

Opgave 1 SPECT-CT-scan

Bij patiënten met gewrichtsklachten wordt soms een Computed Tomography-scan gemaakt. Voor zo'n CT-scan wordt röntgenstraling gebruikt om een beeld van de pijnlijke plek te maken.

- 1p 1 Van welke eigenschap van röntgenstraling wordt gebruik gemaakt bij het maken van een CT-scan?
- A de dracht van röntgenstraling
 - B het doordringend vermogen van röntgenstraling
 - C de snelheid van röntgenstraling
 - D de lading van röntgenstraling

Als een CT-scan onvoldoende informatie geeft kan de scan gecombineerd worden met een SPECT-scan. SPECT betekent: Single Photon Emission Computed Tomography. De patiënt wordt hiervoor ingespoten met een fosfaatverbinding waar radioactief technetium-99m aan vast is gemaakt ("gelabeld"). Het fosfaat hoopt zich vooral op in de zieke botdelen, waarbij het technetium-99m vervalt naar technetium-99 onder uitzending van γ -fotonen.

Figuur 1 is het resultaat van een CT-scan en een SPECT-scan samen. De pijl geeft de plaats van het zieke gewricht aan.

figuur 1



Het benodigde technetium-99m ontstaat bij het verval van molybdeen-99.

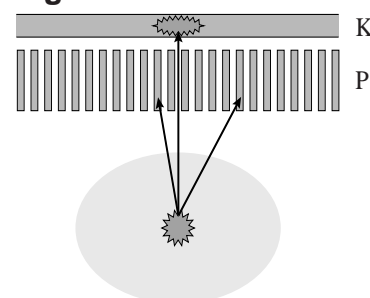
- 3p 2 Geef de vervalreactie van molybdeen-99.

Voor medisch onderzoek is de isotoop technetium-99m zeer geschikt.

- 2p 3 Hoeveel procent van de ingespoten hoeveelheid technetium-99m is er na een etmaal nog over?

Als het radioactieve fosfaat zich heeft opgehoopt in het zieke botdeel, worden vanaf deze plaats veel γ -fotonen uitgezonden. De γ -fotonen vallen op een kristal K dat een lichtflitsje geeft als een γ -foton het kristal treft. De γ -fotonen die schuin invallen mogen niet op het kristal terecht komen. Er wordt daarom een loden plaat P tussen de patiënt en het kristal K geplaatst. In de loden plaat zijn veel smalle kanaaltjes geboord. Zie figuur 2.

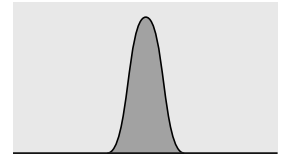
figuur 2



- 1p 4 Leg uit waarom de kanaaltjes smal moeten zijn.

Met een detector wordt het aantal γ -fotonen gemeten dat uit een bepaalde richting komt. Het resultaat is een grafiekje, waarin verticaal het aantal γ -fotonen staat en horizontaal de plaats in het kristal. Zie figuur 3.

figuur 3



De meting wordt een aantal malen rondom het pijnlijke botdeel herhaald, in hetzelfde vlak onder verschillende richtingen.

Op de uitwerkbijlage zijn vier grafiekjes gegeven die bij vier verschillende richtingen horen. Het zieke botdeel bevindt zich in het gebied dat door alle vier de detectoren wordt geregistreerd.

- 2p 5 Geef in de figuur op de uitwerkbijlage het oppervlak aan waar het zieke botdeel zich bevindt.

Artsen moeten steeds afwegen of de stralingsbelasting die de patiënt ten gevolge van dit onderzoek ontvangt acceptabel is. Bij deze patiënt zijn $2,2 \cdot 10^{13}$ kernen technetium-99m ingespoten. De stralingsenergie die deze kernen uitzenden wordt voor 40% door het lichaam van de patiënt opgenomen. De energie van een γ -foton is 0,14 MeV. De patiënt heeft een massa van 80 kg.

Voor de equivalente dosis geldt: $H = Q \frac{E}{m}$

Hierin is:

- H de equivalente dosis in Sv,
- Q de kwaliteitsfactor; $Q = 1$ voor γ -fotonen,
- E de geabsorbeerde energie in J,
- m de massa van de patiënt in kg.

Jaarlijks ontvangt iemand in Nederland een equivalente dosis van circa 2 mSv als gevolg van achtergrondstraling.

- 4p 6 Ga met een berekening na of de equivalente dosis ten gevolge van de SPECT-scan lager of hoger is dan de jaarlijkse equivalente dosis ten gevolge van de achtergrondstraling.

uitwerkbijlage

5

