FISICA CUANTICA - FISICA MEDICA

PRACTICA 2

Atomo de Bohr. Hipótesis de de Broglie. Principio de incerteza.

1. Empleando el Modelo de Bohr, hallar:
   (a) El radio de la primera órbita de Bohr para el Hidrógeno
   (b) La velocidad del electrón en una órbita estacionaria en el átomo Hidrogenoide. Hallar la relación v/c y su dependencia con n (c es la velocidad de la luz en el vacío)
   (c) La primera energía de excitación y la energía de enlace (energía necesaria para arrancar al electrón del átomo) para el H, el He^{+} (simplemente ionizado) y el Li^{++} (doblemente ionizado)
   (d) La energía para pasar del estado fundamental (n=1) al estado excitado (n=4) en el átomo de Hidrógeno. Hacer un esquema indicando todas las posibles transiciones que puede efectuar el electrón al volver al estado fundamental (n=1)
   (e) De entre todas las posibles transiciones anteriores, hallar la frecuencia y la longitud de onda λ del fotón emitido que corresponden a la de mayor energía ¿En qué región del espectro electromagnético cae?

2. (a) Calcule y represente las tres primeras longitudes de onda correspondientes a la serie de Balmer del H, ¿En qué región del espectro caen?
   (b) Calcule el radio de la primer órbita de Bohr para el Ca (Z=20) y el Zr (Z=40)
   (c) Calcule la longitud de onda y la energía del fotón emitido para una transición desde $n = 2 \rightarrow n = 1$ en estos átomos ¿En qué región del espectro electromagnético caen las mismas?
   (d) Hallar las energía correspondiente a las transición K_α para el Ca y el Zr empleando la expresión $h\nu_{12}(K_\alpha) = B\ (Z-1)^2(1-\frac{1}{4})$, donde $B = -13,6\ eV$ y comparar con los resultados experimentales Ca=$3,69KeV$ y Zr=$15,77KeV$.

3. (a) Hallar la longitud de onda más corta que se observa cuando un electrón acelerado con una diferencia de potencial de $V = 40\ kV$ se detiene repentinamente en el anticátodo de un tubo de rayos X. (Esta λ es independiente del material del blanco.)
   (b) Para un blanco de Molibdeno, decir si este potencial acelerador es suficiente para producir las líneas características, sabiendo que K_β tiene una $\lambda = 0,63\mathring{A}$

4. (a) Hallar la longitud de onda de de Broglie λ_{dB} de un electrón con energía de: $1\ eV$; $100\ eV$; $1\ KeV$
   (b) ¿Qué longitudes de onda se difractarán fuertemente en un cristal de niquel, donde la separación atómica es de $2,15\mathring{A}$?
   (c) Hallar las energías de los electrones que experimentan difracción de Bragg a un ángulo de 30^o. Indicación: Emplear la relación de Bragg $m\lambda = 2d\ sen(\theta)\ \ m = 1, 2, 3, ..,$ con m=1 (θ es el ángulo entre el haz incidente y la dirección de los planos interatómicos).
   (d) Hallar λ_{dB} de una pelota que se mueve a una velocidad de $10m/s$ y cuya masa es de $1kg$

5. En un experimento de Franck y Hertz se bombardea el H atómico con electrones y se encuentra que los potenciales de excitación corresponden a $10,2V$ y $12,10V$.
   (a) Explicar porqué se presentan en este caso tres líneas diferentes del espectro de emisión. Sugerencia: hacer un diagrama de niveles de energía y examinar las diferencias de energía entre los niveles más bajos
   (b) Suponiendo que las diferencias de energía se pueden expresar como $\Delta E = h\nu$ encontrar los tres valores permitidos de ν
   (c) Suponiendo que ν es la frecuencia de la radiación emitida hallar las longitudes de onda correspondientes.

6. Hallar la incertidumbre mínima en la posición (a lo largo de la dirección de la velocidad) de una bala que posee una masa de $m_b = 2 \times 10^{-2}$kg y de un electrón cuya masa es $m_e = 9,1 \times 10^{-31} kg$, si la velocidad de cada uno de ellos ha sido medida con una incertidumbre de $0,0001 m/seg$. La posición y la velocidad son medidas en forma simultánea en el mismo experimento.

7. Estimar usando el principio de incertidumbre la energía mínima de un electrón en un átomo. Suponer que r es el radio de la región en la cual se puede hallar el electrón.

Problemas sugeridos:

1. Las reacciones que ocurren en un reactor nuclear producen muchos neutrones con una amplia distribución de energías. Si los neutrones chocan con varios átomos antes o después de salir del reactor su energía cinética media es comparable a la energía térmica media de los átomos. Cuando la temperatura es T esta energía es $\frac{3}{2}kT$.

   (a) Hallar la longitud de onda de un neutrón de energía cinética $E_c = \frac{3}{2}kT$, donde T es la temperatura ambiente, $T = 25^o C$

   (b) Si un haz de estos neutrones incide sobre un cristal cuya red tiene un espaciado de $2,82 \mathring{A}$, hallar el ángulo de Bragg para el cual se difractarán fuertemente.

2. La condición cuántica de Bohr que establece que el momento angular $L = n\, \hbar$, puede también aplicarse al caso de una molécula diatómica en rotación, suponiendo a la misma como una pesa de gimnasia, con un momento de inercia I y un momento angular $L = I\, \omega$, donde ω es la velocidad angular de rotación de la molécula. La energía cinética de la molécula es $E_c = \frac{1}{2} I\, \omega^2 = L^2/2I$.

   (a) Aplicar la condición cuántica de Bohr para hallar una expresión general para los niveles de energía

   (b) Dibujar esquemáticamente un diagrama de energía para los cuatro niveles más bajos.

   (c) El valor correcto de L dado por la Mecánica Cuántica es $L = \sqrt{n(n+1)}\hbar$. ¿Cuando coincidarán ambos valores de L?

   (d) Si el valor de I para la molécula de H es $I_H = 1,71 \times 10^{-46}\ kg\ m^2$ y para la molécula de HCl es $I_{HCl} = 2,385 \times 10^{-47}\ kg\ m^2$, hallar la energía del fotón emitido durante una transición rotacional desde el nivel $n = 1 \rightarrow n = 0$ en ambos casos. Comparar con la transición energética para el espectro de vibración de estas mismas moléculas (Pr. 5 y Pr. 3 sugerido Práctica 1).

3. Muestre que si la incerteza en la posición de una partícula es del orden de su longitud de onda de Broglie, entonces la incerteza en su velocidad es aproximadamente igual a la magnitud de su velocidad.

4. La energía de un determinado estado nuclear puede medirse con una incertidumbre de 1 eV. ¿Cuál es el período de vida mínimo de ese estado?

5. Calcule la diferencia de longitud de onda entre las líneas $H_\alpha(n = 3 \rightarrow n = 2)$ del H; del H^2 (Deuterio) y del H^3 (Tritio) que resulta de la diferencia de masa entre los mismos. Indicación: la denominada constante de Rydberg $R_\infty = \frac{m_e e^4}{8\epsilon_0^2 h^3 c}$ se obtiene de suponer que el núcleo tiene masa infinita, por lo tanto está en reposo. En realidad el núcleo y el electrón se mueven en torno al centro de masa del sistema. Se puede analizar el movimiento relativo sustituyendo la masa de electrón por la masa reducida μ del sistema electrón-núcleo, $\mu = \frac{m_e M}{m_e + M}$. De esta forma $R = R_\infty \frac{\mu}{m_e}$ y $E_n = RhcZ^2/n^2$.