1. Una partícula α de energía 5.30 MeV incide perpendicularmente sobre una lámina de oro de espesor 10^{-6} m. Calcula la probabilidad de que dicha partícula sea dispersada con un ángulo mayor de 90°. Nota: número atómico del oro $Z = 79$, masa atómica $A = 197$, y densidad $\rho = 19.3$ gr/cm^3.

2. Demuestra que la ecuación de la trayectoria en la dispersión de Rutherford viene dada por:

$$\frac{1}{r} = \frac{1}{b}\text{sen}\phi + \frac{D}{2b^2}\left(\cos\phi - 1\right) \ ,$$

donde r es el módulo del radiovector, ϕ es el ángulo polar, b es el parámetro de impacto y

$$D = \frac{zZe^2}{4\pi\epsilon_0 M v^2/2} \ .$$

3. Una partícula α incide sobre un positrón en reposo. Demuestra, teniendo en cuenta el retroceso del positrón, que el máximo ángulo de dispersión en el sistema de referencia del laboratorio es aproximadamente 10^{-4} radianes. ¿ Justifica este resultado el que se desprecie el efecto de los electrones de la corteza atómica en la dispersión de Rutherford?.

4. Un haz de partículas α de energía cinética 5.30 MeV e intensidad 10^4 partículas/s inciden normalmente sobre una laminilla de oro (número atómico=79, peso atómico=197) de densidad 19.3 g/cm^3 y espesor 10^{-5} cm. A una distancia de 10 cm de la hoja se coloca un contador de partículas α de área 1 cm^2. (a) Calcular el número de cuentas por hora para $\theta = 10°$ y $\theta = 45°$, donde θ es el ángulo entre el haz incidente y una línea que va del centro de la lámina al centro del contador. (b) Calcular el número de partículas α desviadas con un ángulo mayor que 90°.

5. En el mismo dispositivo experimental del problema anterior se sustituye la lámina de oro por una de cobre de densidad 8.9 g/cm^3, peso atómico 63.6 y espesor 10^{-5} cm. Cuando $\theta = 10°$ se obtienen 820 cuentas por hora. Hállese el número atómico del cobre.

6. Comparar la atracción gravitacional entre un protón y un electrón con su atracción de Coulomb. ¿Está justificado ignorar la fuerza gravitacional?

7. ¿Cuáles son la energía, momento lineal y longitud de onda de un fotón emitido por un átomo de hidrógeno que sufre una transición directa desde un estado excitado con $n = 10$ al estado fundamental? Hallar la velocidad de retroceso del átomo de hidrógeno en este proceso.

8. Un electrón con velocidad 1.2×10^7 m/s se combina con una partícula α para formar un átomo de helio simplemente ionizado. Encontrar la longitud de onda del fotón emitido si el electrón se acomoda directamente en el estado fundamental ($n = 1$).

9. Supóngase que en un tubo que contiene hidrógeno ordinario es posible poner hidrógeno de número de masa 3 (tritio) en cantidad suficiente como para realizar un examen espectroscópico. Determinar la separación entre la línea α de la serie de Balmer del tritio y la línea α de la serie de Balmer del hidrógeno ordinario. Expresar el resultado como diferencia en la longitud de onda.

10. (a) En el espectro de emisión del He^+, la serie de Pickering, que se observa en la radiación procedente de las estrellas, corresponde a la transición al nivel $n = 4$ desde niveles superiores. Obtener la fórmula para la longitud de onda de las líneas pertenecientes a esta serie. Hallar la mínima longitud de onda de la serie. (b) En el espectro del He^+ existe una línea que es casi igual a la línea H_α (primera línea de la serie de Balmer) del espectro del H. ¿Entre qué dos niveles del He^+ tiene lugar la transición? ¿Es la longitud de onda mayor o menor que la de la línea H_α? Calcular la diferencia entre las longitudes de onda de ambas líneas.

11. Considérese un cuerpo que gira libremente alrededor de un eje fijo. (a) Aplicando las reglas de cuantización de Wilson-Sommerfeld, demuéstrese que los valores posibles de la energía total son $E_n = \hbar^2 n^2/2I$ ($n = 0, 1, 2, \ldots$), donde I es el momento de inercia del cuerpo alrededor del eje de rotación.

12. Una partícula de masa μ se encuentra sometida al potencial unidimensional $V(x) = \alpha|x|^r$, $(r, \alpha > 0)$. (a) Hallar las energías permitidas aplicando las reglas de cuantización de Wilson-Sommerfeld.

    En lo que sigue particularicemos al caso $r = 1$. (b) Comparar estas energías con las exactas: $E_n = c_n(\hbar^2\alpha^2/2\mu)^{1/3}$ donde $c_1 = 1.0188$, $c_2 = 2.3381$, $c_3 = 3.2482$, $c_4 = 4.0879$, $c_5 = 4.8201$, $c_{10} = 7.9441$. (c) ¿Mejoran los resultados si se usa $n - \frac{1}{2}$ en vez de n en la regla de cuantización?