

33 Op 3 februari 2009 meldde het European Space Agency (ESA) de ontdekking van de exoplaneet Corot-exo-7b. Een exoplaneet is een planeet die niet om de zon draait, maar om een (andere) ster. Een exoplaneet is dus een planeet in een ander zonnestelsel. In tabel 11.1 staat een aantal gegevens van deze planeet en zijn ‘zon’.

Naam ster	Corot-exo-7	Naam planeet	Corot-exo-7b
afstand	140 pc	ontdekt in	2009
type	K0V	massa	5 à 10 M_{aarde}
schijnbare magnitude	11,7	straal planeet	1,8 R_{aarde}
leeftijd	1,1·10 ⁹ jaar	straal planeetbaan	2,54·10 ⁹ m
temperatuur van oppervlak	5300 K	omlooptijd	0,83 dagen

Tabel 11.1

De afstand tussen ons en de ster is uitgedrukt in parsec (pc). Behalve de parsec wordt ook de eenheid lichtjaar gebruikt om afstanden in het heelal aan te geven.

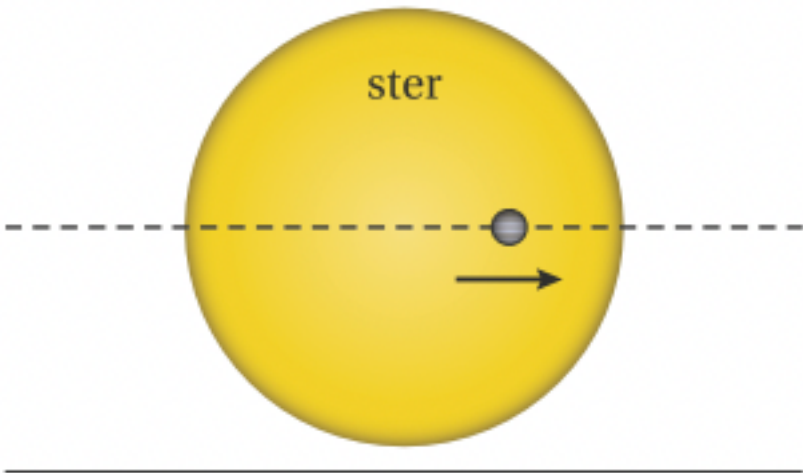
a Reken met behulp van BINAS tabel 5 de afstand tot Corot-exo-7 om in lichtjaar. Corot-exo-7b is de kleinste exoplaneet die tot nu toe is waargenomen. Zijn straal is maar 1,8× zo groot als die van de aarde. Over de massa van de planeet bestaat nog veel onzekerheid. Zie tabel 11.1. Veronderstel dat de exoplaneet ‘aardachtig’ is, dat wil zeggen dat de dichtheid van de planeet (ongeveer) gelijk is aan die van de aarde.

b Bereken in dat geval de massa van de planeet, uitgedrukt in de massa van de aarde.

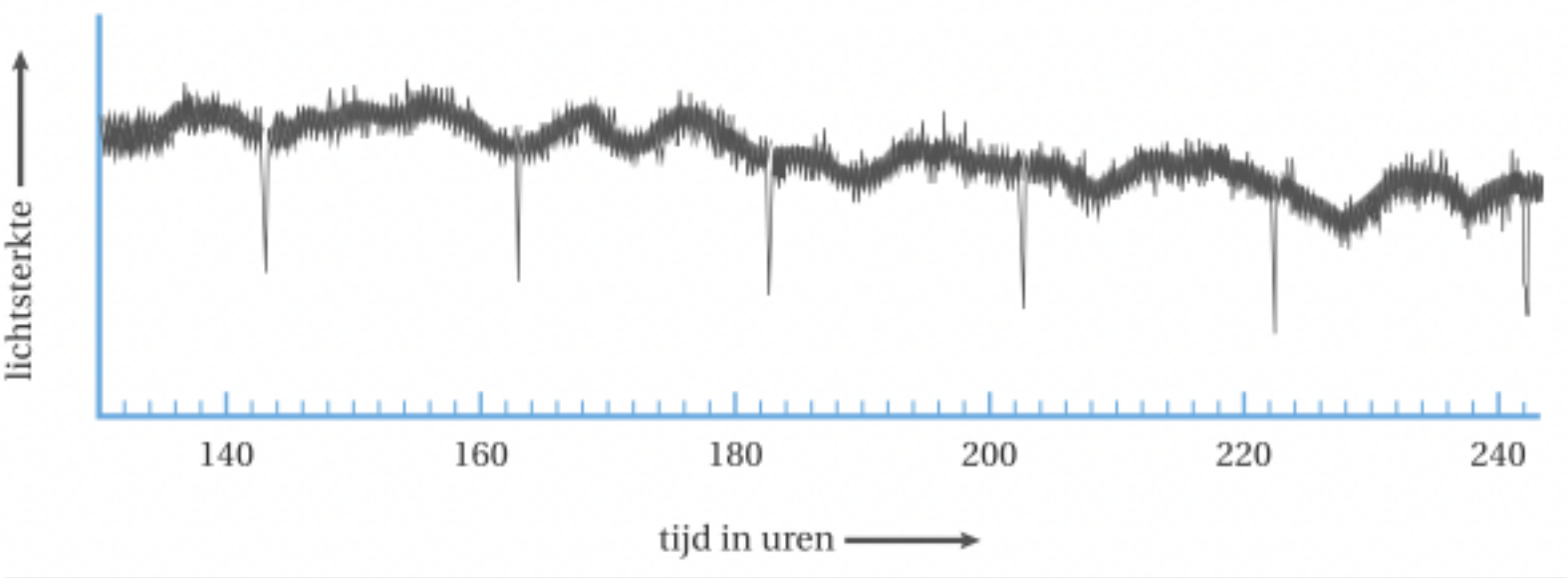
Corot-exo-7b is ontdekt met behulp van de zogenoemde transitmethode. Telkens als de planeet in zijn baan voor de ster langskomt, dekt hij een klein deel van de ster af. Zie figuur 11.44. Daardoor verandert de lichtsterkte van de ster periodiek. Zie figuur 11.45.

Een ‘jaar’ duurt op deze planeet erg kort: slechts 0,83 dagen.

c Toon dit aan met figuur 11.45.



Figuur 11.44



Opgave 33

- a 1 pc = 3,08572·10¹⁶ m (zie BINAS tabel 5)
dus 140 pc = 140 × 3,08572·10¹⁶ = 4,32·10¹⁸ m
1 lichtjaar = 9,461·10¹⁵ m (zie BINAS tabel 5)

$$140 \text{ pc} = \frac{4,32 \cdot 10^{18}}{9,461 \cdot 10^{15}} = 4,566 \cdot 10^2 \text{ lichtjaar}$$

Afgerond: 457 lichtjaar.

- b De massa bereken je met de formule voor de dichtheid.

$$\rho = \frac{m}{V}$$

De dichtheid van de planeet is gelijk aan de dichtheid van de aarde. Dan is de massa van de planeet, uitgedrukt in de massa van de aarde, gelijk aan het volume van de planeet uitgedrukt in het volume van de aarde.

$$V = \frac{4}{3} \pi \cdot r^3$$

$$r = 1,8 \cdot R_{\text{aarde}}$$

$$V_{\text{planeet}} = \frac{4}{3} \pi \cdot (1,8 \cdot r_{\text{aarde}})^3$$

$$V_{\text{planeet}} = 1,8^3 \times \frac{4}{3} \pi \cdot r_{\text{aarde}}^3 = 5,832 \cdot V_{\text{aarde}}$$

Dus de massa van de planeet is 5,8 keer zo groot als de massa van de aarde.

- c Een jaar op de planeet is de tijdsduur van een omloop om de ster. Dat is dus de tijd tussen twee transits. In figuur 11.45 is de tijd tussen de eerste en de zesde transit 242 – 143 = 99 h. Dit is de tijd voor vijf omlopen.

$$\text{Een omloop duurt dus } \frac{99}{5} = 19,8 \text{ h.}$$

$$19,8 \text{ h} = \frac{19,8}{24} = 0,825 \text{ d}$$

Afgerond: een omloop duurt 0,83 d.

- d De baansnelheid bereken je met de formule voor de baansnelheid.

$$v = \frac{2\pi r}{T}$$

$$r = 2,54 \cdot 10^9 \text{ m}$$

$$T = 0,83 \text{ dagen} = 0,83 \times 24 \times 3600 = 7,1712 \cdot 10^4 \text{ s}$$

$$\text{Invullen levert: } v = \frac{2\pi \times 2,54 \cdot 10^9}{7,1712 \cdot 10^4} = 2,225 \cdot 10^5 \text{ m s}^{-1}$$

$$\text{Afgerond: } v = 2,2 \cdot 10^5 \text{ m s}^{-1} = 2,2 \cdot 10^2 \text{ km s}^{-1}$$

- e De diameter van de ster bereken je met de formule voor verplaatsing bij eenparige beweging. De tijd voor het passeren van de ster leid je af uit de tijd waarbij de lichtsterkte kleiner is dan 100%.

Uit figuur 11.46 van het boek volgt dat de lichtsterkte van de ster gedurende 1,1 h kleiner is dan 100%.

Dus de planeet doet er 1,1 × 3600 = 3,96·10³ s over om de ster te passeren.

$$s = v \cdot t$$

$$v = 2,2 \cdot 10^5 \text{ m s}^{-1}$$

$$t = 3960 \text{ s}$$

$$\text{Invullen levert: } s = 2,2 \cdot 10^5 \times 3,96 \cdot 10^3$$

$$s = 8,712 \cdot 10^8 \text{ m}$$

$$\text{Afgerond: } s = 9 \cdot 10^8 \text{ m} = 9 \cdot 10^5 \text{ km.}$$

- f De kleur leid je af met de golflengte van het stralingsmaximum. De golflengte van het stralingsmaximum bereken je met de formule voor de wet van Wien.

$$\lambda_{\text{max}} \cdot T = k_{\text{W}}$$

$$T_{\text{zon}} = 5,78 \cdot 10^3 \text{ K (zie BINAS tabel 32B)}$$

$$T_{\text{ster}} = 5300 \text{ K}$$

Dus T_{ster} is kleiner dan T_{zon} .

Hieruit volgt dat $\lambda_{\text{max,ster}}$ groter is dan $\lambda_{\text{max,zon}}$.

Hoe groter golflengte, des te roder. Zie BINAS tabel 19A.

De kleur van een ster is dus roder dan die van de zon.