

Opgave 4 Polonium in sigaretten

Lees onderstaand artikel.

Radioactieve tabak

Tabak bevat een kleine hoeveelheid radioactieve stof die door roken ingeademd wordt. Volgens de Amerikaanse arts Everett Koop is die radioactiviteit de belangrijkste oorzaak van het ontstaan van longkanker door roken.

De verantwoordelijke stof is polonium-210 dat duizenden keren radioactiever is dan radium-226, dat betrekkelijk veel in de natuur voorkomt. De alfastraling die door het polonium wordt afgegeven, beschadigt het longweefsel waardoor zich kankercellen kunnen vormen. Het polonium wordt door de tabaksplanten opgenomen uit de kunstmest die men gebruikt.

- 3p 15 Polonium-210 (Po-210) zendt bij verval een α -deeltje uit.
Geef de vervalreactie van polonium-210.

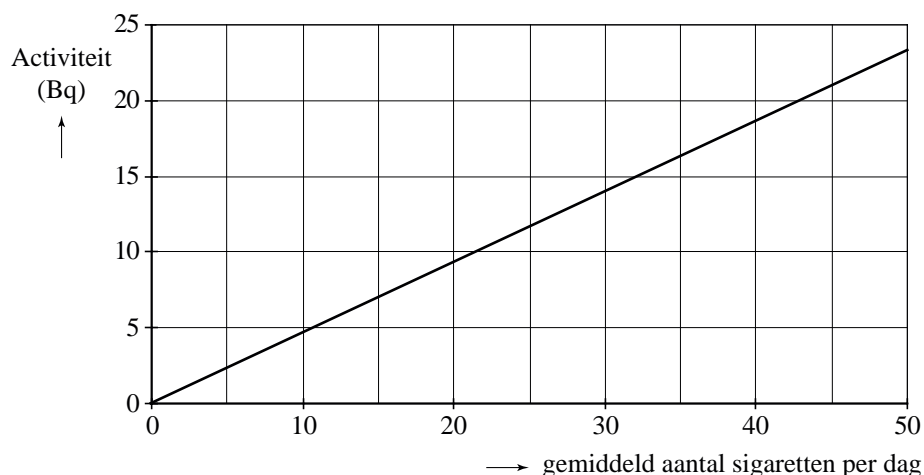
In het artikel wordt de activiteit van polonium-210 vergeleken met die van radium-226.

- 2p 16 Leg uit waarom polonium-210 een veel grotere activiteit heeft dan radium-226. Ga uit van een gelijk aantal kernen bij beide stoffen.

Een roker krijgt bij elke sigaret een hoeveelheid Po-210 binnen. De activiteit van Po-210 in de longen hangt af van het gemiddeld aantal sigaretten dat deze persoon per dag rookt. Zie figuur 7.

figuur 7

Activiteit van Polonium-210 in de longen



Bij een bepaalde roker wordt door Po-210 in een jaar $3,4 \cdot 10^{-4}$ J stralingsenergie aan de longen afgegeven. Een α -deeltje dat vrijkomt bij het verval van Po-210 heeft een energie van $8,6 \cdot 10^{-13}$ J.

- 4p 17 Bepaal hoeveel sigaretten deze persoon gemiddeld per dag rookt.

Voor de equivalente dosis (het dosisequivalent) die het bestraalde longweefsel oploopt, geldt:

$$H = Q \frac{E}{m}$$

Hierin is:

- H de equivalente dosis (in Sv);
- Q de zogenoemde weegfactor (kwaliteitsfactor); $Q = 20$ voor een α -deeltje;
- E de energie die het bestraalde weefsel absorbeert (in J);
- m de massa van het bestraalde weefsel (in kg).

De massa van het bestraalde longweefsel bedraagt bij deze persoon 8,0 g.

3p **18** Bereken de equivalente dosis die het bestraalde longweefsel in een jaar oploopt.

De massa van het bestraalde longweefsel is veel kleiner dan de totale massa van de longen.

1p **19** Leg uit waarom slechts een klein deel van de longen wordt bestraald.

In de kunstmest die men op de tabaksplantages gebruikt, zit fosfaathoudend gesteente. Dit gesteente bevat van nature een kleine hoeveelheid uranium-238 (U-238). U-238 vervalt in stappen; Po-210 is een van de tussenisotopen. In de vervalreeks van U-238 wordt steeds of een alfadeeltje of een β^- -deeltje uitgezonden (al of niet in combinatie met γ -straling).

Bij het verval van U-238 naar Po-210 is zeven keer een α -deeltje uitgezonden.

2p **20** Toon dat aan. Maak daarbij uitsluitend gebruik van massagetallen.

Bij het verval van U-238 naar Po-210 is ook zes keer een β^- -deeltje uitgezonden.

3p **21** Toon dat aan.