

- een onjuist antwoordelement een substantiële vereenvoudiging van de berekening/bepaling tot gevolg heeft.
- 3 De uitkomst van een berekening/bepaling mag één significant cijfer meer of minder bevatten dan op grond van de nauwkeurigheid van de vermelde gegevens verantwoord is, tenzij in de vraag is vermeld hoeveel significante cijfers de uitkomst dient te bevatten.
- 4 Het scorepunt voor het gebruik van een formule wordt toegekend als de kandidaat laat zien kennis te hebben van de betekenis van de symbolen uit de formule. Dit blijkt als:
- de juiste formule is geselecteerd, én
 - voor minstens één symbool een waarde is ingevuld die past bij de betreffende grootte.

4 Beoordelingsmodel

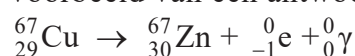
Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

Aan het juiste antwoord op een meerkeuzevraag wordt 1 scorepunt toegekend.

Koper-67

1 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:



- β en γ rechts van de pijl 1
- Zn als vervalproduct (mits verkregen via kloppende atoomnummers) 1
- het aantal nucleonen links en rechts gelijk 1

2 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

De γ -straling heeft een groot doordringend vermogen waardoor de straling gemakkelijk het lichaam kan verlaten. De straling is daarmee geschikt voor beeldvorming.

De β - en/of γ -straling heeft/hebben ioniserend vermogen en is/zijn daarmee geschikt om het tumorweefsel te behandelen.

- inzicht dat de γ -straling geschikt is voor beeldvorming (vanwege het doordringend vermogen) 1
- inzicht dat de β - en/of γ -straling geschikt is/zijn voor behandeling (vanwege het ioniserend vermogen) 1

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

3 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

Bij de reactie komt een deeltje vrij bestaande uit 4 nucleonen waarvan 2 protonen. Dit komt overeen met ${}^4_2\text{He}$ (of α).

- inzicht dat $\Delta A = 4$ en $\Delta Z = 2$ 1
- consequente naam bij het deeltje 1

Opmerking

Aan het antwoord: ${}^4_2\text{He}$ of α zonder uitleg: geen scorepunten toekennen.

4 maximumscore 3

uitkomst: $v = 5,4 \cdot 10^7 \text{ ms}^{-1}$

voorbeeld van een bepaling:

De kans is het grootste bij een kinetische energie van $15 \text{ MeV} = 15 \cdot 1,60 \cdot 10^{-13} = 2,40 \cdot 10^{-12} \text{ J}$.

Voor de snelheid geldt:

$$v = \sqrt{\frac{2E_k}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 2,40 \cdot 10^{-12}}{1,67 \cdot 10^{-27}}} = 5,4 \cdot 10^7 \text{ ms}^{-1}.$$

- aflezen van E_k met een marge van 1 MeV en omrekenen naar J 1
- inzicht dat $E_k = \frac{1}{2} m_p v^2$ met opzoeken m_p 1
- completeren van de bepaling 1

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

5 maximumscore 3

uitkomst: $n = 2,1 \cdot 10^4$

voorbeeld van een berekening:

De protonen-stroomsterkte is $43 \mu\text{A} = 43 \cdot 10^{-6} \text{ Cs}^{-1}$. Dat komt neer op

$$\frac{43 \cdot 10^{-6}}{1,60 \cdot 10^{-19}} = 2,69 \cdot 10^{14} \text{ protonen per seconde.}$$

Voor de productie zijn $2,69 \cdot 10^{14} \cdot (70 \cdot 3600) = 6,77 \cdot 10^{19}$ protonen afgeschoten per $3,2 \cdot 10^{15}$ koperkernen. Dat is $2,1 \cdot 10^4$ protonen per koperkern.

- inzicht $\frac{I}{e_{\text{proton}}} = n$ protonen per seconde 1
- inzicht dat voor het aantal protonen en het aantal koperkernen dezelfde tijdsperiode moet worden gebruikt 1
- completeren van de berekening 1

Opmerking

Er hoeft geen rekening gehouden te worden met de significantie.

6 maximumscore 3

antwoord:

– $t = 130$ uur (met een marge van 4 uur)

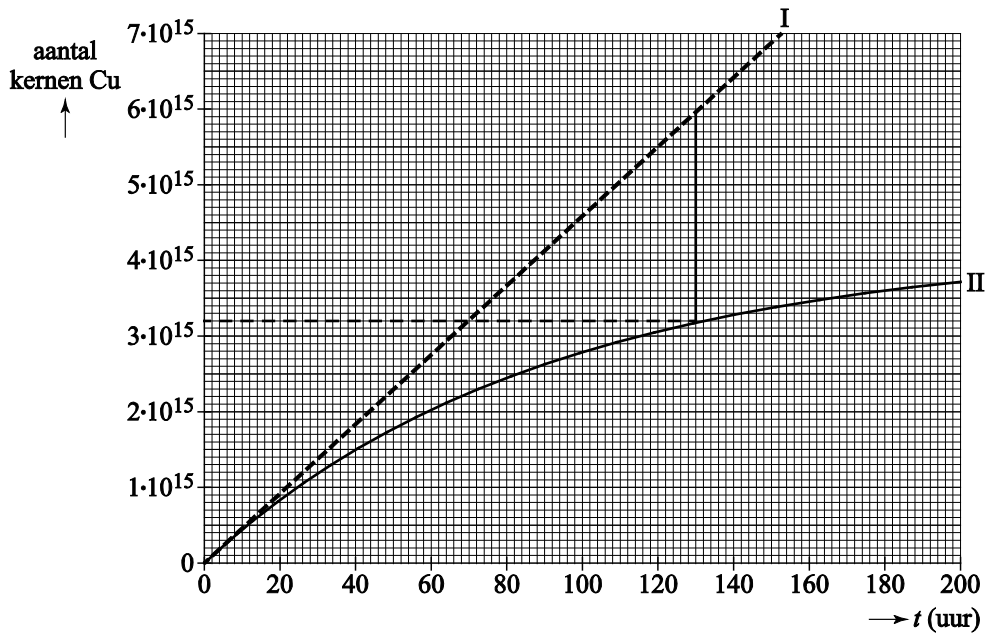
- Binnen de marge aflezen van de grafiek op $n = 3,2 \cdot 10^{15}$

1

voorbeeld van een bepaling:

- Het aantal kernen dat tijdens de productie vervallen is, is het verschil in aantal kernen tussen lijn I en lijn II op $t = 130$ uur. Hiervoor geldt:

$$\Delta n = 6,0 \cdot 10^{15} - 3,2 \cdot 10^{15} = 2,8 \cdot 10^{15} \text{ kernen.}$$



- inzicht dat de onderlinge afstand tussen de twee grafieklijnen het aantal vervallen kernen weergeeft
- consequente bepaling van het aantal kernen op het eerder afgelezen tijdstip (met een marge van $0,2 \cdot 10^{15}$ kernen)

1

1