**ANW Heelal Hoofdstuk 10 Hoe is het heelal opgebouwd?**

**10.1 Wegwijs in tijden ruimte**

Eeuwen lang was de vraag is de aarde rond of plat erg belangrijk. **Eratostenes** (276-196 v. Chr.), directeur bibliotheek van Alexandrië, las een papyrus rol waarop stond dat er in Syene op 21 juni precies op het middaguur de zuilen van de tempels geen schaduw hadden. Het zonlicht viel op dat tijdstip loodrecht in de waterput. Dus hij ging controleren of dat in Alexandria ook zo was, nee dus. Dit was het bewijs dat de **aarde rond** is.

De zon komt in het oosten op gaat in het westen onder. Maar de zon beweegt niet, de aarde wel. De aarde draait dus van west naar oost toe. 🡪 **Schijnbare beweging van de zon**. Oudste instrument om de hoogt van de zon te bepalen is de zonnewijzer(gnomon). Zon hoger 🡪schaduw korter. Hoek h noemen we de zonhoogte. De zon staat in het zuiden als de zonhoogte maximaal is. In de zomer staat e on ’s middags oog aan de hemel en in de winter erg laag.

Stoneheng is een van de oudste sterrenkundige meetinstrumenten die we kennen (Wiltshire, Engeland).

Vanaf 17de eeuw hebben astronomen het oppervlak van de **maan** nauwkeurig in kaart gebracht met steeds betere microscopen. Het maanoppervlak bestaat bijna geheel uit kraters. De afstand van de maan tot de aarde is ongeveer 348 000 km en heeft een middellijn van 3400 km. Het zorgt voor eb en vloed. De maan draait in de zelfde tijd om de aarde als om haar eigen as waardoor we altijd de zelfde kant zien. Het Apolloprogramma was bedoeld om de mens op de maan te brengen.

**Apollo 11** werd op 16 juli 1969 gelanceerd, naam landingsvaartuig was Eagle. Beide astronauten moesten allerlei onderzoeken op de maan doen; wetenschappelijk station opstellen, zonnewind meten, maanbevingen meten en maanstenen verzamelen. Dankzij de ruimtevaart is de wetenschappelijke kennis sterk toegenomen.

De mens probeerde in de loop der eeuwen orde in de chaos boven ons te scheppen. We gebruikten onze fantasie om de groepen sterren in allerlei vormen en figuren te herkennen; **sterrenbeelden**. De ster die in het verlengde van de ratio-as staat is de **poolster**, deze staat stil ten opzichten van de aarde.

**10.2 Oude denkbeelden over het heelal**

De sterrenkunde kwam in Griekenland volop in ontwikkeling. Veruit de meeste wetenschappers waren ervan overtuigd dat dat de zon, maan, planeten en sterren allemaal in cirkelbanen om de aarde draaien, de aarde was het middelpunt. Dit **geocentrische model** werd door de astronoom **Ptolemaeus** uitgewerkt. Het is algemeen geaccepteerd gebleven tot ongeveer 1500 n. Chr. Dit kwam mede door de Bijbel die ook zei dat de aarde het middelpunt van het heelal was. Was je tegen het model dan ook tegen de Bijbel.

Mars heeft geen mooie cirkelbaan om de aarde maar maakt af en toe een susbeweging. Hij gaat dan ineens een stukje achteruit of vooruit. Ptolemaeus verklaarde dit met een zogenaamde **epicykel** beweging.

In 1543 verscheen **Copernicus** (1473-1543) boek waarin hij een wereldbeeld beschreef waarin de zon in het middelpunt was, het **heliocentrische wereldbeeld**. Copernicus baseerde zijn conclusies niet alleen op wetenschappelijke metingen omdat die nog niet zou nauwkeuring waren in die tijd. Het duurde bijna een eeuw voordat het (aangepaste) model aanvaard werd door de astronomische wereld.

Voor de mensen in de middeleeuwen was de godsdienst erg belangrijk. Wat de Bijbel zei werd gedaan. De geleerde van universiteiten moesten zich hieraan ook houden. Maar in de 15de eeuw in Italië ontstond een beweging van geleerde, kunstenaars en rijke lieden (edellieden en vorsten later). 🡪**Renaissance**. In de loop van de 15de en 16de eeuw verspreiden over Europa. De natuurwetenschap stond in het begin hiervan op een dood spoor, het kon zich volledig ontwikkelen (Wetenschappelijke Revolutie). Belangrijke kenmerken van de **Wetenschappelijke Revolutie**:   
- Een nieuwe manier van onderzoeken: observeren (waarnemen, kijken wat er gebeurt), experimenteren (proeven doen) en redeneren (nadenken over wat er is gebeurd, conclusies trekken uit observaties en experimenten).   
- Een geweldige toename van kennis de manier van leven veranderde hierdoor sterk voor veel mensen.

**Tycho Brahe** (1546-1601) ontwierp de waarneming waar iedereen ook Copernicus vanaf Ptolemaeus mee werkte aan een nauwkeurig onderzoek en slaagde erin het veel nauwkeuriger te doen met het blote oog. Hij ontwierp een **tussenstelsel** waarin de planeten om de zon draaien maar de on met alle planeten om de stilstaande aarde.

**Johannes Kepler** (1571-1630) was aanhanger van Copernicus en stelde zich tot doe om de meetgegevens van Brahe de **juistheid** van het **Copernicaanse stelsel** bewijzen. Na een onderzoek van 9 jaar moest hij erkennen dat de grondvorm van de banen van de planeten geen cirkels waren maar ellipsen. De controverse denkbeelden over Copernicus denkbeelden was hiermee echter nog niet ten einde.

**10.3 Galilei ‘bewijst’ Copericus gelijk**

Zeventig jaar na de verschijning van Copernicus boek kwam **Galileo Galilei** (1546-1642) die in de ban was van zijn ideeën. Galilei was wiskundige en natuurkundige en heeft een belangrijke rol gespeeld bij de huidige natuurwetenschappen en sterrenkunde omdat hij **opnieuw de verrekijker** uitvond. Ook durfde hij openlijk voor zijn mening uit te komen.

In **1609** Hoorde Galilei dat **Hans Lippershey** uit Middelburg een **verrekijker** had geconstrueerd. Hij bouwde deze na en beschikte zo als eerste wetenschapper over een instrument waar je zo ver mee kon zien. Dit publiceerde hij een jaar later. Hij zag hiermee veel meer sterren. Venus 🡪schijngestalte en Jupiter🡪Schijfje. Hij publiceerde dit in 1610 in *de Sidereu Nuncius* (de Sterrenbode). Astronomen van het Collegio Roano (Jezuïeten(college)) geloofde niet onder meer door de nog slechte kwaliteit van het lezen. Jezuïeten zeiden dat dit het Geocentrische model van Ptolemeus weerlegden. De Jezuïeten gaven de voorkeur aan het stelsel van Tycho Brahe.

Galilei had verschillende tegenstanders op zijn theorie maar hij had een goede spreek- en schrijfvaardigheid die hij gebruikte om zijn tegenstanders te bespotten. Vooral de Jezuïeten. Als Galilei erin geslaagd was in hun gunst te blijven, was hij over de hele wereld beroemd geworden. Hij kreeg de vermaning om zich met dergelijke ketterijen te onthouden maar toen 9 jaar later zijn boek (***Dialogo****)* over de twee grote wereldstelsels uitkwam over Copernicus en Ptolemaeus brak er opnieuw een conflict uit. Saliviati🡪Copernicus (spreekbuis van Galilei), Sagredo🡪laat zich door argumenten overtuigen, Simplicio🡪Ptolemaeus (argumenten van de kerk).

Een **proces** volgde in b en Galilei kreeg **levenslang huisarrest**. Hij moest al zijn theorieën over een bewegende aarde afzweren en dat deed hij. Maar volgens een een traditie zou hij stilletjes gezegd hebben; Eppur si muove ~En toch beweegt ze. Wat Galileo Galilei bereikt heeft:   
**-**Hij legde het fundament van de mechanica, een belangrijk onderdeel van de natuurkunde;  
**-** Hij breidde het instrumentarium van de sterrenkundige uit met de kijker;  
**-** Hij was in staat met de kerk in staat een gevecht te voeren over de interpretatie van natuurwetenschappelijke waarnemingen en theorieën.

**10.4 Nieuwe wetenschap**

De aanzet van de moderne sterrenkunde vond in de 16de eeuw plaats. De aanzet was het boek van Copernicus in 1543. Dit noemt men het begin van de **Copernicaanse revolutie.**

In de middeleeuwen ging men uit van de Bijbel of de visie van de Oudheid (Aristoteles). Ze gingen uit van **deductie** 🡪 vanuit algemeen geldende stellingen conclusies trekt over bijzondere situaties. **Inductie** 🡪 redeneren vanuit het bijzondere naar het algemene (Galilei, Kepler en Copernicus).

**Francis Bacon** (1561-1626) (Engelse filosoof) leerde een duidelijke visie op de **werkwijze** in de **nieuwe wetenschap** moest hanteren. Het moest gaan volgens het verzamelen van informatie, hypothese vormen, experiment uitvoeren. Hypothese juist? dan krijgt het een status van een wetenschappelijke wet.

**Isaac Newton** werd geboren in 1642 en ging naar zijn schooltijd naar de universiteit van Cambridge. In 1655 brak de pest uit in Londen en na het twee maal sluiten van de universiteit kon hij daar weer beginnen. Hij toen der tijd alle natuurkundekwesties die er waren al opgelost. Hij werd met 25 jaar leraar.

Newtons belangrijkste werk *Philosophiae Naturalis Principi Mathematica* oftewel Principia bestaat uit drie boeken. Ze worden in de eerste twee boeken alle mechanica wetten behandeld. De eerste twee wetten zijn van Galilei alleen dan scherper en beter. De derde wet (gravitatiewet) is wel van Newton zelf. De theorieën van Newton hebben tot 1905 ongewijzigd stand gehouden. Want in het begin van deze eeuw publiceerde Alert Einstein zijn Relativiteitstheorie.

De Franse schrijver Voltaire werd wegens zijn satirische publicaties in 1725 verbannen naar Engeland waar hij kennis maakte met de ideeën van Newton. 1737 verscheen zijn boek *La Philosophie de Newton por tout le monde*  waarin hij de abstracte dingen Newton vertaalde in vergelijkingen en beeldende verhalen (appelboom).

In de Principia gaat Newton ook in op de methode die men in de natuurwetenschappen (natuurfilosofie) moet gebruiken. Je moet hiervoor de vier regels van Newton voor ogen houden.

**Regel 1**: Bij de bestudering van natuurverschijnselen ga je alleen uit van ware oorzaken. Je neemt niet meer dan oorzaken als verklaringen dan strikt nodig zijn. De natuur volstaat in principe met eenvoud en heet geen overvloed aan verklaringen nodig.

**Regel 2**: Je moet dezelfde soort met dezelfde soort oorzaken verklaren. Newton noemt als voorbeelden het vallen van een steen in Europa en een in Amerika, het licht van een houtvuur en dat van de zon, de terugkaatsing van licht door voorwerpen op aarde en die van het zonlicht door de planeten.

**Regel 3**: Eigenschappen van voorwerpen, waarmee men kan experimenteren moet men beschouwen als universele eigenschappen val al deze voorwerpen. Je kunt daarbij denken aan massa, volume en gravitatiekracht. Waar je ook bent in het heelal, ze blijven even groot.

**Regel 4**: In de experimentele natuurfilosofie moet men de wetten die door de inductie uit verschijnselen zijn óf als exact waar, óf als bijna exact waar beschouwen, tenminste zolang er geen tegenbewijs wordt gevonden. Is dat wel het geval, dan moet men deze wetten nauwkeurig formuleren of als bijzonder geval een nieuwe wet zien.

**Hoofdstuk 11 Een moderne kijk op het heelal**

**11.1 Ons zonnestelsel**

De aarde is deel van het **zonnestelsel** en beweeg precies in een jaar één keer om de zon heen. Er draaien acht planeten om de zon in ons zonnestelsel. (Mercurius, Venus, Aarde, Mars, Jupiter, Saturnus, Uranus, Neptunus (Pluto)). De zon is een ster van gemiddelde grootte en is een grote gloeiende gasbol. Verschillende planeten hebben één of meer manen en ook kometen, planetoïden en meteoroïden.

De **zon** is onze belangrijkste bron van elektromagnetische straling (in licht en warmte).Ze bevat ongeveer 98% van ons zonnestelsel. Afstand aarde-zon is 150 miljoen km en heeft een straal van 700 000 km. Alle andere planeten zijn veel kleiner (Jupiter het grootst met 71 492 km). Volume zon 1.3 miljoen x de aarde.

Buitenste laag van de zon noem je de **fotosfeer** (6000). Vlekkerig oppervlak omdat het gigantische hoeveelheden energie die daar aan de oppervlakte komen. **Zonnevlekken** bestaat uit een centraal donker gebied (umbra) en een omgeven door een iets lichter gestreepte band (penumbra). Het is een deuk in het oppervlak. Het ligt enkele honderden kilometers lager (4000) , ze verdwijnen en ontstaan volgens een cyclus van 11 jaar.   
Doorsnede zon: fotosfeer, chromosfeer, convectiezone, stralingszone en kern. Boven fotosfeer bevinden zich chromosfeer(tot 5000 km boven opp) en de corona. Deze atmosfeer alleen te zien tijdens een zonsverduistering.

**Zonne-energie** ontstaat in de kern van de zon. Temperatuur 15 miljoen graden en druk 340 maal zo groot als op zee. Hierdoor kunnen kernfusiereacties op gang komen. 4 H2-kernen = 1 He-kern. Een kleine hoeveelheid massa wordt zo omgezet in energie die dor stroming naar het oppervlak gaat en als energie vrij kan komen in warmte en licht. (1 sec 700 miljoen ton H2 naar He = 5 miljoen ton massa naar energie omgezet in 1 sec).

De **zon** schijnt al 4,6 miljard jaar en kan nog 5 miljard jaar door. Als de H2 opraakt gaat He tot zwaardere elementen fuseren. In een periode van een paar miljoen jaar zwelt de zon op en wordt de aarde warmen, levensvormen sterven uit, kust verder weg, zeeën verdampen, atmosfeer verdwijnen in heelal. Aarde wordt dor en droog en verdwijnt uiteindelijk in de zon. De zon zal dan van een miljard jaar oude rode reus in een witte dwerg veranderen. Een triljoen jaar om af te koelen.

Ons **melkwegstelsel** is een discusvormige schrijf. De sterren zijn in spiraalarmen gerangschikt. De middenlijn is ongeveer 100 000 lichtjaar en de grootste breedte is ongeveer 20 000 lichtjaar. Het roteert om zijn middelpunt. De zon heeft een omlooptijd van 225 miljoen jaar en staat op afstand van 32 00 lichtjaar van het middelpunt.

De dichtstbijzijnde ster is Proxima Centauri, afstand van 4,3 lichtjaar staat. Dichtstbijzijnde Melkwegstelsel is het Andromedastlesel, afstand 2miljoen lichtjaar.

**11.2 Binnenplaneten**

Mercurius, venus, aarde en mars zijn de binnenplaneten van ons zonnestelsel.

**Mercurius**: (God romeinse mythologie). Hij lijkt veel sneller langs de hemel te bewegen dan de andere planeten. Hij is de kleinste (op één na kleinste als Pluto telt). Vanaf de aarde kunnen we geen details van het oppervlak zien, zelfs niet met de beste telescopen. Dit komt omdat hij zo klein is en dicht bij de zon staat. De Amerikaanse ruimtesonde Mariner 10 vloog in maart 1974 langs de planeet en stuurde foto’s naar de aarde. Het heeft een groot aantal inslagkraters en bergen (net als maan). Overdag temperatuur van 400 en ’s avonds -180, dit komt omdat Mercurius geen atmosfeer heeft.

**Venus**: (Godin van de liefde en schoonheid). Wordt vaak de avondster of morgenster genoemd omdat ze ’s ochtends voor de zonsopkomst te zien is als een ster in het oosten en ’s avonds visa versa. Venus en aarde hebben ongeveer de zelfde massa, volume, dichtheid en afmeting. Venus heeft geen oceanen, omgeven door dikke atmosfeer; vooral CO2 en amper H2O, wolken bestaan uit druppeltjes zwavelzuur, druk opp is 92x aarde, opp temperatuur is 482, ze wordt bedekt door dik wolkendek; zo dik zelfs details niet te zien. Russiche Venera 9 en 10 landen op Venus in oktober 1975 en de camera’s kunnen kort het oppervlak fotograferen, bestaat uit baltsachtig materiaal. De rest is in kaart gebracht door Amerikaanse sonde Magellan die in een baan rond Venus werd gebracht. Dankzij radargolven bij het hele oppervlak in kaart.

**Aarde:** ook de aarde wordt vanaf de ruimte bestudeerd. Door water in vloeibare vorm aan oppervlak en omdat de aarde groot genoeg is om de atmosfeer vast te houden, kunnen wij leven. Zonnestralen is de belangrijkste energiebron.

**Maan:** De maan is een bijna bolvormig hemellichaam op een afstand van 384 400 km van de aarde. Zij is het dichtstbijzijnde hemellichaam 9(afgezien van de zelfgebouwde kunstmanen). De maan heeft geen atmosfeer maar er treden schijngestalte op. De schijngestalte hangen af van de maan, aarde en zon ten opzichten van elkaar. De nieuwe maan is er wanneer de maan tussen de aarde en de zon instaat.

**Mars:** (romeinen, oorlogsheld)Ook wel de rode planeet door het stof, de rotsen en de atmosfeer die rood zijn. Hij is goed te zien. Oppervlak is vol met inslagkraters. Atmosferische druk is erg laag (0,7% aarde) en bestaat uit CO2. Zomer 1975 lanceerde de VS twee sondes. Deze Vikingen bestonden beide uit een deel dat in een baan om mars zou blijven (een orbiter) en het deel dat op Mars zou landen (de lander). De orbiter moest oppervlak in kaart brengen en de Vikinglander moest kijken of er leven was. Juli 1997 land Mars Pathfinder op de planeet en met een robotwagen (de Sojourner) werden stenen geanalyseerd. Hij heeft twee kleine manen, Phobos en Deimos. Phobos een straal van 10 km en Deimos 6 km. Ze zijn onregelmatig van vorm en waarschijnlijk planetoïden die ingevangen zijn door Mars’ zwaartekracht.

**11.3 Buitenplaneten**

De buitenplaneten van ons zonnestelsel zijn Jupiter, Saturnus, Uranus en Neptunus (Pluto). De scheiding tussen de binnenste en buitenste planeten ligt de planetoïdengordel. **Planetoïden** zijn kleine planeetjes, die allen een baan met dezelfde stal om de zon draaien. De grootste is Ceres (diameter van 300 km) en de kleinste een kiezelsteen. Planetoïden vormen het materiaal wat overgebleven is na het vormen van het zonnestelsel.

**Jupiter:** Zo groot dat je haar als een heldere ster kunt zien. Met een verrekijker is ze een ovaal schijfje, kleine telescoop is wolkenbanden rond de planeet.

Galilei bekeek Jupiter in 1610 voor het eerst met een telescoop en ontdekte de vier grootst manen. Vernoemd naar de metgezellen van Jupiter; Io, Europa, Ganymedes en Callisto. In 1664 nam Robert Hooke als eerst en rode vlek waar op Jupiter, deze water ook waargenomen door Christiaan Huygens.

De **rode vlek** is dankzij de Amerikaanse ruimtesonde beantwoord. Het is een **gigantische wervelstorm** in de atmosfeer van Jupiter voortraast. Er lopen ook heel veel banden (evenwijdig aan de evenaar) over Jupiter heen. De atmosfeer is zo diep dat hij waarschijnlijk geen vast oppervlak heeft. Jupiter is door 5 sondes bezocht en hij heeft ook een ringenstelsel (net als Saturnus). Het stelsel is te zwak o m vanaf de aarde te zien. Jupiter heeft momenteel 16 manen.

**Saturnus**: Zij kan met het blote oog waargenomen worden. Ze lijkt dan een bleek geel schijfje. Saturnus is de tweede grootste planeet. Ze heeft ook net als Jupiter geen oppervlak maar we een rotsachtige kern. Voor zover nu bekend heeft zij 18 manen. De grootste is Titan (grootst van het hele zonnestelsel). De ringen bestaan uit stukken ijs en steen die als kleine maantjes in hun baan rond Saturnus cirkelen.

**Uranus:** Hij is ontdekt in 1781 door William Herschel. De diameter is 52 00 km. De bouw lijkt op Jupiter en Saturnus, ook wolkenbanden. De atmosfeer bevat veel methaan, waardoor het rode licht geabsorbeerd wordt en dus een blauwgroene kleur krijgt. Herschel ontdekte twee manen bij deze planeet. Er zijn er in totaal 15 ontdekt (door Voyager 2). Ook Uranus blijkt een ringstelsel te hebben.

**Neptunus:** Hij is ook een gasachtige planeet. Iets kleiner dan Uranus en werd ontdekt in 1864 door Johan Galle en Louis d’Arrest. Ook blauw dankzij methaan. Atmosfeer dynamisch, donkere vlek van een wervelstorm (2000 km/h); de meest stormachtige planeet van het zonnestelsel. Ook een ringstelsel en 8 manen; Triton de grootste. Hij heeft een temperatuur van -235, dichtste hemellichaam dat bij het absolute nulpunt komt,; -273.

**Pluto:** ontdekt in 1930 en heeft een maan Charon die in 1978 werd ontdekt. Zelfs met de grootste telescoop is hij amper te zien. Afstand i 4425 miljoen km van de zon. Vanaf Pluto naar de zon kijken is de zon nog maar een heldere ster. Het is ook heel koud, -230.

**11.4 Ontstaan van het heelal**

Vier fundamentele vragen waar de mens altijd al antwoord op wilde hebben zijn; heeft het heelal een begin? En zo ja, sinds wanneer bestaat het dan? Hoe is het ontstaan? En hoe ontwikkelt het zich verder?   
Nog dieper: wat was er voordat de tijd begon? Bestaat er iets buiten de grenzen van het heelal? Kun je terug in de tijd?

De **kosmologie** bestuurd het heelal in zijn totaliteit. Kosmologen gaan ervan uit dat het heelal in alle richtingen en overal op dezelfde manier is opgebouwd. Het heelal is dan ook homogeen en isotroop. Omdat het heelal zo opvallend uniform is, kan het als een geheel bestudeerd worden. Ook gaan de kosmologen ervan uit dat natuurwetten (graviteit, beweging elektriciteit en magnetisme) altijd en overal geldig zijn.

De bekendste theorie over hoe het heelal is ontstaan is de **oerknal**, **Big** **Bang**. Het heelal is ontstaan door een gigantische explosie. Alles was geconcentreerd in één punt (materie, straling, energie). Twee uitgangspunten hierbij;   
- Het heelal is tien à twintig miljard jaar geleden ontstaan en was toen oneindig klein en heet;   
 - van die tijd zette het heelal uit en koelde het af. Deze theorie voorspelt niet hoeveel materie het heelal bevat en in welke vorm .

Deze theorie is de **grondslag** voor de **kosmologische modellen**. Als men deze wil weerleggen moet men met een één of ander verschijnsel waarnemen (bv. ster die ouder is dan de oerknal zegt of waarneming dat de verdeling van het melkwegstelsel niet homogeen is). Tot nu toe dit nog niet. De theorie alleen maar sterker.

1992 nam de Amerikaanse astronoom Edwin Hubble de **uitdijing** van het **heelal** waar. Hij stelde vast dat de melkwegstelsel van elkaar af bewegen. Hoe verder hoe groter de snelheid. 🡪 **v = H x d** 🡪 v= snelheid van het melkwegstelsel, H= de constant (constante van Hubble), d= de afstand tot de aarde.

Men neemt aan dat het heelal eerst een soort van soep was wat uit **quarks** bestond (de meest elementaire deeltjes die men kent). Er waren geen atoomkernen, protonen of neutronen. Toen het heelal afkoelde klonterde ze samen en vormde deze. De eerst fase naar de oerknal werden H2, He en Li gevormd. Pas miljarden jaren later vormde andere elementen (beryllium-uranium) in het binnenste van sterren.

Je kijkt eigenlijk al **terug in de tijd**, omdat licht een eindige snelheid heeft. Je ziet het voorwerp op het moment dat het licht uitzond. De maan zie je 1 min geleden, de zon 8 min, en het Andromedanevel 2 miljoen jaar geleden.

We kunnen niet terug kijken tot de **oerknal**, het **licht** was kort daarna nog opgesloten. Het botste tegen allerlei materie aan. Na enige tijd kon het licht ontsnappen. De oerknal theorie zegt dat dit licht van alle kanten op ons af komt. Het is onze kosmische horizon: we kunnen er niet doorheen of achter kijken. Maar de flits is niet meer zo intens als toen. Door uitdijing van het heelal is de golflengte toegenomen. Het is hierdoor microstraling geworden. De ontdekking van deze straling was het definitief bewijs voor de oerknaltheorie. Geen enkele andere theorie kon deze straling voorspellen of verklaren.

**Hoofdstuk 12 Gebruik van de ruimte  
12.1 Satellieten**  
Elk voorwerp dat om de aarde draait is een **satelliet**. Voor de ruimtevaart was er al een satelliet de maan, en de aarde was weer een satelliet voor de zon. Tegenwoordig zijn er tallozen satellieten die alles registreren wat ze waarnemen. Het belangrijkste wat ze doen is boodschappen doorgeven voor de tv, telefoneren en beurstransacties.

Sommige satellieten volgen een vaste baan over de polen en andere bewegen met de zelfde draaisnelheid als de aarde (waardoor deze stil lijkt te staan boven aarde). Totaal 8000 satellieten waarvan 6000 werkzaam. We worden steeds afhankelijker van satellieten, we kunnen niet meer zonder.Satellieten worden ontworpen voor een bepaald doel; ze moeten een opdracht uitvoeren, onderdelen de ruimte in brengen of onze ogen en oren zijn.

Er zijn drie soorten satellieten:  
- **Communicatiesatellieten**: geven telefoongesprekken of tv-programma’s door.   
- **Satellieten voor plaatsbepaling op aarde**: GPS-systeem  
- **Satellieten voor remote sensing**: weersatellieten, milieusatellieten en spionagesatellieten. Het zijn satellieten die data over het aardoppervlak of aardatmosfeer opvangen. Dat doen ze door natuurlijke staling te detecteren en zelf straling uit te zenden (actief) en het teruggekaatste signaal wordt naar de aarde gestuurd om bestudeerd te worden.

Satellieten indelen via soort baan:  
- **Geostationaire satellieten**: Bewegen boven de evenaar op 35 800 km hoogte, omloop tijd (net als aarde) is 24 uur.   
- **Circumpolaire satellieten**: Bewegen over de polen heen op 700 tot 1000 km hoogte, omlooptijd is ongeveer 1 ½ uur.

Als een voorwerp om de aarde draait dan is het een satelliet. Zijn snelheid moet dan 8km/s zijn. Als we een **satelliet** een grotere **snelheid** meegeven dan komt de satelliet in een ellipsvormige baan. Het kan dat een satelliet een snelheid heeft van 11 km/s en dan ontsnapt de satelliet (of raket wanneer deze naar bv de maan gaat) aan de zwaartekracht.

**12.2 Ruimtevaarttechniek**Bij de bouw van een satelliet of een raket komt heel wat kijken. Een satelliet kost gemiddeld half miljard euro. De hal waarin dat wordt gebouwd is heel steriel (ziekenhuis) want er mogen geen fouten gemaakt worden. **Neville Barter** (ingenieur NASA) zei dat als een satelliet eenmaal omhooggaat dat hij daar voor de komende 5 tot 10 jaar moet blijven. Niemand kan namelijk de olie verversen en dat maakt het bouwen en ontwerpen van satellieten een **bijzondere techniek**.

De lancering is het belangrijkste deel van de bouw. Vanaf het moment dat je het op de ‘bom’ plaats kun je er niet meer bij komen. Het ***t minus zero*** is de lancering zegt Marshal Kaplan (directeur van Lacnchspace). Als hij gelanceerd is, dan is het de vraag of hij nog maar goed omhoog gaat, je hebt geen controle meer. De meeste satellieten worden door de Europese Ariane raket of door de Amerikaanse Space Shuttle in de ruimte gebracht.

Een satelliet kun je niet met een normaal vliegtuig de lucht in brengen want daar is het te ijl. Een raket moet een satelliet van 0 naar 8 km/s brengen. Werking raketmotor is net als een ballon. Elke actie roept een reactie op. De lucht drukt op alle kanten even hard aan de binnenkant, en ook drukt de buitenlucht aan de buitenkant even hard en daardoor ontsnapt de lucht. Een **raketmotor** is via twee leidingen verbonden met de brandstoftank en de zuurstoftank. Een mengsel hiervan wordt ontstoken en de gassen ontsnappen met een hoge snelheid.

Een raket die van aarde vertrekt, bestaat het grootste deel van zijn massa uit brandstof. Dat is als ze leeg zijn alleen ballast, daarom is er een **meertrapsraket**. De nuttige ballast zit boven in en de onderste laag bevat een motor met brandstof die afgestote kan worden zodat de massa verlaagd wordt.

Als een satelliet op zijn plaats aangekomen is maakt hij naast zonlicht ook gebruik van soorten zogenaamde **elektromagnetische golven**. Licht ontstaat naast de zon ook op andere sterren, het licht komt met een snelheid van 300 000 km/s naar ons toe. Licht is een golfverschijnsel. De lichtgolven waarvoor onze ogen gevoelig zijn hebben ongeveer een golflengte (top-top) van 2 miljoenste meter.

Aan het eind van de 19de eeuw ontdekte men dat er een heleboel **lichtgolven** bestaan die allemaal hun eigen toepassingsgebied hebben. Het enige verschil is hun golflengte. Satellieten maken op allerlei manieren gebruik van deze golven, zoals zichtbaar licht, infraroodstraling en radargoven. Sommigen satellieten nemen golven waar die vanaf een planeet worden uitgezonde en andere sturen een bundel naar de blek en meten de hoeveelheid teruggekaatste straling.

**12.3 Communicatiesatellieten**

Vanaf 1920 werd **intercontinentale telefoonverbinding** tussen Europa en Amerika gerealiseerd met kortegolfzenders (1 gesprek tegelijkertijd). 1956 eerste telefoonkabel over zee gelegd tussen Groot-Brittannië en Canada (36 tegelijk). Tegenwoordig kan men via satellieten duizenden gesprekken tegelijk voeren. Tussen 1920 en 1956 waren de mogelijkheden voor **draadloos** overseinen van **signalen** ontwikkeld. De televisie was er en het radioverkeer was in zijn bloei. Om signalen over grote afstanden te kunnen verzenden zijn er **steunzenders** (op speciale hoge torens geïnstalleerd). Een steunzender ontvangt het signaal en versterkt dat weer en stuurt het verder. Deze zenders kunnen een afstand van enkele tientallen of honderden kolometers overbruggen.

Als je een signaal via steunzenders naar de VS wil brengen dan heb je een steunzender van 750 km hoogte nodig. Daarom is er **Communicatiesatellieten**. Deze satellieten kunnen gebruikt worden voor radio, tv en telefoonverkeer. Ze staan stil boven de evenaar en het zijn geostationaire satellieten.

Elke geostationaire satelliet heeft dus zijn eigenplek op de hemel. Deze wordt aangegeven met de geografische lengte. Sommige staan zo dicht bij elkaar dat er meerdere satellieten op **één coördinaat** staan. Dat heeft als voordeel dat ze allemaal met één schotel ontvangen kunnen worden. Een groot netwerk van satellieten wordt door een **Intelsat** gevormd. Dit netwerk omspant de hele wereld. Het maakt mogelijk dat vele programma’s over de hele wereld kunnen worden ontvangen. Namens Nederland wordt de verbinden met Intelsat verzorgd door de **PTT**, die heeft in Friese Burum een grondstation om haar satellietverbindingen te verzorgen.

**Satellietzender**: Een zender koopt bij de eigenaar van de satelliet een kanaal om te mogen gebruiken. De zender stuurt zijn signaal naar de satelliet en die verstrekt het signaal en stuurt het daarnaar een bepaald gebied op aarde, iedereen die schotelantennen heeft beschikt over die zender.

Navigatiesystemen voor koercontrol worden volop gebruikt. Koerscontrol is mogelijk dankzij GPS (**Global Positioning System**). GPS bestaat uit 24 satellieten in een aan met een straal van zo’n 20 000 km om de aarde draaien. Elke satelliet zendt continu een signaal uit richting aarde.

GPS is ontwikkeld door het leger van de VS zodat ze de positie van troepen, vliegtuigen en schepen op elk ogenblik nauwkeurig vaststellen. Anderzijds kunnen de bemanning daarvan precies vaststellen waar ze zijn. GPS wordt ook toegepast in de wetenschap, voor bv de trekbeweging van een blauwe vinvis.

**12.4 Weersatellieten**

Informatie over vooral zon, regen en wind is van belang. Mensen die gebaat zijn bij een zo betrouwbaar mogelijke informatie over het weer:  
- **Boeren**: zo weten zij wanneer ze kunnen zaaien en de oogst binnen halen.   
- **Toeristen**: willen er met mooi weer op uit en welke routen er veilig is, (met weinig regen of sneeuw)   
- **Huismannen** en **–vrouwen**, eigenlijk iedereen dus.

In de **meteorologie** draait het altijd om het zelfde: een zo nauwkeurig mogelijke voorspelling van de temperatuur en de hoeveelheid regen en/of zon op een bepaalde plaats en op een bepaald tijdstip.

Vroeger beruste **weervoorspellingen** op volksgezegden en bijgeloof. Eind 19de eeuw werden er weerstations in vele landen opgezet. Eerst alleen in de plaatselijke krant gepubliceerd en toen de telegraaf en telefoon meer gebruikt werden, kon men de resultaten makkelijker doorgeven. Hierdoor verschenen de eerste weerkaarten in de landelijke krant. De kwaliteit voor de voorspellingen werden beter, maar het aantal meteorologische stations hield niet over. Bovendien kreeg men pas gegevens over een storm nadat deze was geweest, men had behoefte aan de informatie voor de storm. De satelliet bood een oplossing.

Met een **weersatelliet** kun je de volgende aspecten **waarnemen**:  
**- Wolken**:   
Wolkenfoto’s kunnen gemaakt worden door middel van zichtbaar licht. De wolken kaatsen namelijk meer licht terug dan de atmosfeer. Plak je een heleboel van deze plaatjes snel achter elkaar, dan zie je waar de wolken heen bewegen.   
**- Temperatuur van het aardoppervlak**:   
Het aardoppervlak zendt infraroden straling uit met ene golflengte van 10- 12 μm. Er is een verband tussen de golflengte en de temperatuur in een gebied. Hoe hoger de temperatuur des te lager de uitgestraalde golflengte.   
**- Hoeveelheid waterdamp in de atmosfeer**:  
Om de bewolking te schatten is het belangrijk om te weten hoeveel waterdamp zich in de lucht bevind. Waterdamp absorbeert staling met een golflengte tussen de 5,7 en 7,1 μm. De signaalsterkte van deze golflengtes kan de satelliet gebruiken om de concentratie van waterdamp in de atmosfeer te schatten.