

## Naaldjes rond de aarde

### 23 maximumscore 3

voorbeeld van een berekening:

Er geldt:  $m = \rho V = \rho \cdot \ell \cdot A$ . De dichtheid van koper is  $8,96 \cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3}$ .

Invullen geeft:  $40 \cdot 10^{-9} = 8,96 \cdot 10^3 \cdot 0,018 \cdot \frac{1}{4} \pi d^2$ . Hieruit volgt dat

$d = 1,8 \cdot 10^{-5} \text{ m} = 18 \text{ } \mu\text{m}$ . Dit is minder dan de diameter van een mensenhaar.

- gebruik van  $m = \rho V$  met  $\rho = 8,96 \cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3}$  1
- omrekenen van  $\mu\text{g}$  naar kg 1
- completeren van de berekening en consequente conclusie 1

*Opmerking*

*Er hoeft hier geen rekening gehouden te worden met significantie.*

### 24 maximumscore 3

uitkomst:  $f = 8,3 \cdot 10^9 \text{ Hz}$

voorbeeld van een berekening:

De golflengte van de microgolfstraling is gelijk aan  $2 \cdot 1,8 = 3,6 \text{ cm}$ .

Voor de frequentie van deze straling geldt:  $f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3,00 \cdot 10^8}{0,036} = 8,3 \cdot 10^9 \text{ Hz}$ .

- inzicht dat  $\lambda = 2 \cdot \ell_{\text{naaldje}}$  1
- gebruik van  $c = f\lambda$  1
- completeren van de berekening 1

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

**25 maximumscore 2**  
uitkomst:  $t = 0,6$  (h)

voorbeeld van een berekening:

Er wordt  $\frac{2,0 \cdot 10^4}{8} = 2500$  byte per seconde =  $2,5 \cdot 10^{-3}$  megabyte per seconde verzonden.

Voor een foto van 5 megabyte is dan  $\frac{5}{2,5 \cdot 10^{-3}} = 2 \cdot 10^3$  s = 0,6 h nodig.

- correct omrekenen van bits naar megabyte of omgekeerd 1
- completeren van de berekening 1

*Opmerking*

*Wanneer is gerekend met  $1,000$  MB =  $1024$  kB (=  $1,049 \cdot 10^6$  B), dit goed rekenen.*

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

**26 maximumscore 4**

uitkomst:  $T = 1,01 \cdot 10^4$  s

voorbeeld van een berekening:

Voor de snelheid van een naaldje geldt:  $v = \sqrt{G \frac{M}{r}}$ .

Hierin is  $G = 6,674 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$  en  $M = 5,972 \cdot 10^{24} \text{ kg}$ .

De straal van de cirkelbaan is gelijk aan

$$r = h + r_{\text{aarde}} = 3,70 \cdot 10^6 + 6,371 \cdot 10^6 = 10,071 \cdot 10^6 \text{ m.}$$

Hieruit volgt dat  $v = \sqrt{G \frac{M}{r}} = \sqrt{6,674 \cdot 10^{-11} \cdot \frac{5,972 \cdot 10^{24}}{10,071 \cdot 10^6}} = 6,291 \cdot 10^3 \text{ ms}^{-1}$ .

Uit  $v = \frac{2\pi r}{T}$  volgt:  $T = \frac{2\pi \cdot 10,071 \cdot 10^6}{6,291 \cdot 10^3} = 1,01 \cdot 10^4 \text{ s.}$

- gebruik van  $v = \sqrt{G \frac{M}{r}}$  met correcte waarden voor  $G$  en  $M$  1
- inzicht dat  $r = h + r_{\text{aarde}}$  met correcte waarde voor  $r_{\text{aarde}}$  1
- gebruik van  $v = \frac{2\pi r}{T}$  1
- completeren van de berekening 1

*Opmerkingen*

- *Wanneer de straal van de aarde niet is meegerekend is het scorepunt voor completeren nog wel te behalen.*
- *Onder correcte waarde wordt verstaan: de waarde uit een tabellenboek. Fouten in de significantie vallen onder de vierde deelscore.*
- *Als een kandidaat voor de straal van de aarde gebruik maakt van de waarde  $6,378 \cdot 10^6 \text{ m}$ : dit ook goed rekenen.*

**27 maximumscore 2**

antwoord:

- De naaldjes bevonden zich **lager dan** de geostationaire baan.
- De middelpuntzoekende kracht op een naaldje was **gelijk aan** de gravitatiekracht op een naaldje.

per correcte zin

1

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

**28 maximumscore 3**

uitkomst: 4,7 (naaldjes per km<sup>2</sup>)

voorbeeld van een berekening:

Het aardoppervlak is  $4\pi r^2 = 4\pi(6,371 \cdot 10^3)^2 = 5,101 \cdot 10^8 \text{ km}^2$ .

Het gemiddelde aantal naaldjes per km<sup>2</sup> is  $\frac{480 \cdot 10^6}{0,20 \cdot 5,101 \cdot 10^8} = 4,7$ .

- gebruik van  $A = 4\pi r^2$  1
- correct gebruik van factor 20% 1
- completeren van de berekening 1

*Opmerkingen*

- *Wanneer is gerekend met dezelfde foutieve waarde voor  $r_{aarde}$  als in vraag 26: niet opnieuw aanrekenen.*
- *Er hoeft hier geen rekening gehouden te worden met significantie.*
- *De antwoorden “4 (naaldjes per km<sup>2</sup>)” of “5 (naaldjes per km<sup>2</sup>)” ook goed rekenen.*