

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

New Horizons

6 maximumscore 1

Op positie 1.

7 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

$$\text{Er geldt: } F_g = F_{\text{mpz}} \rightarrow G \frac{mM}{r^2} = \frac{mv^2}{r}.$$

Hieruit volgt:

$$\text{Binas: } v = \sqrt{\frac{GM}{r}} = \sqrt{\frac{6,674 \cdot 10^{-11} \cdot 0,0131 \cdot 10^{24}}{12,5 \cdot 10^6}} = 2,64 \cdot 10^2 \text{ ms}^{-1}.$$

$$\text{Sciencedata: } v = \sqrt{\frac{GM}{r}} = \sqrt{\frac{6,674 \cdot 10^{-11} \cdot 0,0130 \cdot 10^{24}}{12,5 \cdot 10^6}} = 2,63 \cdot 10^2 \text{ ms}^{-1}.$$

(Dit klopt met de snelheid die de ontwerpers hebben gevonden.)

- inzicht dat $F_g = F_{\text{mpz}}$ 1
- gebruik van $F_g = G \frac{mM}{r^2}$ met opzoeken M_{Pluto} en G 1
- gebruik van $F_{\text{mpz}} = \frac{mv^2}{r}$ 1
- completeren van de berekening 1

Opmerkingen

- Wanneer de eenheid niet vermeld is, dit niet aanrekenen.
- De eerste deelscore niet toekennen voor $F_z = F_{\text{mpz}}$.

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

8 maximumscore 4

uitkomst: $m = 3,5 \cdot 10^4$ kg

voorbeeld van een antwoord:

– Voor de arbeid die de raketmotor moet leveren

geldt:

$$W_{\text{motor}} = \Delta E_{\text{kin}} = \frac{1}{2} m (v_c^2 - v_b^2) = \frac{1}{2} \cdot 465 \cdot ((2,6 \cdot 10^2)^2 - (1,2 \cdot 10^4)^2) = (-)3,35 \cdot 10^{10} \text{ J.}$$

Hiervoor is $\frac{3,35 \cdot 10^{10}}{0,95 \cdot 10^6} = 3,5 \cdot 10^4$ kg hydrazine nodig.

– Door de brandstof is de totale massa bij het begin van het afremmen van NH veel groter dan 465 kg.

- inzicht dat $W_{\text{motor}} = \Delta E_{\text{kin}}$ met $E_{\text{kin}} = \frac{1}{2} m v^2$ 1
- inzicht dat $m_{\text{hydrazine}} = \frac{W_{\text{motor}}}{0,95 \cdot 10^6}$ 1
- completeren van de berekening 1
- inzicht dat de totale massa van NH door de brandstof groter is 1

9 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:



- Pu-238 links en alleen een alfadeeltje als vervaldeeltje rechts van de pijl 1
- U rechts van de pijl (mits verkregen via kloppende atoomnummers) 1
- aantal nucleonen links en rechts gelijk 1

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

10 maximumscore 4uitkomst: $\Delta t = 120$ jaar

$$m_b = 9,0 \text{ kg}$$

voorbeeld van een antwoord:

- Uit het snijpunt van de raaklijn met de horizontale as volgt dat $\Delta t = 120$ jaar.
- De activiteit bij de lancering is gelijk aan $6,0 \cdot 10^{15}$ Bq. Als deze activiteit constant zou zijn over de tijd, zouden alle Pu-238-deeltjes in 120 jaar volledig zijn omgezet. Hieruit volgt:

$$\Delta N = (-)6,0 \cdot 10^{15} \cdot (120 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 3600) = 2,27 \cdot 10^{25} \text{ deeltjes.}$$
Dit komt overeen met een massa van

$$m_{\text{tot}} = \Delta N \cdot m_{\text{Pu-238}} = 2,27 \cdot 10^{25} \cdot 3,95 \cdot 10^{-25} = 9,0 \text{ kg.}$$

- aflezen van Δt (met een marge van 5 jaar) en significantie 1
- inzicht dat $\Delta N = A \cdot \Delta t$ 1
- inzicht dat $m_{\text{tot}} = \Delta N \cdot m_{\text{Pu-238}}$ 1
- completeren van de berekening 1

11 maximumscore 3uitkomst: $\eta = 0,046$ of 4,6%

voorbeeld van een antwoord:

Het plutonium levert bij de start een vermogen van:

$$P_{\text{Pu-238}} = A \cdot E_{\text{verval}} = 6,0 \cdot 10^{15} \cdot 5,59 \cdot 10^6 \cdot 1,60 \cdot 10^{-19} = 5,37 \cdot 10^3 \text{ W.}$$

Het rendement van de generator is dan:

$$\eta = \frac{P_{\text{elektrisch}}}{P_{\text{Pu-238}}} = \frac{248}{5,37 \cdot 10^3} = 0,046 (= 4,6\%).$$

- inzicht dat $P_{\text{Pu-238}} = A \cdot E_{\text{verval}}$ 1
- inzicht dat $\eta = \frac{P_{\text{elektrisch}}}{P_{\text{Pu-238}}}$ 1
- completeren van de berekening en significantie 1

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

12 maximumscore 3

uitkomst: $t = 2,6 \cdot 10^2$ jaar (met een marge van $0,1 \cdot 10^2$ jaar)

voorbeelden van een antwoord:

methode 1

Uit de grafiek is te bepalen dat de halveringstijd van Pu-238 gelijk is aan 88 jaar. Het vermogen van de generator halveert met het verstrijken van een halveringstijd. Na 3 halveringstijden is het vermogen gedaald tot 31 W. Dat is na $3 \cdot 88 = 2,6 \cdot 10^2$ jaar.

- inzicht dat $t_{\frac{1}{2}}$ bepaald moet worden 1
- inzicht dat het vermogen van de generator halveert per halveringstijd 1
- completeren van de bepaling en significantie 1

of

methode 2

Het elektrische vermogen van de energiebron is recht evenredig met de activiteit van de bron en dus het aantal deeltjes in de bron. Als de generator stopt met functioneren is het vermogen van de bron gedaald tot

$$\frac{31}{248} \cdot 100\% = 12,5\% \text{ van het vermogen van de bron bij het begin.}$$

Hieruit volgt dat ook het resterende percentage Pu-238 gelijk is aan 12,5%. Aflezen in de grafiek levert $t = 2,6 \cdot 10^2$ jaar.

- inzicht dat P_{bron} recht evenredig is met het resterende percentage Pu-238 1
- inzicht dat de verhouding $\frac{P_c}{P_b}$ berekend moet worden 1
- completeren van de bepaling en significantie 1