El problema del día

Selectividad C. Valenciana

FÍSICA

Opción A, PROBLEMA 3

Junio 2019

CAMPO MAGNÉTICO

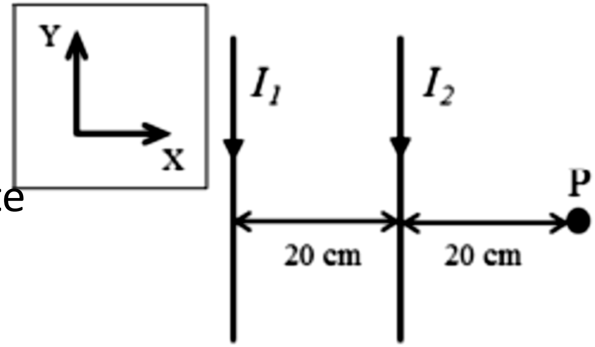
Problema 3

Dos cables rectilíneos y muy largos, paralelos entre sí, transportan corrientes eléctricas I_1=2 A e I_2=4 A con los sentidos representados en la figura adjunta.

a) Calcula el campo magnético total (módulo, dirección y sentido) en el punto P.

b) Sobre un electrón que se desplaza por el eje X actúa una fuerza magnética $\vec{F}=1'6\cdot 10^{-18}\ \vec{j}$ N cuando pasa por el punto P. Calcula el módulo de su velocidad en dicho punto.

Datos: permeabilidad magnética del vacío, $\mu_0=4\pi\cdot 10^{-7}$ Tm/A; carga del electrón, $e=1'6\cdot 10^{-19}$ C.



Solución:

Aplicando la ley de Biot-Savart, se puede demostrar que:

Un hilo conductor rectilíneo por el que circula una corriente eléctrica, genera un campo magnético de módulo:

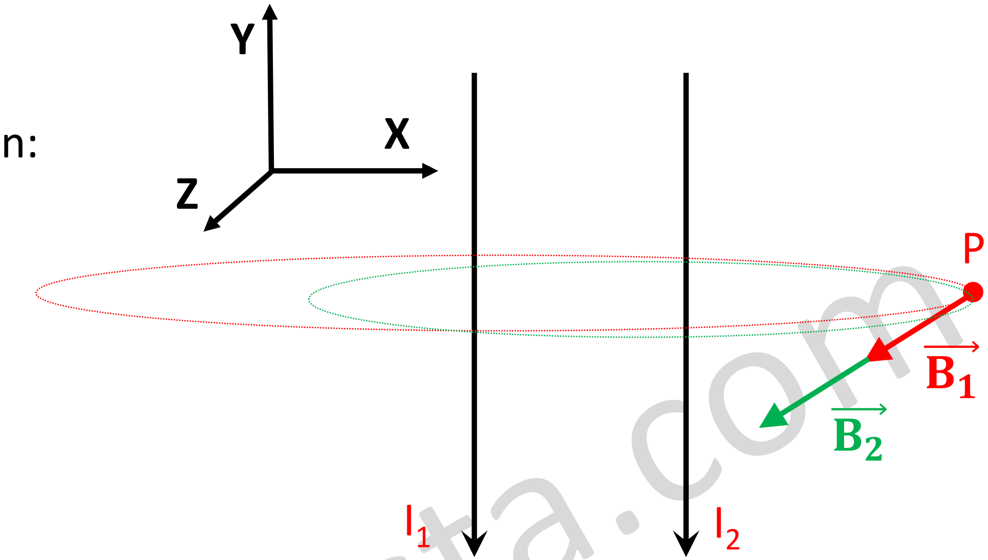
$$\boxed{B=\frac{\mu_0 * I}{2\pi * r}}$$

La dirección del campo magnético se dibuja perpendicular al plano determinado por la corriente rectilínea y el punto, y el sentido se determina por la regla del sacacorchos o la denominada de la mano derecha.

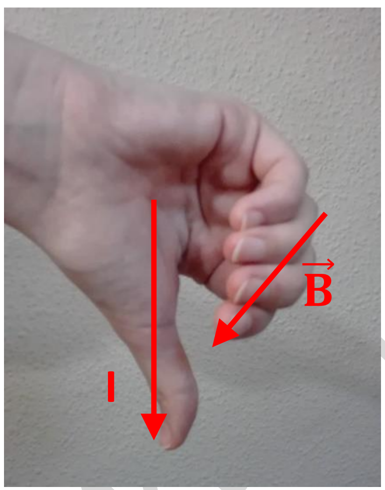
En este caso, ambos campos magnéticos tendrán el sentido positivo del Eje Z.

Para calcular el campo magnético total generado por ambos hilos, debemos aplicar el principio de superposición: $\boxed{\vec{B}=\overrightarrow{B_1}+\overrightarrow{B_2}}$

Representamos gráficamente la situación:



Para definir el sentido del campo magnético, utilizamos <u>la regla de la mano derecha</u>, señalando el pulgar en el sentido en la corriente eléctrica y los dedos en el sentido del campo magnético. Podemos comprobar en este caso, que el campo magnético es saliente.



Calculo los vectores campo magnético:

$$\overrightarrow{B_1} = \frac{\mu_0 * I_1}{2\pi * r_1}\vec{k} \longrightarrow \overrightarrow{B_1} = \frac{4\pi * 10^{-7} * 2}{2\pi * 0'4}\vec{k} = 1 * 10^{-6}\,\vec{k}\;(T)$$

$$\overrightarrow{B_2} = \frac{\mu_0 * I_2}{2\pi * r_2}\vec{k} \longrightarrow \overrightarrow{B_2} = \frac{4\pi * 10^{-7} * 4}{2\pi * 0'2}\vec{k} = 4 * 10^{-6}\,\vec{k}\;(T)$$

$$\vec{B} = \overrightarrow{B_1} + \overrightarrow{B_2} \longrightarrow \vec{B} = 1 * 10^{-6}\,\vec{k} + 4 * 10^{-6}\,\vec{k} = 5 * 10^{-6}\,\vec{k}\;(T)$$

El campo magnético tendrá por módulo $5 * 10^{-6}$ T, dirección el eje Z y su sentido será el positivo del eje Z.

b) Sobre un electrón que se desplaza por el eje X actúa una fuerza magnética $\vec{F}$=1'6·10^{-18} $\vec{j}$ N cuando pasa por el punto P. Calcula el módulo de su velocidad en dicho punto.

Según la ley de Lorentz, un electrón que se desplaza en el interior de un campo magnético, sufre una fuerza:

$$\vec{F} = q * (\vec{v} \times \vec{B})$$

Datos: $\vec{F}$=1'6·10^{-18} $\vec{j}$ (N) q=−1'6·10^{-19} C $\vec{B} = 5 * 10^{-6}\,\vec{k}\,(T)$ $\vec{v} = v\vec{i}\,(m/s)$

Sustituyo en la ecuación de la ley de Lorentz:

$$1'6{\cdot}10^{-18}\,\vec{j} = -1'6{\cdot}10^{-19} \cdot \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ v & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 5 \cdot 10^{-6} \end{vmatrix} \rightarrow 1'6{\cdot}10^{-18}\,\vec{j} = -(-1'6{\cdot}10^{-19}) \cdot v \cdot 5 \cdot 10^{-6}\,\vec{j}$$

Aplicando el principio de equivalencia, podemos simplificar el vector $\vec{j}$, y despejar el módulo de la velocidad.

$$v = \frac{1'6 \cdot 10^{-18}}{1'6 \cdot 10^{-19} \cdot 5 \cdot 10^{-6}} = 2 \cdot 10^{6}\ m/s$$

El módulo de la velocidad en P será: $2 \cdot 10^{6}\ m/s$