

Deeltjesstraling

Opgave: Eigenschappen van straling

a) Gammastraling, röntgenstraling, bètastraling, alfastraling.

In het algemeen geldt:

- Alfastraling kan worden afgeschermd door een velletje papier.
In lucht is de dracht van alfastraling slechts enkele centimeters.
De dracht is de grootte die aangeeft wat de maximale reikwijdte van de straling in een bepaalde stof is.
- Bètastraling kan worden afgeschermd met een centimeter plastic.
In lucht is de dracht van bètastraling enkele meters.
- Röntgen- en gammastraling zijn moeilijker af te schermen. Hoe energierijker de straling hoe groter de halveringsdikte.
In lucht kunnen röntgen- en gammastraling vele kilometers ver komen.

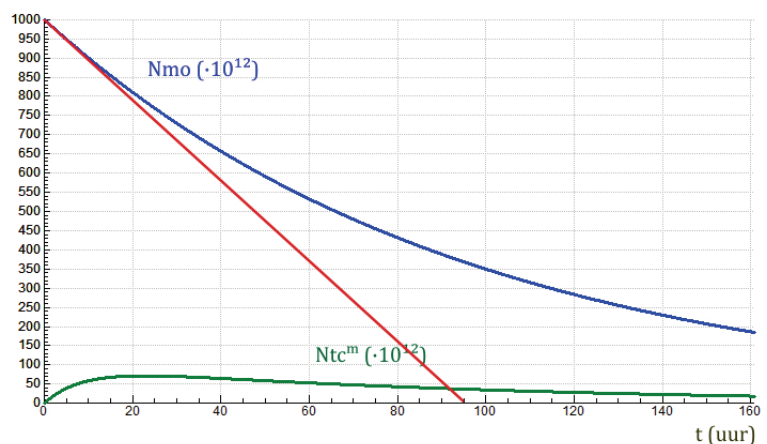
b) Alfastraling, bètastraling, röntgenstraling, gammastraling.

Opgave: Technetium koe

a) ^{99}Tc en $^{99\text{m}}\text{Tc}$ zijn isomeren van hetzelfde isotoop.

De overgang heet dan ook een isomere overgang.

b) De activiteit van molybdeen-99 is het aantal kernen dat per seconde vervalst. De steilheid van de raaklijn aan de grafiek geeft het aantal kernen dat per uur vervalst. Uit de steilheid van de raaklijn aan de grafiek op $t = 0$ is dus de activiteit af te leiden.



$$\Rightarrow A = \frac{1000 \cdot 10^{12}}{95 \cdot 3600} = 2,9 \text{ GBq}$$

- c) Om deze grafiek te kunnen tekenen moet je je realiseren dat het aantal kernen in het vat constant blijft.

De halveringstijd van ^{99}Tc is $2,2 \cdot 10^5$ y. Dit betekent dat voor het bereik van 0 tot 300 uur het verval van ^{99}Tc verwaarloosbaar is.

Als je bijvoorbeeld 100 kernen van isotoop A

hebt om te beginnen en 20 vervallen naar isotoop B dan heb je nog steeds 100 kernen, namelijk 80 van A en 20 van B. Vervallen vervolgens van die 20 kernen van isotoop B 5 naar isotoop C dan heb je nog steeds 100 kernen, namelijk 80 van A, 15 van B en 5 van C.

Concreet betekent dat voor de grafiek dat als je de drie lijnen $N_{\text{Mo-99}}$, $N_{\text{Tc-99m}}$ en $N_{\text{Tc-99}}$ optelt je steeds op $1000 \cdot 10^{12}$ uit moet komen want er geldt:

$$N_{\text{Mo-99}} + N_{\text{Tc-99m}} + N_{\text{Tc}} = N_{\text{Mo}}(\text{op } t=0) = 1000 \cdot 10^{12}.$$

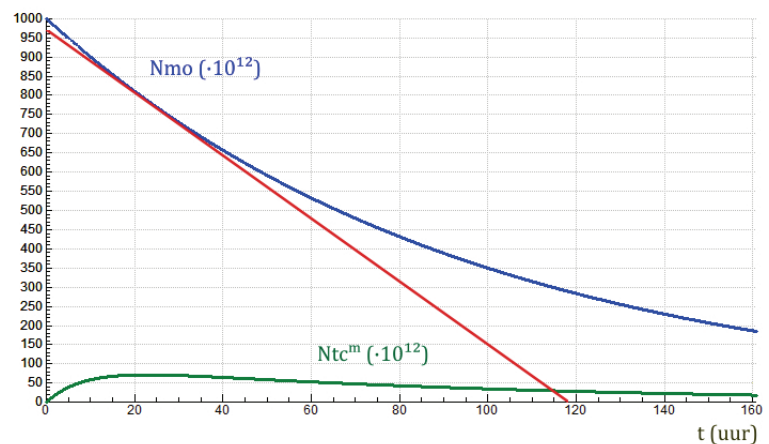
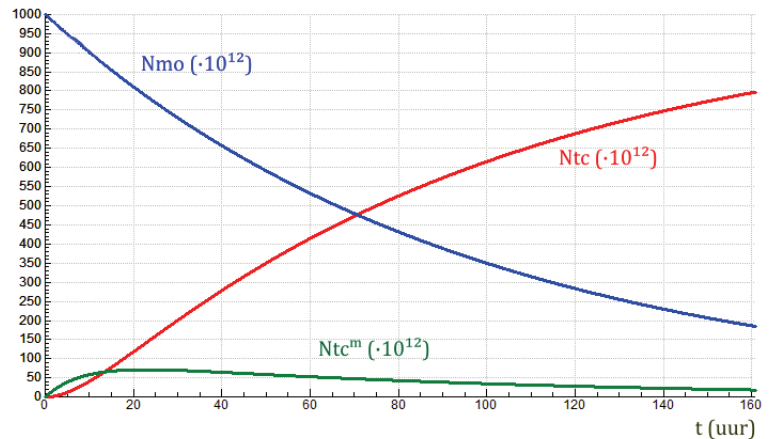
- d) Het aantal desintegratie per seconde komt overeen met de steilheid van de raaklijn (na correctie voor de eenheid van tijd). De steilheid van de raaklijn aan lijn $N_{\text{Tc-99m}}(t)$ voor $t = 22,8$ h is 0.

Dit betekent echter niet dat de activiteit van isotoop $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 0 Bq is maar dat de netto-activiteit van isotoop $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 0 Bq is. Met andere woorden op tijdstip $t = 22,8$ h

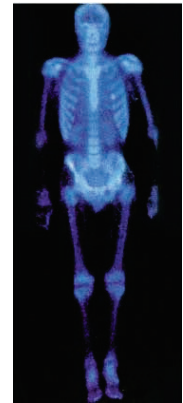
vervallen er net zoveel kernen van $^{99\text{m}}\text{Tc}$ dan dat er bijkomen omdat ^{99}Mo vervalt. Dit betekent dat op tijdstip $t = 22,8$ h de activiteit van $^{99\text{m}}\text{Tc}$ gelijk is aan de activiteit van ^{99}Mo .

Dus om de activiteit van $^{99\text{m}}\text{Tc}$ te weten te komen moet de je activiteit van ^{99}Mo bepalen door middel van de steilheid van de raaklijn aan de grafiek voor ^{99}Mo .

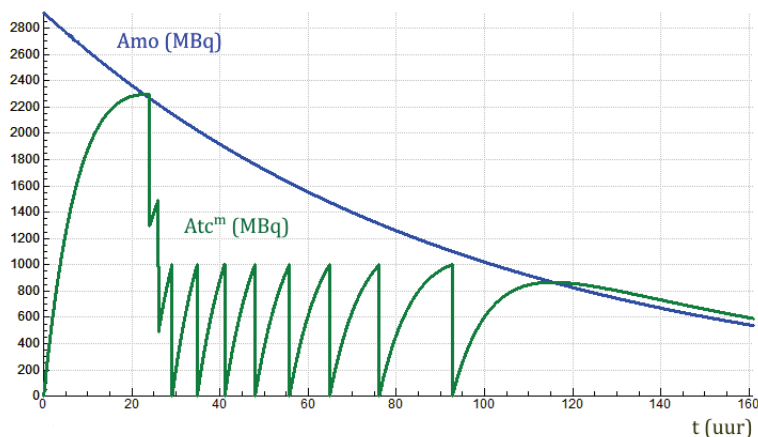
$$\Rightarrow A = \frac{970 \cdot 10^{12}}{119 \cdot 3600} = 2,3 \text{ GBq}$$



e) In de technetiumkoe zit het molybdeen-99 en ook het technetium-99^m geadsorbeerd aan een aluminium oppervlakte. Door een vloeistof (bijvoorbeeld natrium-pertechnetaat of sestamibi) door de technetiumkoe te leiden zal het technetium-99^m in deze vloeistof oplossen. Als de vloeistof uit de technetiumkoe komt zal het technetium-99^m zich dus in deze vloeistof bevinden en is klaar voor gebruik. In nevenstaande afbeelding staat het resultaat weergegeven van een botonderzoek met behulp van technetium-99^m. Het technetium-99^m zit opgelost in methyleen-diphosphonaat. Dit wordt in het bloed geïnjecteerd. Methyleen-diphosphonaat zoekt botweefsel op.



f)



- Op $t = 24$ uur vindt het eerste stel onderzoeken plaats en wordt er dus $2 \cdot 0,5 \text{ GBq} = 1 \text{ GBq}$ technetium-99^m aan de technetiumkoe onttrokken.
- Op $t = 26$ uur vindt het tweede stel onderzoeken plaats. Er is nog voldoende technetium-99^m in de technetiumkoe en dus kan er weer 1 GBq aan de technetiumkoe worden onttrokken.
- Op $t = 28$ uur zou wederom een stel onderzoeken kunnen plaatsvinden, maar de activiteit van technetium-99^m is minder dan 1 GBq en dus moet worden gewacht tot de activiteit weer 1 GBq bedraagt. Dat is op $t = 29,2$ uur.
Het probleem dat er na 2 uur niet voldoende technetium-99^m aanwezig is blijft zich nu voordoen en telkens zal gewacht moeten worden totdat de activiteit van technetium-99^m weer 1 GBq heeft bereikt. Dit duurt echter steeds langer omdat de activiteit van molybdeen steeds kleiner wordt en er dus steeds minder snel technetium-99^m bij wordt gemaakt. Na de laatste twee onderzoeken op $t = 93,4$ uur is het zelfs zo dat de activiteit van technetium-99^m nooit meer 1 GBq wordt en er dus geen onderzoeken met een dergelijk grote activiteit kunnen plaatsvinden met deze technetiumkoe. De hoogste activiteit wordt daarna bereikt op $t = 116,2$ uur vanaf dat moment vervalt technetium-99^m sneller dan dat het via molybdeen-99 wordt aangevuld.

g) Er geldt:

$$I = I_0 \left(\frac{1}{2}\right)^{d/d_1/2}$$

$$* d = 2,5 \text{ mm} = 0,25 \text{ cm}$$

$$* d_1 = 0,017 \text{ cm}$$

$$\Rightarrow \frac{I}{I_0} = 3,7 \cdot 10^{-5} = 3,7 \cdot 10^{-3} \%$$

Er wordt dus vrijwel 100 % tegengehouden.

De straling van het technetium-99^m wordt dus vrijwel geheel geabsorbeerd.

Als je het filmpje ([link naar filmpje](#) ¹⁾) goed bekeken hebt heb je gezien dat de laborant bij het hanteren van het potje de niet afgeschermd bovenkant de gehele tijd van zich vandaan richt. Daarmee is de blootstelling van de laborant dus beperkt tot een minimum.

