

Verontreinigd technetium

Technetium-99m wordt in ziekenhuizen gebruikt als tracer. Het Tc-99m dat daar voor nodig is, wordt in het ziekenhuis zelf geproduceerd. Tc-99m is een vervalproduct van molybdeen-99. Tc-99m is metastabiel. Dit betekent dat de protonen en neutronen in de kern van een Tc-99m atoom zich nog kunnen herschikken tot een toestand met minder energie.

- 3p 18 Geef de vergelijking van de vervalreactie waarbij Tc-99m ontstaat.
- 2p 19 Leg uit of er bij het gebruik van een tracer voor de patiënt sprake is van bestraling of van besmetting.

In het ziekenhuis wordt het Tc-99m van het Mo-99 gescheiden. Tijdens dit scheidingsproces blijft er Mo-99 in de oplossing van het Tc-99m achter. Deze verontreiniging van het Tc-99m is ongewenst, omdat Mo-99 bètastraling uitzendt.

Volgens wettelijke eisen mag de activiteit van de Mo-99 verontreiniging maximaal 0,15 kBq zijn per 1,0 MBq activiteit van het Tc-99m.

De verhouding van activiteiten is te berekenen met:

$$\frac{A(t)_{\text{Mo-99}}}{A(t)_{\text{Tc-99m}}} = \frac{t_{\frac{1}{2}\text{Tc-99m}} \cdot N(t)_{\text{Mo-99}}}{t_{\frac{1}{2}\text{Mo-99}} \cdot N(t)_{\text{Tc-99m}}}$$

- 3p 20 Bereken hoeveel Mo-99-kernen er maximaal per miljoen Tc-99m-kernen mogen voorkomen.

Het geproduceerde Tc-99m wordt bewaard in potten gemaakt van 6,0 mm dik lood. In een pot ontstaat de volgende straling:

- gammafotonen, met een energie van 0,1 MeV, uitgezonden door Tc-99m;
- bètadeeltjes, uitgezonden door Mo-99;
- gammafotonen, met een energie van 1,0 MeV, uitgezonden door Mo-99.

- 1p 21 Geef een reden waarom de bètadeeltjes, uitgezonden door Mo-99, niet buiten de pot gedetecteerd kunnen worden.

De intensiteit van de gammastraling van het Tc-99m buiten de pot is relatief klein.

Het percentage van de oorspronkelijke intensiteit dat aan de buitenkant van de pot gemeten wordt, kan zowel voor Tc-99m als Mo-99 met behulp van de halveringsdikte bepaald worden. Op de uitwerkbijlage staan hierover twee tabellen.

- 3p **22** Voer de volgende opdrachten uit:
- Noteer op de uitwerkbijlage in de eerste tabel de halveringsdikte (in cm) van lood voor gammastraling met een energie van 0,1 MeV en met een energie van 1,0 MeV.
 - Omcirkel op de uitwerkbijlage in de tweede tabel de intensiteit (in % van de oorspronkelijke intensiteit) van de gammastraling van Tc-99m en van Mo-99 buiten de pot.

Als voor een behandeling in het ziekenhuis het Tc-99m te vroeg wordt geproduceerd, neemt de verontreiniging met Mo-99 toe. Op de uitwerkbijlage staan hierover drie zinnen.

- 2p **23** Omcirkel in deze zinnen telkens het juiste alternatief.

uitwerkbijlage

22

	0,1 MeV	1,0 MeV
halveringsdikte in cm		

intensiteit buiten de pot (%)	
Tc-99m	Mo-99
50-100	50-100
10-50	10-50
1-10	1-10
10^{-3} -1	10^{-3} -1
10^{-6} - 10^{-3}	10^{-6} - 10^{-3}
$<10^{-6}$	$<10^{-6}$

23 Omcirkel telkens het juiste alternatief.

De halveringstijd van Tc-99m is **kleiner dan / groter dan** de halveringstijd van Mo-99.

De activiteit van Tc-99m neemt daardoor

minder snel / even snel / sneller af dan/als de activiteit van Mo-99.

Voor de verhouding $\frac{A(t)_{\text{Mo-99}}}{A(t)_{\text{Tc-99m}}}$ geldt dan dat deze in de loop van de tijd

kleiner wordt / gelijk blijft / groter wordt.