



INSTITUTO DE FÍSICA
Universidade Federal Fluminense

Física Geral e Experimental XXI / Física Teórica 4

3ª. Prova – 2º. semestre de 2010 (Prova B1-B2)

ALUNO _____

TURMA ____ PROF. _____

NOTA DA
PROVA

--

Todas as respostas devem ter justificativas ou cálculos.

1º.) Condução elétrica em sólidos

(a) Um semicondutor de silício (valência = 4) é dopado com átomos de fósforo (valência = 5). Esse semicondutor é do tipo “n” ou “p”? **(1,0 pt)** (b) Explique o efeito fotovoltaico **(1,0 pt)**. (c) Um LED de nitreto de gálio (GaN) emite na região do violeta em $\lambda = 405$ nm. Encontre a energia do “band gap” do GaN **(1,0 pt)**.

2º.) Estrutura atômica

(a) Um alvo de cobalto ($Z = 27$) é bombardeado com elétrons e os comprimentos de onda do seu espectro de raios X característico são medidos. Um segundo espectro característico menos intenso também é detectado correspondendo a uma impureza no alvo. Os comprimentos de onda das linhas K_α são 178,9 pm (cobalto) e 143,5 pm (impureza). Encontre o número atômico Z da impureza **(1,0 pt)**. (b) Suponha que no experimento de Stern-Gerlach descrito para átomos neutros de prata, o campo magnético tenha uma intensidade de 520 mT. Sabendo que o momento magnético de um átomo neutro de prata é de 1 magneton de Bohr, calcule a diferença de energia entre as orientações dos átomos de prata nos sub-feixes **(1,0 pt)**. (c) Para um átomo de hidrogênio no estado $n = 2$, calcule os valores permitidos para L_z (pode deixar as resposta em função da constante de Planck) **(1,0 pt)**.

OBS: $1 \text{ pm} = 10^{-12} \text{ m}$

3º.) Soluções da equação de Schrödinger

(a) Uma partícula se movendo da esquerda para direita ao longo da direção “x” encontra uma barreira de potencial. Se a energia da partícula (E) for menor do que a energia potencial da barreira (U), as funções de onda que representam a partícula fora e dentro da barreira de potencial são dadas por: $\varphi_1(x) = A \cdot \exp(-ik \cdot x) + B \cdot \exp(+ik \cdot x)$ e $\varphi_2(x) = C \cdot \exp(-k' \cdot x) + D \cdot \exp(+k' \cdot x)$. Use a equação de Schrödinger para mostrar que $k = \sqrt{2mE} / \hbar$ e $k' = \sqrt{2m(U - E)} / \hbar$ **(1,0 pt)**. Explique porque um valor não-nulo para “D” corresponde a uma solução que não é fisicamente aceitável. Dica: Use o conceito de probabilidade ou densidade de probabilidade. **(1,0 pt)**.

(b) Uma partícula aprisionada em um poço de potencial apresenta as seguintes funções de onda de posição: $\varphi_n(x) = A \cdot \sin(n\pi x/L)$, onde $n = 1, 2, 3, \dots$ e “L” é o comprimento do poço de potencial unidimensional. Faça um esboço da função densidade de probabilidade para os estados $n = 1$ e 2 **(1,0 pt)**. Suponha então que um detector seja colocado no poço na posição correspondente a $x = L/2$ e encontre a probabilidade da partícula ser registrada pelo detector se o seu comprimento for igual a $L/4$ e se a partícula estiver no estado correspondente a $n = 1$ **(1,0 pt)**.

Formulário no verso.

Formulário

$$\left[-\frac{\hbar^2}{2m} \frac{d^2}{dx^2} + U(x) \right] \varphi(x) = E \varphi(x); \quad P(x) = |\varphi(x)|^2; \quad \int_{-\infty}^{+\infty} P(x) dx = 1; \quad \hbar \equiv \frac{h}{2\pi}$$

$$p = \frac{h}{\lambda}; \quad \Delta p \Delta x \geq \hbar; \quad E_n = \frac{-m_e e^4}{8\varepsilon_0 h^2} \frac{1}{n^2} \therefore n = 1, 2, 3, \dots; \quad \sqrt{f} = 4,95 \times 10^7 \times (Z - 1)$$

$$E_B = -\vec{\mu} \cdot \vec{B}; \quad \vec{\mu} = -\frac{e}{2m_e} \vec{L} \quad \text{ou} \quad -\frac{e}{m_e} \vec{S}; \quad \mu_B = \frac{e\hbar}{2m_e} = 9,274 \times 10^{-24} \text{ J/T}$$

$$L = \sqrt{l(l+1)}\hbar; \quad L_z = m_l \hbar; \quad S = \sqrt{s(s+1)}\hbar; \quad S_z = m_s \hbar$$

$$p(E) = \frac{1}{e^{(E-E_F)/kT} + 1}; \quad E_F = \frac{h^2}{8m} \left(\frac{3n}{\pi} \right)^{2/3}; \quad E_g = hf = \frac{ch}{\lambda}$$

$$c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}; \quad h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}; \quad k = 1,38 \times 10^{-23} \text{ J/K}; \quad 1\text{eV} = 1,6 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}; \quad m_e = 9,11 \times 10^{-31} \text{ kg}; \quad \varepsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12} \text{ F/m}$$