

## Vereenvoudigde sterrenkunde

De Wet van Titius-Bode<sup>1)</sup> is een wet uit de astronomie die door Johann Titius werd opgesteld in de achttiende eeuw. Deze wet legt een verband tussen het **rangnummer** van een planeet en de afstand van die planeet tot de zon. Met het rangnummer van een planeet wordt bedoeld: 'de zoveelste planeet geteld vanaf de zon'. De planeet die het dichtst bij de zon staat krijgt nummer 1, de volgende 2 enzovoorts.

De wet luidt:

$$a = 0,4 + 0,3 \cdot 2^{n-2}$$

Hierin is  $a$  de afstand van de planeet tot de zon uitgedrukt in AE (Astronomische Eenheid, 1 AE = afstand van de aarde tot de zon) en is  $n$  het rangnummer van de planeet.

Saturnus heeft volgens de Wet van Titius-Bode een afstand van 10 AE tot de zon.

2p 15 Bereken exact welk rangnummer Saturnus dan zou hebben.

We bekijken de planeten Mars, Venus en de aarde.

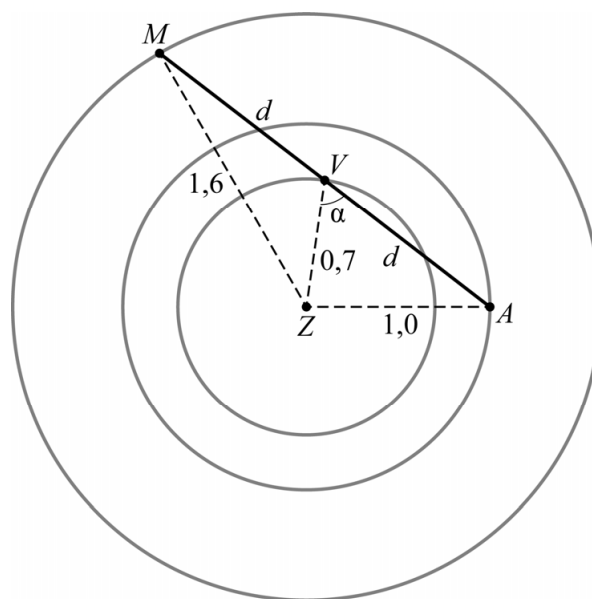
We gaan uit van het volgende eenvoudige model:

De drie planeten draaien ieder in een cirkelvormige baan met de zon als middelpunt. De drie banen liggen in één plat vlak.

De afstand van Venus tot de zon is 0,7 AE, de afstand van de aarde tot de zon is 1,0 AE en de afstand van Mars tot de zon is 1,6 AE.

Het is mogelijk dat de drie planeten op één lijn liggen waarbij Venus precies midden tussen Mars en de aarde in ligt. Deze situatie is weergegeven in figuur 1.

figuur 1 (afstanden in AE)



noot 1 Er is geen wetenschappelijke onderbouwing voor deze wet en er wordt tegenwoordig aangenomen dat de wet alleen berust op een toevallige overeenkomst met de werkelijke afstanden.

De afstand in AE van de aarde tot Venus is  $d$  en hoek  $AVZ$  in graden is  $\alpha$ . Met behulp van figuur 1 kan het volgende verband tussen  $d$  en  $\alpha$  worden gevonden:

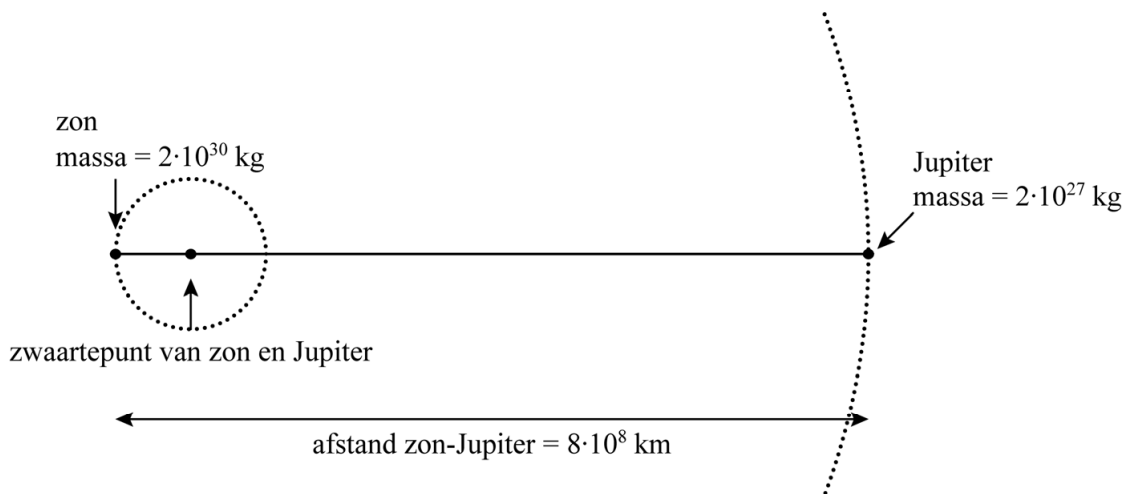
$$\frac{d^2 - 0,51}{\cos(\alpha)} = \frac{d^2 - 2,07}{\cos(180^\circ - \alpha)}$$

- 3p 16 Bewijs dat dit verband juist is.
- 3p 17 Bereken algebraïsch de afstand in AE van de aarde tot Venus in de gegeven situatie. Geef je eindantwoord in twee decimalen.

Meestal wordt gezegd dat de planeten in ons zonnestelsel om de zon draaien. Dat klopt echter niet helemaal: de zon en de planeten draaien allemaal om hun gemeenschappelijke zwaartepunt.

Stel dat het zonnestelsel alleen zou bestaan uit Jupiter en de zon. We beschouwen deze twee hemellichamen als twee puntmassa's. Jupiter is verreweg de zwaarste planeet in ons zonnestelsel met een massa van  $2 \cdot 10^{27}$  kg en een afstand tot de zon van  $8 \cdot 10^8$  km. De zon heeft een massa van  $2 \cdot 10^{30}$  kg. Zie figuur 2 (niet op schaal).

**figuur 2**



- De kleine cirkel in figuur 2 is de baan van de zon om het zwaartepunt.
- 4p 18 Bereken de straal van deze baan in km. Geef je eindantwoord in honderdduizendtallen.

#### Bronvermelding

Een opsomming van de in dit examen gebruikte bronnen, zoals teksten en afbeeldingen, is te vinden in het bij dit examen behorende correctievoorschrift.