

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

Om schildklierandoeningen te behandelen wordt gebruik gemaakt van capsules met natriumjodide. In zo'n capsule bevindt zich het joodisotoop I-131. Dit isotoop hoopt zich na inname van de capsule op in de schildklier.



I-131 vervalt door β -verval naar een aangeslagen toestand van Xe-131. Het aangeslagen Xe-131 gaat vervolgens in één stap over naar de grondtoestand waarbij dan één foton met een energie van 364 keV wordt uitgezonden.

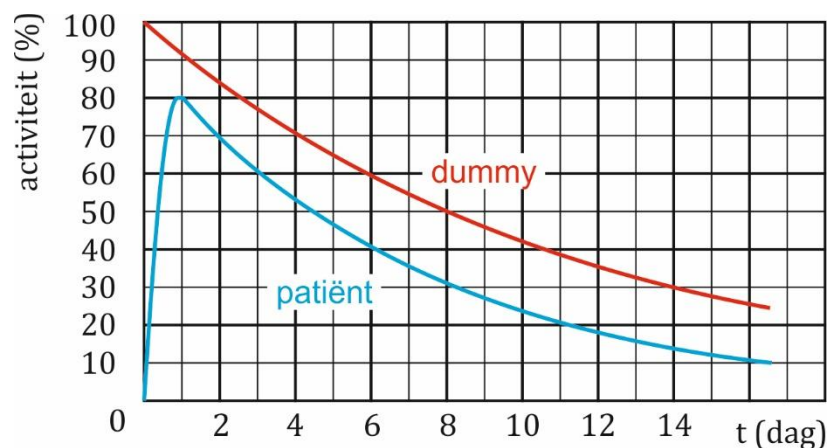
- Geef de reactievergelijking voor het verval van I-131 naar de grondtoestand van Xe-131.
- Leg uit** dat de maximale kinetische energie van de bètadeeltjes 0,605 MeV bedraagt. De atoommassa van Xe-131 bedraagt 130,90508 u.

De voor de behandeling benodigde activiteit wordt van tevoren bepaald door middel van een proef. Voor elke patiënt wordt een gepersonaliseerde dummy gemaakt. De patiënt neemt een capsule met een activiteit van 2,0 MBq in. Gelijktijdig wordt een zelfde activiteit als zich in de capsule bevindt in de dummy ter plaatse van de schildklier ingebracht. Bij de hals van de patiënt en de hals van de dummy wordt vervolgens de activiteit als functie van de tijd gemeten.

In nevenstaand diagram staat zo'n meting weergegeven.

Tussen de twee grafieken in nevenstaand diagram zijn twee opvallende verschillen.

- Noem deze twee verschillen en **leg uit** waardoor ze ontstaan.
- Bepaal** de halveringstijd van I-131.



- Bepaal/Bereken** het aantal kernen I-131 dat de patiënt heeft krijgen toegediend.

Bij een schildklierbehandeling is een grote geabsorbeerde dosis ter plaatse van de schildklier nodig. In een bepaald behandelingsplan wordt een dosis van 200 Gy in een volume van 60 mL schildklier voorgeschreven.

- Schat** hoeveel energie de schild in dit volume absorbeert.

Na zo'n behandeling wordt een patiënt ter bescherming van de personen in hun directe omgeving pas dan uit het ziekenhuis ontslagen, als de activiteit zover is gedaald, dat de equivalente dosis op een afstand van 2,0 m, per uur, niet meer dan $3,5 \mu\text{Sv}$ bedraagt.

g) **Leg uit** of deze maatregel redelijk is. Betrek in jouw antwoord de wettelijke normen.

Opgave 2

In de zon wordt door kernfusie helium gevormd uit waterstof.

De eerste stap in dit proces bestaat uit fusie van twee protonen, waarbij een positron (β^+), een neutrino ν en nog een deeltje ontstaan.

a) Geef de reactievergelijking van deze fusie.

Na een aantal stappen ontstaat een ^4He -kern. Bij dit proces worden netto vier protonen en twee elektronen omgezet in een ^4He -kern en twee neutrino's.

b) **Bereken** hoeveel energie er in totaal per heliumkern vrijkomt.

Neem daarbij aan dat de neutrino's geen massa hebben.

De zonkant van onze planeet wordt permanent getroffen door een bombardement van zonneneutrino's.

Elke seconde worden er door de zon $2,0 \cdot 10^{38}$ neutrino's uitgezonden.

De neutrino's bewegen gelijkmatig in alle richtingen en worden onderweg in de ruimte niet tegengehouden.

c) **Bereken** het aantal neutrino's dat per seconde de aarde treft.