

Noteer niet uitsluitend de antwoorden, maar ook je redeneringen (in correct Nederlands) en de formules die je gebruikt hebt! Maak daar waar nodig een schets van de situatie. Let op het juiste aantal significante cijfers en vergeet de eenheden niet! Maak de opgaven in de juiste volgorde en werk netjes.

Met potlood geschreven tekst wordt niet gecorrigeerd!
Het gebruik van Tipp-Ex is niet toegestaan.

Opgave 1

Bij de SPECT-scan (Single Photon Emission Computer Tomography) worden tracers gebruikt die zich ophopen in de cellen die bestudeerd worden. Met een SPECT-scanner kan Parkinson aangetoond worden. Dit is een hersenaandoening waarbij bewegingsklachten optreden.

Als tracer wordt vaak een verbinding met jood-123 gebruikt, dat vervalt onder uitzending van een γ -foton. Om jood-123 te maken wordt telluur-123 beschoten met protonen.

a) Geef hiervan de reactievergelijking.

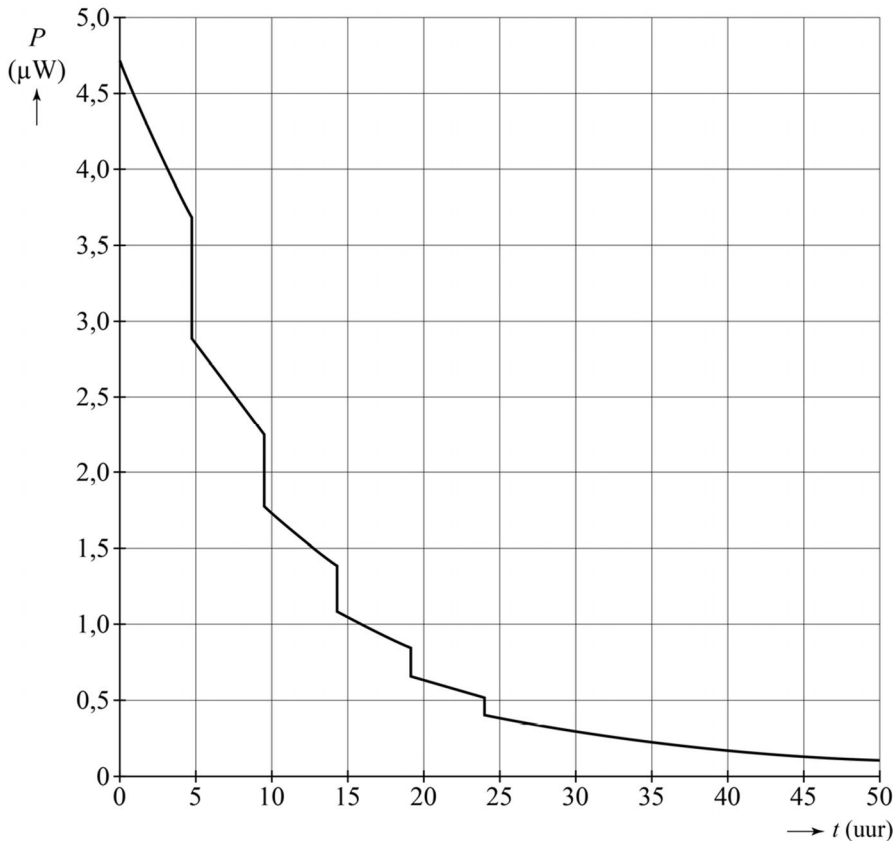
Een jood-123-kern vervalt met een halveringstijd van 13,2 h. Het jood-123 wordt 24 uur vóór gebruik geproduceerd.

b) **Bereken** welk percentage van het geproduceerde jood-123 na 24 uur vervallen is. Het γ -foton dat wordt uitgezonden heeft een energie van 160 keV.

c) **Bereken** de golflengte van het γ -foton in vacuüm.



Om de stralingsbelasting te verkleinen, moet de patiënt de blaas minstens vijf keer in 24 uur legen. In een vereenvoudigd model wordt aangenomen dat de patiënt (massa 70 kg) elke 4,8 uur het toilet bezoekt en elke keer hetzelfde percentage van de aanwezige jood-123-kernen uitscheidt. Dit noemen we het verliespercentage. Het verloop van het totale door de patiënt geabsorbeerde stralingsvermogen P tegen de tijd is weergegeven in onderstaand diagram.

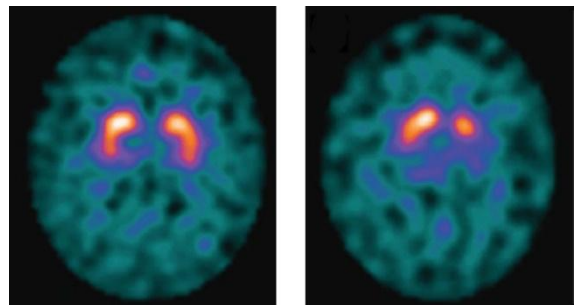


Uit deze grafiek is het verliespercentage af te leiden dat gehanteerd is in dit model.

d) **Bepaal** dit verliespercentage.

e) **Bepaal** de geabsorbeerde stralingsdosis na 50 uur.

Patiënten met Parkinson hebben een tekort aan dopamine door een verminderd dopaminetransport. De tracer met jood-123 bindt zich specifiek aan structuren in de hersenen die zorgen voor het dopaminetransport. In de nevenstaande afbeelding zijn SPECT-scans te zien van een patiënt met Parkinson en een patiënt zonder Parkinson. Lichte gebieden in de afbeeldingen tonen de hoogste stralingsintensiteit.



f) **Leg uit** of de linker of de rechter scan bij de patiënt met Parkinson hoort.

Opgave 2

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.

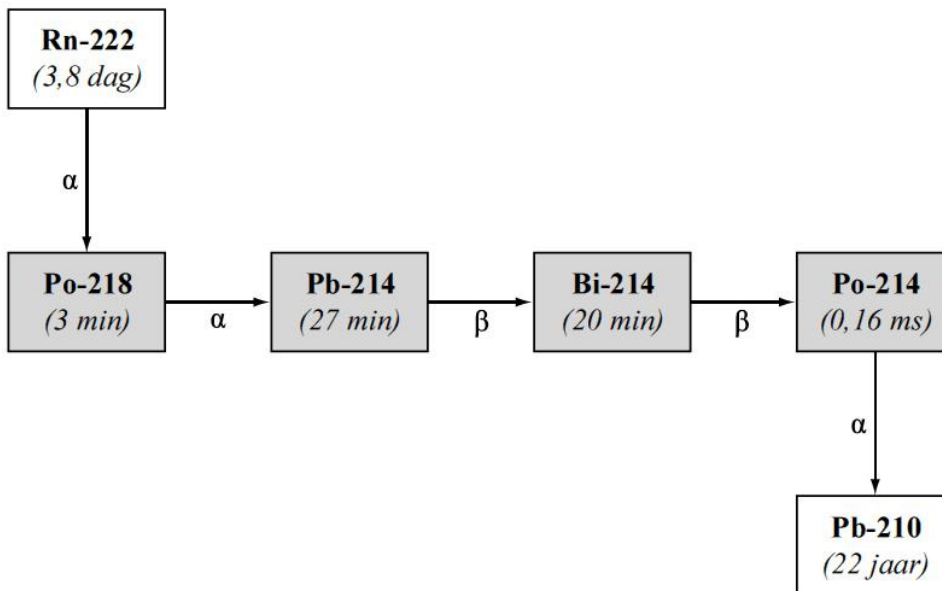
a) **Leg uit** of radon-222 ontstaat uit thorium-232 of uit uraan-238.

Beschouw daartoe het aantal nucleonen van de kernen.

Hint: het is niet nodig om de vervalvergelijkingen op te schrijven.

In onderstaande afbeelding 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.



De vier grijze isotopen worden 'radondochters' genoemd. Zij hebben een betrekkelijk kleine halveringstijd: als een radon-222 kern vervalt, vervallen vrij snel daarna ook de radondochters. De radondochters hechten zich aan microscopische stofdeeltjes en blijven in de lucht zweven. De lucht in een gesloten kelderruimte bevat dus radon en radondochters.

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.

b) **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 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 nevenstaande tabel staat het aantal kernen in 1 m^3 lucht van elk van de radondochters in de kelderruimte.

c) **Bereken** de stralingsdosis die de longen ontvangen ten gevolge van α -straling

| Aantal kernen (in 1 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 | ≈ 0 |