

Opgave 1 Radontherapie

Lees eerst onderstaand artikel.

Radontherapie

In de “Radon Health Mine” in de Amerikaanse staat Montana kunnen mensen een radontherapie ondergaan. Tien dagen lang verblijven ze enkele uren per dag in een ondergrondse mijntunnel waar de lucht een hoge concentratie aan radioactief radon heeft. Het gas komt vrij uit de gesteenten van de mijn. De straling waaraan de mensen worden blootgesteld heeft een heilzame werking, zo wordt beweerd.



Het radon in de mijn is de isotoop radon-222 ($Rn-222$).

Op de uitwerkbijlage is het verval van $Rn-222$ in een (A,Z) -diagram weergegeven met een pijl.

- 2p 1 Leg uit hoe uit de figuur op de uitwerkbijlage blijkt dat bij het verval van $Rn-222$ een α -deeltje vrijkomt.

De kern die bij dit verval ontstaat, is ook instabiel en vervalt korte tijd later; dit proces herhaalt zich een aantal malen.

Bij een mogelijke vervalreeks van deze kern komen zo achtereenvolgens een α -deeltje, een β^- -deeltje, een β^- -deeltje en een α -deeltje vrij.

- 3p 2 Welke isotoop ontstaat door deze vervalreeks? Geef daartoe in de figuur op de uitwerkbijlage de vervalreeks weer met pijlen.

De activiteit van het $Rn-222$ in de Amerikaanse mijn bedraagt 65 Bq per liter lucht. De α -straling wordt vooral door het longweefsel geabsorbeerd. In de longen van een bepaalde persoon bevindt zich (gemiddeld) $6,0$ liter lucht.

Als gevolg van het verval van één $Rn-222$ -kern absorbeert het longweefsel $3,1 \cdot 10^{-12} \text{ J}$ stralingsenergie. Per uur absorbeert het longweefsel hierdoor $4,4 \cdot 10^{-6} \text{ J}$ stralingsenergie.

- 3p 3 Toon met een berekening aan dat het longweefsel per uur de genoemde hoeveelheid stralingsenergie absorbeert.

Voor de equivalente dosis (het dosisequivalent) H geldt:

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

Hierin is:

- H de equivalente dosis (in Sv);
- Q de zogenaamde stralingsweegfactor (kwaliteitsfactor);
 $Q = 20$ voor α -deeltjes;
- E de geabsorbeerde energie (in J);
- m de massa (in kg).

Iemand verblijft tijdens zijn therapie 32 uur in de mijn. De massa van zijn longen is $9,5 \cdot 10^2$ g.

- 3p **4** Bereken de equivalente dosis die zijn longen hierdoor ontvangen.

Om historische redenen worden de risico's van radon niet beoordeeld op grond van de equivalente dosis. Speciaal voor mijnwerkers heeft men al vijftig jaar geleden voor het stralingsniveau ten gevolge van radon en zijn vervalproducten de eenheid WL (working level) ingevoerd.

Een stralingsniveau van 1,0 WL wordt acceptabel geacht voor mijnwerkers; 1,0 WL komt overeen met een radonactiviteit van $2,0 \cdot 10^{-9}$ curie per m^3 lucht. De curie is een verouderde eenheid van activiteit. Zie tabel 5 van Binas.

- 3p **5** Bereken het stralingsniveau in WL van de Radon Health Mine.

uitwerkbijlage

1 en 2

