

Opgave 2 WMAP

6 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

Voor een cirkelbeweging is een middelpuntzoekende kracht nodig.

Hiervoor geldt: $F_{\text{mpz}} = \frac{mv^2}{r}$. Voor de baansnelheid geldt: $v = \frac{2\pi r}{T}$.

Dus geldt: $F_{\text{mpz}} = \frac{m4\pi^2 r}{T^2}$.

$$r = 0,1496 \cdot 10^{12} + 1,5 \cdot 10^9 = 0,1511 \cdot 10^{12} \text{ m.}$$

$$T = 365 \text{ dag} = 365 \cdot 24 \cdot 3600 = 3,15 \cdot 10^7 \text{ s.}$$

$$\text{Dit levert: } F_{\text{mpz}} = \frac{840 \cdot 4\pi^2 \cdot 0,1511 \cdot 10^{12}}{(3,15 \cdot 10^7)^2} = 5,0 \text{ N.}$$

- inzicht dat $F_{\text{res}} = F_{\text{mpz}} = \frac{mv^2}{r}$ 1
- gebruik van $v = \frac{2\pi r}{T}$ met $T = 365 \text{ dag}$ 1
- inzicht dat $r = 149,6 \text{ miljoen km} + 1,5 \text{ miljoen km}$ 1
- completeren van het antwoord 1

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

7 **maximumscore 3**

voorbeeld van een antwoord:

methode 1

Het volstaat om één van de twee gravitatiekrachten uit te rekenen.

Voor de gravitatiekracht van de zon geldt:

$$F_g = G \frac{mM}{r^2} = 6,673 \cdot 10^{-11} \frac{840 \cdot 1,989 \cdot 10^{30}}{(0,1511 \cdot 10^{12})^2} = 4,88 \text{ N.}$$

Voor de gravitatiekracht van de aarde geldt:

$$F_g = G \frac{mM}{r^2} = 6,673 \cdot 10^{-11} \frac{840 \cdot 5,976 \cdot 10^{24}}{(1,5 \cdot 10^9)^2} = 0,15 \text{ N.}$$

(Dus de zon levert aan de kracht de grootste bijdrage.)

- gebruik van $F_g = G \frac{mM}{r^2}$ 1
- opzoeken van de massa van de zon of de aarde 1
- completeren van het antwoord 1

methode 2

Voor de gravitatiekracht geldt: $F_g = G \frac{mM}{r^2}$.

Dus geldt voor de verhouding van de gravitatiekrachten:

$$\frac{F_{g,aarde}}{F_{g,zon}} = \frac{G \frac{m_{wmap} \cdot M_{aarde}}{r_{wmap-aarde}^2}}{G \frac{m_{wmap} \cdot M_{zon}}{r_{wmap-zon}^2}} = \frac{M_{aarde}}{M_{zon}} \cdot \left(\frac{r_{wmap-zon}}{r_{wmap-aarde}} \right)^2 =$$

$$\frac{5,976 \cdot 10^{24}}{1,989 \cdot 10^{30}} \left(\frac{0,1511 \cdot 10^{12}}{1,5 \cdot 10^9} \right)^2 = 0,030.$$

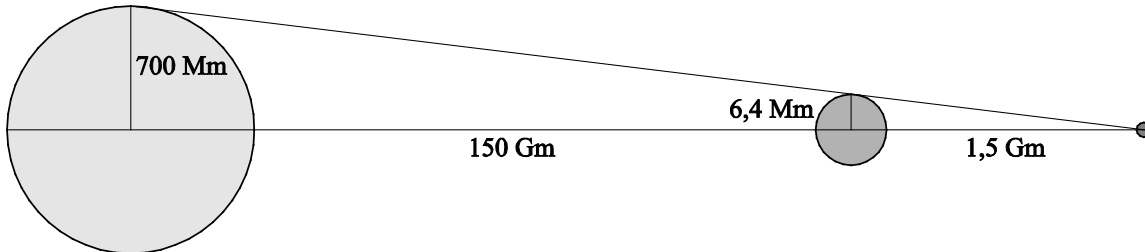
(Dus de zon levert aan de kracht de grootste bijdrage.)

- gebruik van $F_g = G \frac{mM}{r^2}$ 1
- opzoeken van de massa's van de zon en de aarde 1
- completeren van het antwoord 1

8 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

Een tekening op schaal maken lukt niet. Wel een tekening met de juiste verhoudingen.



methode 1

In de figuur een uiterste straal van de rand van de zon naar WMAP tekenen.

Uit de tekening bereken je voor de straal van de aarde:

$$r = 696 \cdot 10^6 \frac{1,5}{151,5} = 6,9 \cdot 10^6 \text{ m.}$$

Dit is meer dan de werkelijke straal van de aarde: $6,4 \cdot 10^6 \text{ m}$.

Dus staat MWAP niet volledig in de schaduw van de aarde.

- inzicht dat $r = 696 \cdot 10^6 \frac{1,5}{151,5} = 6,9 \cdot 10^6 \text{ m}$ 1
- opzoeken van de stralen van de aarde en de zon 1
- completeren van het antwoord 1

methode 2

Reken de hoek uit waarmee je vanaf WMAP de aarde en de zon ziet:

$$\tan \angle_{\text{aarde}} = \frac{6,4 \cdot 10^6}{1,5 \cdot 10^9} = 4,3 \cdot 10^{-3}$$

$$\tan \angle_{\text{zon}} = \frac{700 \cdot 10^6}{0,1511 \cdot 10^{12}} = 4,6 \cdot 10^{-3}$$

De (tangens van de) hoek van de zon is groter dan van de aarde.

Dus staat MWAP niet volledig in de schaduw van de aarde.

- inzicht dat de (tangens van de) gezichtshoeken vergeleken kunnen worden 1
- opzoeken van de stralen van de aarde en de zon 1
- completeren van het antwoord 1

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

9 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

Een schatting van de energie die per seconde per m^2 het oppervlakte treft, geeft: $E = 10 \cdot 14 \cdot 10^{-8} = 1,4 \cdot 10^{-6} \text{ J}$.

Een schatting voor de gemiddelde energie van een foton in het

golflengtegebied geeft: $E_f = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6,6 \cdot 10^{-34} \cdot 3,0 \cdot 10^8}{1,5 \cdot 10^{-3}} = 1,32 \cdot 10^{-22} \text{ J}$.

Dus geldt voor het aantal fotonen per seconde: $n = \frac{1,4 \cdot 10^{-6}}{1,32 \cdot 10^{-22}} = 1,0 \cdot 10^{16}$.

(Dus schatting c is de beste.)

- bepalen van de energie per seconde die een oppervlakte van 1 m^2 treft 1
- gebruik van $E_f = \frac{hc}{\lambda}$ 1
- completeren van de berekening 1

10 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

Voor de golflengte van de maximum intensiteit geldt: $\lambda_{\text{max}} T = k_w$.

Invullen levert: $T = \frac{2,898 \cdot 10^{-3}}{1,1 \cdot 10^{-3}} = 2,6 \text{ K}$.

- gebruik van $\lambda_{\text{max}} T = k_w$ 1
- completeren van de berekening 1

11 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

De dopplerformule voor de snelheid van de bron luidt: $v = \frac{\Delta\lambda}{\lambda} c$.

Bij een temperatuur van 3000 K horen golflengtes die (ongeveer) 1000 maal kleiner is dan de waargenomen golflengtes.

In de formule levert dat voor de snelheid van de bron $v = 1000c$.

- gebruik van $v = \frac{\Delta\lambda}{\lambda} c$ 1
- schatten van de golflengte bij 3000 K 1
- completeren van het antwoord 1