

ESTRUTURA DA MATÉRIA I - 1º SEMESTRE 2003
3ª LISTA DE EXERCÍCIO

QUESTÕES

1. Um tubo de imagem de TV emite raios X? Explique.
2. Um fóton de energia E tem massa?
3. Por que, no espalhamento Compton, $\Delta\lambda$ é independente do material do espalhador?
- 4.- Você pode observar o efeito Compton com luz visível?
5. Você esperaria que o espalhamento Compton fosse mais provável utilizando material espalhador de número atômico alto ou de número atômico baixo? Explique.
6. Pode ocorrer a aniquilação de um par elétron pósitron com emissão de um único fóton, se houver um núcleo próximo para absorver o momento excedente?

EXERCÍCIOS

1. O comprimento de onda mínimo no espectro contínuo de raios X emitidos por um tubo de TV é de 0.124 nm. Qual a tensão de aceleração dos elétrons nesse tubo? R: 10 kV.
2. Um fóton de energia inicial de 100 keV que se move no sentido positivo do eixo x, colide com um elétron livre em repouso. O fóton é espalhado de um ângulo de 90° , indo no sentido positivo do eixo y. Ache os componentes do momento do elétron. R: $p_x = 0, 33 \cdot 10^{-3} \text{ eV} \cdot \text{s}/m$; $p_y = 0, 28 \cdot 10^{-3} \text{ eV} \cdot \text{s}/m$; $\varphi = 40^\circ$.
3. Mostre que $\Delta E/E$, a variação relativa da energia do fóton no espalhamento Compton, é igual a $(h\nu'/m_0c^2)(1 - \cos \theta)$.
4. Qual a energia cinética máxima possível, bem como o momento de um elétron envolvido no processo Compton em termos da energia do fóton incidente $h\nu$ e da energia de repouso do elétron m_0c^2 ? R: $E_e = m_0c^2 + h\nu[1 + m_0c^2/(m_0c^2 + 2h\nu)]$
- 5.- Determine a variação máxima do comprimento de onda no espalhamento Compton por *prótons*.
- 6.- Considere um feixe de raios X, com $\lambda = 1.00 \text{ \AA}$, e também um feixe de raios γ vindo de uma fonte de ^{137}Cs , com $\lambda = 1.88 \cdot 10^{-2} \text{ \AA}$. Se a radiação espalhada pelos elétrons livres é observada a 90° do feixe incidente: a) Qual o deslocamento Compton em cada caso? b) Que energia cinética é cedida ao elétron em cada caso? c) Que percentagem da energia do fóton incidente é perdida na colisão em cada caso?
- 7.- Raios X com $\lambda = 0.71 \text{ \AA}$ ejetam fotoelétrons de uma folha de ouro. Os elétrons descrevem círculos de raio r em uma região onde há um campo de indução magnética B. A experiência mostra que $rB = 1, 88 \cdot 10^{-4} \text{ tesla} \cdot \text{m}$. Ache: a) a energia cinética máxima dos fotoelétrons. b) o trabalho realizado ao remover o elétron da folha de ouro. R: a) 3keV b) 14.5 keV.
- 8.- Um raio γ cria um par elétron pósitron. Mostre diretamente que, sem a presença de um terceiro corpo para absorver uma parte do momento, a energia e o momento não podem se conservar simultaneamente. (Sugestão: suponha que a energia seja conservada e mostre que isto implica em momentos diferentes antes e depois da interação).
- 9.- Suponha que um par elétron pósitron é criado por um fóton que tem a energia limite ($2m_0c^2$) para que o processo ocorra. a) Calcule o momento transferido a um núcleo no processo. b) suponha que o núcleo é o de um átomo de chumbo e calcule a energia cinética do núcleo atingido. É razoável desprezarmos essa energia, comparada com a energia limite, como feito acima?
- 10.- O coeficiente de absorção de massa para fótons de energia 1 MeV é igual a $0.06 \text{ cm}^2/\text{g}$ tanto para o Al quanto para o Pb. Calcule a espessura de um absorvedor de Al e a de um de Pb, capaz de reduzir a intensidade de um feixe de fótons dessa energia, para 5% de seu valor inicial. (dado: $\rho(\text{Al}) = 2.7 \text{ g/cm}^3$, $\rho(\text{Pb}) = 11 \text{ g/cm}^3$). a) 19cm b) 4.5 cm
- 11.- Sob condições ideais, o olho humano registra um estímulo visual a 5500 \AA se mais de 100 fótons forem absorvidos por segundo. A que potência isso corresponde?
- 12.- Obtenha a relação:

$$\cot \frac{\theta}{2} = \left(1 + \frac{h\nu}{m_0c^2}\right) \tan \varphi$$

entre as direções de movimento do fóton espalhado e do elétron envolvidos no efeito Compton.