

## Examen de Ingreso - DC - PFA: Mecánica Cuántica

Julio de 2012 por JMHL

CA de Partículas, Campos y Relatividad General

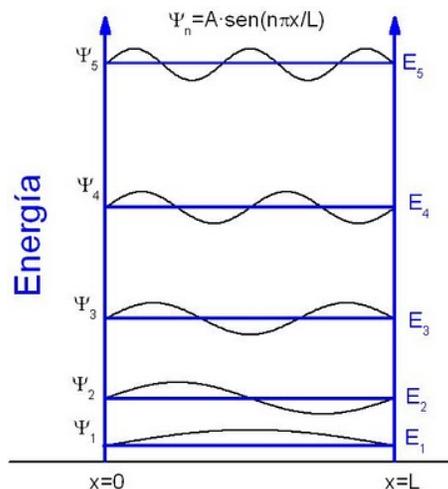
En el tiempo determinado, resuelva la mayor cantidad de problemas.

1. Cuáles son las principales diferencias entre un objeto clásico y uno cuántico ?
2. Qué significado físico tiene un fotón?
3. Cómo conciben a los electrones en un átomo?
4. Tiene un electrón, en un átomo, una posición definida en cada momento del tiempo ? Si la respuesta es afirmativa, explique entonces la aparición de las relaciones de incertidumbre. Si la respuesta es negativa, explique el significado de una trayectoria en mecánica cuántica.

5. Considera la siguiente figura y responde:

a) dónde es más probable encontrar al electrón, en cada diagrama de las funciones de onda ?

b) a qué pozo de potencial podrían corresponder cada función de onda? Explique el porque de la forma de estas soluciones.



6. Si tenemos la relación  $Q|\psi_i\rangle = \lambda_i|\psi_i\rangle$  para un operador determinado. Encuentre una relación general para  $\langle\phi|Q|\phi\rangle$ , donde  $|\phi\rangle$  es un estado general.

7. Dado el Hamiltoniano

$$H = \begin{pmatrix} \epsilon & 1 & \epsilon \\ 1 & 1 & 1 \\ \epsilon & 1 & \epsilon \end{pmatrix} \quad \epsilon \ll 1$$

a) Escriba  $H$  como  $H_o + H'$  con  $H'$  como una perturbación.

b) Encuentre los eigenvectores y eigenvalores de  $H_o$ .

c) Use la teoría de perturbaciones para calcular los eigenvalores a primer orden de  $H$ .

8. Tenemos una partícula sujeta a un potencial de oscilador armónico unidimensional. Cuáles son las condiciones para el valor esperado de  $Q$  dependa del tiempo si a) el estado  $|\phi\rangle$  es un eigenestado del momento, b) el estado  $|\phi\rangle$  es un eigenestado de la energía ?

9. Considere un electrón en reposo en un campo magnético dirigido a lo largo del eje  $z$ . El hamiltoniano es  $H = -\gamma BS_z$ , con  $S_z$  la proyección en  $z$  del spin. Sabemos que

$$S_z|\pm\rangle = \pm\frac{\hbar}{2}|\pm\rangle, \quad S_x(|+\rangle\pm|-\rangle) = \pm\frac{\hbar}{2}(|+\rangle\pm|-\rangle), \quad S_y(|+\rangle\pm i|-\rangle) = \pm\frac{\hbar}{2}(|+\rangle\pm i|-\rangle)$$

a) Si medimos  $S_z$  en el estado  $|\chi\rangle = (|+\rangle + |-\rangle)/\sqrt{2}$ , qué resultados son posibles y con qué probabilidades ?

b) Si medimos  $S_z$  y encontramos el valor  $\hbar/2$ , y luego medimos rápidamente a  $S_x$ , cuáles son los resultados posibles y con qué probabilidades ?

c) Si medimos  $S_z$  y encontramos el valor  $\hbar/2$ , y luego medimos rápidamente a  $S_x$ , cuáles son los resultados posibles y con qué probabilidades ?

d) Cuál es el valor esperado de  $S_z$  en el estado  $|\chi\rangle$  ?

e) Si iniciamos en un eigenestado de  $S_x$ , el valor esperado de  $S_y$ , en el estado  $|\chi\rangle$ , depende del tiempo ?

f) Si iniciamos en un eigenestado de  $S_x$ , el valor esperado de  $S_z$ , en el estado  $|\chi\rangle$ , depende del tiempo ?

g) Si iniciamos en un eigenestado de  $S_z$ , el valor esperado de  $S_x$ , en el estado  $|\chi\rangle$ , depende del tiempo ?

h) Si iniciamos en un eigenestado de  $S_z$ , el valor esperado de  $S_z$ , en el estado  $|\chi\rangle$ , depende del tiempo ?

10. Explique la aproximación de Born en problemas de dispersión. Use la explicación con el caso de un potencial de Yukawa,

$$V(\vec{r}) = V_0 \frac{e^{-\alpha r}}{r}, \quad \alpha > 0$$

11. El Hamiltoniano que gobierna el movimiento rotacional de algunos sistemas con momento angular  $l = 1$  está dado por:  $H = \frac{1}{\hbar^2}(aL_x^2 + bL_y^2 + cL_z^2)$ . Encuentre los niveles de energía para el caso  $a = b$ .

12. Un electrón se encuentra en el quinto estado excitado de un pozo unidimensional infinito de ancho  $a$ . ¿Cuál es la probabilidad de encontrar a la partícula entre  $x = a/4$  y  $x = 2a/3$ ?