Universidade de São Paulo
Instituto de Física
CCM0222 - Física 4
Professora Bárbara Amaral
Terceira Prova, Form: $\boxed{\text{A}}$

Nome: ______________________________

NUSP: ______________________________

NÃO É NECESSÁRIO CALCULAR NENHUMA INTEGRAL.

1. Considere um sistema de dimensão dois em que o operador Hamiltoniano é dado por:

$$H = \begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 2 & 1 \end{bmatrix}.$$

   (a) Quais são os valores possíveis para a energia desse sistema?
   (b) Quais estados possuem energia bem definida?
   (c) Qual é a probabilidade de cada resposta se medirmos a energia em um sistema no estado $|0\rangle$?
   (d) Qual é a evolução temporal de um estado arbitrário desse sistema?

2. A função de onda de uma partícula de massa m sujeita ao potencial

$$U(x) = \frac{m\omega^2 x^2}{2}$$

   correspondente ao estado fundamental é:

$$\psi(x) = Aexp\left(\frac{-m\omega}{2\hbar}x^2\right).$$

   (a) Calcule a constante A.
   (b) Calcule a energia da partícula neste estado.
   (c) Calcule a probabilidade de encontrar a partícula para $x > 0$.
   (d) Calcule a evolução temporal desse estado $\Psi(t, x)$.

3. Considere a seguinte função de onda do elétron no átomo de hidrogênio dada por:

$$\psi(r, \theta, \phi) = Ce^{-\frac{r}{a_0}},$$

   onde a_0 é o raio de Bohr e C é uma constante real.

   (a) Calcule a distância, medida a partir do centro do núcleo, onde a probabilidade radial de encontrar o elétron é máxima.
   (b) Calcule a constante C e valor médio de r neste estado.
   (c) Quais são os números quânticos associados ao estado do elétron correspondente à função de onda acima? Obtenha a energia, o módulo do momento angular orbital L e a componente do momento angular orbital deste elétron na direção z.
   (d) Um elétron de um átomo de hidrogênio tem os seguintes números quânticos: $n = 2, l = 1, m_l = -1$ e $m_s = 1/2$. Calcule a energia, o módulo do momento angular e a componente do momento angular orbital deste elétron na direção z.

$$-i\hbar\frac{\partial\Psi}{\partial t} = H\Psi$$

$$\frac{\hbar^2}{2m}\frac{d^2\psi}{dx^2} + U(x)\psi = E\psi$$

$$E_n = -\frac{13,6}{n^2}ev$$

$$|L| = \hbar\sqrt{l(l+1)}$$

$$L_z = \hbar m_l$$

$$dV = r^2 sen(\theta) dr d\theta d\phi$$