

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
INSTITUTO DE FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FÍSICA DA MATÉRIA CONDENSADA

EXAME DE QUALIFICAÇÃO – 2006.2 – 31/07 a 04/08

PROVA DE MECÂNICA QUÂNTICA

Nome:

1ª questão (2,5 pontos) Uma partícula de massa m se move livremente ao longo do eixo z , porém está submetida a um potencial $V(x, y) = \frac{1}{2} m \omega^2 (x^2 + y^2)$.

- a) Quais são os auto-valores de energia do sistema?
- b) Os auto-estados de energia são degenerados? Caso afirmativo, qual o grau de degenerescência?
- c) Escreva um conjunto completo de observáveis que comutam para descrever o estado do sistema.

2ª questão (2,5 pontos): Uma partícula de massa m é colocada num poço de potencial infinito de largura a , ou seja,

$$V(x) = \begin{cases} 0, & -a/2 < x < a/2 \\ \infty, & |x| > a/2 \end{cases}$$

Uma segunda partícula, também de massa m , é colocada no poço de potencial. As duas partículas não interagem entre si. Quais são os auto-valores de energia do sistema de duas partículas? Dados os conjuntos de auto-estados de energia $\{|\phi_m(1)\rangle\}$ e $\{|\phi_n(2)\rangle\}$, que descrevem qualquer estado da partícula 1 e da partícula 2, respectivamente, o estado do sistema de duas partículas pode ser descrito em termos do conjunto $\{|\phi_m(1)\rangle \otimes |\phi_n(2)\rangle = |\phi_m(1)\phi_n(2)\rangle\}$. Em $t=0$, o estado do sistema é dado por

$$|\psi(t=0)\rangle = \frac{1}{\sqrt{4}} (|\phi_1(1)\phi_1(2)\rangle + |\phi_1(1)\phi_2(2)\rangle + |\phi_2(1)\phi_1(2)\rangle + |\phi_2(1)\phi_2(2)\rangle)$$

Qual o estado do sistema no tempo t ? Suponha que a energia do sistema seja medida. Quais os possíveis valores que podem ser obtidos e com que probabilidade? Se a energia da partícula 1 é medida no tempo t , quais valores podem ser encontrados e com que probabilidade?

3ª questão (2,5 pontos): Considere um sistema de duas partículas de massa m_1 e m_2 , separadas por uma distância r . As partículas são colocadas para girar em torno de seu centro de massa.

- a) Qual o Hamiltoniano do sistema?
- b) Quais os auto-valores de energia do sistema? Qual a degenerescência dos auto-valores de energia?

4ª questão (2,5 pontos): Seja $|\psi(t)\rangle = \sum c_n(t)|\phi_n\rangle$ o estado de um dado sistema físico, submetido a uma perturbação do tipo $a \sin(\omega t)$. Usando teoria de perturbação de primeira ordem, calcule a probabilidade do sistema preparado no estado $|\phi_i\rangle$ ser encontrado no estado $|\phi_f\rangle$, em função do tempo.