

### Opgave 3 Satelliet met tether

**9 maximumscore 4**

voorbeeld van een antwoord:

Bij een cirkelbeweging rond de aarde geldt:  $F_{\text{mpz}} = F_{\text{g}}$ .

Aangezien  $F_{\text{mpz}} = \frac{mv^2}{r}$  en  $F_{\text{g}} = G \frac{mM}{r^2}$  levert dit:  $v^2 = \frac{GM}{r}$ .

Invullen van  $v = \frac{2\pi r}{T}$  levert:  $T^2 = \frac{4\pi^2 r^3}{GM}$  en dus  $T = 2\pi \sqrt{\frac{r^3}{GM}}$ .

- inzicht dat  $F_{\text{mpz}} = F_{\text{g}}$  met  $F_{\text{mpz}} = \frac{mv^2}{r}$  en met  $F_{\text{g}} = G \frac{mM}{r^2}$  1
- gebruik van  $v = \frac{2\pi r}{T}$  1
- completeren van de afleiding 2

*Opmerking*

*De 2 scorepunten voor het completeren van de afleiding mogen alleen worden toegekend als de afleiding helemaal goed is. In alle andere gevallen mogen geen scorepunten worden toegekend voor het completeren van de afleiding.*

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

**10 maximumscore 5**

antwoord: het hoogteverlies per omwenteling is 0,026 km

voorbeeld van een bepaling:

De daalsnelheid kan bepaald worden door de raaklijn aan de grafiek op 400 km te tekenen. Dit levert een daling op van 0,41 km per dag.

De omlooptijd is te berekenen met de formule  $T = 2\pi\sqrt{\frac{r^3}{GM}}$ .

Dit levert:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{r^3}{GM}} = 2\pi\sqrt{\frac{(6,378 \cdot 10^6 + 4,00 \cdot 10^5)^3}{6,6726 \cdot 10^{-11} \cdot 5,976 \cdot 10^{24}}} = 5552 \text{ s} = 92,54 \text{ min.}$$

In één dag maakt de satelliet  $\frac{24 \cdot 60}{92,54} = 15,56$  omwentelingen, dus is het

hoogteverlies per omwenteling  $\frac{0,41}{15,56} = 0,026 \text{ km.}$

- inzicht dat de daalsnelheid gelijk is aan de helling van de raaklijn op een hoogte van 400 km 1
- bepalen van de helling van de raaklijn op een hoogte van 400 km (met een marge van 0,05 km per dag) 1
- inzicht dat  $r = R_A + h$  1
- opzoeken van  $R_A$ ,  $M$  en  $G$  1
- completeren van de bepaling 1

**11 maximumscore 3**

voorbeeld van een antwoord:

$B$  is gericht naar het noorden. Volgens een richtingsregel is  $F_L$  naar achteren gericht (papier in). Dus beweegt de satelliet in oostelijke richting.

- aangeven van de richting van het aardmagnetisch veld 1
- aangeven van de richting van  $F_L$  1
- completeren van het antwoord 1

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

**12 maximumscore 3**

antwoord:  $l = 5,1 \cdot 10^2$  m

voorbeeld van een berekening:

Er geldt:  $F_w = F_L$  met  $F_L = BIl$ . Invullen levert:  $4,7 \cdot 10^{-3} = 8,4 \cdot 10^{-6} \cdot 1,1 \cdot l$ .

Dit geeft:  $l = 5,1 \cdot 10^2$  m.

- inzicht dat  $F_w = F_L$  1
- gebruik van  $F_L = BIl$  1
- completeren van de berekening 1

**13 maximumscore 2**

voorbeelden van een antwoord:

methode 1

Als de satelliet over de magnetische polen van de aarde beweegt, is de stroomsterkte evenwijdig aan de veldlijnen, dus er is geen lorentzkracht.

- inzicht dat de stroom evenwijdig aan de veldlijnen loopt 1
- consequente conclusie 1

methode 2

Als de satelliet een baan maakt over de magnetische polen van de aarde, is boven de evenaar de lorentzkracht gericht loodrecht op de bewegingsrichting. (Dus wordt de satelliet afgebogen en niet versneld.)

- inzicht dat boven de evenaar de lorentzkracht gericht is loodrecht op de bewegingsrichting 1
- consequente conclusie 1