

Rekenen met dosisgrootheden

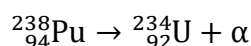
Opgave: Pacemaker

- a) Zoek in BiNaS het atoomnummer (94) en het symbool voor plutonium (Pu).
Zoek op internet de gegevens voor plutonium-238.

Bijvoorbeeld: [link naar site](#) ¹⁾

Het blijkt dat plutonium-238 α -straling uitzendt.

Bij alfaverval breekt een stukje uit de kern bestaande uit 2 protonen en 2 neutronen, dat betekent het atoomnummer (aantal protonen in de kern) met 2 wordt verminderd en het massagetal (totale aantal deeltjes in de kern) met 4 wordt verminderd.



- Let op het gebruik van hoofdletters en kleine letters.
- Let erop dat het totale aantal protonen + neutronen links en rechts van de reactiepijl gelijk moet zijn ($238 = 234 + 4$).
- Let erop dat na radioactief verval altijd een nieuwe stof ontstaat (plutonium wordt uranium).

b) $A = A_0 \left(\frac{1}{2}\right)^{t/t_{1/2}}$

Zoek op internet de halveringstijd van plutonium-238 op.

Bijvoorbeeld: [link naar site](#) ¹⁾

$$\Rightarrow \frac{A}{A_0} = \left(\frac{1}{2}\right)^{t/t_{1/2}} = \left(\frac{1}{2}\right)^{15/87,7} = 88,8\%$$

De activiteit en dus de energieopbrengst is dus met $100 - 88,8 = 11\%$ afgenomen.

- c) Plutonium en alle plutoniumverbindingen zijn zeer giftig. Slechts $1 \mu\text{g}$ in de bloedbaan is dodelijk.
- d) Om het vermogen te kunnen berekenen moet je precies weten wat het vermogen eigenlijk is.

Het vermogen is het aantal joule dat per seconde wordt omgezet.

Probeer de vraag op te splitsen in deelvragen.

Vraag: Hoeveel energie geeft het plutonium per seconde af?

Zoek op internet de kinetische energie van het α -deeltje op.

Bijvoorbeeld: [link naar site](#) ¹⁾

$$\rightarrow 5,593 \text{ MeV} = 8,96 \cdot 10^{-13} \text{ J per } \alpha\text{-deeltje}$$

Vraag: Hoeveel α -deeltjes worden er per seconde uitgezonden?

Zoek in de tekst van de opgave naar een gegeven dat een uitspraak doet over het aantal α -deeltjes.

\rightarrow De activiteit is het aantal plutoniumkernen dat per seconde verval, dus ook het aantal α -deeltjes dat per seconde wordt uitgezonden.

Dus worden er $1,5 \cdot 10^{11}$ α -deeltjes per seconde uitgezonden.

Nu ben je ver genoeg: je weet dat er $1,5 \cdot 10^{11}$ α -deeltjes per seconde worden uitgezonden met een energie van $8,96 \cdot 10^{-13} \text{ J}$ per α -deeltje. Dus geeft het plutonium $1,5 \cdot 10^{11} \cdot 8,96 \cdot 10^{-13} = 0,134 \text{ J}$ per seconde af.

Het vermogen van de pacemaker bedraagt dus $0,134 \text{ W} = 0,13 \text{ W}$ (let op het aantal significante cijfers).

