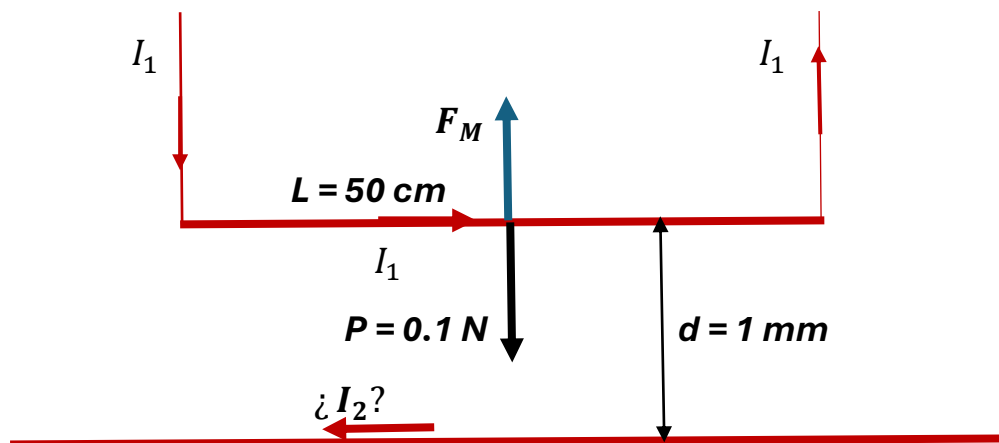


Ejercicio 1

Una varilla muy fina de masa = 10 g y longitud $L = 50$ cm está colgada de dos hilos conductores de masa despreciable de forma que por la varilla circula una intensidad constante $I_1 = 10$ A. Por debajo de la varilla, a 1 mm de distancia y paralelo a ésta, se encuentra un hilo muy largo (podemos considerarlo de longitud infinita) por el que tenemos que hacer circular una cierta intensidad I_2 . Determinar la magnitud mínima de esta intensidad y el sentido en el que tiene que circular por el hilo infinito para que la fuerza magnética que ejerce el hilo sobre la varilla compense el peso de la varilla.

Dato: $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ N/A}^2$

La figura, que está adjunta al enunciado, es la siguiente, pero sin los vectores peso ni fuerza magnética. Se ha tomado el valor de la gravedad como **10 N/kg**.



En ella hemos añadido la fuerza magnética que ha de crear el conductor indefinido para contrarrestar al peso de la varilla para cumplir las condiciones del enunciado. Claramente ha de ser hacia arriba.

Si recordamos el apartado de teoría en donde se habla de las fuerzas que dos cables paralelos se ejercen entre sí cuando por ellos circula una corriente eléctrica, sabemos que se atraen si sus intensidades son del mismo sentido y se repelen si son de sentido

contrario. Por lo tanto, en nuestro caso la corriente del cable de abajo debe de ser en sentido contrario a la intensidad que circula por el cable de arriba, hacia la izquierda como se ha dibujado, para que se repelan.

La fuerza por unidad de longitud que se ejercen, en módulo, viene dada por:

$$\frac{F}{L} = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi d}$$

Dado que sabemos la longitud del cable, la fuerza magnética sobre él será:

$$F_M = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi d} \cdot L = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 10 \cdot I_2}{2\pi \cdot 1 \cdot 10^{-3}} \cdot 0.5 = 2 \cdot 10^{-3} I_2$$

E igualando al peso para que ambas se contrarresten:

$$F_M = P \rightarrow 2 \cdot 10^{-3} I_2 = 10^{-1} \rightarrow I_2 = \mathbf{50 \text{ A}}$$

Ejercicio 2

El muón (μ^-) tiene la misma carga eléctrica que el electrón. En un acelerador de partículas se aceleran muones desde el reposo mediante una diferencia de potencial de 2000 voltios.

- a) Determinar la energía cinética que adquieren los muones.**
- b) A continuación, los muones entran en una zona con un campo magnético uniforme $\beta = 3 \text{ mT}$ perpendicular a su velocidad. Si se inyectan electrones con la misma velocidad en el mismo campo magnético la trayectoria descrita por los electrones tiene un radio que es 206 veces más pequeño que en el caso de los muones. Obtener la masa del muón.**

Datos: carga electrón: $e^- = -1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$;

masa del electrón: $m_e = 9.1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$

a)

Es una deducción muy típica la de calcular la velocidad que adquiere una carga cuando se acelera entre dos puntos de diferencia de potencial conocida, como en este caso. Si aplicamos el teorema del trabajo, teniendo en cuenta que sólo actúa el campo eléctrico, que es conservativo:

$$W_{NC1}^2 = \Delta E_m = \Delta E_c + \Delta E_p \rightarrow 0 = \Delta E_c + \Delta E_p \rightarrow \Delta E_c = -\Delta E_p$$

Si la carga parte del reposo:

$$\frac{1}{2}mv_f^2 = -q\Delta V \rightarrow \frac{1}{2}mv_f^2 = |q\Delta V|$$

La fórmula remarcada en negrita es la que utilizaremos para calcular la velocidad adquirida por una carga cuando se acelera entre dos puntos de diferencia de potencial conocida si parte del reposo. En nuestro caso:

$$E_c = \frac{1}{2}mv_f^2 = 1.6 \cdot 10^{-19} \cdot 2000 = 3.2 \cdot 10^{-15} \text{ J} \rightarrow$$

$$v_f = \sqrt{\frac{2 \cdot 3.2 \cdot 10^{-15}}{m}} m/s$$

b)

La fuerza magnética es perpendicular a la velocidad y es, por lo tanto, la fuerza centrípeta que produce el giro de la carga:

$$F_m = |q|v\beta = m \frac{v^2}{R} \rightarrow R = \frac{mv}{|q|\beta}$$

Aplicamos esa ley al muón y al electrón:

$$R_e = \frac{m_e v_e}{|q|\beta}$$

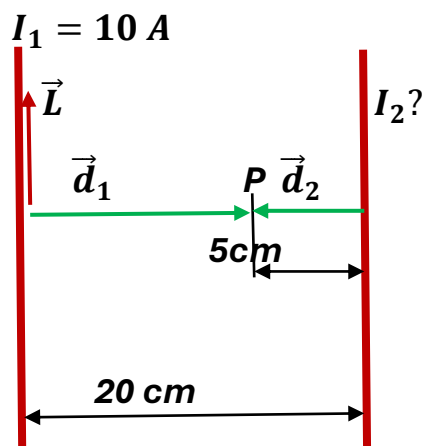
$$R_m = \frac{m_m v_m}{|q|\beta}$$

Dado que sabemos la relación entre los radios, y las velocidades, las cargas y el campo magnético son los mismos, dividiendo ambas ecuaciones podemos relacionar las masas del muón y del electrón:

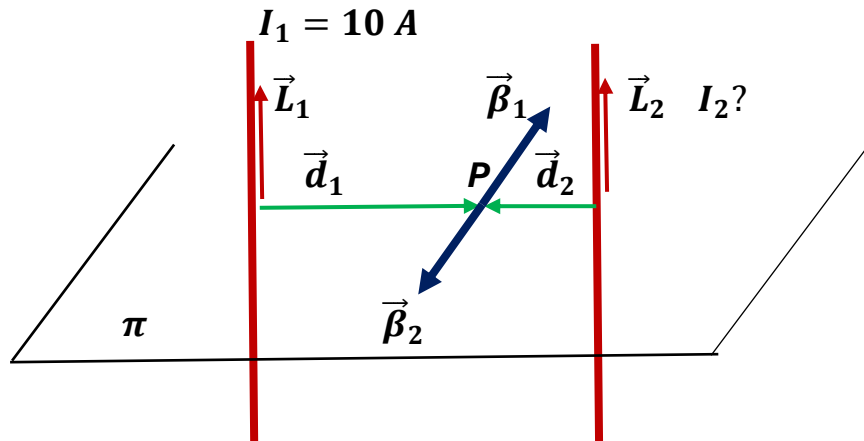
$$\frac{R_e}{R_m} = \frac{m_e}{m_m} \rightarrow \frac{R_e}{206R_e} = \frac{m_e}{m_m} \rightarrow m_m = 206m_e = 206 \cdot 9.1 \cdot 10^{-31} kg$$

Ejercicio 3

Dos conductores rectilíneos, paralelos y verticales, distan entre sí 20 cm. Por el primero de ellos circula una corriente de 10 amperios hacia arriba. Calcular la magnitud y deducir el sentido de la corriente que debe circular por el segundo conductor colocado a la derecha del primero para que el campo total creado por ambas corrientes en un punto P situado a 5 cm a la izquierda del segundo conductor se anule.



El campo magnético producido por un cable en un punto es un vector perpendicular al plano formado por el cable y el punto y de sentido el del producto vectorial de $\vec{L} \times \vec{d}$, donde el vector $\vec{L}$ es un vector que lleva la dirección del cable y sentido el de su intensidad, marcado en rojo, y el vector $\vec{d}$ determina la posición del punto P respecto del cable, es perpendicular al cable y va siempre del cable al punto. Se ha marcado en verde.



De esta manera, vemos que el campo magnético creado por el conductor **1**, $\vec{B}_1$, tiene la dirección del vector dibujado en azul, perpendicular al plano formado por el cable y el punto, como hemos dicho, hacia dentro de la pizarra y apoyado en el plano π .

Por lo tanto, el campo magnético creado por el cable **2**, para que anule al vector $\vec{B}_1$, ha de ser el dibujado, $\vec{B}_2$. Como ya se ha hecho otras veces, si tenemos que deducir entre dos opciones, en este caso si la intensidad por el cable **2** va hacia arriba o hacia abajo, elegimos una de ellas arbitrariamente. Si con esa elección se cumple lo que queremos, hemos acertado. Si no será la opción contraria.

Como se refleja en la figura, hemos elegido el sentido de la intensidad hacia arriba. Si efectuamos el producto vectorial $\vec{I}_2 \times \vec{d}_2$ hemos de ver que el vector resultante, perpendicular al plano de la pizarra, sale de ella, por lo que, efectivamente, cumple la condición que queremos, el vector $\vec{B}_2$ es de sentido contrario a $\vec{B}_1$.

Para que el campo resultante sea cero, ambos vectores deben de tener el mismo módulo:

$$\frac{\mu_0 I_1}{2\pi d_1} = \frac{\mu_0 I_2}{2\pi d_2} \rightarrow \frac{10}{0.15} = \frac{I_2}{0.05} \rightarrow I_2 = 3.33\text{ A}$$