

Estructura de la Materia

Serie 1

Dra. Martha M. Flores Leonar

Semestre 2018-2

1. Las partículas alfa (α), se pueden definir como núcleos de Helio, es decir, son átomos de Helio completamente ionizados (que han perdido todos sus electrones, e^-), por lo que su carga eléctrica es positiva ($\alpha = \text{He}^{2+}$).
 - a) Determina el campo eléctrico \vec{E} , generado por una partícula alfa (α) a 1 fm, 1 pm y 1 Å de distancia.
 - b) Si dicha partícula se coloca entre dos placas paralelas, como se muestra en la figura 1, calcula la fuerza eléctrica \vec{F}_e sobre dicha partícula si se establece entre las dos placas una diferencia de potencial $\Delta\phi$ mediante una pila de 9.0 V.
 - c) Indica en la figura la dirección de \vec{E} y \vec{F}_e .

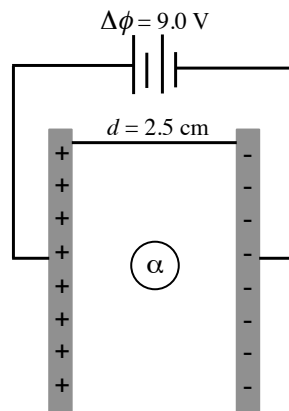


Figura 1:

2. Los rayos cósmicos provenientes del espacio están formados por partículas de alta energía, que contienen en un 90 % protones simples, estos rayos viajan aproximadamente a 20 % de la velocidad de la luz ($3 \times 10^8 \text{ m/s}$). Se sabe también que los rayos cósmicos poseen suficiente energía

para alterar los estados energéticos de los dispositivos electrónicos causando su mal funcionamiento.

Si un rayo cósmico se dirige hacia la tierra en dirección perpendicular al campo magnético \vec{B} (como se muestra en la figura 2), sentirá una fuerza magnética \vec{F}_m al entrar en dicho campo y además una fuerza debida a la gravedad \vec{F}_g .

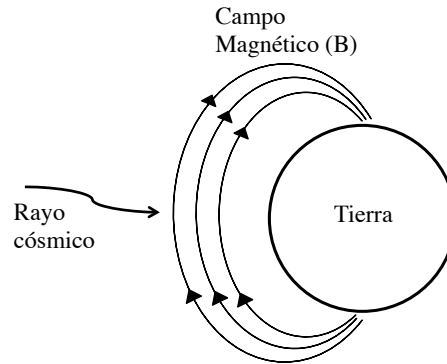


Figura 2:

- a) Dibuja en un diagrama las fuerzas involucradas \vec{F}_m , \vec{F}_g , el campo magnético \vec{B} y la velocidad del rayo \vec{v} .
 - b) Determina la magnitud de la fuerza magnética \vec{F}_m si se sabe que el campo magnético terrestre es de $8 \mu\text{T}$ (considera que el rayo cósmico es solo protones).
 - c) ¿Cuál será el ángulo de desviación respecto a su dirección inicial y la magnitud de la fuerza resultante \vec{F}_R ?
3. Cierta radiación electromagnética viaja a la velocidad de la luz con una frecuencia de $6 \times 10^{14} \text{ s}^{-1}$.
- a) Calcula la longitud de onda λ en nm, el periodo τ y el número de onda $\bar{\nu}$ en cm^{-1} .
 - b) ¿En qué región del espectro electromagnético se encuentra? ¿De qué color se observa la radiación?
 - c) Determina el valor del campo eléctrico \vec{E} transcurrido un tiempo τ con una posición de $3/4\lambda$. ¿El valor del campo será máximo o mínimo?
4. Investiga y asocia cada una de las regiones del espectro electromagnético con su aplicación o el efecto que produce al interactuar con la materia.

- A. Rayos X Se emplean en transmisiones de TV, radio.
- B. Microondas Permite el estudio de movimientos vibracionales de las moléculas.
- C. UV-Visible Se emplean para obtener distancias interatómicas en sólidos.
- D. Ondas de radio Permite el estudio de transiciones electrónicas.
- E. Infrarrojo Produce excitación y transformaciones en el núcleo de los átomos.
- F. Rayos γ Permiten el estudio del movimiento rotacional de las moléculas.

5. Se quiere quitar un electrón de la superficie de sodio metálico, cuya función trabajo w es de 2.28 eV.
- a) ¿Cuál es la longitud de onda λ (en nm) que debe tener un fotón para que el electrón salga con una energía cinética T de 1.0 eV? ($1 \text{ eV} = 1.6021 \times 10^{-19} \text{ J}$).
 - b) ¿Cuál es la longitud de onda límite del fotón λ_0 por encima de la cual se dejaría de observar el desprendimiento del electrón?
 - c) ¿Cuál es el momento lineal p del fotón?
6. La serie de Lyman del espectro de emisión de hidrógeno incluye todas las transiciones que terminan en el primer nivel de energía ($n=1$).
- a) Calcula la energía en joules y en electronvolts de la transición con longitud de onda λ de 102.57 nm.
 - b) Determina el nivel de energía que está dado por el número cuántico n desde el cual se realizó la emisión.
 - c) ¿En qué región del espectro electromagnético se encuentra esta transición?
7. La energía electrónica total de un átomo es igual a la suma de sus energías de ionización sucesivas. Si la primera energía de ionización del átomo de Helio es 24.58 eV, utiliza el modelo de Bohr para calcular la energía electrónica total del átomo de Helio (el valor experimental es -78.98 eV).

8. Para el átomo de hidrógeno, se emite energía desde $n = 10$ hasta $n = 3$, que corresponde a una de las líneas en la serie de Paschen.

a) Calcula la longitud de onda λ (en nm), la frecuencia ν y la energía E en electronvolts de dicha emisión.

b) Determina los mismos valores para He^+ .

9. Una partícula alfa que se mueve con cierta velocidad v tiene una energía de 100 eV. De acuerdo con la hipótesis de De Broglie ¿cuál será la longitud de onda λ (en nm) de la onda asociada a dicha partícula?

Pista:

$$T = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{p^2}{2m}$$

10. Compara las longitudes de onda de las siguientes partículas:

a) Una persona de 60 kg que camina a una velocidad de 100 m/min.

b) Un electrón que se mueve a 1 % de la velocidad de la luz.

¿En cuál de los dos casos es la naturaleza dual una característica importante del movimiento de la partícula? Explica.

11. Indica si cada una de las siguientes funciones se pueden asignar a una onda.

a) $\Phi(x, t) = \text{sen}(xt)$

b) $\Phi(x, t) = e^{x-t}$

12. Demuestra que la función $\Psi(x) = A \text{sen } x + B \text{cos } x$ es solución de la ecuación:

$$\frac{d^2}{dx^2}\Psi(x) = -\Psi(x)$$

13. La incertidumbre en la posición (Δx) de un protón confinado en el núcleo de un átomo es aproximadamente el diámetro del núcleo. Si el diámetro, $d = 7.8 \times 10^{-15}$ m, ¿cuál es la incertidumbre en el momento del protón (Δp)?

Formulario

Campos eléctricos y magnéticos:

$$\vec{F}_e = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

$$\Delta\phi = \vec{E}d$$

$$\vec{E} = k \frac{q}{r^2}$$

$$\vec{F}_e = q\vec{E}$$

$$\vec{F}_m = q(\vec{v} \times \vec{B}) = qvB \text{sen}\theta$$

Radiación electromagnética (onda):

$$c = \lambda\nu$$

$$E(x, t) = A \text{sen} 2\pi \left(\frac{x}{\lambda} - \nu t \right)$$

$$\nu = \frac{1}{\tau}$$

$$\bar{\nu} = \frac{1}{\lambda}$$

$$A = \frac{1}{2\pi\nu}$$

Cuantización de la energía y efecto fotoeléctrico:

$$E = h\nu$$

$$T_e = V_e = h\nu - h\nu_0$$

$$E_f = w + T = h\nu$$

$$w = h\nu_0$$

$$p = \frac{h}{\lambda}$$

E_f =Energía del fotón (J)

w =Función trabajo (J)

T_e =Energía cinética del electrón (J)

V_e =Energía potencial del electrón (J)

p =Momento lineal del fotón (kg m s^{-1})

Espectros atómicos (Balmer y Rydberg):

$$\lambda = b \left(\frac{n^2}{n^2 - 2^2} \right)$$

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

$$b = 364.56 \text{ nm}$$

$$n = 1, 2, 3, \dots$$

$$R = 109\,677.58 \text{ cm}^{-1}$$

$$n_1, n_2 = 1, 2, 3, \dots$$

$$n_1 > n_2$$

Modelo atómico de Bohr:

$$E = -T = -\frac{1}{2}V$$

$$L = n\hbar = n \frac{h}{2\pi}$$

$$E_n = -\frac{1}{2} \frac{kZ^2 e^2}{n^2 a_0} \quad n = 1, 2, 3, \dots$$

$$a_0 = \frac{\hbar^2}{ke^2 \mu} = 0.529 \text{ \AA}$$

Para un átomo hidrogenoide:

$$\bar{\nu} = Z^2 R \left(\frac{1}{n_2^2} - \frac{1}{n_1^2} \right)$$

$$R = \frac{2\pi^2 \mu k^2 e^4}{h^3 c} \approx R_H$$

Para el átomo de H (Z=1):

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

$$n_1 > n_2$$

$$R_H = 109\,677.581 \text{ cm}^{-1}$$

E = Energía total

T = Energía cinética

V = Energía potencial

L = Momento angular

R = Constante para Rydberg para cualquier átomo hidrogenoide

R_H = Constante de Rydberg para el átomo de hidrógeno

Hipótesis de De Broglie:

$$p = \frac{h}{\lambda}$$

$$L = n\hbar$$

Ecuación general para una onda:

$$\frac{\partial^2}{\partial x^2} \Phi(x, t) = \frac{1}{v^2} \frac{\partial^2}{\partial t^2} \Phi(x, t)$$

$$\frac{d^2}{dx^2} \Psi(x) = - \left(\frac{2\pi}{\lambda} \right)^2 \Psi(x)$$

Relaciones de incertidumbre:

$$\Delta x \Delta p \geq \frac{\hbar}{2}$$

$$\Delta E \Delta t \geq \frac{\hbar}{2}$$

Constantes:

$$c = 3.0 \times 10^8 \text{ m/s}$$

$$e^- = p^+ = 1.6021 \times 10^{-19} \text{ C}$$

$$m_e = 9.1095 \times 10^{-31} \text{ kg}$$

$$m_p = m_n = 1.6726 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

$$h = 6.6262 \times 10^{-34} \text{ J s}$$

$$\hbar = 1.0546 \times 10^{-34} \text{ J s}$$

$$a_0 = 0.5292 \times 10^{-10} \text{ m}$$

$$k = 8.99 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$$

Espectro visible	
λ (nm)	color
380 - 450	violeta
450 - 495	azul
495 - 570	verde
570 - 590	amarillo
590 - 620	naranja
620 - 750	rojo