

Goudlokje

6 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

De massa van de ster is $0,67M_{\text{zon}} = 1,33 \cdot 10^{30} \text{ kg}$.

Uit de derde wet van Kepler, $\frac{r^3}{T^2} = \frac{GM}{4\pi^2}$, volgt $r = \left(\frac{GMT^2}{4\pi^2} \right)^{\frac{1}{3}}$.

Voor T geldt: $T = 36 \cdot 24 \cdot 3600 = 3,11 \cdot 10^6 \text{ s}$.

Hieruit volgt: $r = \left(\frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 1,33 \cdot 10^{30} \cdot (3,11 \cdot 10^6)^2}{4\pi^2} \right)^{\frac{1}{3}} = 2,8 \cdot 10^{10} \text{ m}$.

- gebruik van $\frac{r^3}{T^2} = \frac{GM}{4\pi^2}$ met opzoeken van G en M_{zon} 1
- omrekenen van T naar seconden 1
- completeren van de berekening 1

7 maximumscore 4

uitkomst: 0,0367 (met een marge van 0,0007)

voorbeeld van een antwoord:

De relatieve intensiteit I_{rel} daalt tot een minimumwaarde van 0,99865.

$$\Delta I_{\text{rel}} = \frac{A_{\text{exoplaneet}}}{A_{\text{ster}}} = 0,00135.$$

Uit $\frac{A_{\text{exoplaneet}}}{A_{\text{ster}}} = \frac{\pi R_{\text{exoplaneet}}^2}{\pi R_{\text{ster}}^2} = 0,00135$ volgt dat: $\frac{R_{\text{exoplaneet}}}{R_{\text{ster}}} = 0,0367$.

- inzicht dat het laagste punt in de grafiek afgelezen moet worden 1
- inzicht dat $\Delta I_{\text{rel}} = \frac{A_{\text{exoplaneet}}}{A_{\text{ster}}}$ 1
- inzicht dat $A \propto R^2$ / gebruik van $A = \pi R^2$ 1
- completeren van de bepaling en significantie 1

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

8 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

Voor de intensiteit van de straling bij de exoplaneet geldt: $I = \frac{P_{\text{bron}}}{4\pi r^2}$.

Deze straling valt op de exoplaneet. Voor het ontvangen stralingsvermogen geldt: $P_{\text{in}} = I A$.

De oppervlakte A is gelijk aan het frontaal oppervlak van de exoplaneet.

Daarvoor geldt: $A = \pi R^2$.

Dus geldt voor het ontvangen vermogen: $P_{\text{in}} = \frac{P_{\text{ster}}}{4\pi r^2} \cdot \pi R^2 = P_{\text{ster}} \frac{R^2}{4r^2}$.

Van dit vermogen wordt het gedeelte α gereflecteerd, dus wordt het

gedeelte $(1 - \alpha)$ geabsorbeerd. Dus geldt: $P_{\text{abs}} = P_{\text{ster}} \frac{R^2}{4r^2} (1 - \alpha)$.

- gebruik van $I = \frac{P_{\text{bron}}}{4\pi r^2}$ 1
- inzicht dat $P = IA$, met $A = \pi R^2$ 1
- inzicht dat het gedeelte $(1 - \alpha)$ geabsorbeerd wordt 1
- completeren van de afleiding 1

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

9 maximumscore 5

voorbeeld van een antwoord:

- Voor het uitgestraalde vermogen geldt (de wet van Stefan-Boltzmann):

$$P_{\text{uit}} = \sigma AT^4.$$

Invullen in formule (3) en combineren met formule (2) geeft:

$$P_{\text{ster}} \frac{R^2}{4r^2} (1 - \alpha) = \sigma AT^4.$$

Omschrijven leidt tot:

$$r^2 = \frac{P_{\text{ster}} R^2 (1 - \alpha)}{4 \sigma AT^4} \propto \frac{1}{T^4}, \text{ dus } r = CT^{-2}, \text{ dus } \beta = -2.$$

- $r = CT^{-2}$, dus $\frac{r_{\text{binnen}}}{r_{\text{buiten}}} = \left(\frac{T_{\text{binnen}}}{T_{\text{buiten}}} \right)^{-2}$. Dit geeft:

$$\frac{r_{\text{binnen}}}{5,8 \cdot 10^{10}} = \left(\frac{373}{273} \right)^{-2}, \text{ dus } r_{\text{binnen}} = 3,1 \cdot 10^{10} \text{ m}. \text{ Dat is groter dan de}$$

baanstraal, daarmee ligt de exoplaneet niet in het goudlokjegebied.

- inzicht dat $P_{\text{uit}} = \sigma AT^4$ 1
- gebruik van formule (2) en formule (3) 1
- completeren van de bepaling van β 1
- inzicht dat $\frac{r_{\text{binnen}}}{r_{\text{buiten}}} = \left(\frac{T_{\text{binnen}}}{T_{\text{buiten}}} \right)^{-2}$ / berekenen van C met r_{buiten} en T_{buiten} 1
- completeren van de berekening en consequente conclusie 1