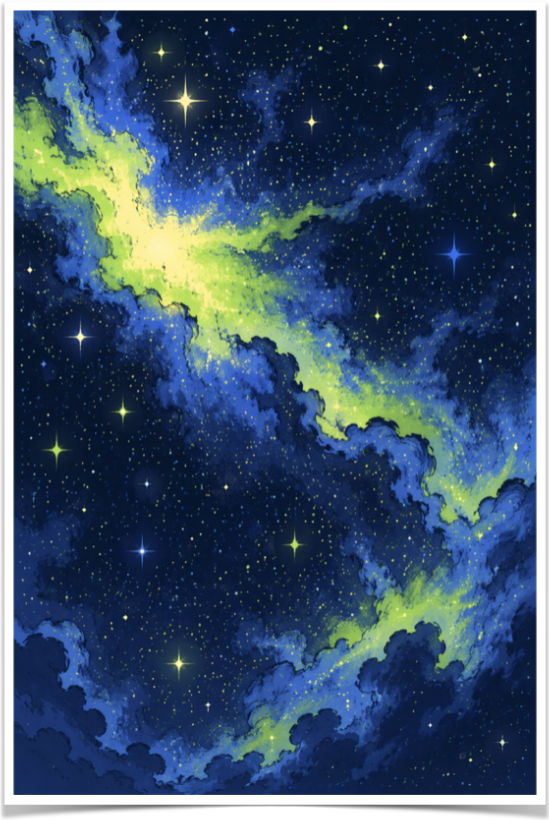
Huygens' planetarium

Deel 1: Een korte geschiedenis van planetaria



November 2026

Copyright: Daphne M. Stam

Om vooraf te lezen

Met een *planetarium* bedoelen we tegenwoordig meestal een ronde zaal waarin sterren en planeten op het plafond worden geprojecteerd zodat jij, achteroverleunend in een zachte stoel, hun paden langs de nachthemel kunt bewonderen. Maar eeuwenlang was een planetarium een *mechanisch instrument* waarin de planeten,[1] voorgesteld door bolletjes, door middel van tandwielen rond een Zon-bolletje draaiden. Dit werkboek gaat over zulke mechanische planetaria, en in het bijzonder over het planetarium dat rond 1680 ontworpen werd door *Christiaan Huygens*.[2]

In dit werkboek staan opdrachten. Je mag daarvoor een computer of rekenmachine gebruiken. Het belangrijkste is dat je kritisch nadenkt: snap je jouw antwoorden zelf? Een goede test is om de opdrachten en antwoorden aan iemand anders uit te leggen - kies wel iemand die het eerlijk zegt als het onduidelijk is!

Op bijna elke bladzijde staan nummertjes schuin boven woorden. Die nummertjes verwijzen naar *noten*: extra informatie achterin dit werkboek. Je hoeft de noten niet te lezen maar als ik jou was, zou ik dat natuurlijk wel doen.

Dit werkboek is *Deel 1: een korte geschiedenis van planetaria*. Er zullen meer delen volgen, zoals over de bewegingen van planeten om de Zon en over de tandwielen die de planeten in een planetarium laten bewegen.

1. De alleroudste planetaria

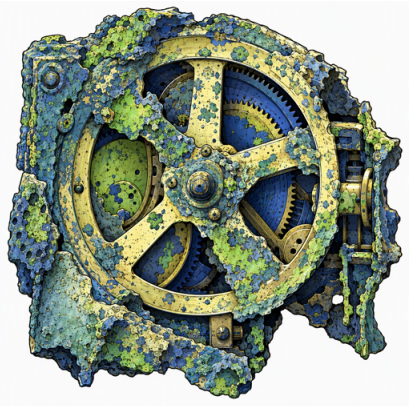
Het oudst bekende mechanische planetarium is het *Antikythera mechaniek*. Dat werd in 1901 opgedoken voor de kust van het Griekse eilandje Antikythera (zie Figuur 1), uit een wrak van een boot die daar ruim tweeduizend jaar eerder gezonken was.

De boot had een lading van marmeren beelden en andere kunstvoorwerpen en dus ook dit planetarium, waar helaas niet veel meer van over was dan een onaanzienlijk, samengedrukt pakje hout en brons (zie Figuur 2). Toen dat pakje per ongeluk openbrak, bleken er tientallen fijne tandwielen in te zitten. Dat de oude Grieken al zulke tandwielen konden maken en in instrumenten gebruikten was een grote verrassing, want er werd algemeen gedacht dat die techniek pas vanaf de middeleeuwen in Europa aanwezig was.

Na de ontdekking van de tandwielen hebben veel wetenschappers zich over het Antikythera mechaniek gebogen en is het op allerlei manieren onderzocht, zo kon bijvoorbeeld met röntgenstraling het binnenste van het pakje bekeken worden (het opgedoken pakje is nog niet helemaal



Figuur 1: Een kaart van een deel van Griekenland met het eilandje Antikythera linksonder het midden (te klein om op deze schaal te zien).



Figuur 2: Een tekening van het Antikythera mechaniek zoals het aan boord van het wrak werd gevonden. Het houten omhulsel was grotendeels vergaan en het koper was geoxideerd en groen uitgeslagen. De tandwielen waren in elkaar gedrukt, samen met restjes hout.

uit elkaar gehaald). Er zijn verschillende reconstructies gebouwd en tegenwoordig denken wetenschappers redelijk goed te weten wat men met dit bijzondere mechaniek kon doen.

Zo kon het gebruikt worden om de standen van planeten en de Maan te tonen, om eclipsen van de Zon en de Maan te voorspellen, en het was een kalender om, bijvoorbeeld, te weten wanneer de beroemde Olympische Spelen in Sparta plaatsvonden.

****

Opdracht 1: Zoek informatie op over het Antikythera mechaniek. Je kunt je laten leiden door de volgende vragen: Waar is het wrak aangetroffen? Wat was er aan boord? Van welke planeten laat het mechaniek de banen zien? Waarom wilde men eclipsen kunnen voorspellen? Waarom is dat moeilijk? Wat voor evenmenten stonden er waarschijnlijk op de kalender?

Er zijn geweldige boeken over het mechaniek geschreven, vooral over de zoektocht naar de precieze werking ervan, maar online is er ook veel te vinden - zoals filmpjes over reconstructies met behulp van Lego!

****

De bekende Romeinse politicus, schrijver en redenaar *Cicero*[3] roemt de mechanische planetaria van de Griekse *Archimedes*[4] en *Posidonius*[5]. Na de vondst bij Antikythera dachten sommige wetenschappers dat dat mechaniek het planetarium van Posidonius kan zijn geweest, maar uit Cicero's schrijfsels wordt helaas niet duidelijk hoe dat laatste er precies uit zag. Waarschijnlijk zullen we nooit weten wie het Antikythera mechaniek bouwde en voor wie het bestemd was.

****

Opdracht 2: Een planetarium toont de posities van planeten (ook van de Aarde en Maan) in hun banen ten opzichte van de Zon. Er is één groot verschil tussen die banen in het Antikythera planetarium en die in een planetarium dat we tegenwoordig zouden bouwen. Wat is dat verschil?

****

Na de klassieke oudheid lijkt in Europa de belangstelling voor mechanische planetaria pas halverwege de zestiende eeuw weer opgebloeid te zijn. In 1543 werd het boek *De revolutionibus orbium coelestium*[6] dat *Copernicus*[7] had geschreven, gepubliceerd. Dat boek verdedigde het *heliocentrische* model van het zonnestelsel, waarin alle planeten, inclusief de Aarde en de Maan, om de Zon draaien. De sterren ook. Dit heliocentrische model verving langzaam maar zeker het toen gebruikelijke *geocentrische* model, waarin alles om de Aarde draait.

De nieuwe mechanische planetaria toonden hoe het heliocentrische model de waargenomen bewegingen van de Zon, de planeten, en de Maan aan de hemel en fenomenen als bijvoorbeeld de seizoenen, veel eenvoudiger kon verklaren dan het geocentrische model.

****

Opdracht 3: Zoek uit hoe het geocentrische model van het zonnestelsel en het heliocentrische model eruit zien en wat de verschillen zijn.

Er bestonden ook modellen die een mengsel waren van deze twee modellen. Als je het leuk vindt, zoek dan een paar van die mengsel-modellen op en kijk hoe ze van de geocentrische en heliocentrische modellen verschillen.

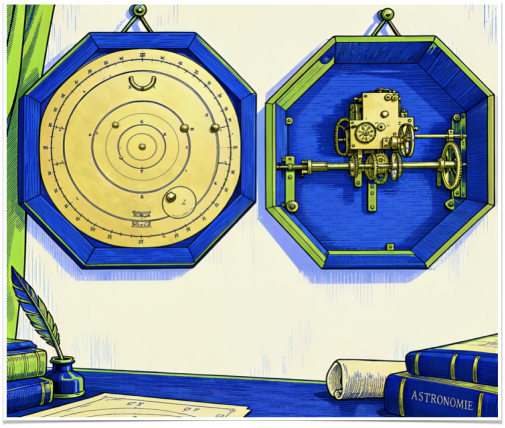
****

2. Huygens' planetarium

Christiaan Huygens werkte tussen 1666 en 1680 bij het Koninklijk Observatorium in Parijs. Hij had het mechanische planetarium gezien dat *Ole Rømer*[8], die bij hetzelfde observatorium werkte, had gebouwd voor de Franse koning *Lodewijk de 14de*.[9] Huygens vond Rømer's planetarium ingenieus maar dacht dat het mechaniek veel nauwkeuriger en *eleganter* kon en begon met het ontwerpen van zijn eigen versie.

In 1681 verliet Christiaan Huygens Parijs, omdat zijn gezondheid slecht was en omdat er politieke onrust was. Hij nam zijn planetarium-in-wording mee naar Nederland[10] en bouwde het, samen met de Haagse klokkenmaker Johannes van Ceulen, af.

Huygens' planetarium ziet er, net als dat van Rømer, uit als een grote klok in een houten kast (zie Figuur 3). In de koperen plaat op de voorkant zijn de planeetbanen uitgesneden waarin kleine, halve bolletjes van koper bewegen die de planeten voorstellen. In het midden staat een half bolletje van koper dat de Zon voorstelt. Openingen in de koperen plaat tonen de tijd en de datum.



Figuur 3: Een tekening van het planetarium van Huygens, met links de buitenkant, en rechts de binnenkant. In het echt kon de voorkant als een deurtje opzij geklapt worden om bij de tandwielen en het uurwerk binnenin te komen. De doorsnede is ongeveer 60 cm.

Huygens' planetarium moest aan de muur worden opgehangen. De planeten konden niet alleen met de hand in beweging worden gezet, met een hendel die in de zijkant kon worden gestoken en die je kon ronddraaien, maar ook volledig automatisch bewegen, omdat er een uurwerk in het planetarium zat.[11] Zo'n automatische aandrijving was uniek in die tijd.

Omdat het Huygens niet lukte de best wel hoge kosten voor het bouwen van het planetarium van Lodewijk de 14de terug te krijgen, hield hij het zelf.[12] Tegenwoordig kun je zijn planetarium in het *Rijksmuseum Boerhaave* bewonderen. Het staat stil maar het is (mij, Daphne) onbekend of het kapot is, of dat het museum bang is dat het kapot zal gaan als het aangezet wordt.

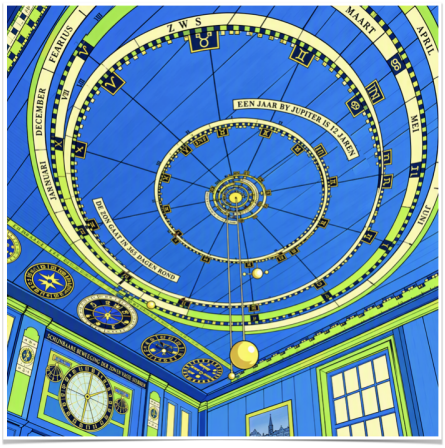
3. Eisinga's planetarium

Een beroemd planetarum is dat wat *Eise Eisinga* (1744 - 1828) in het plafond van zijn woonkamer in het Friese stadje Franeker plaatste (zie Figuur 4). Het bouwen daarvan duurde 7 jaar. Het was in 1781 klaar.[13] Eisinga's huis heet nu het *Koninklijk Eise Eisinga Planetarium*. Dit planetarium heeft, net als dat van Huygens, een uurwerk dat de tandwielen aandrijft: deze slingerklok hangt aan de muur van de woonkamer. Dit planetarium staat bekend als het oudst werkende ter wereld.[14]

****

Opdracht 4: De planeten die mensen met het blote oog aan de nachthemel kunnen zien, zijn al sinds mensenheugenis bekend. Dat zijn: Mercurius, Venus, Mars, Jupiter, en Saturnus (zie Figuur 5). De planeten Uranus en Neptunus staan zover weg van de Zon en van ons dat ze niet helder genoeg zijn om met het blote oog te zien. Zij zijn met behulp van telescopen ontdekt. Zoek op wanneer, hoe, en door wie de planeten Uranus en Neptunus zijn gevonden. Vooral de ontdekking van Neptunus is een mooi verhaal.

De opdracht gaat op de volgende bladzijde verder!



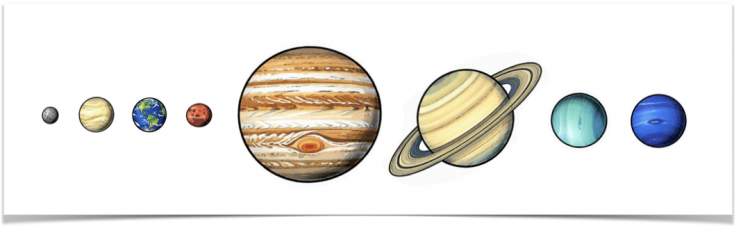
Figuur 4: Het planetarium dat Eise Eisinga in het plafond van zijn woonkamer in zijn huis in Franeker plaatste. Het is het oudst werkende planetarium ter wereld.

Hoewel Pluto tegenwoordig een dwergplaneet wordt genoemd, en officieel niet meer tot de hoofdplaneten hoort, vind je het misschien ook interessant om uit te zoeken wanneer, hoe, en door wie die is ontdekt.

****

Het inwendige mechaniek van Eisinga's planetarium lijkt op dat van Huygens' planetarium, hoewel dat van Eisinga veel groter is en voornamelijk van hout is gemaakt in plaats van van koper. Misschien had Eisinga Huygens' handleiding voor het bouwen van zijn planetarium wel bij de hand. Die handleiding bevat een beschrijving van alle tandwielen en een uitleg over *kettingbreuken*, een wiskundige methode die Huygens als eerste had gebruikt om het beste aantal tanden van elk tandwiel te berekenen. Tandwielen en kettingbreuken zullen in Deel 3 van dit werkboek besproken worden.

Huygens had zijn handleiding nooit laten drukken. Na zijn dood in 1695 heeft de Leidse professor Burchardus de Volder samen met Bernardus Fullenius jr., een wiskunde-professor van de universiteit van Franeker,[15] volgens opdracht in Huygens' testament, de handleiding gepubliceerd.[16]



Figuur 5: De planeten die om de Zon draaien, in ongeveer de juiste verhouding in grootte en op volgorde vanaf de Zon (van links naar rechts): Mercurius, Venus, Aarde, Mars, Jupiter, Saturnus, Uranus, Neptunus. De afstanden tussen de planeten zijn niet in de juiste verhouding!

****

Opdracht 5: Zoek de afstanden tussen de planeten Uranus en Neptunus en de Zon op, en vergelijk die afstanden met die tussen de andere planeten en de Zon.

Het plafond van de woonkamer van Eisinga's huis is ongeveer 4 meter breed. De baan die Saturnus langs het plafond aflegt past daar net in. Hoe breed zou het plafond moeten zijn om de banen van Uranus en Neptunus op dezelfde schaal aan het planetarium toe te voegen? Je mag aannemen dat alle planeetbanen perfecte cirkels zijn.

****

Noten

[1] Een planetarium met alleen de Zon, de Aarde en de Maan erin heet een *tellurium*, naar het Latijnse woord *Tella* dat *Aarde* betekent.

[2] Christiaan Huygens werd in 1629 in Den Haag geboren en stierf er in 1695. Tussendoor reisde hij veel in Europa, vooral naar Engeland en Frankrijk, en hij woonde van 1666 tot 1680 in Parijs.

[3] Marcus Tullius Cicero leefde van 106 tot 43 BC. Hij was een tijdgenoot van Julius Caesar.

[4] Archimedes van Syracuse was van alles: wiskundige, astronoom, filosoof, en uitvinder (ongeveer 287 – 212 BC). Hij ontdekte dat als je in een bad gaat zitten, het volume van het verplaatste water gelijk is aan het volume van je lichaam (tenminste: van het deel van je lichaam dat onder water is). Het verhaal is dat hij dat ontdekte terwijl hij zelf in bad zat

en van enthousiasme uit bad sprong, in zijn blootje de straat op rende en 'Eureka! riep, wat zoiets betekent als 'Ik heb het gevonden!'.

[5] Posidonius was politicus en wetenschapper, onder andere astronoom (135 - 51 BC).

[6] Dit boek, dat in het Nederlands 'Over de Omwentelingen van de Hemellichamen' heet, werd vlak na Copernicus' dood, in 1543, uitgegeven. Anders dan vaak wordt gezegd, was het heliocentrische model van het zonnestelsel zoals Copernicus dat in zijn boek presenteerde niet nieuw. Copernicus baseerde zijn ideeën deels op kennis uit het oude Griekenland en de Arabische wereld.

[7] Nicolaus Copernicus was een Poolse geestelijke, rechtsgeleerde, wiskundige en astronoom (1473 - 1543).

[8] Ole Rømer was een Deense astronoom (1644 - 1710) die bekend is geworden als degene die door metingen aan de manen van Jupiter per toeval ontdekte dat het licht een snelheid heeft die niet oneindig groot is: het licht heeft tijd nodig om, bijvoorbeeld van Jupiter naar de Aarde te reizen. Het is er niet instantaan. Huygens deed de eerste berekeningen van de lichtsnelheid met behulp van Ole's metingen.

[9] Lodewijk de 14de (1638 - 1715) wordt ook wel *de Zonnekoning* genoemd - hij liet onder andere het enorme paleis in Versailles bouwen.

[10] In 1681 bestond het Nederland zoals wij dat kennen nog niet. Huygens ging terug naar de Republiek der Zeven Verenigde Nederlanden (ook wel Republiek der Verenigde Nederlanden genoemd). De zeven gewesten die die Republiek vormden waren: Holland, Zeeland, Utrecht, Gelderland, Overijssel, Friesland en Groningen. Drenthe hoorde er niet bij, maar was wel bondgenoot. Noord-Brabant was geen zelfstandig gewest, maar werd rechtstreeks door de regering in Den Haag bestuurd.

[11] Christaan Huygens staat bekend als de uitvinder van het *slingeruurwerk* en de *balansveer*. Een klok die volgens Huygens' ontwerp was gebouwd liep per dag slechts 15 seconden achter, terwijl andere klokken makkelijk 15 minuten per dag verloren. In Huygens' planetarium zat geen slingeruurwerk, maar een soort horloge-uurwerk, met twee opgerolde veren er in. Dat uurwerk moest slechts één keer per week worden opgewonden.

[12] Christiaan nam het planetarium mee naar *Hofwijck*, het kleine buitenhuis van de familie Huygens in Voorburg, naast den Haag, waar hij de laatste jaren van zijn leven woonde. Alleen 's winters, als het op Hofwijck koud en eenzaam was, ging hij terug naar Den Haag.

[13] Heel jammer voor Eise werd in 1781 de planeet *Uranus* ontdekt. Die paste niet meer in de woonkamer, en het zou zowiezo lastig geweest zijn om het mechaniek op nóg een planeet aan te passen.

[14] Als het planetarium van Huygens nog werkt is dat het oudst werkende.

[15] De universiteit van Franeker werd in 1585 opgericht, en was lange tijd de tweede universiteit in Noord-Nederland, na Leiden. In 1811 waren de studentenaantallen echter erg klein geworden en werd de universiteit door Napoleon Bonaparte opgeheven.

[16] Die publicatie, uit 1703 (Christiaan Huygens was in 1695 overleden), bevat allerlei werk van Huygens dat nog niet was gepubliceerd. Het boek heet *Opuscula Posthuma*, wat, een beetje neerbuigend, *Nagelaten Werkjes* betekent.