Práctico 1: Introducción

1. *a)* La energía de ionización del átomo de hidrógeno en su nivel fundamental es $E_{ion} = 13.6\, eV$. Calcular la frecuencia, longitud de onda y número de onda de la radiación electromagnética que puede ionizar al átomo.
   b) Un laser He-Ne emite radiación con longitud de onda $\lambda = 633\, nm$. Cuántos fotones son emitidos por segundo por un laser con potencia igual a 1 mW ?

2. *a)* El dipolo magnético μ de una espira de corriente se define como
$$\overrightarrow{\mu} = I \ \overrightarrow{A} \ , \tag{1}$$
   donde I es la corriente, $\overrightarrow{A}$ es un vector de longitud el área de la espira y la dirección de $\overrightarrow{A}$ es perpendicular al plano de la espira. Una espira elemental de corriente es una carga eléctrica e rotando a velocidad constante en una órbita circular cerrada. Use razonamientos clásicos para mostrar que el dipolo magnético de una espira está relacionado a $\overrightarrow{L}$, el momento magnético orbital de la partícula por
$$\overrightarrow{\mu} = \frac{e}{2m} \ \overrightarrow{L} \ , \tag{2}$$
   donde m es la masa de la partícula.
   b) Si la magnitud de $\overrightarrow{L}$ es $\hbar$, calcular la magnitud de $\overrightarrow{\mu}$ para
   (i) un electrón,
   (ii) un protón.

3. La difracción de neutrones puede ser usada para determinar estructuras cristalinas.
   a) Estimar un valor apropiado para la velocidad de los neutrones.
   b) Calcular la energía cinética del neutrón en eV para esta velocidad.
   c) Es práctica común en este tipo de experimento seleccionar un haz de neutrones monoenergéticos de un gas de neutrones a temperatura T. Estimar un valor apropiado para la temperatura T.

4. Una partícula que se mueve en una dimensión tiene una función de estado
$$\psi(x) = \frac{1}{(2\pi\Delta^2)^{(1/4)}} \ \exp(-x^2/4\Delta^2) \ , \tag{3}$$
   donde Δ es una constante. Mostrar que:
   a) la función de estado está correctamente normalizada,
   b) la probabilidad de que la partícula tenga momento lineal en el rango p a $p+dp$ es $P(p)dp$, donde
$$P(p) = \left(\frac{2}{\pi}\right)^{(1/2)} \ \frac{\Delta}{\hbar} \exp(-2p^2\Delta^2/\hbar^2) \ , \tag{4}$$
   c) el producto de las incertezas en la posición y momento tiene un valor mínimo permitido por el principio de incertidumbre.

5. Calcule los niveles de energía de :
   a) una partícula en una caja (en 1 dimensión).
   b) el átomo de hidrógeno (estime también el volumen de este átomo).

6. Considere un paquete de ondas $\psi(x) = \int \ f(k) \ \exp(ikx) \ dk$ siendo $f(k)$ una función que tiene un máximo muy pronunciado en $k = k_o$, y es distinta de cero, solo en un intervalo Δk alrededor de k_o.
   a) Muestre que el centro del paquete tiene una velocidad $\hbar k_o/m$.
   b) Muestre que si Δx es la extensión del paquete debe ser $\Delta x \ \Delta k \sim 1$.

7. Un punto material de masa m se mueve sobre el eje x bajo la acción de una fuerza restauradora (-K x) proporcional a su distancia del origen (oscilador armónico). Aplicar la regla de cuantización de Bohr-Sommerfeld a este sistema, calcular la energía, el período y la amplitud de las trayectorias cuantizadas.

8. *a)* Aplique Bohr-Sommerfeld a un cristal infinito y demuestre que el impulso de dicho cristal está cuantizado.
   b) Aplicando lo anterior estudie la reflexión de un fotón en el cristal y deduzca la ley de Bragg.
   c) Considere ahora la reflexión de un electrón en el cristal y deduzca la relación de De Broglie en este caso particular.