

Opgave 5 PET-scan

Voor een hersenonderzoek krijgt een patiënt een stof ingespoten die gemakkelijk door het bloed in het lichaam wordt opgenomen. Deze stof bevat de radioactieve isotoop ^{18}F die vervalft door het uitzenden van positronen (β^+ -straling).

- 3p 19 Geef de vervalreactie van ^{18}F .

De hersenen nemen 20% van de ingespoten stof op en absorberen alle positronstraling die daaruit vrijkomt. Ze ontvangen hierdoor een stralingsdosis van 1,0 mGy.

De gemiddelde verblijftijd van de ingespoten stof in de hersenen is 8,9 minuut.

De massa van de hersenen is 1,5 kg.

De gemiddelde energie van een uitgezonden positron is 245 keV.

- 5p 20 Bereken de gemiddelde activiteit van de ingespoten stof gedurende de verblijftijd.

Bereken daartoe eerst:

- de stralingsenergie die in de genoemde tijd uit de ingespoten stof vrijkomt en
- het aantal positronen dat dan vrijkomt.

Bij je berekeningen hoef je geen rekening te houden met de halveringstijd van ^{18}F .

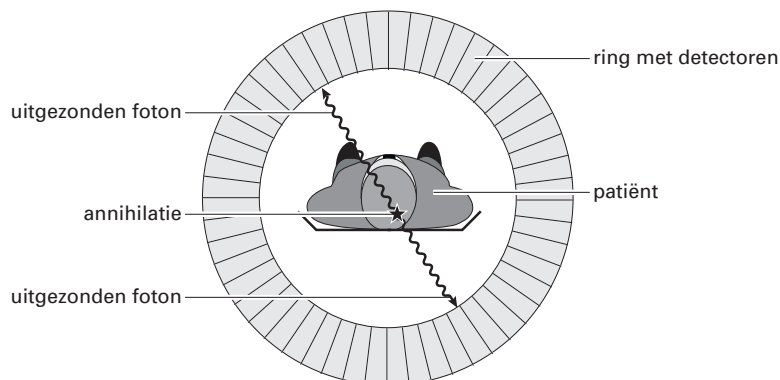
Een positron dringt enkele millimeters door in het weefsel en annihileert dan met een elektron. Daarbij verdwijnen het positron en het elektron en ontstaan twee γ -fotonen met gelijke energieën. Neem aan dat de kinetische energie van de positronen en elektronen vóór de annihilatie verwaarloosbaar is.

- 4p 21 Bereken aan de hand van de verdwenen massa de energie van één γ -foton in eV. Geef de uitkomst in zes significante cijfers.

valt buiten de
examenstof

De twee γ -fotonen bewegen in (vrijwel) tegenovergestelde richting. Om deze γ -straling te registreren, wordt de patiënt met zijn hoofd precies in het midden van een ring met detectoren geschoven. Deze onderzoeksmethode heet 'Positron Emissie Tomografie', afgekort PET. Zie figuur 11.

figuur 11



De twee γ -fotonen bereiken zeer korte tijd na elkaar de ring met detectoren. Wanneer de twee getroffen detectoren binnen een ingestelde tijdsduur Δt een foton registreren, neemt men aan dat deze twee fotonen afkomstig zijn van dezelfde annihilatie.

Een computer verwerkt de informatie van een groot aantal metingen tot een zogeheten PET-scan. Dit is een plaatje waarop te zien is waar veel annihilaties hebben plaatsgevonden en welke hersengebieden dus het beste doorbloed zijn.

- 3p 22 Bereken de orde van grootte van de ingestelde tijdsduur Δt . Maak daarbij gebruik van een schatting en neem aan dat de fotonen overal met de lichtsnelheid in vacuüm bewegen.

Ongeveer 90% van de annihilaties levert géén bruikbare informatie op. Dat komt onder andere doordat een deel van de vrijgekomen fotonen naast de detectoren valt en doordat er fotonen uit andere delen van het lichaam worden gemeten.

- 2p 23 Noem twee andere mogelijke oorzaken waarom niet alle annihilaties bruikbare informatie opleveren.

valt buiten de
examenstof