Exame de Qualificação – Teoria Quântica

Pós-graduação FMC, Instituto de Física UFAL

30/03/2009

1ª questão: Uma partícula de massa m está confinada dentro de um poço infinito unidimensional, localizado entre $x = 0$ e $x = L$.

(a) Mostre que as funções de onda correspondentes aos estados estacionários da partícula podem ser escritas da seguinte forma .$\Phi_n = (\sqrt{2}/\sqrt{L})\ sen\,(\pi nx/L)$. Calcule as energias E_n correspondentes.

(b) Considere o caso em que, em $t = 0$ a partícula se encontra no estado (ket)

$$|\psi(o)\rangle=[|\Phi_1\rangle+|\Phi_2\rangle]/\sqrt{2}$$

Obtenha o ket no tempo t, i. e. $|\psi(t)\rangle$, e também a sua representação na base do operador posição, $\psi(x,t)$.

2ª questão: Usando a relação de incerteza $\Delta x \Delta p \geq \hbar$, estime a energia do estado fundamental do oscilador harmônico.

3ª questão: A componente z do spin eletrônico é $\hbar/2$.

(a) Qual a probabilidade de sua componente ao longo de uma direção arbitrária n ser igual a $+\hbar/2$ ou $-\hbar/2$.

(b) Qual o valor esperado do spin S_n nesse estado?

4ª questão: Uma partícula sob a ação de um potencial esfericamente simétrico, encontra-se em um auto-estado de L^2 e L_z com autovalores $\hbar^2 l(l+1)$ e $\hbar\, m$ respectivamente.

(a) Prove que os valores esperados nos auto-estados $|l,m\rangle$ satisfazem às seguintes equações:

$$\langle L_x\rangle=\langle L_y\rangle=0$$

$$\langle (L_x)^2\rangle=\langle (L_y)^2\rangle=[l(l+1)\,\hbar^2 - m^2\,\hbar^2]/2$$

(b) Interprete este resultado semi-classicamente.