Física Quântica - Prova-2 25-Junho-2020

- Duração: 2 horas (+20 min para enviar por e-mail)
- Não se esqueça de colocar seu nome em cada página das folhas de respostas.
- Enviar escaneado em formato pdf, em um único arquivo.
- Nomear o arquivo como Nome_Sobrenome.pdf
- Primeiro nome de A a K – Enviar para robertovribas@gmail.com
- Primeiro nome de L a Z – enviar para rvribas@if.usp.br
- É permitido consulta SOMENTE às Notas de Aula e o uso de calculadoras.
- Letras e números claramente legíveis!
- JUSTIFIQUE SUAS RESPOSTAS!

1.- Num microcircuito eletrônico hipotético, dois condutores superpostos de espessura $1 \mu m$ são separados um do outro por uma película isolante de cerca de $20 nm$ de espessura. Considerando constante o potencial elétrico dentro do condutor, e que a superfície do condutor pode ser representada por uma barreira de potencial (função de trabalho) de altura $V_0 = 3eV$. O problema da região entre os dois condutores pode ser representado por aquele para uma barreira de potencial de altura V_0 .

a) Calcule a probabilidade de um elétron de energia igual à energia média devido à agitação térmica à temperatura ambiente (300K) passar de um condutor ao outro.

b) Estime quantas vezes por segundo um elétron com essa energia colide com a parede de um condutor.

c) Supondo que em cada cm^2 de condutor há cerca de 10^{18} elétrons com energia igual à média, estime o número de elétrons que atravessa de um lado para o outro, por cm^2 , nas condições dos itens acima. (não é necessário resolver a eq. de Schoedinger!)

2.- Uma partícula tem função de onda $\Phi(x) = Ae^{i\theta} \sin 2x$ (com A real), para $0 \leq x \leq \pi/2$ e zero fora desse intervalo.

- Encontre o valor de A que normaliza a função de onda.
- Verifique se esta função de onda é auto função da energia cinética.
- Qual o valor esperado para a energia cinética da partícula?

3.- Um elétron, com energia $E > 0$, vindo de $x = -\infty$, encontra em $x=0$ uma descontinuidade de potencial dada por $V=0$ para $x < 0$ e $V=V_0$ (com $V_0 < 0$) para $x \geq 0$.

a) Faça um gráfico do potencial como função de x e encontre as soluções da eq. de Schroedinger nas regiões 1 ($x < 0$) e 2 ($x \geq 0$).

- Determine 3 dos coeficientes da função de onda.
- Determine o coeficiente de reflexão.

4.- Dada a função de onda para o estado $n=1$ do oscilador harmônico $\Psi(u) = A_1 u e^{-u^2/2}$, onde $u = \sqrt{\alpha} x$, sendo $\alpha = m\omega/\hbar$, $\omega = \sqrt{K/m}$. a) Normalize a função de onda. Calcule: b) $\langle E_c \rangle$. c) $\langle E_p \rangle$

Dados:

$$\int_0^\infty e^{-\lambda x^2} dx = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{\pi}{\lambda}}; \int_0^\infty x e^{-\lambda x^2} dx = \frac{1}{2\lambda};$$

$$\int_0^\infty x^2 e^{-\lambda x^2} dx = \frac{1}{4} \frac{\sqrt{\pi}}{\lambda^{3/2}}; \int_0^\infty x^4 e^{-\lambda x^2} dx = \frac{3}{8} \frac{\sqrt{\pi}}{\lambda^{5/2}} \quad \sin^2 x = \frac{1}{2}(1 - \cos 2x) \quad \cos^2 x = \frac{1}{2}(1 + \cos 2x)$$

$$e^x \simeq 10^{x \cdot 0.4} \quad \int \sin^2 ax dx = -\frac{\sin ax \cos ax}{a} + \frac{1}{2}x$$