

Water uit de ruimte

6 maximumscore 5

uitkomst: $v = 1,2 \cdot 10^4 \text{ m s}^{-1}$

voorbeeld van een berekening:

Voor de totale energie geldt: $E_{\text{tot}} = E_{\text{k}} + E_{\text{g}}$.

Dus geldt: $E_{\text{tot verweg}} = \frac{1}{2}mv^2 - G \frac{mM}{r} =$

$$\frac{1}{2} \cdot 1,2 \cdot 10^4 \cdot (5,0 \cdot 10^4)^2 - \frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 12,0 \cdot 10^3 \cdot 5,972 \cdot 10^{24}}{6,371 \cdot 10^6 + 0,100 \cdot 10^6} =$$

$$1,5 \cdot 10^{13} - 7,39 \cdot 10^{11} = 1,43 \cdot 10^{13} \text{ J.}$$

Op aarde geldt dan: $E_{\text{tot Aarde}} = 0,0020 \cdot 1,43 \cdot 10^{13} = 2,85 \cdot 10^{10} \text{ J.}$

Voor de totale energie geldt: $E_{\text{tot Aarde}} = E_{\text{k}} + E_{\text{g}}$.

Dus geldt: $2,85 \cdot 10^{10} = \frac{1}{2}mv^2 - G \frac{mM}{R_{\text{aarde}}}$.

Invullen levert: $2,85 \cdot 10^{10} =$

$$\frac{1}{2} \cdot 6,0 \cdot 10^3 \cdot v^2 - \frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 6,0 \cdot 10^3 \cdot 5,972 \cdot 10^{24}}{6,371 \cdot 10^6}.$$

Dit levert: $v = 1,2 \cdot 10^4 \text{ m s}^{-1}$.

- inzicht dat $E_{\text{tot}} = E_{\text{k}} + E_{\text{g}}$ 1
- gebruik van $E_{\text{k}} = \frac{1}{2}mv^2$ en van $E_{\text{g}} = -G \frac{mM}{r}$ 1
- opzoeken van M en R_{aarde} 1
- gebruik van de factor 0,0020 1
- completeren van de berekening 1

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

7 maximumscore 2

antwoord:

deel van het spectrum	chemische samenstelling van de komeet	temperatuur van de komeet	geen van beide
lijnen	X		
continu		X	

per juiste rij

1

8 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

- Bij 10 K is T^{-1} gelijk aan 0,1: de waarschijnlijkheid W is dus 10^{-90} .
Bij 2100 K is T^{-1} gelijk aan 0,0005: de waarschijnlijkheid W is dan te schatten als 1.
De verhouding tussen de twee waarden van W is dus 10^{90} (of 10^{-90}).
- Dus de kans is (in verhouding) zo klein dat theorie 1 geen goede verklaring geeft voor het ontstaan van water bij 10 K.

- aflezen van W bij $T = 10$ K (tussen 10^{-88} en 10^{-92}) 1
- aflezen van W bij $T = 2100$ K (tussen 10^{-2} en 10^{+2}) 1
- completeren van de bepaling 1
- consequente conclusie 1

Opmerking

Bij deze vraag hoeft geen rekening gehouden te worden met significantie.

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

9 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

Voor de de Broglie-golflengte geldt:

$$\lambda = \frac{h}{\sqrt{2\pi m k_B T}} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34}}{\sqrt{2\pi \cdot 1,67 \cdot 10^{-27} \cdot 1,38 \cdot 10^{-23} \cdot 10}} = 5,5 \cdot 10^{-10} \text{ m.}$$

Deze is in de orde van grootte van / groter dan de breedte a , dus er is een behoorlijke kans op het quantum-tunneleffect.

- gebruik van de formule voor λ en opzoeken van h en k_B 1
- completeren van de berekening 1
- vergelijken van λ met a en consequente conclusie 1

Opmerkingen

- *Bij deze vraag hoeft geen rekening gehouden te worden met significantie.*
- *Als de eenheid m niet genoteerd is: niet aanrekenen.*

10 maximumscore 2

voorbeeld van een uitleg:

Bij vervanging van H door D neemt de massa van het tunnelende deeltje toe. Hier uit volgt (bijvoorbeeld door gebruik te maken van de formule) dat de kans op het quantum-tunneleffect kleiner wordt.

- inzicht dat de massa van het tunnelende deeltje groter wordt 1
- consequente conclusie 1

11 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

Tim heeft geen gelijk. Vanaf de rechterkant is de energiebarrière hoger.

De kans op de omgekeerde reactie (van rechts naar links) is dus kleiner.

- constateren dat vanaf de andere kant de energiebarrière hoger is 1
- consequente conclusie 1

Opmerking

Aan een redenering die stelt dat bij tunneling energie verloren gaat, geen scorepunten toekennen.

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

12 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

Voor watervorming volgens theorie 2 moet de temperatuur laag (genoeg) zijn en moet het heelal dus koud zijn. Uit de tabel blijkt dat het lange tijd duurde voor de temperatuur van het heelal laag genoeg was.

(Dus Ewine heeft gelijk.)

- inzicht dat voor het quantum-tunneleffect de temperatuur laag genoeg moet zijn 1
- inzicht in het verband tussen de temperatuur en de leeftijd van het heelal 1