## Goudlokje

**6 maximumscore 3**

voorbeeld van een antwoord:

De massa van de ster is $0{,}67 M_{zon} = 1{,}33 \cdot 10^{30}$ 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: $T = 36 \cdot 24 \cdot 3600 = 3{,}11 \cdot 10^6$ s .

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

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

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

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

**8 maximumscore 4**

voorbeeld van een antwoord:

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

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: $P_{\text{in}} = \dfrac{P_{\text{ster}}}{4\pi r^2} \cdot \pi R^2 = P_{\text{ster}} \dfrac{R^2}{4r^2}$.

Van dit vermogen wordt het gedeelte $\alpha$ gereflecteerd, dus wordt het gedeelte $(1-\alpha)$ geabsorbeerd. Dus geldt: $P_{\text{abs}} = P_{\text{ster}} \dfrac{R^2}{4r^2}(1-\alpha)$.

- gebruik van $I = \dfrac{P_{\text{bron}}}{4\pi r^2}$ — 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

9 **maximumscore 5**

voorbeeld van een antwoord:

– Voor het uitgestraalde vermogen geldt (de wet van Stefan-Boltzmann): $P_{\text{uit}} = \sigma A T^4$.
Invullen in formule (3) en combineren met formule (2) geeft:
$$P_{\text{ster}} \frac{R^2}{4r^2}(1-\alpha) = \sigma A T^4.$$
Omschrijven leidt tot:
$$r^2 = \frac{P_{\text{ster}} R^2 (1-\alpha)}{4\sigma A T^4} \propto \frac{1}{T^4}$$, dus $r = CT^{-2}$, dus $\beta = -2$.

– $r = CT^{-2}$, dus $\dfrac{r_{\text{binnen}}}{r_{\text{buiten}}} = \left(\dfrac{T_{\text{binnen}}}{T_{\text{buiten}}}\right)^{-2}$. Dit geeft:
$\dfrac{r_{\text{binnen}}}{5{,}8 \cdot 10^{10}} = \left(\dfrac{373}{273}\right)^{-2}$, dus $r_{\text{binnen}} = 3{,}1 \cdot 10^{10}$ m. Dat is groter dan de baanstraal, daarmee ligt de exoplaneet niet in het goudlokjegebied.

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