1. Experimento de Thomson

En una versión del experimento de J.J. Thomson, los electrones son acelerados desde el reposo por una diferencia de potencial V y luego ingresan a una región con un campo magnético uniforme B perpendicular a su velocidad. Los electrones viajan en una trayectoria circular debido al campo magnético. Suponga que la masa del electrón es m y su carga es $-e$.

1/ Determine la velocidad v de los electrones al ingresar al campo magnético.

2/ El experimento original de Thomson utilizó tanto campos eléctricos como magnéticos para medir la razón carga-masa del electrón. Si se aplica un campo eléctrico uniforme adicional E perpendicular tanto al campo magnético como a la velocidad de los electrones, ¿cuál debe ser la magnitud de E para que los electrones pasen a través de la región sin desviarse?

3/ Dada una diferencia de potencial de $V = 150\,\mathrm{V}$, un campo magnético de $B = 0{,}01\,\mathrm{T}$ y un campo eléctrico de $E = 10^5\,\mathrm{V/m}$, calcule la razón carga-masa e/m del electrón utilizando la configuración experimental.

2. Fórmula de Rydberg

La fórmula de Rydberg describe las longitudes de onda del espectro de emisión de un átomo de hidrógeno. La fórmula se expresa como:

$$\frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right)$$

donde:

- λ es la longitud de onda de la radiación emitida,
- R_H es la constante de Rydberg para el hidrógeno ($R_H = 1.097 \times 10^7\,\mathrm{m}^{-1}$),
- n_1 y n_2 son números enteros tales que $n_2 > n_1$.

1/ Calcule la longitud de onda λ de la línea de emisión correspondiente a la transición de $n_2 = 3$ a $n_1 = 2$ en el espectro del hidrógeno.

2/ Determine si esta longitud de onda pertenece al espectro visible. Si es así, ¿en qué parte del espectro visible se encuentra?

3/ Encuentre la longitud de onda de la radiación emitida cuando un electrón cae del nivel $n_2 = 4$ al nivel $n_1 = 2$. Compare esta longitud de onda con la calculada en la primera parte del problema.

4/ Calcule la energía E asociada con la radiación emitida en la transición de $n_2 = 3$ a $n_1 = 2$, utilizando la relación $E = \frac{hc}{\lambda}$, donde h es la constante de Planck ($h = 6.626 \times 10^{-34}\,\mathrm{J \cdot s}$) y c es la velocidad de la luz ($c = 3 \times 10^8\,\mathrm{m/s}$).

3. Cuerpo negro

Un cuerpo negro es un objeto ideal que absorbe toda la radiación electromagnética que incide sobre él y reemite esta energía en forma de radiación térmica. El espectro de radiación de un cuerpo negro depende únicamente de su temperatura, y este fenómeno está descrito por la ley de Planck, la ley de Wien y la ley de Stefan-Boltzmann.

1/ La ley de Planck describe la distribución de la energía emitida $u(\lambda, T)$ de un cuerpo negro en función de la longitud de onda λ y la temperatura T. La expresión es:

$$u(\lambda, T) = \frac{8\pi hc}{\lambda^5} \frac{1}{e^{\frac{hc}{\lambda k_B T}} - 1}$$

donde h es la constante de Planck, c es la velocidad de la luz, y k_B es la constante de Boltzmann.

Obtiene la unidad de esta función.

2/ La ley de desplazamiento de Wien establece que la longitud de onda en la que se emite la radiación máxima por un cuerpo negro es inversamente proporcional a su temperatura. La ley de Wien se expresa como:

$$\lambda_{\max} T = b$$

donde b es la constante de desplazamiento de Wien, $b \approx 2.898 \times 10^{-3}\,\mathrm{m} \cdot \mathrm{K}$.

(a) Obtiene la ley de Wien a partir de la ley de Planck.

(b) Utilice la ley de Wien para calcular $\lambda_{\max}$ para un cuerpo negro a 3000 K.