Física Teórica II
Parcial 2

1. Consideren un sistema descripto por un Hamiltoniano $H = H_0 + H_1$ donde H_0 corresponde a un oscilador armónico tridimensional:

$$H_0 = \frac{{p_x}^2}{2m} + \frac{1}{2}m\omega_x^2 x^2 + \frac{{p_y}^2}{2m} + \frac{1}{2}m\omega_y^2 y^2 + \frac{{p_z}^2}{2m} + \frac{1}{2}m\omega_z^2 z^2$$

donde $w_x = w_y > w_z$ y H_1 es una perturbación de magnitud λ de la forma:

$$H_1 = \lambda(xp_y - yp_x)$$

   a) Digan cuales son los autovectores y autovalores del problema sin perturbar. Identifiquen el fundamental, primer y segundo excitado. Digan cual es la degeneración, si la hubiere, de estas energías.
   b) Muestren que hasta segundo orden la energía del fundamental y del primer excitado no se modifican con la perturbación. ¿Pueden decir algo sobre órdenes superiores?
   c) ¿Qué pasa con el segundo excitado? ¿Cómo cambian las energías y estados al orden más bajo?

2. Consideren una partícula en un potencial Coulombiano. A tiempo $t = 0$ se enciende un campo eléctrico dipolar oscilante de modo que el Hamiloniano es perturbado por:

$$V(t) = -\alpha \sin(wt)\sqrt{\frac{3}{8\pi}}\sin(\theta)\cos(\phi)e^{-r/r_0}$$

   a) Calculen a primer orden en α la probabilidad de que el sistema en originalmente en un estado $|n = 3, j = 2, m = 0\rangle$ haga una transición a el estado $|n = 3, j = 2, m = -1\rangle$ a tiempo t. Dejen expresadas las integrales radiales.
   b) ¿Existe otro estado con $n = 3, j = 2$ y $m \neq -1$ al que el sistema puede hacer transiciones? ¿A cuál? ¿Con qué probabilidad?
   c) Es posible que esta pertubación, a primer orden cambie, cambie el momento angular total. Den un ejemplo de un estado al que podría hacer una transición. ¿Es esta transición más o menos probable que en los casos anteriores?
   d) ¿Cómo cambiarían los resultados anteriores si la energía de los estados sin perturbar dependiera de j? ¿Y de m?

3. Considere dos partículas idénticas de espin 1/2 en un pozo de potencial infinito de longitud L.
   a) Si las partículas se encuentran en un estado de espin antisimétrico frente al intercambio, ¿cuál es el estado funamental del sistema?, ¿cuál es su energía?, ¿tiene degeneración?
   b) ¿Cuál es la degeneración de los estados de mínima energía que tienen parte espacial antisimétrica frente al intercambio?
   c) Suponga que el estado del sistema es

$$\rho = \frac{1}{2}\left(|{+}{+}\rangle\langle{+}{+}| + |{+}{-}\rangle\langle{+}{-}| + i\,|{+}{-}\rangle\langle{+}{+}| - i\,|{+}{+}\rangle\langle{+}{-}|\right) \otimes |11\rangle\langle 11|$$

   donde $|1\rangle$ es el estado fundamental del pozo. Calcule la traza parcial del estado sobre la segunda partícula. ¿Obtiene un estado puro?
   d) Si la parte de espin es simétrica, ¿puede la traza parcial sobre el segundo subsistema ser un estado puro?