

## Opgave 4 Radonochters

Radon is een radioactief edelgas dat uit de bodem en uit bouwmaterialen kan ontsnappen en terecht kan komen in kelders en kruipruimtes die slecht geventileerd worden.

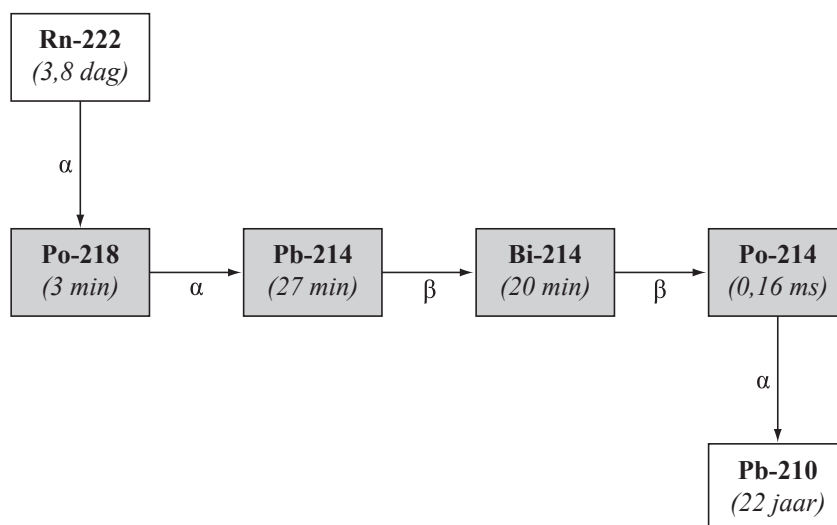
De meest voorkomende isotoop van radon is radon-222. Radioactieve isotopen met atoomnummers tussen 82 en 90 komen in de natuur voor omdat ze voortdurend aangemaakt worden. Er bestaan in de natuur twee zogenoemde 'radioactieve reeksen'. De ene reeks begint bij thorium-232, de andere bij uraan-238.

- 3p 14 Beredeneer of radon-222 ontstaat uit thorium-232 of uit uraan-238. Beschouw daartoe het aantal nucleonen van de kernen. Hint: het is niet nodig om de vervalvergelijkingen op te schrijven.

In figuur 1 zijn het verval van radon-222 en de daarop volgende vervalstappen weergegeven. Bij elke isotoop is de halfwaardetijd gegeven.

NB: uit de gegevens in Binas zou ook een alternatieve vervalroute kunnen worden afgeleid. Deze komt echter zo weinig voor, dat we hem in deze opgave verwaarlozen.

figuur 1



De vier grijze isotopen worden 'radonochters' genoemd. Zij hebben een betrekkelijk kleine halveringstijd: als een radon-222 kern vervalt, vervallen vrij snel daarna ook de radonochters. De radonochters hechten zich aan microscopische stofdeeltjes en blijven in de lucht zweven. De lucht in een gesloten kelderruimte bevat dus radon en radonochters. Ook als er per seconde steeds dezelfde hoeveelheid radon ontsnapt, gaat het ophopen van radon in een gesloten kelderruimte niet eindeloos door. Als er niet geventileerd wordt, bereikt de activiteit (in Becquerel) van het radon een bepaalde constante waarde.

- 2p **15** Leg uit:
- waarom in dat geval de activiteit van radon-222 uiteindelijk constant wordt;
  - dat elk van de radondochters dan dezelfde activiteit heeft als radon-222.

Een persoon die een tijdje in zo'n kelderruimte verblijft, ademt lucht in met de daarin aanwezige isotopen. Stel dat een persoon tijdens zijn verblijf in de kelderruimte  $1 \text{ m}^3$  lucht inademt. De persoon ademt het radon weer uit omdat het een edelgas is. De microscopische stofdeeltjes met de radondochters blijven achter in de longen. Bij het verval hiervan worden de longen (totale massa van 2,5 kg) bestraald.

In tabel 1 staat het aantal kernen in  $1 \text{ m}^3$  lucht van elk van de radondochters in de kelderruimte.

Voor de stralingsdosis  $D$  geldt:

$$D = \frac{E_{\text{str}}}{m}$$

**tabel 1**

Aantal kernen (in $1 \text{ m}^3$ lucht) in de kelderruimte	
Po-218	$2,6 \cdot 10^4$
Pb-214	$2,3 \cdot 10^5$
Bi-214	$1,7 \cdot 10^5$
Po-214	$\approx 0$

Hierin is:

- $E_{\text{str}}$  de stralingsenergie, die geabsorbeerd wordt;
- $m$  de massa van het bestraalde orgaan.

- 4p **16** Bereken de stralingsdosis die de longen ontvangen ten gevolge van alfa-straling.