FAP0296

26 de outubro de 1999

P 2

Física–4 para a Escola Politécnica

- ✔ Esta prova tem duração de 100 minutos.
- ✔ Escreva de forma legível.
- ✔ Justifique as fórmulas utilizadas que não constam do formulário.
- ✔ É proibido o uso de calculadoras.
- ✔ Resolva cada questão em sua folha própria.
- ✔ Após 60 min, a compreensão do enunciado passa a fazer parte da questão.

1– Um átomo hidrogenóide com número atômico $Z = 2$ ocupa o estado de energia com $n = 4$.

a. (0,5) Será absorvido por este átomo um fóton com comprimento de onda $\lambda = 2\,\mu m$?(*Justifique.*)

b. (0,5) Qual a *menor* freqüência ν que um fóton deve possuir para que seja absorvido pelo átomo?

Suponha agora que esse átomo execute uma transição do estado $n = 4$ para o estado $n = 2$.

c. (0,5) Qual o comprimento de onda do fóton emitido na transição?

d. (1,0) Se esse fóton atinge um bloco de sódio metálico, que apresenta função de trabalho $\phi = 2,46\,eV$, qual a energia cinética máxima que o fotoelétron emitido pode ter?

2– Numa experiência de efeito Compton, um fóton colide contra um elétron em repouso e emerge com comprimento de onda $\lambda' = 2,2\,pm$ num ângulo de 60° em relação à direção de incidência. O elétron espalhado apresenta comprimento de onda $\lambda_e = 0,22\,pm$.

a. (0,5) Qual o momento linear, em módulo, do elétron espalhado?(*Apresente sua resposta no SI*)

b. (0,5) Calcule o deslocamento Compton $\Delta\lambda = \lambda' - \lambda$ entre o fóton espalhado e o fóton incidente;

c. (0,5) Calcule a energia do fóton incidente, em MeV;

d. (1,0) Calcule o ângulo entre a direção de propagação do fóton incidente e a direção do elétron espalhado. (*Sugestão:* Tome a aproximação $\sin\theta \approx \theta$ para $\theta \ll 1$)

3– Um modelo simples para um átomo com um elétron consiste em imaginar o elétron confinado a uma região de extensão L na qual o potencial tem valor

$$U(x) = \begin{cases} +\infty & \begin{cases} x < 0 \\ x > L \end{cases} \\ 0 & 0 \leq x \leq L \end{cases}$$

a. (0,5) Aplicando as condições de contorno apropriadas, **resolva** a equação de Schrödinger independente do tempo e **determine** as funções de onda que descrevem os estados deste elétron; (É dada a constante de normalização: $A = \sqrt{2/L}$)

b. (0,5) Determine os níveis de energia a ele permitidos;

c. (1,0) Se o elétron está no estado fundamental ($n = 1$), calcule a probabilidade de encontrá-lo no intervalo $\frac{3L}{4} \leq x \leq L$

d. (0,5) Suponha que o elétron permaneça num estado excitado qualquer durante o intervalo de tempo de $20\,ns$, antes de decair para outro estado emitindo um fóton. Qual será a incerteza sobre o valor da energia deste fóton ?

4– Uma partícula de massa m e energia E que se move no sentido positivo do eixo x encontra uma barreira de potencial dada por

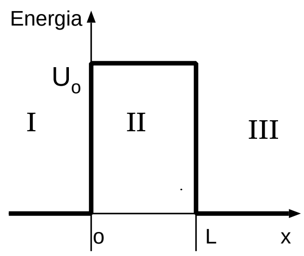
$$U(x) = \begin{cases} 0 & \begin{cases} x < 0 & \text{(região I)} \\ x > L & \text{(região III)} \end{cases} \\ U_o & 0 \leq x \leq L \quad \text{(região II)} \end{cases}$$

com $0 < E < U_o$ (veja a figura).

a. (1,5) Resolva a equação de Schrödinger, independente do tempo, separadamente nas regiões I, II e III, determinando as expressões gerais das funções de onda.

b. (0,5) Escreva as condições de contorno que devem ser satisfeitas pelas funções $\Psi_I(x)$, $\Psi_{II}(x)$ e $\Psi_{III}(x)$, em $x = 0$ e em $x = L$.

c. (0,5) Copie a figura em sua folha de prova e esboce nela as funções de onda nas regiões I, II e III.



Questão 4

Formulário

$\int \sin^2(ax)dx = \frac{x}{2} - \frac{\sin(2ax)}{4a}$ $\quad$ $c = 3\times\, 10^8\, m/s$

$h = 4.1\times\, 10^{-15}\, eV\cdot s = 6,6\times\, 10^{-34}\; J\cdot s$

pico $\equiv p \equiv 10^{-12}$ $\quad$ nano $\equiv n \equiv 10^{-9}$ $\quad$ micro $\equiv \mu \equiv 10^{-6}$ $\quad$ Mega $\equiv M \equiv 10^6$

$\lambda_C = \frac{h}{m_e c} = 2,43\, pm$

$E_n = -\frac{13,6}{n^2}\, Z^2\;\, eV$	$\lambda' - \lambda = \lambda_C(1 - cos\,\theta)$	$E_f - E_i = hf$
$-\left(\frac{\hbar^2}{2m}\right)\frac{d^2\Psi}{dx^2} + U\Psi = E\Psi$	$\lambda = \frac{h}{p}$	$\Delta x\, \Delta p \geq \hbar$
	$\int_{-\infty}^{\infty} \|\Psi\|^2 dx = 1$	$\Delta E\, \Delta t \sim h$
