

Opslag van radioactief afval

Een Gammacell is een apparaat dat onder andere gebruikt wordt bij onderzoek naar de bederfelijkheid van voedsel. De Gammacell is een stalen kast waarin zich de radioactieve stof cesium bevindt. Zie de foto.

De hoeveelheid radioactieve straling van cesium neemt jaarlijks met een vast percentage af en is na ongeveer 30 jaar gehalveerd.

foto



- 4p 15 Bereken met hoeveel procent de hoeveelheid radioactieve straling per jaar afneemt.

De tijd waarin de hoeveelheid straling tot de helft is afgenomen, wordt de halveringstijd genoemd. Soms wordt de volgende vuistregel gebruikt: 'Na tien keer de halveringstijd is het radioactieve materiaal zijn straling kwijt.'

Volgens deze vuistregel zou cesium dus na 300 jaar zijn straling kwijt zijn. Dat is niet helemaal juist. Er is nog een klein beetje van de beginstraling over.

- 3p 16 Bereken hoeveel procent van de beginstraling er na 300 jaar nog over is.

De stalen wand van de kast, waarin zich de stof cesium bevindt, houdt veel van de radioactieve straling tegen. Het deel van de straling dat tegengehouden wordt door de stalen wand, geven we aan met D . Hiervoor geldt de formule:

$$D = 1 - \frac{1}{2,058^{0,1d}}$$

Hierin is d de dikte van de stalen wand in cm.

Je kunt de formule van D schrijven in de vorm $D = 1 - g^d$, waarbij g een getal is.

- 3p 17 Bereken g en rond je antwoord af op 2 decimalen.

Afgedankte Gammacellen worden verwerkt en opgeslagen door het bedrijf Covra in Borssele. Het bedrijf moet ervoor zorgen dat uit zo'n Gammacell heel weinig straling vrijkomt wanneer deze wordt opgeslagen.

Een Gammacell met een stalen wand van 35 cm dik werkt niet goed meer en wordt afgedankt. Je kunt berekenen dat de stalen wand van deze Gammacell 8% van de straling doorlaat die het cesium heeft op het moment dat het bij Covra binnenkomt. Omdat dat percentage voor opslag te veel is, wordt de hele Gammacell ingepakt in beton. Van de straling die door het staal heen komt, wordt een percentage P door het beton doorgelaten. Dit percentage hangt af van de dikte van het beton. Er geldt de formule:

$$P = \frac{100}{1,021^d}$$

Hierin is d de dikte van het beton in cm.

Het bedrijf moet de dikte van het beton zo kiezen, dat het staal en het beton samen 5% van de straling doorlaten die het cesium op het moment van binnenkomst heeft.

- 5p **18** Bereken hoeveel cm de dikte van het beton moet zijn. Rond je antwoord af op een geheel getal.