Práctico 2

Física Moderna 2026

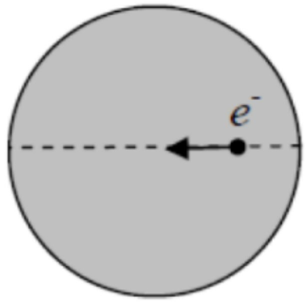
Modelos atómicos. Dispersión de Rutherford. Modelo de Bohr. Cuantización de Sommerfeld.

Ejercicio 1. (A) En el modelo de Thomson la carga positiva del átomo está distribuida uniformemente en una esfera de radio R $\sim$ 1 Å. Muestre que el campo eléctrico a una distancia r $\leq$ R del centro de la esfera está dado por:

$$\frac{Zer}{4\pi\epsilon_0 R^3}.$$

(B) Muestre que un electrón en el centro de la esfera está en equilibrio estable y, si desplazado, realiza un movimiento armónico simple con frecuencia

$$f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{Ze^2}{4\pi\epsilon_0 m R^3}}.$$



(C) Suponiendo, de acuerdo al postulado de Planck, que la energía del electrón solo puede tomar valores que sean múltiplos de hf, ¿cómo sería el espectro de emisión del hidrógeno de acuerdo con este modelo?

Ejercicio 2. Un serio problema en el modelo atómico de Rutherford es el de la estabilidad del átomo. Según la teoría electromagnética clásica, una partícula acelerada emite radiación con una potencia P dada por la fórmula de Larmor: $P = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 c^3}\frac{2a^2}{3}$, donde q es la carga de la partícula, a su aceleración, y c la velocidad de la luz. Debido a esta radiación, el electrón en este modelo pierde energía, reduciendo el radio de su órbita hasta colapsar en el núcleo. Estime el tiempo que dura este proceso, si inicialmente el electrón se encuentra a una distancia de 1Å del núcleo. (Sugerencia: suponga que la órbita es circular en cada instante, calcule la energía de una órbita de radio r y luego calcule dr/dt).

Ejercicio 3. Un haz de partículas alfa de energía 5.30Mev e intensidad 10^4 partículas/segundo, incide sobre una lámina de oro de densidad $19.3 g/cm^3$, peso atómico 197 y espesor $1{,}0\times10^{-5}cm$. Un contador de partículas alfa de área $1{,}0cm^2$ se coloca a una distancia de $10cm$ de la lámina. Si θ es el ángulo al que se encuentra el detector respecto de la línea del haz incidente, use la fórmula de Rutherford para determinar el número de partículas detectadas por hora para $\theta = 10$ y $\theta = 45$. El número atómico del oro es 79.

Ejercicio 4. Calcule (en Å) la longitud de onda más corta de la serie de Lyman ($n_f = 1$) y de Balmer ($n_f = 2$) del hidrógeno. Calcule las longitudes de onda del hidrógeno que se encuentran en el espectro visible (entre 3800Å y 7700Å).

Ejercicio 5. Se excita un átomo de hidórgeno desde un estado n=1 a uno con n=4.

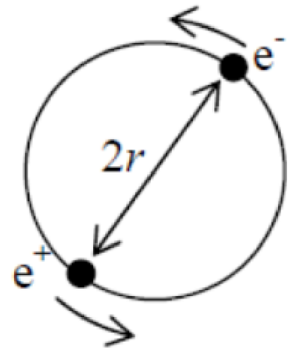
(A) Calcular la energía que debe absorber el átomo.

(B) Calcular y hacer un diagrama de niveles de energía para los fotones que emitiría el átomo si regresara a su estado n=1.

(C) Calcular al rapidez de retroceso del átomo de hidrógeno, suponiéndolo inicialmente en reposo, cuando realiza la transición desde n=4 hasta n=1.

Ejercicio 6. Bajo ciertas circunstancias, un electrón y un positrón pueden formar un sistema conocido como positronio, en el que las partículas giran alrededor de su centro de masa.

(A) Sobre la base del modelo de Bohr, encuentre una expresión para los niveles de energía y para los radios de las órbitas del positronio. (Sugerencia: calcule L e imponga la regla de cuantización de Bohr).
(B) ¿Cuál es la energía del estado fundamental?
(C) Si el sistema sufre una transición desde n=2 a n=1, ¿pertenece la radiación emitida al espectro visible?



Ejercicio 7. **(A)** Calcule la energía del estado fundamental del Helio, suponiendo que ambos electrones están en la primera órbita de Bohr y despreciando toda interacción entre ellos.

(B) La distancia máxima que puede separar a ambos electrones está dada por el diámetro de su órbita. Suponiendo que la repulsión Culombiana los mantiene lo más separados posible, calcula la energía de interacción entre los electrones y estime la energía de ionización del He. La energía de ionización medida experimentalmente es de 24.6eV.

Ejercicio 8. Una partícula de masa m está confinada a moverse en una caja unidimensional de largo a, rebotando de forma elástica contra las paredes. Muestre, a partir de la cuantización de Sommerfeld, que los niveles de energía están dados por

$$E_n = \frac{n^2 h^2}{8ma^2}$$

Evalúe la energía del primer estado excitado para el caso en que la partícula es un electrón y $a = 1$Å. Exprese el resultado en ev.

Ejercicio 9. Según la teoría electromagnética clásica, una carga en movimiento periódico emite radiación de frecuencia $f = 1/T$ (y armónicos 2f, 3f,...), donde T es el período del movimiento de la carga. El principio de correspondencia establece que, en sistemas cuánticos este resultado se recupera para transiciones $E_n \rightarrow E_{n-k}$ con $n \gg k$. Verifique que esto se cumple en el sistema del problema anterior.