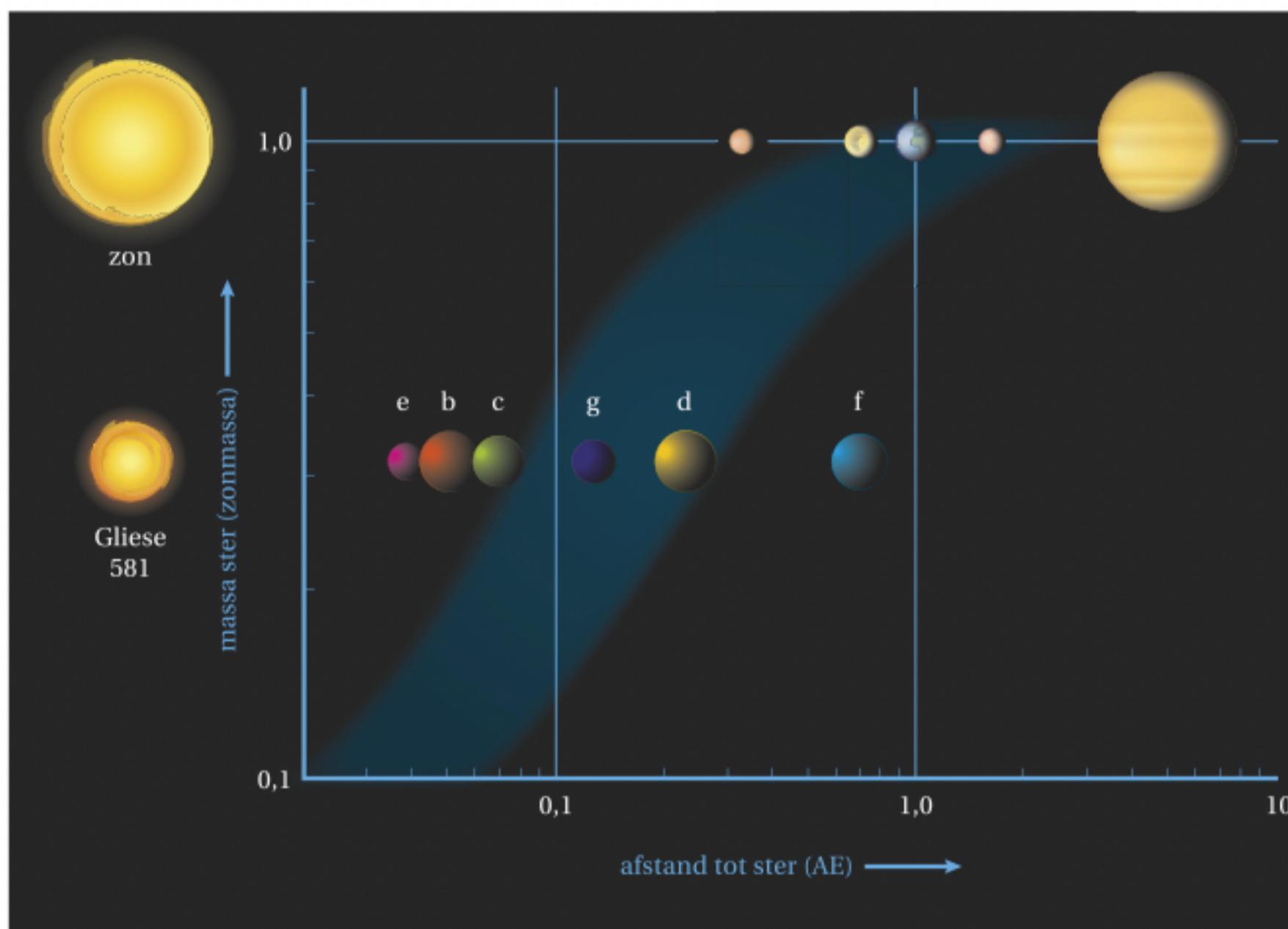


28 Gliese 581 is een zwakke ster die je met het blote oog niet kunt zien. De massa van Gliese 581 is 0,33 zonmassa's en de lichtsterkte is 0,013 keer de lichtsterkte van de zon. De effectieve temperatuur van Gliese 581 is $3,5 \cdot 10^3$ K.

a Leg uit dat Gliese 581 een rode dwerg is.

Rond Gliese 581 zijn exoplaneten ontdekt, genaamd Gliese b, c en verder. Nog niet van alle planeten is het bestaan bevestigd, maar een aantal liggen waarschijnlijk binnen de leefbare zone van Gliese 581. Dit is het gebied rond een ster waar de temperatuur op een planeet geschikt is voor leven. In figuur 12.38 is de leefbare zone van de zon en van Gliese 581 weergegeven met een lichtblauwe kleur.



Figuur 12.38

b Geef aan welke planeten rond de zon in de leefbare zone vallen.

De afstand van de leefbare zone tot Gliese 581 is kleiner dan die tot de zon.

c Leg uit waarom.

De intensiteit van de ontvangen straling op planeet Gliese 581 c is twee keer de intensiteit van de zon op aarde.

d Toon dit aan met figuur 12.38.

Stel dat er op Gliese 581 c water aanwezig is.

e Is het water dan als ijs of als waterdamp aanwezig? Licht je antwoord toe.

Op 9 oktober 2008 is er een radiosignaal naar Gliese 581 c gestuurd. De afstand vanaf de aarde tot Gliese 581 c bedraagt $1,92 \cdot 10^{17}$ m. Als er leven is op Gliese 581 c, wordt er misschien een signaal teruggezonden.

f Bereken in welk jaar het theoretisch mogelijk is om een antwoordsignaal te ontvangen.

Opgave 28

- a De classificatie van een ster bepaal je met behulp van BINAS tabel 33. De kleur bepaal je met de wet van Wien.

$$\begin{aligned} \lambda_{\max} \cdot T &= K_W \\ T &= 3,5 \cdot 10^3 \text{ K} \\ k_W &= 2,898 \cdot 10^{-3} \text{ m K} \quad (\text{zie BINAS tabel 7}) \\ \text{Invullen levert: } \lambda_{\max} \cdot 3,5 \cdot 10^3 &= 2,898 \cdot 10^{-3} \\ \lambda_{\max} &= 8,279 \cdot 10^{-7} \text{ m} \\ \text{Afgerond: } \lambda_{\max} &= 828 \text{ nm.} \end{aligned}$$

De golflengte van het stralingsmaximum ligt in het infrarood. Dus rode kleuren komen voor in het spectrum van Gliese 581.

De lichtsterkte is $0,013 L_\odot$. Dus $\log \frac{L_{\text{ster}}}{L_\odot} = \log 0,013 = -1,88$.

De temperatuur is $3,5 \cdot 10^3$ K. Dus $\log T_{\text{eff}} = \log 3,5 \cdot 10^3 = 3,54$.

- b Uit figuur 12.38 van het boek blijkt dat de tweede, derde en vierde planeet van de zon binnen de leefbare zone vallen. Dit zijn Venus, Aarde en Mars.

- c De temperatuur op een planeet bepaalt of de planeet binnen de leefbare zone van een ster valt. De lichtsterkte van Gliese 581 is kleiner dan die van de zon. Een planeet rond Gliese 581 ontvangt een kleiner vermogen aan straling dan een planeet rond de zon die zich op die afstand bevindt. Om een vergelijkbare hoeveelheid straling te ontvangen, bevindt een planeet zich dichter bij Gliese 581 dan een planeet bij de zon.

- d De verhouding tussen de intensiteiten volgt uit de stralingsintensiteit van Gliese 581c en die van de zon.

De stralingsintensiteit van Gliese 581c bereken je met de formule voor de intensiteit.

De afstand van Gliese 581 c tot de ster Gliese bepaal met behulp van figuur 11.31.

$$I_{\text{Gliese 581c}} = \frac{P_{\text{Gliese 581c}}}{4\pi r_{\text{Gliese 581c}}^2}$$

$$\begin{aligned} P_{\text{Gliese 581c}} &= 0,013 \cdot P_{\text{zon}} \\ P_{\text{zon}} &= 3,85 \cdot 10^{26} \quad (\text{zie BINAS tabel 32}) \\ P_{\text{Gliese 581c}} &= 0,013 \times 3,85 \cdot 10^{26} = 5,005 \cdot 10^{24} \text{ W} \end{aligned}$$

Uit figuur 12.38 lees je af dat de afstand van Gliese 581c tot zijn ster gelijk is aan $r = 0,08 \text{ AE}$.

$$r_{\text{Gliese 581c}} = 0,08 \text{ AE} = 0,08 \times 1,496 \cdot 10^{11} = 1,196 \cdot 10^{10} \text{ m}$$

$$\text{Invullen levert: } I_{\text{Gliese 581c}} = \frac{5,005 \cdot 10^{24}}{4\pi \times (1,196 \cdot 10^{10})^2}$$

$$\begin{aligned} J_{\text{Gliese 581c}} &= 2,78 \cdot 10^3 \text{ W m}^{-2} \\ I_{\text{zon}} &= 1,368 \cdot 10^3 \text{ W m}^{-2} \end{aligned}$$

$$\text{Dit komt overeen met } \frac{I_{\text{Gliese 581c}}}{I_{\text{zon}}} = \frac{2,78 \cdot 10^3}{1,368 \cdot 10^3} = 2,03.$$

- e De intensiteit op Gliese 581c is dus twee keer de intensiteit op aarde.

- f De fase van water berecneer je met de temperatuur op Gliese 581c in vergelijking met die op aarde.

Omdat Gliese 581c veel meer stralingsenergie ontvangt dan de aarde, is de temperatuur hoger dan op aarde. Het water is dan in de vorm van waterdamp aanwezig.

- g Het jaar waarin een antwoordsignaal wordt ontvangen bereken je met het jaar waarin het signaal is verzonden en de tijd die het radiosignaal nodig heeft om de afstand naar Gliese 581c twee keer af te leggen.

De tijd bereken je met de formule voor de verplaatsing bij eenparige beweging.

$$\begin{aligned} s &= v \cdot t \\ s &= 2 \times 1,92 \cdot 10^{17} \text{ m} = 3,84 \cdot 10^{17} \text{ m} \\ v &= c = 2,9979 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1} \quad (\text{zie BINAS tabel 7}) \end{aligned}$$

$$\text{Invullen levert: } 3,84 \cdot 10^{17} = 2,9979 \cdot 10^8 \cdot t$$

$$t = 1,28 \cdot 10^9 \text{ s} = 40,6 \text{ jaar}$$

Het signaal is in 2008 verzonden, dus in 2049 kan er op zijn vroegst een signaal terugkomen.