

3ª Lista de exercícios - Fótons – 16/8/2018

Questões

1. ER-1. Nas experiências do efeito fotoelétrico, a corrente que circula pela válvula quando o catodo é iluminado é proporcional à intensidade da luz incidente no catodo. Esse resultado isolado pode ser usado para fazer distinção entre as teorias quântica e clássica?
2. ER-3. Por que, mesmo para radiação incidente monocromática, os fotoelétrons são emitidos com velocidades diferentes?
3. ER-9. Um fóton de energia E tem massa? Se tem, calcule-a. (cuidado, esta pergunta está formulada de maneira um pouco ambígua).
4. ER-10. Por que, no espalhamento Compton, você esperaria que $\Delta\lambda$ fosse independente do material do qual o alvo é composto?
5. ER-13. Você esperaria, segundo a teoria eletromagnética clássica, que houvesse um comprimento de onda mínimo na radiação emitida para um dado valor de energia do elétron incidente sobre o alvo de um tubo de raios X?
6. ER-21. Explique como é possível a aniquilação de pares com a criação de três fótons. É possível, em princípio, criar mais do que três fótons em um único processo de aniquilação?

Problemas

1. ER-1. A energia necessária para remover um elétron do sódio é 2,3 eV, e dispõe-se de uma fonte de luz amarela, com comprimento de onda $\lambda = 5890 \text{ \AA}$. Determine:
 - a) se o sódio apresenta efeito fotoelétrico para a luz dessa fonte.
 - b) o comprimento de onda de corte para a emissão fotoelétrica do sódio.
2. ER-2. Radiação com 2000 \AA de comprimento de onda incide sobre uma superfície de Alumínio, elemento para o qual são necessários 4,2 eV para remover um elétron. A intensidade da luz incidente é $2,0 \text{ W/m}^2$. Determine:
 - a) a energia cinética máxima do fotoelétron emitido.
 - b) a energia cinética mínima do fotoelétron emitido.
 - c) o potencial (elétrico) de corte.
 - d) o comprimento de onda limite para o Alumínio.
 - e) o número médio de fótons por unidade de tempo e por unidade de área que atinge a superfície.
 - f) se aconteceria efeito fotoelétrico no Alumínio se a luz incidente tivesse comprimento de onda igual a 6200 \AA (laranja) e justifique sua resposta.

3. ER-9. O efeito fotoelétrico somente pode acontecer com elétrons ligados, mas o efeito Compton pode ocorrer com elétrons livres.

- a) Mostre que um elétron livre não pode *absorver* um fóton e durante esse processo conservar simultaneamente a energia e a quantidade de movimento linear.
- b) Explique as duas afirmações do enunciado.

4. ER-10 Sob condições ideais, o olho humano registra um estímulo visual a 5500 \AA se mais de 100 fótons forem absorvidos por segundo.

Determine a potência correspondente a esse estímulo mínimo.

5. ER-12. Um fóton tem energia igual à energia equivalente à massa de repouso de um elétron. Determine, para esse fóton:

- a) A frequência.
- b) O comprimento de onda.
- c) A quantidade de movimento linear.

6. ER-16. Fótons com comprimento de onda $0,024 \text{ \AA}$ espalham inelasticamente sobre elétrons livres. O fóton espalhado propaga-se numa direção que forma um ângulo θ em relação à direção de propagação do fóton incidente, tem comprimento de onda λ e energia E_v . A energia cinética do elétron, após a colisão, é E_c .

Determine λ , E_v e E_c quando θ vale:

- a) 30°
- b) 150°

7. ER-17. Um fóton de energia inicial igual a $1,0 \times 10^5 \text{ eV}$, que se move no sentido positivo do eixo Ox , incide sobre um elétron livre em repouso. O fóton é espalhado de um ângulo de 90° , indo no sentido positivo do eixo Oy .

Determine as componentes x e y da quantidade de movimento linear do elétron.

8. ER-19. Determine a energia cinética máxima de um elétron livre, de massa m_e , imediatamente após interagir por efeito Compton com um fóton de energia $h\nu$.

9. ER-23. Um raio γ cria um par elétron-pósitron. Mostre que, sem a presença de um terceiro corpo para absorver uma parte da quantidade de movimento linear, a energia e a quantidade de movimento não podem se conservar simultaneamente. *Sugestão: iguale as energias e mostre que isto implica em quantidades de movimento diferentes antes e depois da interação.*