

Questão F03

A tomografia por emissão de pósitrons (PET) é uma técnica de imagem por contraste na qual se utilizam marcadores com radionuclídeos emissores de pósitrons. O radionuclídeo mais utilizado em PET é o isótopo 18 do flúor, que decai para um núcleo de oxigênio-18, emitindo um pósitron. O número de isótopos de flúor-18 decai de forma exponencial, com um tempo de meia-vida de aproximadamente 110 minutos.

A imagem obtida pela técnica de PET é decorrente da detecção de dois fótons emitidos em sentidos opostos devido à aniquilação, por um elétron, do pósitron resultante do decaimento. A detecção é feita por um conjunto de detectores montados num arranjo radial. Ao colidir com um dos detectores, o fóton gera cargas no material do detector, as quais, por sua vez, resultam em um sinal elétrico registrado no computador do equipamento de tomografia. A intensidade do sinal é proporcional ao número de núcleos de flúor-18 existentes no início do processo.

- Após a realização de uma imagem PET, o médico percebeu um problema no funcionamento do equipamento e o reparo durou 3h40min. Calcule a razão entre a intensidade do sinal da imagem obtida após o reparo do equipamento e a da primeira imagem.
- Calcule a energia de cada fóton gerado pelo processo de aniquilação elétron-pósitron considerando que o pósitron e o elétron estejam praticamente em repouso. Esta é a energia mínima possível para esse fóton.
- A carga elétrica gerada dentro do material do detector pela absorção do fóton é proporcional à energia desse fóton. Sabendo-se que é necessária a energia de 3 eV para gerar o equivalente à carga de um elétron no material, estime a carga total gerada quando um fóton de energia 600 keV incide no detector.

Note e adote:

O elétron e o pósitron, sua antipartícula, possuem massas iguais e cargas de sinais opostos.

Relação de Einstein para a energia de repouso de uma partícula: $E = mc^2$.

Carga do elétron: $e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$

Massa do elétron: $m = 9 \times 10^{-31} \text{ kg}$

Velocidade da luz: $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$

$1 \text{ eV} = 1,6 \times 10^{-19} \text{ J}$

"Tempo de meia-vida": tempo necessário para que o número de núcleos radioativos caia para metade do valor inicial.

RESPOSTA

- a) $I \propto n$, onde n é o número de núcleos flúor-18

$$n = n_0 \left(\frac{1}{2} \right)^{\frac{\Delta t}{t_{\text{meia-vida}}}}$$

$$n = n_0 \left(\frac{1}{2} \right)^{\frac{220}{110}} = n_0 \left(\frac{1}{2} \right)^2$$

$$n = \frac{n_0}{4} \rightarrow I = \frac{I_0}{4}$$

- b)

$$2E = 2mc^2$$

$$E = 9 \cdot 10^{-31} \cdot (3 \cdot 10^8)^2$$

$$E = 81 \cdot 10^{-15} = 8,1 \cdot 10^{-14} \text{ J}$$

- c)

$$Q = n \cdot e$$

$$Q = \frac{E_{\text{fóton}}}{E_{\text{min}}} 1,6 \cdot 10^{-19} = \frac{600 \cdot 10^3}{3} 1,6 \cdot 10^{-19}$$

$$Q = 2 \cdot 10^5 1,6 \cdot 10^{-19}$$

$$Q = 3,2 \cdot 10^{-14} \text{ C}$$