

1. a) Espera-se que sejam escritas duas equações com os dados do problema:

$$eV = h\nu - \Phi \quad \text{com os dois pares de valores} \quad \lambda=3000 \text{ \AA}, V_0=1.85V \quad \text{e} \quad \lambda=4000 \text{ \AA}, V_0=0.82V$$

Com as devidas substituições encontra-se  $h = 6.59 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$

b) A função trabalho será então  $\Phi = 2.27 \text{ eV}$ .

c) O limiar do efeito fotoelétrico será então quando  $h\nu_0 = \Phi$ , energia do fóton igual a função trabalho. Logo  $hc/\lambda = \Phi$ . Resposta  $\lambda_{\text{max}} = 545 \text{ nm}$ .

2. A fonte mais conveniente é a de raios Gamma.

Nota-se que o desvio Gamma é idêntico para todas as fontes pois, para um ângulo fixo, a distância entre os picos só depende da constante  $h/mc$ , já que  $\lambda - \lambda_0 = h/mc(1 - \cos\theta)$

Desta forma:  $\Delta\lambda = \frac{h}{m_e c} = 0.0243 \text{ \AA}$ . No caso de ondas de comprimentos de onda muito maiores ou da ordem deste desvio, nada poderá ser visualizado num experimento, ou seja, não teria resolução para distinguir os dois picos Compton. No caso do Raio X já existe resolução, mas no caso do raio gamma isto fica mais evidente. Uma forma de se analisar isso é olhar a relação entre  $\Delta\lambda/\lambda$  para as três fontes:

$$\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \frac{0.0243}{0.0106} = 2.29\% \quad \frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \frac{0.0243}{0.712} = 0.0341\% \quad \frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \frac{0.0243}{0.0106} = 4.48 \times 10^{-6}\%$$

3. Na colisão do fóton com o material ocorre uma perda de energia do fóton para os elétrons que estão mais fracamente ligados no átomo, resultando numa perda de energia dos fótons incidentes que são espalhados com uma energia menor e portanto com um comprimento de onda maior, gerando o desvio Compton. Observa-se ainda um pico para o mesmo comprimento de onda incidente já que os fótons podem interagir também com elétrons do caroço, mais fortemente ligados ao núcleo, sem que ocorra praticamente perda.

Veja discussão sobre onda-partícula na apresentação dos experimentos que tratam espalhamento da radiação (Raio X) como um fenômeno de colisão entre partículas e trocas de energia entre ondas eletromagnéticas e partículas.

4. Princípio da Correspondência – Limites clássicos são alcançados quando supomos o limite do número quântico muito grande; frequência orbital se iguala a frequência do fóton emitido ou absorvido na transição. Mostrar como foi feito na sala.

5. Calcule o valor da energia de transição usando  $\Delta E = -\frac{13.6}{n^2} + \frac{13.6}{m^2} = 13.6 \left[ \frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2} \right]$  usando o fato de que na série de Paschen o  $n_{\text{final}}$  é  $n=3$

Desta forma o  $\lambda_{\text{maior}}$  é dado por  $1879 \text{ nm}$  e o  $\lambda_{\text{menor}}$  é  $822 \text{ nm}$ .

6. Veja o exemplo de um dos experimentos discutidos no curso como, por exemplo, Thomson e Reid ou o de espalhamento de elétrons em fendas duplas e descreva-o.

7. a) De novo, veja as notas de aula ou o livro texto e demonstre a relação entre o comprimento de onda e a voltagem aplicada aos elétrons.

b) Neste item tem que se tomar cuidado com os ângulos pois a relação do espalhamento de Bragg é com o ângulo  $2d \sin \theta = n\lambda$  e o ângulo solicitado é o ângulo de espalhamento  $\Phi$ . Mas temos a relação entre eles:  $\Phi + 2\theta = 180^\circ$ . Usando a relação entre o comprimento de onda e a voltagem que foi dada, obtemos que o ângulo  $\theta = 35,5^\circ$  e portanto  $\Phi = 109^\circ$ .

8. Constante de normalização:  $C = 1/\sqrt{2}$  e

A função de distribuição é calculada a partir de sua definição:

$$g(k) = 1/\sqrt{2\pi} \int_{-\frac{L}{2}}^{\frac{L}{2}} \frac{1}{\sqrt{2}} e^{-ikx} dx = L/\sqrt{2\pi L} \frac{\sin(\frac{kL}{2})}{kL/2}$$

Esta distribuição vai a zero quando  $kL/2 = n\pi$ ,  $n$  sendo um número inteiro, Portanto  $k = 2\pi n/L$ ,  $n = 0, 1, 2, 3, \dots$

9.  $|A_1|^2 = 144$  e  $|A_2|^2 = 256$ , Sendo os valores máximos e mínimos do ângulo de fase 0 e  $\pi$ , temos que as probabilidades limiares serão dadas por:

$$144 + 256 + 2 \times 12 \times 16 = 784 \text{ e/s} \quad \text{e} \quad 144 + 256 - 2 \times 12 \times 16 = 16 \text{ e/s}$$

10. Usando o princípio de incerteza temos que:  $\Delta E \cdot \Delta t > \hbar/2$ . Logo teremos como solução que  $\Delta \nu_{\min} = 8 \times 10^{-6} \text{ Hz}$ .