FÍSICA DAS RADIAÇÕES I (4300437) 1° semestre/2017

Lista de classe V — Tema: Interação de fótons com a matéria - Parte 1

Soluções:

1.

A) Uma vez que os gráficos obtidos representam retas no gráfico semilog, podemos concluir que o feixe é monoenergético já que os dados obedecem a relação:

$$\frac{N_d}{N_0} = e^{-\mu x}$$

O experimento 1 foi realizado em condição de boa geometria (feixe estreito).
Estamos tratando de um feixe monoenergético e efeitos de endurecimento ou suavização do feixe não são esperados para o caso do feixe estreito. No entanto, quando se usa o feixe largo, o feixe detectado depois atravessar o alvo é composto por fótons transmitidos mais fótons espalhados com energia menor que a energia dos fótons incidentes. Isso causa uma suavização do feixe detectado, que pode ser notada graficamente pelo aumento da inclinação da reta (no gráfico semilog).

Matematicamente:

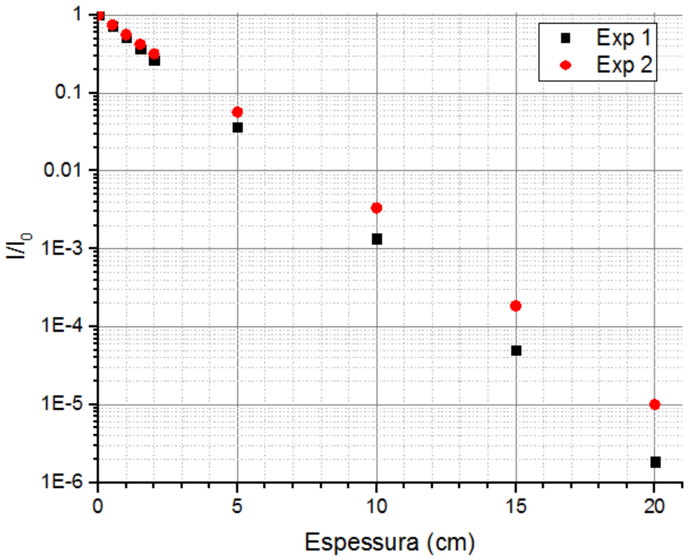
Feixes detectados nos experimentos com feixe estreito e largo respectivamente:

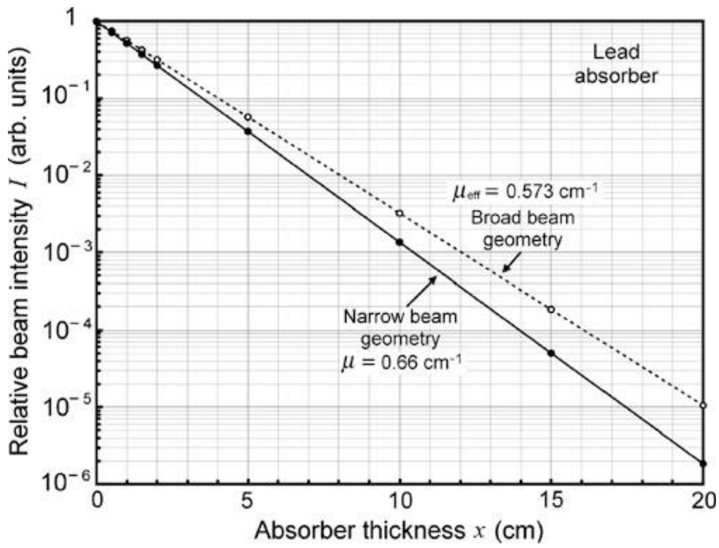
$$N_{d_{estreito}} = N_t(x)$$

$$N_{d_{largo}} = N_t(x) + N_e(x)$$

Onde $N_t(x)\ e\ N_e(x)$ são numero de fótons transmitidos e espalhados respectivamente. Portanto

$N_{d_{largo}} > N_{d_{estreito}}$ e a razão $\frac{N_d}{N_0}$ é maior para o experimento realizado com feixe largo. Portanto o experimento 1, pelo gráfico, o experimento 1 foi realizado com feixe estreito.





b)

$$\mu_1 = \frac{\ln\frac{y_0}{y_1}}{x_1 - x_0} = \frac{\ln(\frac{1}{0{,}037})}{5\ cm} = 0{,}66\ cm^{-1}$$

$$\mu_2 = \frac{\ln\frac{y_0}{y_1}}{x_1 - x_0} = \frac{\ln(\frac{1}{0{,}057})}{5\ cm} = 0{,}57\ cm^{-1}$$

2.

Para fótons de 2 MeV:

$$N_{int} = N_0(1 - exp(\frac{\mu}{\rho}\rho x))$$

$$N_{int} = 10^{12}(1 - \exp(0{,}046 \times 11{,}3 \times 0{,}1) = 5{,}1 \times 10^{10}\ Interações$$

$$N_{fotoelétrico} = \frac{\mu/\rho_{\text{fotoelétrico}}}{\mu/\rho} N_{int} = \frac{0{,}0051}{0{,}046} \times N_{int} = 10{,}9\% N_{int} = 5{,}65 \times 10^9$$

$$N_{pares} = \frac{\mu/\rho_{\text{pares}}}{\mu/\rho} N_{int} = \frac{0{,}0049}{0{,}046} \times N_{int} = 10{,}6\% N_{int} = 5{,}65 \times 10^9$$

$$N_{Compton} = \frac{\mu/\rho_{\text{Compton}}}{\mu/\rho} N_{int} = \frac{0{,}035}{0{,}046} \times N_{int} = 76{,}0\% N_{int} = 3{,}87 \times 10^{10}$$

Para fótons de 200 keV:

$$N_{int} = N_0(1 - exp(\frac{\mu}{\rho}\rho x))$$

$$N_{int} = 10^{12}(1 - \exp(0{,}99 \times 11{,}3 \times 0{,}1) = 6{,}73 \times 10^9\ Interações$$

$$N_{fotoelétrico} = \frac{\mu/\rho_{\text{fotoelétrico}}}{\mu/\rho} N_{int} = \frac{0{,}85}{0{,}99} \times N_{int} = 86\% N_{int} = 5{,}79 \times 10^9$$

$$N_{pares} = \frac{\mu/\rho_{\text{pares}}}{\mu/\rho} N_{int} = \frac{0}{0{,}99} \times N_{int} = 0\% N_{int} = 0$$

$$N_{Compton} = \frac{\mu/\rho_{\text{Compton}}}{\mu/\rho} N_{int} = \frac{0{,}097}{0{,}99} \times N_{int} = 9{,}8\% N_{int} = 6{,}6 \times 10^8$$

3.

A energia mínima do fóton espalhado e consequentemente a transferência máxima de energia para o elétron ocorre no processo de retroespalhamento do fóton, $\theta = 180°$.

Para fótons de 51,1 keV

$$h\nu' = \frac{h\nu}{1 + \alpha(1 - cos\theta)} \quad com \quad \alpha = \frac{h\nu}{m_e c^2} \quad e \quad m_e c^2 = 511\ keV$$

$$\alpha = \frac{h\nu}{m_e c^2} = \frac{51{,}1\ keV}{511\ keV} = 0{,}10$$

$$cos\theta = cos\ 180° = -1$$

$$hv'_{min} = \frac{51{,}1keV}{1 + 0{,}1(1 - (-1))} = 42{,}58\ keV$$

Considerando que o espalhamento ocorre com um elétron livre:

$$T_{max} = hv - hv'_{min} = 8{,}5\ keV$$

Para fótons de 5,11 MeV

$$hv' = \frac{hv}{1 + \alpha(1 - cos\theta)} \quad com \quad \alpha = \frac{hv}{m_e c^2} \quad e \quad m_e c^2 = 511\ keV$$

$$\alpha = \frac{hv}{m_e c^2} = \frac{5{,}11\ MeV}{0{,}511\ MeV} = 10$$

$$cos\theta = cos\ 180° = -1$$

$$hv'_{min} = \frac{5{,}11\ MeV}{1 + 10(1 - (-1))} = 0{,}243\ MeV$$

Considerando que o espalhamento ocorre com um elétron livre:

$$T_{max} = hv - hv'_{min} = 4{,}87\ MeV$$