

Corrección modelo - 6-2021

a) Razone si la siguiente afirmación es verdadera o falsa: "Si un planeta tiene el doble de masa y la mitad de radio que otro planeta, su velocidad de escape será el doble".

b) Conociendo la gravedad y la velocidad de escape en la superficie de Marte, calcule: i) El radio de Marte. ii) La masa de Marte.

$$G = 6'67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2} ; g_{\text{Marte}} = 3'7 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2} ; V_{\text{escape}} = 5 \cdot 10^3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

FISICA. 2021. JULIO. EJERCICIO A1

R E S O L U C I O N

a) La afirmación es verdadera, ya que:

$$\left. \begin{array}{l} M_p^* = 2 \cdot M_p \\ R_p^* = \frac{R_p}{2} \end{array} \right\} \Rightarrow v_{\text{escape}}^* = \sqrt{2G \frac{M_p^*}{R_p^*}} = \sqrt{2G \frac{2M_p}{\frac{R_p}{2}}} = \sqrt{2G \frac{4M_p}{R_p}} = 2 \sqrt{2G \frac{M_p}{R_p}} = 2 \cdot v_{\text{escape}}$$

b)

i) Calculamos el radio de Marte

$$\left. \begin{array}{l} g_M = 3'7 = G \cdot \frac{M_M}{R_M^2} \\ V_{\text{escape}} = 5 \cdot 10^3 = \sqrt{2G \frac{M_M}{R_M}} \end{array} \right\} \Rightarrow \text{dividiendo} \Rightarrow \frac{3'7}{(5 \cdot 10^3)^2} = \frac{G \cdot \frac{M_M}{R_M^2}}{2G \frac{M_M}{R_M}} = \frac{1}{2R_M} \Rightarrow R_M = 3'378 \cdot 10^6 \text{ m}$$

ii) Calculamos la masa de Marte

$$3'7 = G \cdot \frac{M_M}{R_M^2} \Rightarrow 3'7 = 6'67 \cdot 10^{-11} \frac{M_M}{(3'378 \cdot 10^6)^2} \Rightarrow M_M = 6'33 \cdot 10^{23} \text{ kg}$$

a) Discuta razonadamente la veracidad de las siguientes frases: i) El trabajo realizado por una fuerza conservativa para desplazar un cuerpo es nulo si la trayectoria es cerrada. ii) En el descenso de un objeto por un plano inclinado con rozamiento, la disminución de su energía potencial se corresponde con el aumento de su energía cinética.

b) Un objeto de 2 kg, inicialmente en reposo, asciende por un plano inclinado de 30° respecto a la horizontal debido a la acción de una fuerza de 30 N paralela a dicho plano. El coeficiente de rozamiento entre el bloque y el plano es 0'1. i) Dibuje todas las fuerzas que actúan sobre el objeto y calcule sus módulos. ii) Mediante consideraciones energéticas, determine la energía cinética, potencial y mecánica cuando el objeto ha ascendido una altura de 1'5 m.

$$g = 9'8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$$

FISICA. 2021. JULIO. EJERCICIO A2

R E S O L U C I O N

a) i) La afirmación es verdadera, ya que al ser una fuerza conservativa, el trabajo es igual a la variación de la energía potencial: $W_{A \rightarrow B}(F) = -[E_p(B) - E_p(A)]$

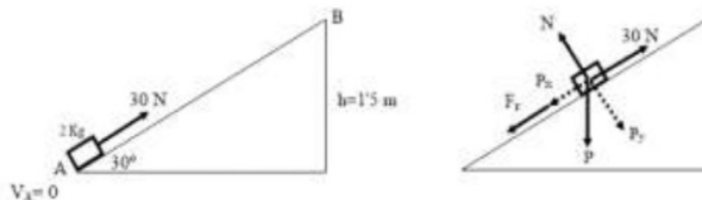
Al ser la trayectoria cerrada $\Rightarrow A = B \Rightarrow E_p(A) = E_p(B) \Rightarrow W_{A \rightarrow B}(F) = 0$

ii) Como hay rozamiento se aplica un balance de energías

$$\begin{aligned} E_m(A) &= E_m(B) + |W_{AB}(f_{\text{roz}})| \Rightarrow E_{pg}(A) + E_c(A) = E_{pg}(B) + E_c(B) + F_{\text{roz}} \cdot \overline{AB} \Rightarrow \\ &\Rightarrow E_{pg}(A) - E_{pg}(B) = E_c(B) - E_c(A) + F_{\text{roz}} \cdot \overline{AB} \end{aligned}$$

Luego, la afirmación es falsa, ya que no contempla las pérdidas de rozamiento.

b) i)



$$P = m \cdot g = 2 \cdot 9'8 = 19'6 \text{ N}$$

$$N = P \cdot \cos 30^\circ = 19'6 \cdot \cos 30^\circ = 16'97 \text{ N}$$

$$F_r = \mu \cdot N = 0'1 \cdot 16'97 = 1'697 \text{ N}$$

b) Variación de energía potencial: $E_{pg}(B) - E_{pg}(A) = mgh(B) = 2 \cdot 9'8 \cdot 1'5 = 29'4 \text{ Julios}$

$$\sin 30^\circ = \frac{1'5}{\overline{AB}} \Rightarrow \frac{1}{2} = \frac{1'5}{\overline{AB}} \Rightarrow \overline{AB} = 3 \text{ m}$$

$$F_{\text{total}} = F_{\text{resultante}} = F_{\text{aplicada}} - F_{\text{roz}} - P_x = 30 - 1'697 - 9'8 = 18'503 \text{ N}$$

Teorema de las fuerzas vivas: $W(F_{\text{total}}) = \Delta E_c \Rightarrow F_{\text{total}} \cdot \overline{AB} = \Delta E_c \Rightarrow \Delta E_c = 18'503 \cdot 3 = 55'509 \text{ Julios}$

Variación de energía cinética: $E_c(B) - E_c(A) = E_c(B) - 0 = 55'509 \text{ Julios}$

Variación de energía mecánica:

$$E_m(B) - E_m(A) = E_{pg}(B) - E_{pg}(A) + E_c(B) - E_c(A) = 29'4 + 55'509 = 84'909 \text{ Julios}$$

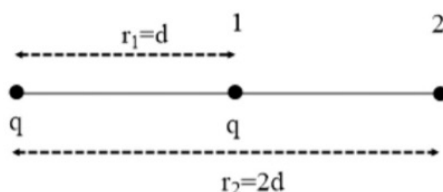
a) Dos partículas idénticas con carga q y masa m se encuentran separadas por una distancia d . A continuación, se mantiene fija una de las partículas y se deja que la otra se aleje hasta duplicar la distancia inicial con la primera. i) Determine el módulo de la velocidad que adquiere la partícula en el punto final. ii) Determine cómo cambiaría el módulo de la velocidad obtenida en el apartado anterior si se duplica el valor de las cargas.

b) Dos partículas idénticas con carga $q = +5 \cdot 10^{-6} \text{ C}$ están fijas en los puntos $(0, -3) \text{ m}$ y $(0, 3) \text{ m}$ del plano XY. Si, manteniendo fijas las dos partículas, se suelta una tercera partícula con $Q = -2 \cdot 10^{-8} \text{ C}$ y masa $m = 8 \cdot 10^{-6} \text{ kg}$ en el punto $(4, 0) \text{ m}$, calcule el módulo de la velocidad con la que llega al punto $(0, 0)$. $K = 9 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2 \text{ C}^{-2}$

FISICA. 2021. JULIO. EJERCICIO B1

RESOLUCION

a) i)



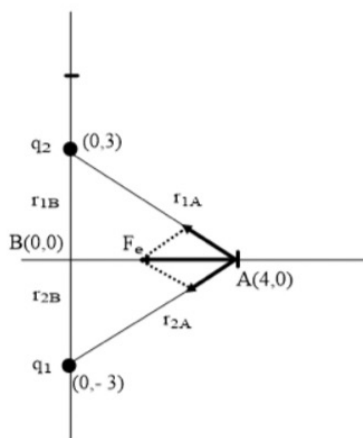
Al ser F_e una fuerza conservativa, se cumple que:

$$W(F_e) = -[E_{pe}(2) - E_{pe}(1)] = -\left[\frac{K \cdot q^2}{2d} - \frac{K \cdot q^2}{d}\right] = \frac{K \cdot q^2}{d} \left[1 - \frac{1}{2}\right] = \frac{K \cdot q^2}{2d} = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow v = \sqrt{\frac{K \cdot q^2}{m \cdot d}}$$

$$\text{ii) Si } q^* = 2q \Rightarrow v^* = \sqrt{\frac{K \cdot q^{*2}}{m \cdot d}} = \sqrt{\frac{K \cdot 4q^2}{m \cdot d}} = 2\sqrt{\frac{K \cdot q^2}{m \cdot d}} = 2 \cdot v$$

Luego, vemos que la velocidad se duplica

b)



$$r_{1A} = r_{2A} = \sqrt{3^2 + 4^2} = 5 \text{ m}$$

$$r_{1B} = r_{2B} = 3 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} E_{pe}(A) &= E_{pe1}(A) + E_{pe2}(A) = K \frac{q \cdot Q}{r_{1A}} + K \frac{q \cdot Q}{r_{2A}} = 9 \cdot 10^9 \frac{5 \cdot 10^{-6} \cdot (-2 \cdot 10^{-8})}{5} + 9 \cdot 10^9 \frac{5 \cdot 10^{-6} \cdot (-2 \cdot 10^{-8})}{5} = \\ &= -3'6 \cdot 10^{-4} \text{ J} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} E_{pe}(B) &= E_{pe1}(B) + E_{pe2}(B) = K \frac{q \cdot Q}{r_{1B}} + K \frac{q \cdot Q}{r_{2B}} = 9 \cdot 10^9 \frac{5 \cdot 10^{-6} \cdot (-2 \cdot 10^{-8})}{3} + 9 \cdot 10^9 \frac{5 \cdot 10^{-6} \cdot (-2 \cdot 10^{-8})}{3} = \\ &= -6 \cdot 10^{-4} \text{ J} \end{aligned}$$

Aplicamos el principio de superposición:

$$\Delta E_c = E_c(B) + E_c(A) = -[E_{pe}(B) - E_{pe}(A)] \Rightarrow E_c(B) = E_{pe}(A) - E_{pe}(B) = -3'6 \cdot 10^{-4} + 6 \cdot 10^{-4} = 2'4 \cdot 10^{-4} \text{ J}$$

$E_c(A) = 0$ ya que inicialmente está en reposo.

Luego:

$$E_c(B) = 2'4 \cdot 10^{-4} \text{ J} = \frac{1}{2} m v_B^2 = \frac{1}{2} 8 \cdot 10^{-6} \cdot v_B^2 \Rightarrow v_B = 7'75 \text{ m/s}$$

a) Suponga dos conductores rectilíneos, muy largos, paralelos y separados por una distancia “d” por los que circulan corrientes eléctricas de igual intensidad y sentido. Razone como se modifica la fuerza por unidad de longitud entre los conductores si duplicamos ambas intensidades y a la vez reducimos “d” a la mitad.

b) Un protón que ha sido acelerado desde el reposo por una diferencia de potencial de 6000 V describe una órbita circular en un campo magnético uniforme de 0'8 T. Calcule razonadamente: i) El módulo de la fuerza magnética que actúa sobre el protón. ii) El radio de la trayectoria descrita.

$$e = 1'6 \cdot 10^{-19} \text{ C} ; m_p = 1'7 \cdot 10^{-27} \text{ kg}.$$

FISICA. 2021. JULIO. EJERCICIO B2

RESOLUCION

a) La fuerza por unidad de longitud entre dos conductores rectilíneos paralelos y muy largos, viene

$$\text{dada por: } f = \frac{F}{L} = \frac{\mu \cdot I_1 \cdot I_2}{2\pi \cdot d}$$

En nuestro caso la fuerza es atractiva, ya que las corrientes van en el mismo sentido y, además,

$I_1 = I_2$, luego:

$$f = \frac{F}{L} = \frac{\mu \cdot I_1 \cdot I_2}{2\pi \cdot d} = \frac{\mu \cdot I^2}{2\pi \cdot d}$$

Si se duplican las intensidades y d se reduce a la mitad, tenemos que:

$$f^* = \frac{\mu \cdot I^{*2}}{2\pi \cdot d^*} = \frac{\mu \cdot (2I)^2}{2\pi \cdot \frac{d}{2}} = \frac{8\mu \cdot I^2}{2\pi \cdot d} = 8 \cdot f$$

Luego, la fuerza por unidad de longitud se multiplica por 8.

b) Al acelerar una partícula cargada desde el reposo mediante un campo eléctrico, que es conservativo, la energía mecánica se mantiene constante, luego:

$$\begin{aligned} E_m(+) = E_m(-) &\Rightarrow E_{pe}(+) + E_c(+) = E_{pe}(-) + E_c(-) \Rightarrow q \cdot V(+) + 0 = q \cdot V(-) + \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow \\ &\Rightarrow v = \sqrt{\frac{2 \cdot q \cdot \Delta V}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1'6 \cdot 10^{-19} \cdot 6000}{1'7 \cdot 10^{-27}}} = 1'063 \cdot 10^6 \text{ m/s} \end{aligned}$$

i) Al moverse dentro de un campo magnético, actúa la fuerza magnética de Lorenz

$$\vec{F}_m = q \cdot \vec{v} \times \vec{B} \Rightarrow |\vec{F}_m| = |q \cdot v \cdot B \cdot \sin 90^\circ| = q \cdot v \cdot B = 1'6 \cdot 10^{-19} \cdot 1'063 \cdot 10^6 \cdot 0'8 = 1'36 \cdot 10^{-13} \text{ N}$$

ii) Aplicamos la 2ª Ley de Newton

$$F_m = m \cdot a_n \Rightarrow q \cdot v \cdot B = m \cdot \frac{v^2}{R} \Rightarrow R = \frac{m \cdot v}{q \cdot B} = \frac{1'7 \cdot 10^{-27} \cdot 1'063 \cdot 10^6}{1'6 \cdot 10^{-19} \cdot 0'8} = 0'014 \text{ m}$$

a) i) Justifique que en una onda estacionaria la amplitud varía en cada punto. ii) Realice una representación gráfica de una onda estacionaria en función del espacio y explique qué se entiende por un nodo en este tipo de ondas.

b) Una onda estacionaria queda descrita mediante la ecuación:

$$y(x,t) = 0'5 \sin\left(\frac{\pi}{3}x\right) \cos(40\pi t) \text{ (S.I.)}.$$

Determine razonadamente: i) Amplitud, longitud de onda y velocidad de propagación de las ondas armónicas cuya superposición da lugar a esta onda estacionaria. ii) Posición de los vientres y amplitud de los mismos.

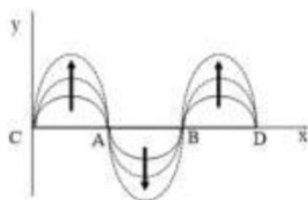
FISICA. 2021. JULIO. EJERCICIO C1

R E S O L U C I O N

a) La expresión matemática de una onda estacionaria es de la forma $y(x,t) = 2A \sin kx \cos \omega t$

Si fijamos el tiempo t , $t = t_0 \Rightarrow y(x, t_0) = 2A \sin kx \cos \omega t_0$. La expresión $2A \sin kx$ expresa la amplitud de un punto x , que como se ve, no es un valor constante, sino que varía en función de x .

ii)



Por ejemplo, una cuerda atada en dos extremos y tiene 2 nodos en medio. Los puntos van oscilando, cada punto vibra diferente. Todos los puntos alcanzan a la vez su amplitud máxima. Cada punto sube, luego baja y así sucesivamente. El nodo es un punto que no vibra nunca, es decir, los puntos A, B, C y D. Cada punto tiene energía, excepto los nodos.

b) i)

$$\left. \begin{array}{l} y(x,t) = 0'5A \sin \frac{\pi}{3}x \cos 40\pi t \\ y(x,t) = 2A \sin kx \cos \omega t \end{array} \right\} \Rightarrow \text{Identificando coeficientes, tenemos que:}$$

$$- 2A = 0'5 \Rightarrow A = 0'25 \text{ m (Amplitud)}$$

$$- k = \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{\pi}{3} \Rightarrow \lambda = 6 \text{ m (longitud de onda)}$$

$$- v = \frac{\omega}{k} = \frac{40\pi}{\frac{\pi}{3}} = 120 \text{ m/s (velocidad de propagación)}$$

ii) Los vientres tienen de amplitud $2A = 0'5 \text{ m}$

Los vientres están entre nodo y nodo

$$y(x,t) = 0 = 0'5 \sin \frac{\pi}{3}x \cos 40\pi t \Rightarrow 0 = \sin \frac{\pi}{3}x \Rightarrow \frac{\pi}{3}x = n\pi$$



$$n = 0 \Rightarrow x = 0 \text{ m} ; n = 1 \Rightarrow x = 3 \text{ m} ; n = 2 \Rightarrow x = 6 \text{ m} ; n = 3 \Rightarrow x = 9 \text{ m} \text{ etc...}$$

$$1^{\text{er}} \text{ vientre en } x = 1'5 \text{ m} ; 2^{\text{o}} \text{ vientre en } x = 4'5 \text{ m} ; 3^{\text{er}} \text{ vientre en } x = 7'5 \text{ m} \text{ etc...}$$

$$\text{La distancia entre vientre y vientre} = \frac{\lambda}{2} = 3 \text{ m}$$

emestrada

a) Razone y justifique la veracidad o falsedad de las siguientes frases: i) Cuando la luz pasa de un medio a otro experimenta un aumento de su velocidad si el segundo medio tiene un índice de refracción mayor que el primero. ii) La reflexión total de la luz en la superficie de separación de dos medios puede producirse cuando el índice de refracción del segundo medio es mayor que el del primero.

b) Un rayo de luz con componentes azul y roja de longitudes de onda en el aire de $4'5 \cdot 10^{-7} \text{ m}$ y $6'9 \cdot 10^{-7} \text{ m}$, respectivamente, incide desde el aire sobre una placa de un determinado material con un ángulo de 40° respecto a la normal a la superficie de la placa. i) Mediante un esquema, y de manera razonada, indique la trayectoria de los rayos azul y rojo, tanto en el aire como en el material. ii) Deduzca cuál de las dos componentes (azul o roja) se propaga más rápidamente en el interior de la lámina. iii) Determine las frecuencias de los rayos en el aire.

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}; n_{\text{aire}} = 1; n_{\text{material(azul)}} = 1'47; n_{\text{material(roja)}} = 1'44$$

FISICA. 2021. JULIO. EJERCICIO C2

RESOLUCION

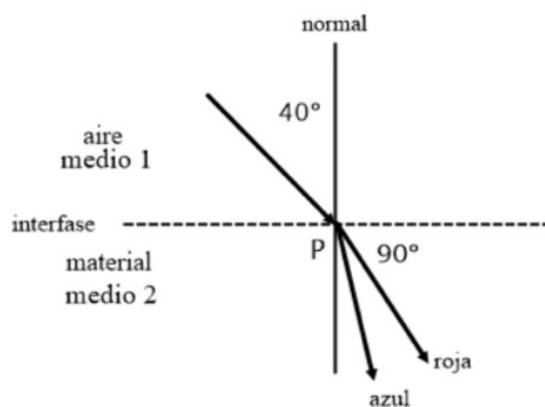
a) i) Falso. La velocidad del rayo disminuye al pasar del primer medio al segundo.

$$n_1 < n_2 \Rightarrow \frac{c}{v_1} < \frac{c}{v_2} \Rightarrow v_2 < v_1$$

ii) Falso. Según la Ley de Snell: $\frac{\sin \hat{i}}{\sin \hat{r}} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{n_2}{n_1} > 1 \Rightarrow \sin \hat{i} > \sin \hat{r} \Rightarrow \hat{i} > \hat{r}$

Y para que se produzca reflexión total tiene que ser $\hat{i} < \hat{r}$

b) i)



Según la Ley de Snell: $\frac{\sin \hat{i}}{\sin \hat{r}} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{n_2}{n_1}$

Para la luz azul: $\frac{\sin 40^\circ}{\sin \hat{r}_a} = \frac{1'47}{1} \Rightarrow \hat{r}_a = 25'93^\circ$

Para la luz roja: $\frac{\sin 40^\circ}{\sin \hat{r}_r} = \frac{1'44}{1} \Rightarrow \hat{r}_r = 26'51^\circ$

ii) $n_{\text{azul}} = \frac{c}{v_{\text{azul}}} \Rightarrow v_{\text{azul}} = \frac{3 \cdot 10^8}{1'47} = 2'04 \cdot 10^8 \text{ m/s}$

$n_{\text{roja}} = \frac{c}{v_{\text{roja}}} \Rightarrow v_{\text{roja}} = \frac{3 \cdot 10^8}{1'44} = 2'08 \cdot 10^8 \text{ m/s}$

Vemos que la luz roja se propaga más rápidamente que la luz azul dentro del material.

iii) $f_{\text{azul}} = \frac{c}{\lambda_{\text{azul}}} = \frac{3 \cdot 10^8}{4'5 \cdot 10^{-7}} = 6'67 \cdot 10^{14} \text{ Hz}; \quad f_{\text{roja}} = \frac{c}{\lambda_{\text{roja}}} = \frac{3 \cdot 10^8}{6'9 \cdot 10^{-7}} = 4'35 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$

a) Discuta razonadamente la veracidad de las siguientes afirmaciones: i) La masa de un núcleo es siempre menor que la suma de las masas de los protones y neutrones que lo forman. ii) En una emisión alfa el número másico decrece en dos unidades y el número atómico en una.

b) En la bomba de Hidrógeno(o bomba de fusión) intervienen dos núcleos, uno de deuterio (${}^2_1\text{H}$) y otro de tritio (${}^3_1\text{H}$) que dan lugar a uno de helio (${}^4_2\text{He}$). i) Escriba la reacción nuclear correspondiente. ii) Obtenga la energía liberada en el proceso por cada átomo de helio obtenido.

$$1\text{ u} = 1'66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}; c = 3 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}; m({}^4_2\text{He}) = 4'002603 \text{ u}; m({}^2_1\text{H}) = 2'014102 \text{ u};$$

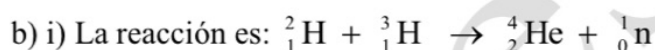
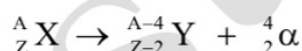
$$m({}^3_1\text{H}) = 3'016049 \text{ u}; m_n = 1'008665 \text{ u}$$

FISICA. 2021. JULIO. EJERCICIO D1

RESOLUCION

a) i) La afirmación es verdadera, ya que si se unieran los protones y neutrones para formar un núcleo, se liberaría una energía de enlace que proviene de la conversión de masa en energía según la ecuación de Einstein: $E = \Delta m \cdot c^2$, por lo tanto, la masa del núcleo es menor.

ii) La afirmación es falsa, ya que una partícula alfa tiene de número másico 4 y de número atómico 2.



Se desprende un neutrón, ya que se tiene que cumplir:

La ley de conservación del número de nucleones: $2 + 3 = 4 + 1$

La ley de conservación de la carga eléctrica: $1 + 1 = 2 + 0$

ii)

$$\Delta m = m({}^2_1\text{H}) + m({}^3_1\text{H}) - m({}^4_2\text{He}) - m({}_0^1\text{n}) =$$

$$= 2'014102 + 3'016049 - 4'002603 - 1'008665 = 0'0188831 \text{ u} \cdot \frac{1'66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}}{1 \text{ u}} = 3'13 \cdot 10^{-29} \text{ kg}$$

Luego, la energía liberada en la formación de 1 núcleo de Helio es:

$$E_e = \Delta m \cdot c^2 = 3'13 \cdot 10^{-29} \cdot (3 \cdot 10^8)^2 = 2'82 \cdot 10^{-12} \text{ Julios}$$

a) Enuncie la hipótesis de De Broglie y escriba su ecuación. Indique las magnitudes físicas involucradas y sus unidades en el Sistema Internacional.

b) Una partícula alfa (α) emitida en el decaimiento radiactivo del ^{238}U posee una energía cinética de $6'72 \cdot 10^{-13} \text{ J}$. i) ¿Cuánto vale su longitud de onda de De Broglie asociada?. ii) ¿Qué diferencia de potencial debería existir en una región del espacio para detener por completo la partícula alfa?. Indique mediante un esquema la dirección y sentido del campo necesario para ello. Razone todas las respuestas.

$$h = 6'63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}; e = 1'6 \cdot 10^{-19} \text{ C}; m_{\alpha} = 6'64 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

FISICA. 2021. JULIO. EJERCICIO D2

RESOLUCION

a) Louis De Broglie, basándose en los resultados de Planck y Einstein, supuso en 1924 que cualquier partícula puede comportarse como una onda en algunas situaciones. Es decir, supuso que toda la materia tiene un comportamiento dual onda-partícula.

Dicho comportamiento ondulatorio vendrá caracterizado por una λ , llamada longitud de onda asociada a la partícula que estemos considerando. Esta λ viene dada por la expresión $\lambda = \frac{h}{p}$, donde

h es la cte de Planck y $p = m \cdot v$ es la cantidad de movimiento de la partícula. Por lo tanto,

$$\lambda = \frac{h}{m \cdot v}$$

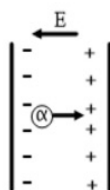
- λ = Longitud de onda asociada a la partícula (m)
- h = constante de Plank ($\text{J} \cdot \text{s}$)
- m = masa de la partícula (kg)
- v = velocidad de la partícula ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)

b) i)

$$E_c = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow 6'72 \cdot 10^{-13} = \frac{1}{2} \cdot 6'64 \cdot 10^{-27} \cdot v^2 \Rightarrow v = 1'42 \cdot 10^7 \text{ m/s}$$

$$\lambda = \frac{h}{m \cdot v} = \frac{6'63 \cdot 10^{-34}}{6'64 \cdot 10^{-27} \cdot 1'42 \cdot 10^7} = 7'03 \cdot 10^{-15} \text{ m}$$

ii) Como la partícula tiene carga positiva, para frenarla debemos aplicar un campo eléctrico en sentido contrario al del movimiento



Principio de conservación de la energía mecánica

$$\begin{aligned} E_m(-) &= E_m(+) \Rightarrow E_{pe}(-) + E_c(-) = E_{pe}(+) + E_c(+) \Rightarrow qV(-) + E_c(-) = qV(+) + 0 \Rightarrow \\ &\Rightarrow E_c(-) = q[V(+)-V(-)] \Rightarrow 6'72 \cdot 10^{-13} = 2 \cdot 1'6 \cdot 10^{-19} \cdot \Delta V \Rightarrow \\ &\Rightarrow \Delta V = 2'1 \cdot 10^6 \text{ voltios} \end{aligned}$$

emestrada