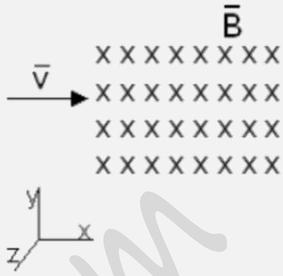
# Universidad de Castilla La Mancha – Septiembre – 2011

## Opción A

**Problema 1.-** Un núcleo atómico de carga +6e y masa m = 3,456·10$^{-26}$ kg, penetra horizontalmente desde la izquierda con una velocidad de 4,00·10$^{5}$ m/s en un campo magnético uniforme de 0'06 T perpendicular a su dirección y hacia dentro del papel como se indica en la figura. Determinar:

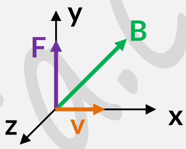



a) La expresión vectorial de la fuerza que ejerce el campo magnético sobre el núcleo en el instante en que este penetra en el campo magnético
b) Dibuja la trayectoria que describe el núcleo y calcula su radio.
c) El periodo de revolución

Dato: ( e = 1,602·10$^{-19}$ C )

Siendo los vectores velocidad y campo magnético:

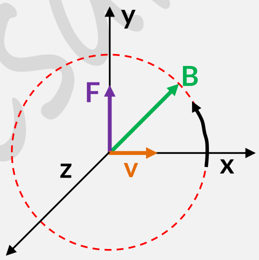
$$\vec{v} = (4 \cdot 10^5, 0, 0)$$
$$\vec{B} = (0, 0, -0.06)$$




La fuerza magnética que actúa sobre la partícula es (fuerza de Lorentz):

$$\overrightarrow{F_m} = q \cdot \vec{v} \times \vec{B} = 6 \cdot 1.602 \cdot 10^{-19} \cdot \begin{vmatrix} \vec{\imath} & \vec{\jmath} & \vec{k} \\ 4 \cdot 10^5 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -0.06 \end{vmatrix} = 9.612 \cdot 10^{-19} \cdot (0, 2.4 \cdot 10^4, 0\,) \rightarrow \overrightarrow{\boldsymbol{F_m}} = \mathbf{2.3 \cdot 10^{-14}} \vec{\boldsymbol{\jmath}}$$

Cuando una carga cargada incide en dirección perpendicular al campo magnético, la fuerza que actúa sobre ella adquiere su máximo valor y es también perpendicular a la velocidad y al campo magnético (como ya hemos visto en el apartado anterior), actuando como fuerza central. Es decir, la partícula describe una trayectoria circular. Como la carga es positiva, el sentido de giro será el mismo que el del producto vectorial $\vec{v} \times \vec{B}$ , es decir, gira en sentido antihorario:



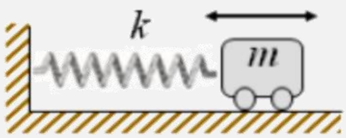

Para calcular el radio sabemos que los módulos de la fuerza magnética y de la centrípeta son iguales:

$$\left|\overrightarrow{F_m}\right| = \left|\overrightarrow{F_c}\right| \rightarrow q \cdot v \cdot B \cdot sen\,\theta = m \cdot \frac{v^2}{R} \rightarrow R = \frac{m \cdot v}{q \cdot B \cdot sen\,\theta} = \frac{3.456 \cdot 10^{-26} \cdot 4 \cdot 10^5}{9.612 \cdot 10^{-19} \cdot 0.06 \cdot sen\,90°} \rightarrow \boldsymbol{R = 0.24\,m}$$

Sabiendo la velocidad lineal, podemos relacionarla con la velocidad angular, y esta con el periodo:

$$\left.\begin{aligned} v &= \omega \cdot R \rightarrow \omega = \frac{v}{R} \\ T &= \frac{2\pi}{\omega} \end{aligned}\right\} \rightarrow T = \frac{2\pi}{v/R} = \frac{2\pi\,R}{v} = \frac{2\pi\,0.24}{4 \cdot 10^5} \rightarrow \boldsymbol{T = 3.76 \cdot 10^{-6} seg}$$

**Problema 2.-** En el laboratorio de física tenemos un carrito de masa m = 200 gramos unido a un muelle horizontal según se muestra en la figura. Un estudiante desplaza el carrito hacia la derecha de modo que el muelle se estira 20 cm, y después lo suelta dejándolo oscilar libremente (suponemos que el muelle es un medio elástico ideal y que los rozamientos son despreciables). Se pide:




a) Explicar razonadamente qué clase de movimiento describe el carrito
b) Se cronometra el tiempo que tarda el carrito en describir diez oscilaciones completas: este tiempo resulta ser de 25,13 s. Calcular la constante k del muelle y escribir la ecuación de su movimiento.
c) ¿Cuál es la energía total del movimiento del carrito en cualquier instante? ¿Qué velocidad tiene el carrito cada vez que pasa por el punto central en cada oscilación?

El muelle es un sistema elástico que al estirarse o encogerse ejerce una fuerza proporcional a su deformación (es decir, a su incremento de longitud, sea éste positivo o negativo) y de signo opuesto a la misma de acuerdo con la ley de Hooke:

$$F = -k \cdot x$$

Al aplicar esta fuerza sobre el carrito, éste describirá un movimiento armónico simple, ya que la fuerza dada por la ley de Hooke es una fuerza restauradora.

El periodo será igual a:

$$T = \frac{seg}{oscilaciones} = \frac{25.13}{10} \rightarrow \boldsymbol{T = 2.513\ seg}$$

La velocidad angular la calculamos a partir del periodo:

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{2.513} \rightarrow \boldsymbol{\omega = 2.5\ {}^{rad}/_{s}}$$

La relación entre la velocidad angular y la constante recuperadora del muelle viene dada por:

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \rightarrow k = m \cdot \omega^2 = 0.2 \cdot 2.5^2 \rightarrow \boldsymbol{k = 1.25\ {}^{N}/_{m}}$$

Sabemos la amplitud del movimiento que es el máximo alargamiento del muelle, es decir: A = 0.2 m), por tanto, la ecuación del MAS viene dada por:

$$x(t) = A \cdot sen\ (\omega t + \delta) \rightarrow x(t) = 0.2\ sen\ (2.5t + \delta)$$

Para calcular el desfase inicial, tomamos como origen t = 0 → x = A:

$$0.2 = 0.2\ sen\ \delta \rightarrow\ \ \delta = arc.sen\ (1) \rightarrow \boldsymbol{\delta = \frac{\pi}{2}\ rad}$$

Con lo que la ecuación del movimiento queda:

$$\boldsymbol{x(t) = 0.2\ sen\ \left(2.5t + \frac{\pi}{2}\right)}$$

La energía total del movimiento viene dada por:

$$E = \frac{1}{2}\ k\ A^2 = \frac{1}{2}\ 1.25\ 0.2^2 \rightarrow \boldsymbol{E = 0.025\ Jul}$$

Cada vez que el carrito pasa por el centro x = 0, por lo que la energía potencial será nula:

$$E = \frac{1}{2}\ k\ x^2$$

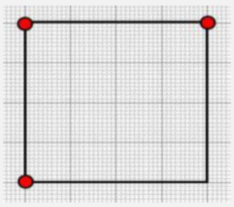
Es decir, toda la energía del carrito será energía cinética:

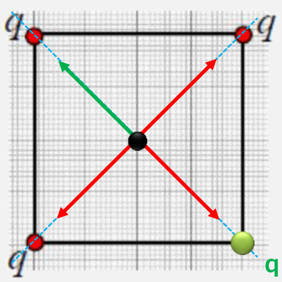
$$E_c = \frac{1}{2}\ m \cdot v^2 \rightarrow v = \sqrt{\frac{2\ E_c}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0.025}{0.2}} \rightarrow \boldsymbol{v = 0.5\ {}^{m}/_{s}}$$

**Cuestión 1.-** Una distribución de cargas puntuales consiste en tres cargas iguales q situadas en tres vértices de un cuadrado (véase figura). Conteste razonadamente a las siguientes preguntas:

a) ¿Qué carga habría que colocar en el cuarto vértice para que el campo eléctrico en el centro del cuadrado sea cero?

b) ¿Qué carga habría que colocar en el cuarto vértice para que el potencial eléctrico en el centro del cuadrado sea cero?






El campo eléctrico es una magnitud vectorial, que en un punto es igual a la suma de los vectores de campo eléctrico producidos por cada carga.
Como se ve en la figura, la distancia que separa a cada carga del centro del cuadrado es la misma.
Los vectores del campo eléctrico de las dos cargas situados en los vértices opuestos se anulan entre sí, al tener igual módulo y dirección pero distinto sentido. Por tanto, para que el campo eléctrico sea nulo en el centro del cuadrado, en el cuarto vértice habría que colocar la misma carga y del mismo signo que las otras tres, para que así se pueda anular con la carga situada en su vértice opuesto.

El potencial eléctrico es una magnitud escalar que en un punto es igual a la suma de los potenciales creados por cada carga. En este caso, en el centro del cuadrado, el potencial eléctrico sería igual a:

$$V = V_1 + V_2 + V_3 + V_4 \rightarrow V = \frac{3k}{d} + k\frac{q_4}{d}$$

Para que el potencial se anule:

$$0 = k\frac{3q}{d} + k\frac{q_4}{d} \rightarrow k\frac{3q}{d} = -k\frac{q_4}{d} \rightarrow \boldsymbol{q = -q_4}$$

Es decir, tiene que ser de igual carga pero de signo contrario al de las otras tres.

**Cuestión 2.-** Demostrar cómo se puede calcular la masa de un planeta, si mediante observaciones astronómicas, se conoce el radio de la órbita y el periodo de rotación de algunos de sus satélites. (Suponer órbitas circulares)

Para que los satélites no se salgan de su órbita, el módulo de la fuerza gravitatoria tiene que ser igual al módulo de la fuerza centrípeta, por lo que:

$$\left|\vec{F_g}\right| = \left|\vec{F_c}\right| \rightarrow G \cdot \frac{M\, m}{R^2} = m \cdot \frac{v^2}{R} \rightarrow \boldsymbol{M = \frac{R\, v^2}{G}}$$

Ahora bien, los datos de los que disponemos son el radio de la órbita y el periodo de rotación, por lo que tenemos que poner la velocidad lineal en función del periodo de rotación a través de la velocidad angular:

$$M = \frac{R \cdot (\omega \cdot R)^2}{G} = \frac{R^3 \cdot \omega^2}{G} = \frac{R^3 \cdot \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2}{G} \rightarrow \boldsymbol{M = \frac{4\pi^2 \cdot R^3}{G \cdot T^2}}$$

**Cuestión 3.-** ¿Se produce corriente fotoeléctrica cuando un haz de luz monocromática de longitud de onda 300 nm incide sobre un metal con un trabajo de de extracción de 2,1 eV?
Datos: (h=6,626·10$^{-34}$J s, c=3,00·10$^{8}$ m s$^{-1}$ , 1 eV = 1,602·10$^{-19}$J , 1nm=10$^{-9}$m)

El efecto fotoeléctrico se dará siempre y cuando la frecuencia del haz incidente sea mayor que la frecuencia umbral del metal. Viene dado por la expresión:

$$E_i = W + E_C$$

La frecuencia umbral la calculamos a partir del trabajo de extracción:

$$W = h \cdot f_0 \rightarrow f_0 = \frac{W}{h} = \frac{2.1eV \cdot \frac{1.602 \cdot 10^{-19} Jul}{1\ eV}}{6.626 \cdot 10^{-34}} \rightarrow \boldsymbol{f_0 = 5.12 \cdot 10^{14}\ Hz}$$

La frecuencia de la luz incidente la calculamos a partir de la longitud de onda de dicho haz:

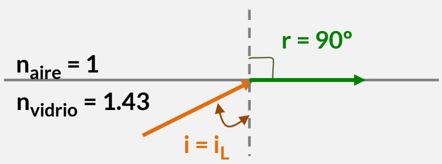
$$c = f \cdot \lambda \rightarrow f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \cdot 10^8}{300 \cdot 10^{-9}} \rightarrow \boldsymbol{f = 1 \cdot 10^{15}\ Hz}$$

Por tanto, como la frecuencia de la luz incidente es mayor que la frecuencia umbral **SÍ** se producirá efecto fotoeléctrico.

**Cuestión Experimental.-** En un laboratorio se ha experimentado con un haz luminoso cuando incide desde el vidrio hacía el aire ($n_{aire}$=1) para observar el fenómeno de la reflexión total.

a) ¿A qué llamamos ángulo límite?
b) ¿Qué condiciones deben cumplir los medios para que se produzca la reflexión total?
c) Calcula el ángulo límite sabiendo que el índice de refracción del vidrio es 1,43

El ánulo límite o crítico es el ángulo a partir del cual no existe refracción y toda la luz incidente es reflejada al mismo medio del que procede, es decir, ocurre el fenómeno de reflexión total.
Solo puede producirse reflexión total si el índice del medio en el que nos encontramos es superior al índice del medio al que vamos.
Según la ley de Snell:




$$n_{vidrio} \cdot sen\,\hat{\imath} = n_{aire} \cdot sen\,\hat{r} \xrightarrow{\hat{r}=90°} n_{vidrio} \cdot sen\,\hat{\imath} = n_{aire} \cdot sen\,90° \rightarrow \hat{\imath} = arc.sen\left(\frac{n_{aire}}{n_{vidrio}} \cdot sen\,90°\right)$$

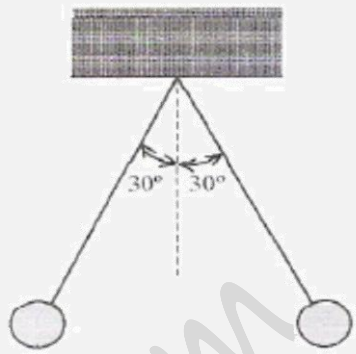
$$= arc.sen\left(\frac{1}{1.43} \cdot 1\right) \rightarrow \boldsymbol{\hat{\imath} = 44.37°}$$

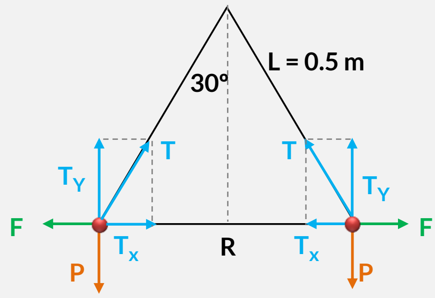
# Opción B

**Problema 1.-** En los extremos de dos hilos de peso despreciable y longitud l = 0,5 m están sujetas dos pequeñas esferas de masa 5 g y carga q. Los hilos forman un ángulo de 30° con la vertical. Se pide:

a) Dibujar el diagrama de fuerzas que actúa sobre las esferas y determina el valor de la carga q.
b) Calcular el valor de la tensión de las cuerdas.
c) Si se duplica el valor de las cargas ¿qué valor deben tener las masas para que no se modifique el ángulo de equilibrio de 30°?

Datos: k = 9·10$^9$ N·m$^2$/C$^2$, g= 9,8 m/s$^2$



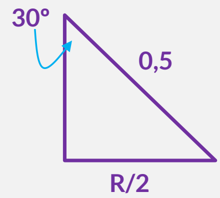




Para que el sistema esté en equilibrio el sumatorio de las fuerzas horizontales y verticales debe ser nulo, para cada esfera. Al ser la figura simétrica, la tensión en ambos hilos es la misma:
Trabajamos con una esfera, en este caso con la que está a la derecha del dibujo. Sus componentes verticales son:

$$\sum \vec{F_y} = 0 \rightarrow P = T_y \rightarrow m\,g = T\cos 30° \rightarrow T = \frac{m\,g}{\cos 30°} = \frac{0.005 \cdot 9.8}{\cos 30°} \rightarrow \boldsymbol{T = 0.056\ N}$$

Sus componentes horizontales:

$$\sum \vec{F_x} = 0 \rightarrow F = T_x \rightarrow k \cdot \frac{q\,q'}{r^2} = T\,sen\,30° \rightarrow q^2 = \frac{T\,r^2\,sen\,30°}{k}$$




Para calcular la el radio, usamos la trigonometría:

$$sen\,30° = \frac{R/2}{0.5} \rightarrow R = 0.35 \cdot 2 \cdot sen\,30° \rightarrow \boldsymbol{R = 0.5\ m}$$

Por tanto,

$$q = \sqrt{\frac{0.056 \cdot 0.5^2\,sen\,30°}{9 \cdot 10^9}} \rightarrow \boldsymbol{q = \pm 8.81 \cdot 10^{-7}\ C = \pm 0.881\ \mu C}$$

Las cargas pueden ser positivas o negativas, siempre y cuando ambas esferas tenga la carga del mismo signo, al ser la fuerza de repulsión.

La tensión es igual en ambas cuerdas, es decir, 0.056N (calculada antes).

Si el valor de las cargas aumenta, también lo hará la fuerza repulsiva entre ellas:

$$\left.\begin{aligned} F &= k \cdot \frac{q^2}{R^2} \\ F' &= k \cdot \frac{(2q)^2}{R^2} \end{aligned}\right\} \rightarrow \frac{F}{F'} = \frac{k \cdot \frac{q^2}{R^2}}{k \cdot \frac{4q^2}{R^2}} \rightarrow \frac{F}{F'} = \frac{1}{4} \rightarrow \boldsymbol{F' = 4F}$$

Es decir, la fuerza repulsiva se cuadruplica. Para compensar este aumento, la componente x de la tensión deberá aumentar también, para así contrarrestar la fuerza eléctrica y que el ángulo no se modifique. La forma de aumentar la $T_x$ es incrementando la masa de las esferas.
Las nuevas componentes verticales son:

$$\sum \vec{F_y} = 0 \rightarrow P' = T'_y \rightarrow m'\,g = T\cos 30° \rightarrow m' = \frac{T\cos 30°}{g}$$

Las nuevas componentes horizontales son:

$$\sum \overrightarrow{F_x} = 0 \rightarrow F' = T'_x \rightarrow 4F = T' sen\, 30° \rightarrow T' = \frac{4F}{sen\, 30°}$$

Por lo tanto:

$$m' = \frac{\frac{4F}{sen\, 30°} \cos 30°}{g} = \frac{4F \cdot ctg\, 30°}{g} = \frac{4k \cdot \frac{q^2}{R^2} \cdot ctg\, 30°}{g} = \frac{4k \cdot q^2 \cdot ctg\, 30°}{R^2 \cdot g} = \frac{4 \cdot 9 \cdot 10^9 \cdot (8.81 \cdot 10^{-7})^2 \cdot ctg\, 30°}{0.5^2 \cdot 9.8} \rightarrow \boldsymbol{m'}$$

$$\boldsymbol{= 0.0197\ kg = 19.75\ gr}$$

Es decir, las masas también se cuadruplican como las cargas.

**Problema 2.-** Encélado es un satélite de Saturno que describe una órbita de radio 238000 km alrededor del planeta. La masa de Saturno es 5,688·$10^{26}$ kg y la de Encélado es 1,080·$10^{20}$ kg (dato verificado recientemente por una sonda de la NASA). Suponiendo que la trayectoria de Encélado alrededor de Saturno es circular, calcúlese:

a) El tiempo invertido por Encélado para describir una órbita alrededor del planeta
b) La energía cinética de Encélado en su órbita alrededor de Saturno
c) La energía potencial gravitatoria del sistema Saturno-Encélado. ¿Hay alguna relación entre el resultado obtenido para la energía potencial gravitatoria del sistema y la energía cinética calculada en el apartado anterior?

Dato: Constante de gravitación universal G = 6,6710$^{-11}$ Nm$^2$kg$^{-2}$

Nos piden el periodo o lo que es lo mismo, el tiempo invertido por el satélite en describir una órbita completa. Para calcularlo sabemos, por un lado, fuerza gravitatoria actúa como fuerza central y por otro lado, sabemos la relación que existe entre la velocidad orbital y el periodo:

$$\left.\begin{array}{l} |\overrightarrow{F_g}| = |\overrightarrow{F_c}| \rightarrow G\frac{M\, m}{R^2} = m\frac{v^2}{R} \\ T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{v/R} \rightarrow v = \frac{2\pi\, R}{T} \end{array}\right\} \rightarrow G\frac{M}{R^2} = \frac{\left(\frac{2\pi\, R}{T}\right)^2}{R} \rightarrow T = 2\pi\sqrt{\frac{R^3}{G\, M}} = 2\pi\sqrt{\frac{(2.38 \cdot 10^8)^3}{6.67 \cdot 10^{-11} \cdot\ 5.688 \cdot 10^{26}}} \rightarrow \boldsymbol{T = 118441\ s}$$

$$\boldsymbol{= 32\ h\ 54'1''}$$

La velocidad orbital necesaria para calcular la energía cinética en la órbita, la calculamos a partir del periodo:

$$\left.\begin{array}{l} E_C = \frac{1}{2}\, m\, v^2 \\ v = \frac{2\pi\, R}{T} \end{array}\right\} \rightarrow E_C = \frac{1}{2}\, m\left(\frac{2\pi\, R}{T}\right)^2 = \frac{2\,\pi^2\, m\, R^2}{T^2} = \frac{2\,\pi^2 \cdot 1.08 \cdot 10^{20}\, (2.38 \cdot 10^8)^2}{118441^2} \rightarrow \boldsymbol{E_C = 8.6 \cdot 10^{27} Jul}$$

La energía potencial gravitatoria del sistema viene dada por la expresión:

$$E_P = -G\frac{M\, m}{R}\, m\, v^2 = -6.67 \cdot 10^{-11} \cdot \frac{5.688 \cdot 10^{26} \cdot 1.08 \cdot 10^{20}}{2.38 \cdot 10^8} \rightarrow \boldsymbol{E_P = -1.72 \cdot 10^{28} Jul}$$

Para saber la relación de la energía cinética con respecto a la potencial:

$$\left.\begin{array}{l} E_C = \frac{1}{2}\, m\, v^2 \\ |\overrightarrow{F_g}| = |\overrightarrow{F_c}| \rightarrow G\frac{M\, m}{R^2} = m\frac{v^2}{R} \rightarrow\ v^2 = \frac{G\, M}{R} \end{array}\right\} \rightarrow E_C = \frac{1}{2}\, m\,\frac{G\, M}{R} \rightarrow \boldsymbol{E_C = G\frac{M\, m}{2R}}$$

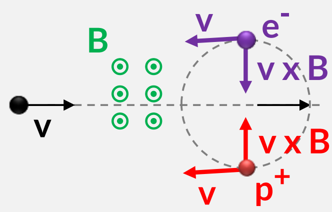
Es decir, **la energía cinética es la mitad del valor absoluto de la energía potencial**, teniendo signos opuestos.

**Cuestión 1.-** Un protón y un electrón entran en un campo magnético uniforme con velocidad perpendicular a las líneas de campo. El protón tiene una masa 1836 veces mayor que la del electrón. ¿Cuál debe ser la relación entre sus velocidades de forma que el radio de las trayectorias que describen sea el mismo?

La fuerza del campo magnético viene dada por la fuerza de Lorentz:

$$\vec{F} = q\, \vec{v}\, x\, \vec{B}$$

Cuando la carga es positiva, la fuerza magnética tiene el mismo sentido que el producto vectorial $\vec{v}\ x\ \vec{B}$. Es decir, será perpendicular a ambos vectores, actuando como una fuerza centrípeta que cambia la dirección de la partícula pero sin cambiar el módulo de la velocidad. Por tanto, la partícula describirá una trayectoria circular en sentido horario.
Cuando la carga es negativa, la fuerza magnética tiene el sentido contrario que el producto vectorial $\vec{v}\ x\ \vec{B}$, como en el caso anterior. Sin embargo, en este caso, la trayectoria será circular en el sentido antihorario.




Para que ambas partículas describan una órbita circular, la fuerza magnética tiene que ser igual a la fuerza centrípeta:

$$\left.\begin{array}{l} |\vec{F_m}| = q\ \ v\ \ B\ sen\ \theta \\ |\vec{F_c}| = m\dfrac{v^2}{R} \end{array}\right\} \rightarrow q\ \ v\ \ B\ sen\ \theta = m\frac{v^2}{R} \rightarrow R = \frac{m\ v}{q\ \ B\ sen\ 90°} \rightarrow \boldsymbol{R = \frac{m\ v}{q\ \ B}}$$

Nos dicen que los radios tienen que ser iguales, además, el valor absoluto de ambas cargas es el mismo:

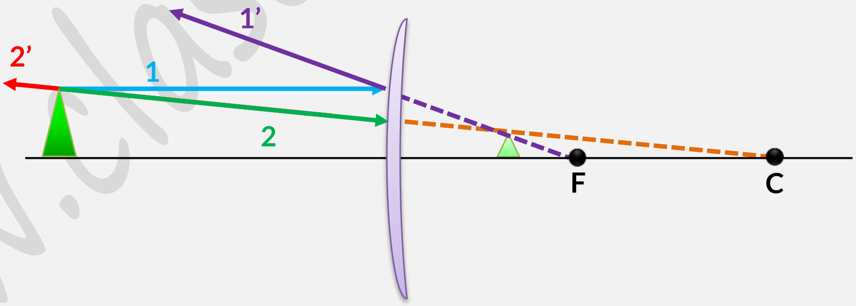
$$R_+ = R_- \rightarrow \frac{m_+\ v_+}{q\ \ B} = \frac{m_-\ v_-}{q\ \ B} \rightarrow \frac{v_+}{v_-} = \frac{m_-}{m_+} \rightarrow \frac{v_+}{v_-} = \frac{m_-}{1836 m_-} \rightarrow \boldsymbol{v_- = 1836\ v_+}$$

Es decir, la velocidad del electrón tiene que ser 1836 veces la del protón.

***Cuestión 2.-*** ¿Qué características tiene la imagen que se obtiene con un espejo esférico convexo? Efectúa la construcción geométrica suponiendo un objeto real

En un espejo esférico convexo el centro de la curvatura y el foco se encuentran detrás del espejo.

- El rayo 1 incide en el espejo en dirección paralela al eje óptico, se refleja de manera que la prolongación del rayo reflejado (1') pasa por el foco.
- El rayo 2 incide en el espejo apuntando hacia el centro de curvatura, reflejándose volviendo por el mismo camino sin variar su dirección (2').
- Los dos rayos reflejados (1' y 2') son divergentes (no se cortan), aunque si lo hacen sus prolongaciones. Es decir, la imagen será virtual (detrás del espejo sin poder proyectarse sobre una pantalla), se verá derecha (misma orientación que el objeto) y más pequeña que el objeto real.




***Cuestión 3.-*** Sabiendo que en la siguiente reacción nuclear ${}^{A}_{Z}Li + {}^{1}_{1}H \rightarrow 2\ {}^{4}_{2}He$ se liberan 11,47 MeV de energía.

a) Escribir el número atómico y número másico del isótopo de litio.
b) Calcular la masa atómica de dicho isótopo

Datos: Masa atómica del hidrógeno = 1,0078 u. Masa atómica del = 4,0026 u. 1 u = 931 MeV

Primero hacemos un razonamiento aproximado: los dos núcleos de Helio originados suponen aproximadamente 4 + 4 = 8 umas, por tanto, el isótopo de Litio debe tener 7, pues el núcleo de H aporta una unidad de masa, es decir: A = 7.
Por otro lado, al ser Litio sabemos que su número atómico del isótopo es Z= 3, lo cual es necesario según la reacción puesto que los núcleos de Helio contienen dos protones cada uno (cuatro en total) y el hidrógeno tiene uno: 3 + 1 = 4.
La reacción nuclear se produce convirtiendo en energía una parte de la masa de los núcleos de hidrógeno y litio (11.47 MeV):

| Masa Litio | + | Masa Hidrógeno | = | 2 · Masa Helio | + | Conversión de Energía |
|---|---|---|---|---|---|---|
| x | + | 1.0078 uma | = | 2 · 4.0026 uma | + | $\frac{11.47}{931}$ uma |

Calculando la x tenemos que la masa de litio es de **7.0097 umas**.

***Cuestión Experimental.-*** En el laboratorio del instituto medimos cuatro veces el tiempo que un muelle, separado de su posición de equilibrio, tarda en describir 20 oscilaciones de pequeña amplitud. Los resultados de la medición se muestran en la tabla. Determinar el valor de la constante elástica del muelle

| Experiencia | Masa (g) (masa del platillo + pesa) | Tiempo 20 oscilaciones |
|---|---|---|
| 1ª | 20 | 17.84 |
| 2ª | 30 | 22.05 |
| 3ª | 50 | 27.91 |
| 4ª | 70 | 32.34 |

La constante elástica del muelle la podemos calcular a partir de la expresión del periodo de oscilación del resorte:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \rightarrow k = 4\pi^2\frac{m}{T^2}$$

El periodo de oscilación lo calculamos dividiendo el tiempo de cada resorte entre las 20 oscilaciones que dan. Por último, la constante elástica del resorte será la media aritmética de las constantes elásticas calculadas para cada masa:

| m (kg) | t(s) | $T = \frac{t}{20 \text{ oscilaciones}}$ | k(N/m) |
|---|---|---|---|
| 0.02 | 17.84 | 0.89 | 0.99 |
| 0.03 | 22.05 | 1.10 | 0.97 |
| 0.05 | 27.91 | 1.40 | 1.01 |
| 0.07 | 32.34 | 1.62 | 1.06 |

$$k = \frac{0.99 + 0.97 + 1.01 + 1.06}{4} \rightarrow \boldsymbol{k = 1.01\ {}^{N}/_{m}}$$