te zijn, volgt de landing op een vastgestelde plaats. Dit is de meest kritische fase uit de hele operatie (kritischer dan de terugkeer!). In het LEM zijn voldoende vensters, zodat de twee astronauten de landing kunnen controleren. Gedurende de landing is er een voortdurend radiocontact met de derde astronaut in de Apollo. Na de landing volgt een reeks van metingen (voor straling, etc.). Er zullen foto's worden genomen en oppervlakedetails worden ter plaatse bestudeerd. Het onderzoek dat de uitgestapte astronauten uitvoeren zal vooral geologisch zijn (geologisch is in feite een verkeerd woord, daar het op de aarde slaat, beter is het te spreken van selenologisch).

Dan komt de tijd terug te keren naar de aarde. Het LEM blijkt dan te bestaan uit een lanceerinrichting en een capsule. Wegens de geringe gravitatie van de maan is geen zeer grote lanceerinrichting noodzakelijk. Deze lanceerinrichting en de brandstoftanks gebruikt voor de landing blijven achter op de eerste maanlanceerbasis. De lancering vindt plaats op een precies berekend tijdstip, zodat er gemakkelijk



een rendez-vous in de baan om de maan tot stand kan worden gebracht. Het nog steeds om de maan draaiende moederschip moet dan het door het LEM gelanceerde gedeelte met de twee astronauten vastkoppelen. Het rendez-vous zelf gebeurt „neus-aan-neus”. Nadat de twee astronauten weer zijn overgestapt in het moederschip, wordt hun capsule afgestoten om in een baan om de maan te blijven draaien.

De terugkeer naar de aarde is nog moeilijker dan men in het algemeen denkt. Teneinde een goede terugkeer te garanderen moet het moederschip in een 60 kilometer-diameter-gang om de aarde terecht komen. Aangezien de afstand vanwaar gericht moet worden 400.000 kilometer is, zal het duidelijk zijn dat hier een zeer nauwkeurige berekening en navigatie noodzakelijk zijn. Op de gebruikelijke manier wordt de terugkeer afgehandeld: alleen het commando-gedeelte (vaak wordt alleen dit gedeelte Apollo genoemd) komt terug, de rest van het moederschip wordt

astronauten snel terugvinden.

Een uitbundige huldiging zal deze eerste maanreizigers ten deel vallen en terecht: Het is misschien wel de grootste technische prestatie in de geschiedenis van de mensheid.

Het hier beschreven project is Amerikaans; hoe de Russen het zullen proberen is niet met zekerheid te zeggen. De vraag wie er het eerst zal zijn, de Russen of de Amerikanen, is evenmin direct te beantwoorden. Wel kunnen we zien aan de vorderingen die beide naties op het ogenblik op ruimtevaartgebied maken, dat de landing op de maan met rasse schreden naderbij komt. Het is mijn vaste overtuiging dat we in de zeer nabije toekomst, mogelijk via rechtstreekse T.V.-uitzendingen, getuige kunnen zijn van de wandeling van de eerste mens over de maan. We moeten dankbaar zijn te leven in een tijd waarin de verovering van het heelal zich met zo'n stormachtige snelheid voltrekt.

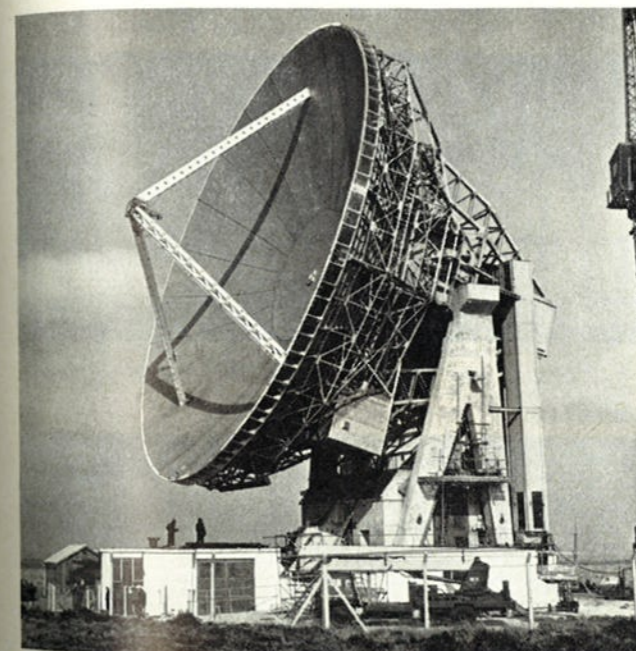


Foto hiernaast: Een net van radiotelescopen over de wereld volgt de vlucht.

afgestoten. Onder een hoek van 30 graden komt dit gedeelte de atmosfeer van de aarde binnen; de warmte die door de wrijving ontstaat wordt opgevangen door het hittedek. Op 15 kilometer boven de aarde gaan de parachutes open, waarna de landing op land of op zee volgt. Met radar en optische instrumenten wordt deze terugkeer gevolgd, zodat de heliocopters de

