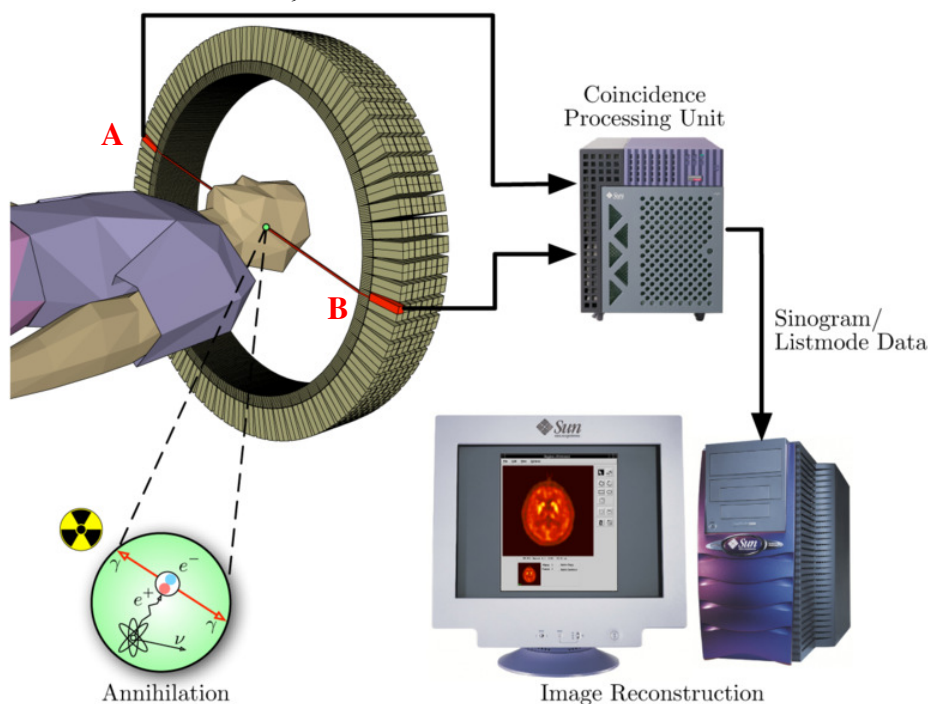


PET scanning

Ved en kerneprocess, hvor en $^{18}_8\text{O}$ -kerne beskydes med en hurtig proton, dannes en $^{18}_9\text{F}$ -kerne samt en anden partikel. Den dannede $^{18}_9\text{F}$ -kerne er ustabil, idet den henfalder ved en β^+ -proces.

a) (1,0 point) Opskriv reaktionsskemaet for hver af de to kerneprocesser.

Ved PET scanning i nuklearmedicinsk diagnostik benyttes sommetider glukosemolekyler med $^{18}_9\text{F}$ -atomer, som indgår i organernes stofskifte. Ved målinger af den radioaktive stråling fra kroppen kan man derfor afsløre områder, hvor $^{18}_9\text{F}$ koncentrerer. Det sker for eksempel i kræftsvulster.



Figur 10. Oversigt over PET scannersystemet. Bemærk de to tællere mærket A og B.

Positronen fra β^+ -henfaldet vil nedbremses i vævet inden for ca. en millimeter fra dannelsesstedet. Herefter vil den møde en elektron og annihilere under udsendelse af to modsat rettede gammafotoner, hver med energien $8,19 \cdot 10^{-14}$ J. Gammakameraet indeholder en kreds af mange tællere rundt omkring patienten, se fig. 10, og det er designet til at registrere gammafotoner med netop denne energi, forudsat at de kommer i par, som er næsten samtidige.

En annihilation giver nu anledning til, at to tællere A og B (mærket med rødt på fig. 10) i denne kreds registrerer fotoner med en meget lille tidsforskel. Registreringen i tælleren A finder sted 0,42 ns før registreringen i tæller B.

b) (1,0 point) Hvor langt fra midtpunktet mellem tællerne A og B har annihilationen fundet sted?

Q -værdien for β^+ -processen er $1,01 \cdot 10^{-13}$ J, og i gennemsnit vil positronens kinetiske energi kun være ca. halvdelen heraf. Når positronerne efter nedbremsningsannihilerer, vil ca. 50 % af de dannede gammafotoner absorberes i kroppen.

En patient får indsprøjet en opløsning af glukose med $^{18}_9\text{F}$, der til at begynde med har en gammaaktivitet på $A_\gamma = 90$ MBq. Halveringstiden for β^+ -henfaldet af $^{18}_9\text{F}$ er $T_{1/2} = 109,8$ minut. Man

kan regne med, at positronerne, som dannes ved β^+ -henfaldene, har en meget kort levetid. Man kan også regne med, at stort set al $^{18}_9\text{F}$ henfalder, før det bliver udskilt af kroppen.

c) (1,5 point) Forklar, hvorfor opløsningens β^+ -aktivitet er $A_\beta = 45 \text{ MBq}$, og find antallet af $^{18}_9\text{F}$ -kerner i opløsningen til at begynde med.

d) (2,0 point) Vurdér størrelsen af den energi, der i alt er absorberet i patienten, når alle $^{18}_9\text{F}$ -kerner er henfaldet.

PET-scanning - løsning

a) $^{18}_8\text{O} + ^1_1\text{p} \rightarrow ^{18}_9\text{F} + ^1_0\text{n}$ og $^{18}_9\text{F} \rightarrow ^{18}_8\text{O} + ^0_{-1}\text{e} + ^0_0\nu$.

b) Afstanden er $\frac{1}{2} \cdot c \cdot \Delta t = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m/s} \cdot 0,42 \cdot 10^{-9} \text{ s} = 0,063 \text{ m} = 6,3 \text{ cm}$.

c) Der dannes to gammafotoner for hvert β^+ -henfald. Derfor er $A_\beta = \frac{1}{2} A_\gamma = 45 \text{ MBq}$.

$$N = \frac{A}{k} = \frac{A \cdot T_{1/2}}{\ln 2} = \frac{45 \cdot 10^6 \cdot 109,8 \cdot 60}{\ln 2} = 4,28 \cdot 10^{11}$$
 For hvert henfald absorberes $0,5 \cdot 1,01 \cdot 10^{-13} \text{ J} + 0,5 \cdot 2 \cdot 8,19 \cdot 10^{-14} \text{ J} = 1,32 \cdot 10^{-13} \text{ J}$. For samtlige henfald absorberes $N \cdot 1,32 \cdot 10^{-13} \text{ J} = 0,0567 \text{ J}$