



Uitwerking keuzeonderwerpen

Keuzeonderwerp 5

GEOCENTRISCH EN HELIOCENTRISCH WERELDBEELD

1 –

2

A Het oppervlak van de aarde moet in elk geval gekromd zijn, maar dat hoeft nog niet te betekenen dat de hele aarde een bol is. De aarde kan ook een 'kromgetrokken' schijf zijn. Alleen als dit verschijnsel op alle plaatsen op aarde optreedt, is het een sterk argument voor een bolvormige aarde.

B Lijkt een vrij sterk argument.

C Ook een schijf kan een gekromde schaduw van de aarde op de maan opleveren als deze schijf loodrecht staat op de verbindinglijn zon-aarde-maan. Geen sterk argument dus?

D Zouden die ontdekkingsreizigers niet – zonder dat zelf te weten – in een soort cirkel kunnen varen?

E Lijkt een vrij sterk argument.

3

In het geocentrisch wereldbeeld draait de zon in een cirkelbaan rond de aarde. In het heliocentrisch wereldbeeld draait de aarde in een cirkelbaan rond de zon, en draait de aarde rond haar as. Die laatste beweging veroorzaakt de schijnbare beweging van de zon.

4

A Als de aarde met een constante snelheid beweegt en ronddraait, voel je die bewegingen niet. Vergelijk het maar met in bijvoorbeeld een trein zitten. Alleen bij het optrekken en remmen 'voel' je de beweging.

B De atmosfeer draait met de aarde mee.

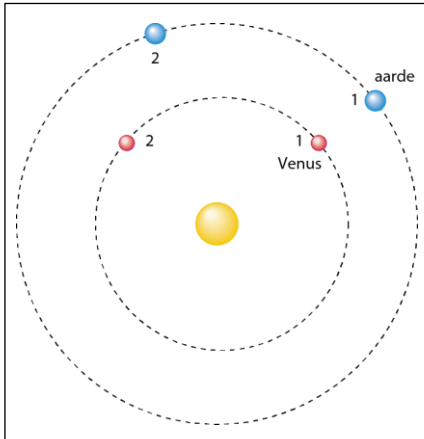
C Bij het recht omhoog gooien heeft een voorwerp in horizontale richting dezelfde snelheid als het aardoppervlak. Het voorwerp beweegt dus tijdens het stijgen en dalen met het aardoppervlak mee en landt weer op dezelfde plaats.

5

a –

b Door de beweging van de planeet Mars in zijn epicykel verandert de afstand tussen Mars en de aarde voortdurend. De planeet Mars zal dus afwisselend veraf en dichtbij staan (gezien vanaf de aarde), en de waargenomen grootte zal dus afwisselend klein en groot zijn. Dit geldt ook voor de zon en de andere planeten, omdat ook zij in epicykels bewegen.

c Door de beweging van Mars in zijn epicykel beweegt de planeet een deel van de tijd met zijn beweging rond de aarde mee. Maar de rest van de tijd beweegt Mars in zijn epicykel tegen zijn beweging rond de aarde in. Bij een juist gekozen waarde van de baanstraal van en de baansnelheid in de epicykel kan Mars dan 'achteruit' bewegen. De baansnelheid van Mars in de epicykel moet dan groter zijn dan de baansnelheid van Mars in de



Figuur 1 – De posities van Venus en de aarde in hun baan rond de zon op twee opeenvolgende tijdstippen.

cirkelbaan rond de aarde.

6 –

7

Als de aarde in een ellipsbaan rond de zon beweegt, verandert de afstand tussen de aarde en de zon voortdurend. De zon zal dus afwisselend veraf en dichtbij staan (gezien vanaf de aarde). Het afwisselend veraf en dichtbij staan van de planeten (gezien vanaf de aarde) is te verklaren met hun verschil in omlooptijd. De omlooptijd van de planeten hangt af van hun baanstraal: zie de derde wet van Kepler. Een snel ronddraaiende planeet als Venus zal zich dus een deel van de tijd van de aarde verwijderen, als deze planeet 'wegloopt' van de aarde (zie de posities 1 en 2 van Venus en de aarde in figuur 1 hiernaast op twee opeenvolgende tijdstippen). Vanaf een bepaald tijdstip zal Venus de aarde weer gaan inhalen, en wordt de afstand Venus-aarde weer kleiner. Voor de andere planeten geldt een vergelijkbare verklaring.

De baanstraal van Mars is groter dan die van de aarde, en dus is de omlooptijd van Mars volgens de derde wet van Kepler groter. Als de aarde de langzamer bewegende planeet Mars 'inhaalt', zal Mars ten opzichte van de vaste sterrenhemel als achtergrond schijnbaar 'achteruit' bewegen.

8 –

9

- a De lichtpuntjes zijn de manen van Jupiter.
- b De manen verdwijnen in hun baan rond Jupiter van tijd tot tijd achter de planeet.
- c De manen draaien in hetzelfde vlak rond de planeet. Dit vlak valt ruwweg samen met het vlak waarin de planeten rond de zon draaien. Vanaf de aarde kijken we dus tegen de 'zijkant' van de cirkelbanen aan, zodat de manen steeds op één lijn liggen.
- d In het geocentrisch wereldbeeld draaien alle hemellichamen rond de aarde. De manen van Jupiter draaien duidelijk rond de planeet, en niet rond de aarde.

10

- a Zowel het geocentrisch als het heliocentrisch wereldbeeld geeft een verklaring voor de waargenomen bewegingen van de zon en de planeten, en voor de vanaf de aarde waargenomen veranderende grootte van deze hemellichamen. In het geocentrisch wereldbeeld zijn daarvoor epicykels nodig: een cirkelbaan van de zon en de planeten rond een (meedraaiend) 'leeg' punt in de ruimte. Dat is een zwak punt. In het heliocentrisch wereldbeeld zijn de banen van de planeten ellipsbanen rond de zon. De epicykels uit het geocentrisch wereldbeeld zijn niet meer nodig om de beweging van de planeten te verklaren. Daardoor is het heliocentrisch wereldbeeld – ondanks de ellips- in plaats van cirkelbanen – eenvoudiger dan het geocentrisch wereldbeeld. Dat is een sterk punt. De ontdekking van de manen van Jupiter (zie opdracht 9) maakte bovendien duidelijk dat niet alle hemellichamen rond de aarde draaien.



- b** –
- c** Het geocentrisch wereldbeeld heeft lang stand gehouden door het geloof in een autoriteit (de kerk). Bovendien was het geocentrisch wereldbeeld in overeenstemming met de ervaring: de aarde beweegt voor je gevoel niet. En de waargenomen bewegingen en veranderingen in grootte van de hemellichamen waren bovendien met dat wereldbeeld goed te verklaren. Ten slotte speelt mee dat men tot het begin van de 17^e eeuw voor waarnemingen was aangewezen op 'het blote oog'. Pas na het beschikbaar komen van de telescoop werden steeds meer verschijnselen zichtbaar die in strijd waren met het geocentrisch wereldbeeld.