

4 Beoordelingsmodel

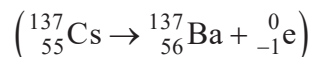
Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

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

Lost and found

1 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:



Bij het verval van Cs-137 naar X wordt een bèta-min-deeltje uitgezonden. Het atoomnummer neemt dus met 1 toe van 55 naar 56. Dit is het atoomnummer van het element barium.

- inzicht dat bij bèta-min-verval het atoomnummer met 1 toeneemt 1
- consequente conclusie 1

2 maximumscore 3

uitkomst: $t = 15$ (j)

voorbeeld van een antwoord:

Wanneer de capsule vervangen wordt heeft deze nog $100\% - 30\% = 70\%$ van de oorspronkelijke activiteit. Uit figuur 1 / Binas-tabel 25A / ScienceData-tabel 1.11 volgt dat de halveringstijd van Cs-137 gelijk is aan 30 jaar.

$$\text{Er geldt } A = A_0 \left(\frac{1}{2} \right)^{t/t_{1/2}}, \text{ dus } \frac{A}{A_0} = 0,70 = \left(\frac{1}{2} \right)^{t/30}.$$

$$\text{Hieruit volgt: } \log(0,70) = \frac{t}{30} \cdot \log\left(\frac{1}{2}\right) \rightarrow t = 30 \cdot \frac{\log(0,70)}{\log(\frac{1}{2})} = 15 \text{ (j)}.$$

- gebruik van $A = A_0 \left(\frac{1}{2} \right)^{t/t_{1/2}}$ met $t_{1/2} = 30$ y 1
- inzicht dat $\frac{A}{A_0} = 0,70$ 1
- completeren van de berekening 1

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

3 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

Het dosisequivalent ten gevolge van de straling van de capsule is

$$H = w_R D = w_R \frac{E}{m}. \text{ (De weegfactor } w_R \text{ van gammastraling is 1.)}$$

De geabsorbeerde stralingsenergie in een uur is

$$E = N \cdot E_\gamma = 3 \cdot 10^{12} \cdot 662 \cdot 10^3 \cdot 1,60 \cdot 10^{-19} = 0,32 \text{ J}.$$

Daarmee is het dosisequivalent in een uur

$$H = 1 \cdot \frac{0,32}{74} = 4,3 \cdot 10^{-3} \text{ Sv} = 4,3 \text{ mSv}.$$

Dit komt overeen met zeven keer het dosisequivalent ten gevolge van een röntgenfoto van de onderrug.

- gebruik van $H = w_R D$ en $D = \frac{E}{m}$ 1
- inzicht dat $E = N \cdot E_\gamma$ 1
- completeren van de berekening van H 1
- consequente conclusie 1

4 maximumscore 4

uitkomst: $r = 20 \text{ m}$

voorbeeld van een antwoord:

Er komen per seconde $19 \cdot 10^9 \cdot 0,85 \cdot 0,96 = 15,5 \cdot 10^9$ gammafotonen uit de capsule. Deze fotonen worden in alle richtingen verspreid, dus op een afstand r is het aantal fotonen dat per seconde door een vierkante meter

gaat gelijk aan $\frac{15,5 \cdot 10^9}{4\pi r^2}$. Op het detectoroppervlak van $6,3 \text{ cm}^2$ komen per

seconde $\frac{15,5 \cdot 10^9}{4\pi r^2} \cdot 6,3 \cdot 10^{-4} = \frac{9,77 \cdot 10^6}{4\pi r^2}$ fotonen terecht.

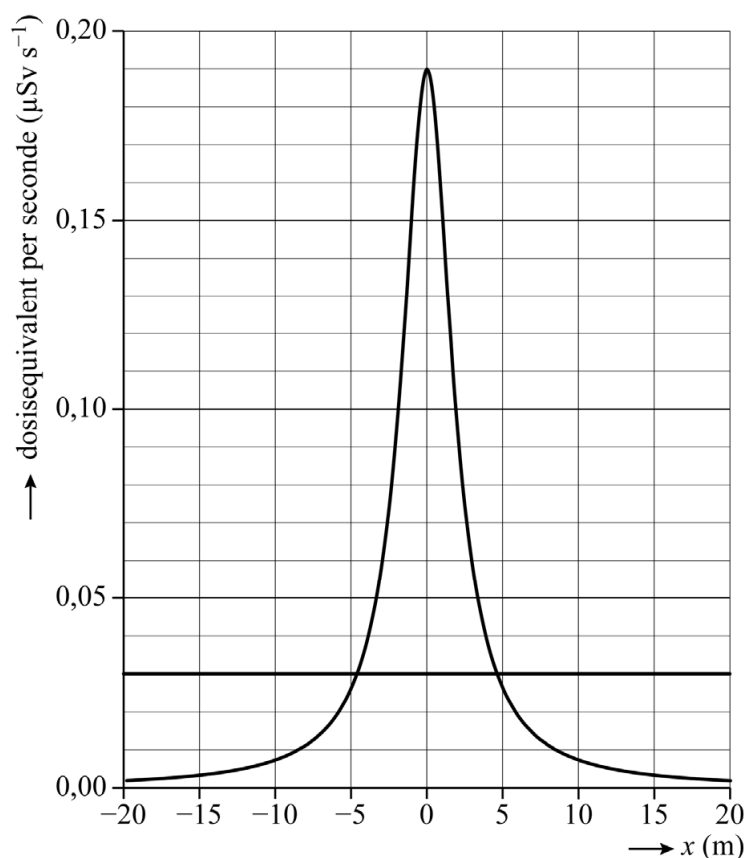
Er moeten minimaal $2,0 \cdot 10^3$ fotonen op het detectoroppervlak vallen.

$$\text{Hieruit volgt } 2,0 \cdot 10^3 = \frac{9,77 \cdot 10^6}{4\pi r^2} \rightarrow r = \sqrt{\frac{9,77 \cdot 10^6}{4\pi \cdot 2,0 \cdot 10^3}} = 20 \text{ m}.$$

- correct toepassen van de factoren 0,85 en 0,96 1
- inzicht dat het aantal fotonen per s per m^2 evenredig is met $\frac{1}{r^2}$ 1
- inzicht dat het aantal fotonen dat op de detector valt evenredig is met de oppervlakte van de detector 1
- completeren van de berekening 1

5 maximumscore 4

uitkomst: $H = 0,05 \mu\text{Sv}$ ($0,04 \mu\text{Sv} \leq H \leq 0,06 \mu\text{Sv}$)



voorbeelden van een antwoord:

methode 1

Het gemiddelde dosisequivalent per seconde is in het weergegeven traject $0,03 \mu\text{Sv s}^{-1}$. De automobilist rijdt met een constante snelheid van

$90 \text{ km h}^{-1} = 25 \text{ m s}^{-1}$ en doet $t = \frac{s}{v} = \frac{\Delta x}{v} = \frac{40}{25} = 1,6 \text{ s}$ over het traject. Het

extra dosisequivalent is $H = 0,03 \cdot 1,6 = 0,048 \mu\text{Sv}$. Afronden op 1 significant cijfer geeft $H = 0,05 \mu\text{Sv}$.

- inzicht dat $H = \text{gemiddelde dosisequivalent per seconde} \cdot \Delta t$ 1
- schatten van het gemiddelde dosisequivalent per seconde 1
- gebruik van $s = vt$, met v constant 1
- completeren van de bepaling en significantie 1

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

methode 2

De horizontale as kan worden omgezet in een tijd-as, waarbij iedere verplaatsing van 5 m langs de as overeenkomt met een tijdsduur

$$\Delta t = \frac{\Delta x}{v_{\text{gem}}} = \frac{5,0}{(90/3,6)} = 0,20 \text{ s}.$$

Het oppervlak onder de grafiek geeft dan het totale extra dosisequivalent. Er liggen 23 hokjes onder de grafiek, waarbij ieder hokje overeenkomt met een extra dosisequivalent van $0,01 \mu\text{Sv s}^{-1} \cdot 0,20 \text{ s} = 0,002 \mu\text{Sv}$. Het totale extra dosisequivalent is $23 \cdot 0,002 = 0,046 \mu\text{Sv}$. Afronden op 1 significant cijfer geeft $H = 0,05 \mu\text{Sv}$.

- inzicht dat de horizontale as omgerekend kan worden naar een tijd-as en dat H dan overeenkomt met de oppervlakte onder de grafiek 1
- toepassen van een juiste methode om de oppervlakte onder de grafiek te bepalen 1
- gebruik van $v_{\text{gem}} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ 1
- completeren van de bepaling en significantie 1