Física Teórica 2 (2016 - 1C)

Modelo Segundo Parcial

1. *(2.5 pts.)* Considere un sistema descripto por el Hamiltoniano

$$H = \omega_0 \frac{L^2}{\hbar} + \Delta L_y$$

a) Utilizando la representación de Heisenberg, calcule el valor medio de $\vec{L}$ para todo tiempo, sabiendo que a $t = 0$ vale $\langle \vec{L} \rangle = \vec{L}_0$.

b) Encuentre una base que diagonalice el Hamiltoniano y calcule el espectro correspondiente.

c) Suponga ahora que el estado inicial es el estado $|l = 1, m_z = 0\rangle$. Demuestre que existe un tiempo τ en el que el estado evoluciona a $|l = 1, m_x = 0\rangle$; donde m_z y m_x es el número cuántico correspondiente a L_z y L_z, respectivamente. Encuentre el valor de τ.

Ayuda: Analice las propiedades del operador de rotaciones.

2. *(2.5 pts.)* Un protón (spin 1/2) sujeto a un hamiltoniano

$$H = (\alpha/\hbar^2)L^2 + (\gamma/\hbar^2)\vec{L} \cdot \vec{S}$$

posee un momento angular orbital $l = 1$ ($\gamma > 0$).

a) Determine los autoestados y autoenergías de la partícula.

b) Si la partícula se encuentra en el estado fundamental con un valor de proyección de momento angular total $J_z = 1/2\hbar$, qué valores de L_z son posibles y con qué probabilidades.

c) Calcule las correcciones a la energía del estado fundamental en el orden mas bajo no nulo cuando se le aplica un campo magnético débil en la dirección z, siendo el potencial de interacción $W = (\beta/\hbar)(L_z + 2S_z)$ (β es una función lineal del campo magnético).

3. *(2.5 pts.)* Considere un átomo de hidrógeno sometido a la siguiente perturbación dependiente del tiempo:

$$V(t) = \lambda(1 - \exp(-t/t_0))r^2 Y_{20}(\theta, \varphi) \qquad t \geq 0$$

donde Y_{lm} denota un armónico esférico.

a) Si el estado inicial es $|n = 2, l = 1, m = 0 >$, exprese la amplitud de transición hacia estados $|n'l'm' >$ al tiempo t al menor orden no nulo en λ (deje expresada las integrales espaciales). Indique y justifique las reglas de selección correspondientes.

b) Especifique los dos estados con niveles de energía más cercano al del estado inicial hacia los cuales la perturbación puede producir una transición.

4. *(2.5 pts.)* Dos partículas idénticas de *spin* 1/2 se mueven en un potencial armónico de frecuencia w, con autofunciones $\phi_n(x) =< x|n >$ y autoenergías $E_n = \hbar w(n + 1/2)$.

a) Para el estado fundamental escriba la función de onda espacial $\psi(x_1, x_2)$ y determine su energía.

b) Repita el item del punto anterior para el primer estado excitado cuando las partículas se encuentran en el estado singlete de spin y en el caso en que se encuentren en el estado triplete de spin.

c) Suponga ahora que las partículas interactúan entre sí a travéz de la interacción: $V(x_1, x_2) = \lambda(x_1 - x_2)^2$. Calcule la correción en primer orden de la teoría de perturbaciones a la energía del estado fundamental y del primer estado excitado, tanto para el caso singlete como para el triplete.