

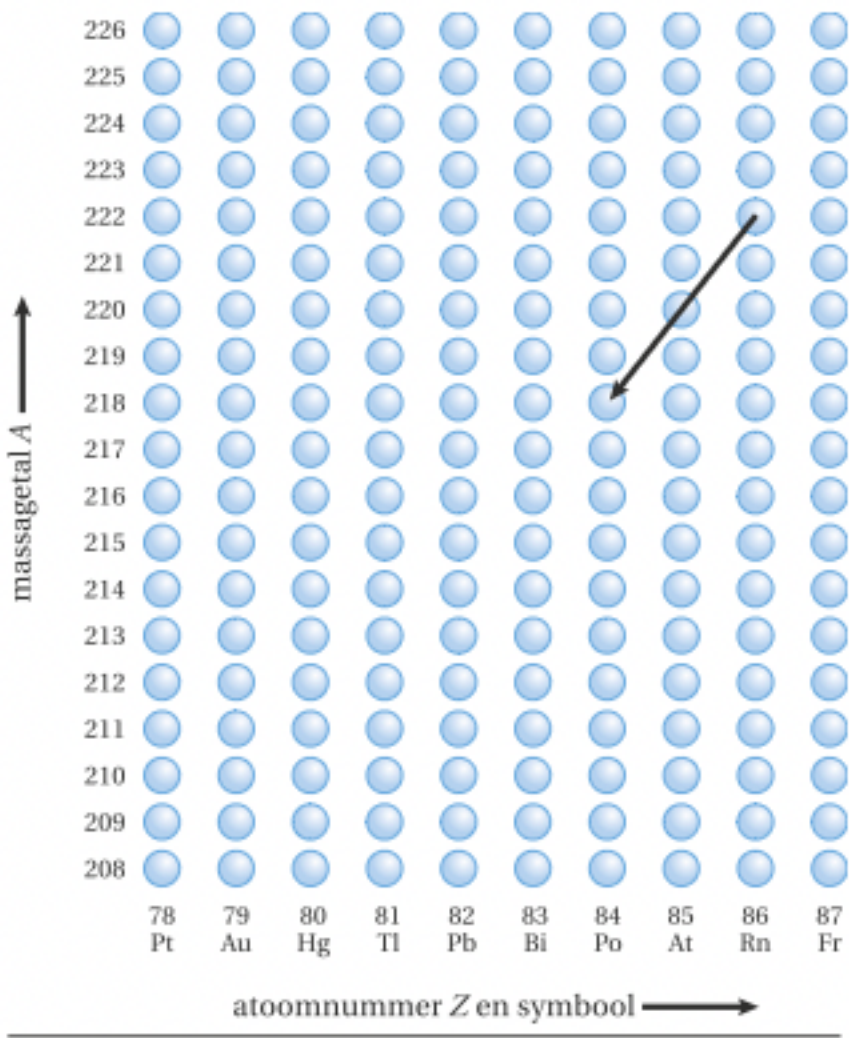
30 In de *Radon Health Mine* in de Amerikaanse staat Montana kunnen mensen radontherapie ondergaan. Zie figuur 10.30.



Figuur 10.30

Tien dagen lang verblijven ze enkele uren per dag in een ondergrondse mijntunnel waar de lucht een hoge concentratie aan radioactief radon bevat. De straling waaraan de mensen worden blootgesteld heeft een heilzame werking, zo wordt beweerd. Het radon in de mijn is de isotoop radon-222. In figuur 10.31 is het verval van Rn-222 in een  $(A,Z)$ -diagram weergegeven met een pijl.

- a Leg uit hoe uit figuur 10.31 blijkt dat bij het verval van Rn-222 een  $\alpha$ -deeltje vrijkomt.



Figuur 10.31

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  $\alpha$ -deeltje, een  $\beta$ -deeltje, een  $\beta$ -deeltje en een  $\alpha$ -deeltje vrij.

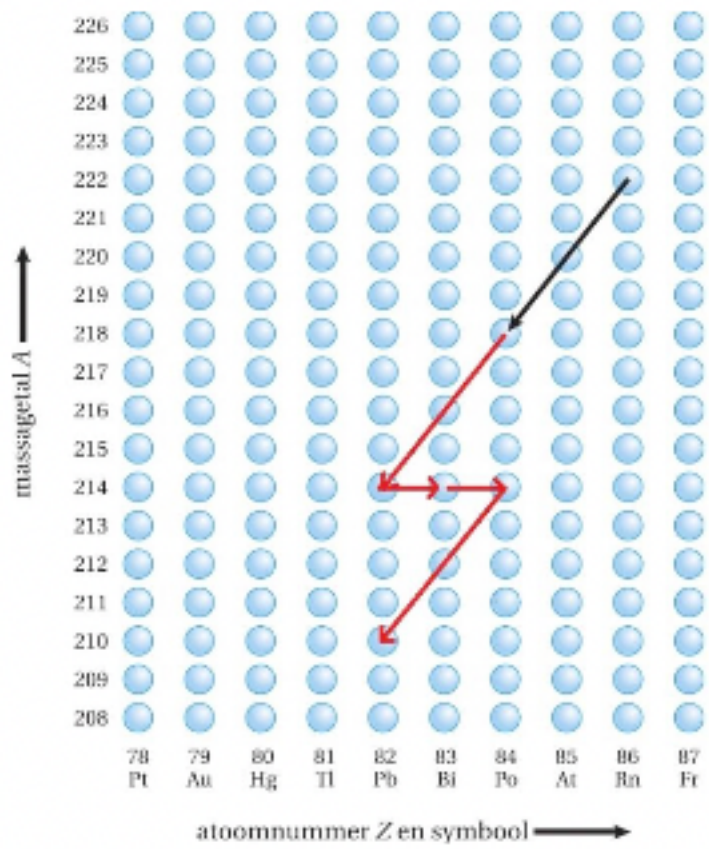
- b Bepaal met figuur 10.31 welke isotoop ontstaat door deze vervalreeks. Geef daartoe de vervalreeks weer met pijlen.

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

### 10.6 Afsluiting

#### Opgave 30

- a Een alfadeeltje is  ${}^4_2\text{He}$ . Komt er een alfadeeltje vrij, dan neemt het atoomnummer dus af met 2 en het massagetal met 4. Dit komt overeen met figuur 10.31 in het boek.
- b Bij bètaverval verandert in de kern een neutron in een proton en een elektron. Het atoomnummer neemt dus met 1 toe en het massagetal blijft gelijk. In figuur 10.7 zie je de vervalreeks weergegeven. De isotoop die ontstaat is lood-210.



Figuur 10.7

- c De stralingsenergie die het longweefsel per uur ontvangt bereken je met de totale activiteit en de energie die bij het verval van één Rn-222 wordt geabsorbeerd. De totale activiteit bereken je met het volume van de longen en de activiteit per liter lucht.

De activiteit is 65 Bq per liter lucht. De longen bevatten 6,0 liter lucht. De totale activiteit van de lucht in de longen is dus gelijk aan  $65 \times 6,0 = 390$  Bq. De activiteit is het aantal kernen dat elke seconde vervalt. Per vervallen kern absorbeert het longweefsel  $3,1 \cdot 10^{-12}$  J. De totale hoeveelheid geabsorbeerde stralingsenergie per seconde is dus gelijk aan  $390 \times 3,1 \cdot 10^{-12} = 1,21 \cdot 10^{-9}$  J. Per uur is dat  $3600 \times 1,21 \cdot 10^{-9} = 4,35 \cdot 10^{-6}$  J. Afgerond:  $4,4 \cdot 10^{-6}$  J.

- d De equivalente dosis bereken je met de formule voor het dosisequivalent. De stralingsdosis bereken je met de formule voor de (geabsorbeerde stralings)dosis. De geabsorbeerde stralingsenergie bereken je met de tijd en het antwoord van vraag c.

Per uur ontvangt het longweefsel  $4,4 \cdot 10^{-6}$  J aan energie. Dus in 32 uur ontvangt het longweefsel  $32 \times 4,4 \cdot 10^{-6} = 1,408 \cdot 10^{-4}$  J aan energie.

$$D = \frac{E}{m}$$
$$m = 9,5 \cdot 10^2 \text{ g} = 0,95 \text{ kg}$$
$$D = \frac{1,408 \cdot 10^{-4}}{0,95} = 1,482 \cdot 10^{-4} \text{ Gy}$$

$$H = w_R \cdot D$$
$$w_R = 20$$
$$H = 20 \times 1,482 \cdot 10^{-4} = 2,964 \cdot 10^{-3} \text{ Sv}$$

Afgerond:  $H = 3,0 \cdot 10^{-3} \text{ Sv}$ .

- e Het stralingsniveau in WL bereken je met de verhouding tussen het stralingsniveau in de mijn en het stralingsniveau van 1 WL.

Een stralingsniveau van 1,0 WL is  $2,0 \cdot 10^{-9}$  curie per  $\text{m}^3$ . Volgens BINAS tabel 5 is de eenheid curie gelijk aan  $3,7 \cdot 10^{10}$  Bq. Een stralingsniveau van 1,0 WL is dus gelijk aan  $2,0 \cdot 10^{-9} \times 3,7 \cdot 10^{10} = 74$  Bq per  $\text{m}^3$ . Het stralingsniveau in de mijn is gelijk aan 65 Bq per liter =  $65 \cdot 10^3$  Bq per  $\text{m}^3$ .

$$\text{Het stralingsniveau in de mijn is dus gelijk aan } \frac{65 \cdot 10^3}{74} = 8,783 \cdot 10^2 \text{ WL}.$$

Afgerond: het stralingsniveau is  $8,8 \cdot 10^2$  WL.