

FÍSICA EXPERIMENTAL IV
Laboratório de Física Moderna

Questões preparatórias

Experiência de Frank-Hertz

1. Mostre que a variação máxima da energia cinética (choque frontal) numa colisão elástica entre um electrão (massa m_e) e um núcleo de Hg (massa M) é dada pela seguinte expressão:

$$\Delta K = \frac{4m_e M}{(m_e + M)^2} K_0$$

Para valores tabelados de m_e e M calcule a razão K/K_0 , ou seja a fracção de energia inicial perdida no choque.

2. Faça um plot do livre percurso médio de um electrão em função da temperatura do gás (a N e V constantes). A pressão de vapor de mercúrio (mmHG) em função da temperatura ($^{\circ}\text{C}$) é aproximadamente dada por:

$$\log_{10} P = -2.719 + 2.51 \cdot 10^{-2} T - 2.68 \cdot 10^{-5} T^2$$

O raio atómico do Hg é aproximadamente 1.5 \AA .

3. Determine a expressão da tensão de aceleração V_a em função do raio r medido a partir do cátodo e em função da densidade de carga por unidade de comprimento do fio I . Admita que o comprimento do fio é muito maior que o seu raio. Mostre que a razão dos raios das duas primeiras camadas cilíndricas de gás onde ocorrem excitações é dada por:

$$\frac{r_{2e}}{r_e} = e^{2pe_0^{4.9/1}}$$

4. Determine a banda de temperaturas e de V_a para a qual o livre percurso médio garante um ganho de energia que permita que um electrão possa atingir a energia da 2ª excitação (não metaestável).

Espectroscopia Atómica

1. A série de Balmer é o conjunto de transições com $n_f=2$. Para a primeira risca da série de Balmer ($n_i=3$) calcule a diferença de frequência $\Delta\nu$ entre as riscas para hidrogénio normal e para deutério. Mostre que a diferença de comprimentos de onda correspondente $\Delta\lambda$ é 1.79 \AA . Determine $\Delta\lambda$ para a risca da série de Balmer com $n_i=6$.
2. Calcule λ tal que a diferença de número de onda $\Delta\bar{n} = 0.32 \text{ cm}^{-1}$ corresponde a uma diferença de comprimentos de onda $\Delta\lambda=0.14 \text{ \AA}$.
3. Para o espectrómetro da experiência, estime a dispersão $d\lambda/dl$, em função de $\cos \theta$, em primeira e segunda ordem.
4. A diferença de comprimentos de onda das duas riscas da estrutura fina do hidrogénio é $\Delta\lambda=0.14 \text{ \AA}$. Calcule a separação Δl entre as riscas para o espectrómetro da experiência ($d=1.667 \text{ \mu m}$), em primeira e segunda ordem. Calcule θ , usando $\lambda=6563 \text{ \AA}$.

Difusão de Compton

1. Se a aniquilação e^+e^- produz dois fótons de 0.511 MeV, porque razão não se espera um pico correspondendo a uma energia de 1.022 MeV?
2. Produza uma tabela que relacione o ângulo de difusão com a energia do fóton difundido.
3. Utilizando a secção eficaz de Klein-Nishina, estime a taxa de contagem esperada em função do ângulo de difusão. Utilize a informação seguinte:
 - Actividade da fonte 0.1 mCi
 - Distância da fonte à abertura do colimador: 50 mm
 - Abertura (diâmetro) do colimador da fonte: 12 mm
 - Distância da fonte ao difusor: 100 mm
 - Distância do difusor ao detector: 100 mm
 - Abertura (diâmetro) do colimador da do detector: 12 mm
 - Material do difusor: Al
4. Apresente numa tabela, em função dos ângulos de difusão escolhidos, os tempos de aquisição programados.

Detector Geiger-Muller

1. Descreva sucintamente o princípio de funcionamento do detector Geiger-Muller.
2. A actividade da fonte de cézio-137 (^{137}Cs) utilizada na experiência era de $5 \pm 1 \mu\text{Ci}$ em 1/5/93. Qual é a taxa de contagem esperada quando a fonte é colocada a 2 cm do contador Geiger?
3. O contador Geiger-Muller é também sensível a gamas. Explique porque razão a eficiência para gamas é menor que para electrões.
4. As taxas de contagem medidas no contador Geiger têm que ser corrigidas. Porquê?

Espectroscopia gama (efeito fotoeléctrico, efeito Compton, criação de pares)

1. Descreva sucintamente o que é o efeito fotoeléctrico, o efeito de Compton e a produção de pares.
2. O espectro de gamas da fonte ^{137}Cs tem, entre outros, dois picos designados por *Compton edge* e *Backscatter*. A que mecanismos físicos correspondem estes dois picos?
3. Descreva sucintamente os princípios de funcionamento do cristal de iodeto de sódio NaI(Tl) na detecção de fótons.
4. Que distância percorre no cristal NaI(Tl), em média, um fóton da fonte de cézio-137 até interagir?
5. Descreva sucintamente como funciona o fotomultiplicador.

Difusão de raios-X

1. Nesta experiência estuda-se a estrutura cristalina do NaCl através da difusão de raios-X. Descreva sucintamente as medidas que vai efectuar e como a partir delas extrai informação sobre as dimensões características da rede cristalina.