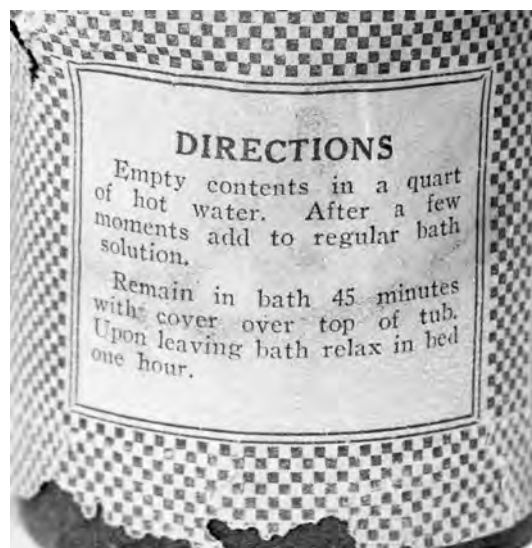


Radiumbad

In de eerste helft van de vorige eeuw was het gebruikelijk om bij sommige aandoeningen een behandeling met radioactief radium-226 te ondergaan. Een patiënt moest dan een warm bad nemen waarin radiumzout aan het badwater was toegevoegd. Zie figuur 1.

figuur 1



Volgens sommige artsen uit die tijd kon de straling die bij het verval van radium vrijkwam door de huid van de patiënt heen gaan.

- 3p 1 Leg met behulp van de vervalreactie van radium-226 uit of die artsen gelijk hadden.

Voor de activiteit van radium-226 geldt:

$$A(t) = \frac{0,693}{t_{\frac{1}{2}}} N(t)$$

Hierin is:

- $A(t)$ de activiteit op tijdstip t (in Bq);
- $t_{\frac{1}{2}}$ de halveringstijd van radium-226 (in s);
- $N(t)$ het aantal radioactieve kernen radium op tijdstip t .

De activiteit van het radium-226 in het badzout was $1,6 \cdot 10^5$ Bq.

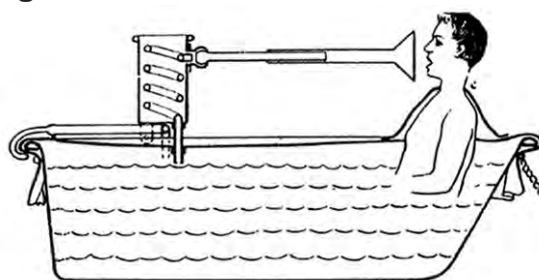
- 4p 2 Bereken hoeveel microgram radium-226 dit potje badzout bevatte.

Over het bad was een zeil gespannen, **figuur 2**

waar een buis doorheen stak. Via de buis kon het radongas, dat bij het verval van het radium was ontstaan, worden ingeademd. Zie figuur 2.

Het radongas vervalt in de longen en de vervalproducten komen zo in het bloed en bij de organen terecht.

Op de uitwerkbijlage is een deel van de vervalreeks van radon-222 gegeven. In deze reeks ontbreken twee vervalreacties.



4p 3 Vul de figuur op de uitwerkbijlage aan zodat de vervalreeks compleet is.

Vanuit het radium ontstaan $1,6 \cdot 10^5$ radonatonen per seconde.

De activiteit hiervan is constant, tijdens het nemen van een bad.

Er komt 25% van het radongas in het lichaam terecht.

De energie van het α -verval van radon wordt, samen met de energie van het verval van alle dochterkernen, geabsorbeerd door het lichaam.

Per ingeademd radondeeltje komt er 24,7 MeV aan energie vrij door α -verval. Daarnaast komt er 5,75 MeV vrij aan energie door β^- -verval.

De activiteit van de α - en β^- -straling is gelijk.

Voor de effectieve totale lichaamsdosis H geldt: $H = w_R \frac{E}{m}$.

Hierin is:

- H de effectieve totale lichaamsdosis (in Sv);
- w_R de weegfactor, $w_R = 20$ voor α -straling en $w_R = 1$ voor β^- -straling;
- E de energie (in J);
- m de massa (in kg).

Veronderstel dat iemand van 80 kg gedurende 45 minuten in zo'n radiumbad zit.

5p 4 Bereken hoe vaak deze persoon jaarlijks zo'n bad zou kunnen nemen voordat de jaarlijkse effectieve totale lichaamsdosis (Binas tabel 27D2) wordt overschreden.

Bij plaatselijke klachten was het ook mogelijk om een kompres met radium-226 op de pijnlijke plek te leggen. Zie figuur 3.

In 2006 werd een container onderschept waarin een radiumkompres uit 1951 zat. Bij de productie in 1951 had dit kompres een activiteit van 7,4 MBq.

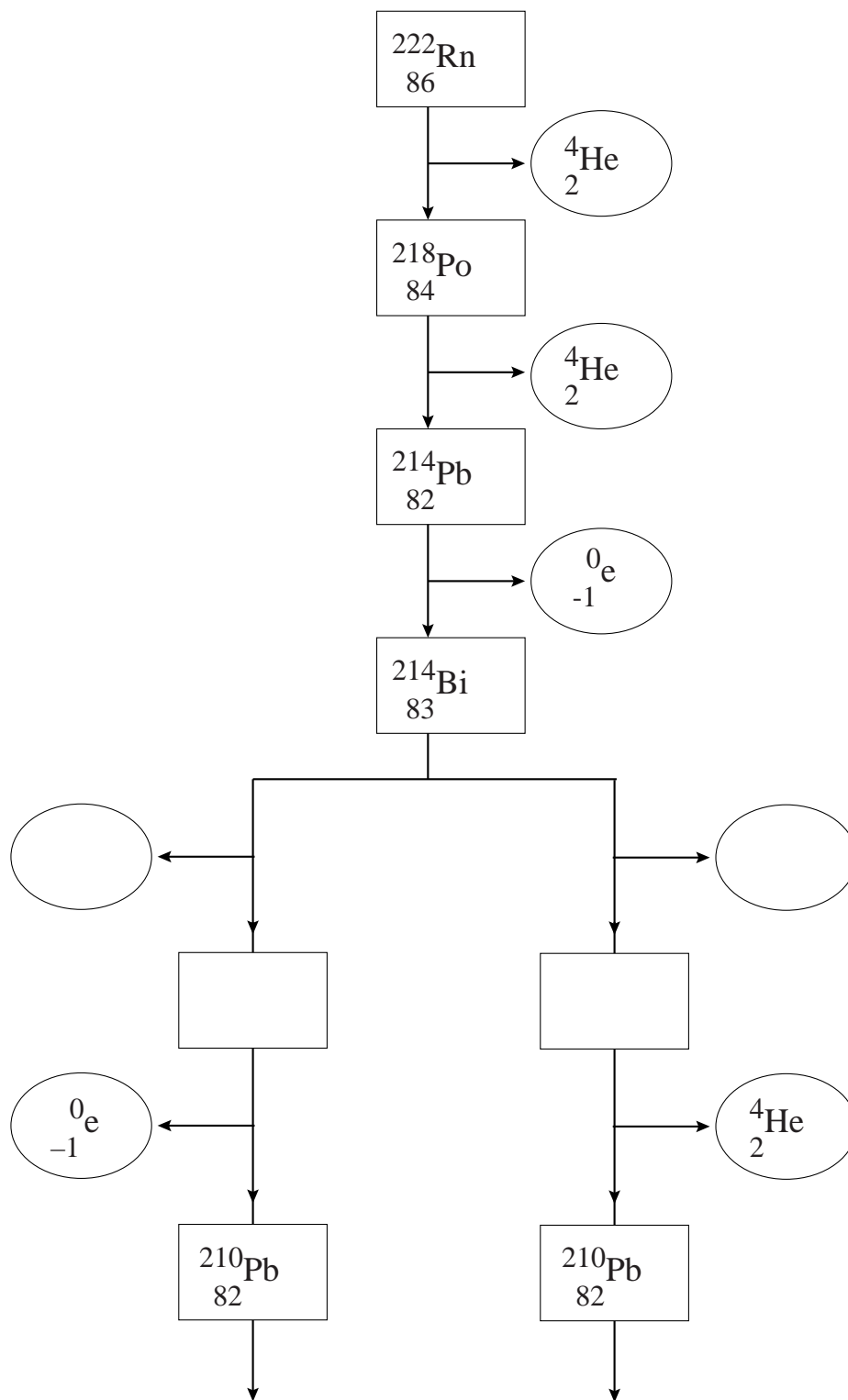
2p 5 Leg uit of de activiteit van het radium in dit kompres in 2006 veel groter, bijna even groot of veel kleiner was dan 7,4 MBq.

figuur 3



uitwerkbijlage

3



heeft een zeer lage activiteit