

Guía 3. Magnetismo

Constantes:

$\mu_0 = 4 \pi \times 10^{-7} \text{ Tm/A}$; $eV = 1,6 \times 10^{-19} \text{ J}$; $m_e = 9 \times 10^{-31} \text{ kg}$; $m_p = 1,7 \times 10^{-27} \text{ kg}$; $q_e = -1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$.

Unidades:

Campo magnético: [B] - **SI:** $T \equiv \text{N}/(\text{Am}) = \text{A/m} = \text{Wb/m}^2$; **CGS:** Gs; $1 \text{ T} = 10^4 \text{ Gs}$

Notación: T : Tesla ; Gs : Gauss.

Esfera de radio R. Superficie: $S = 4 \pi R^2$; volumen: $V = 4 \pi R^3/3$

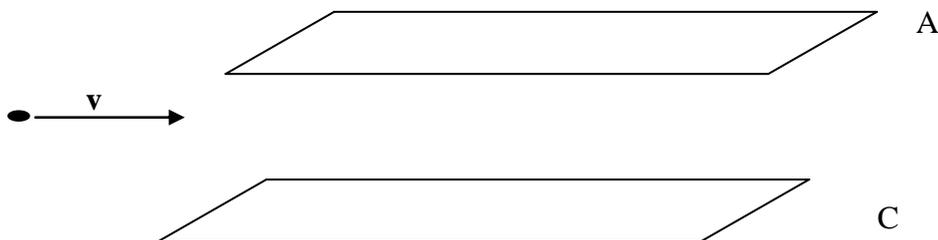
Cilindro de radio R y largo L. Superficie lateral: $S = 2 \pi R L$; volumen: $V = \pi R^2 L$

A. Fuerza de Lorentz

- 1) Un protón es lanzado con una velocidad de $3 \times 10^7 \text{ m/s}$ dentro de una zona del espacio donde hay un campo magnético uniforme, perpendicular a la velocidad, de magnitud 10 T. Calcule la magnitud de la fuerza magnética ejercida sobre el protón y compárela con su peso.

Resp.: $4,8 \times 10^{-11} \text{ N} = 2,87 \times 10^{15} m_p g$

- 2) En un tubo de rayos catódicos un haz de electrones con velocidad $v = 5,7 \cdot 10^6 \text{ m/s}$ en la dirección indicada en la figura, es dirigido hacia la región del espacio comprendido entre las dos placas metálicas plano-paralelas A y C, entre las que se puede establecer un campo eléctrico **E**.



- a) ¿Cuál es la trayectoria de un electrón si $\mathbf{E} = 0$ y se aplica un campo magnético **B** uniforme de $5 \cdot 10^{-4} \text{ T}$, en dirección paralela a la superficie de las placas y perpendicular al haz de electrones? Calcule la frecuencia de rotación de los electrones.

Resp. 88 MHz

- b) ¿Es posible elegir **E** y **B** para que el electrón no se desvíe? Calcule el valor de E.

- 3) Suponga que se tiene un campo magnético **B** uniforme en dirección z.

- a) En qué plano se podrá mantener un electrón describiendo trayectorias circulares?
- b) Si $B = 2 \cdot 10^{-5} \text{ T}$ y se requiere que el radio de las circunferencias sea de 0,5 m, ¿cuál debe ser la frecuencia de giro del electrón? ¿Cuál es entonces el módulo de su velocidad?

Resp. $f = 560 \text{ kHz}$; $v = 1,76 \cdot 10^6 \text{ m/s}$

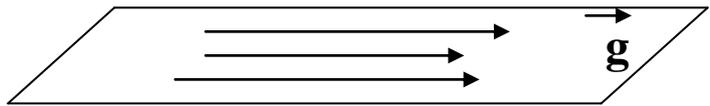
B. Campo magnético, Ley de Ampere

4) Dadas las siguiente configuraciones, dibuje las líneas del campo magnético generado por las mismas y luego calcule el campo magnético en todo el espacio utilizando la ley de Ampere. Sugerencia: Para el solenoide y el toroide suponga que las espiras están muy juntas.

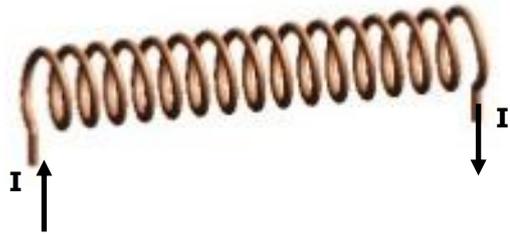
a) Un cable delgado, recto e infinito, por donde circula una corriente I:



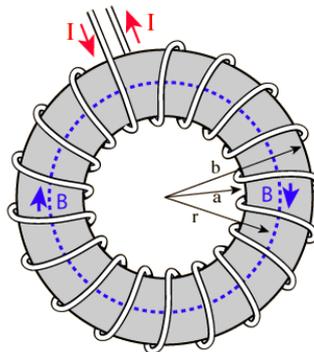
b) Un plano infinito por el cual circula una densidad de corriente superficial uniforme \mathbf{g} :



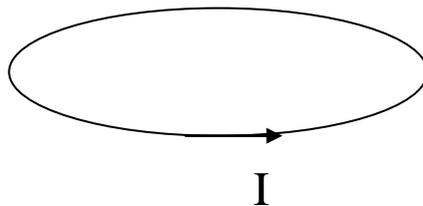
c) Solenoide infinito por el que circula una corriente I:



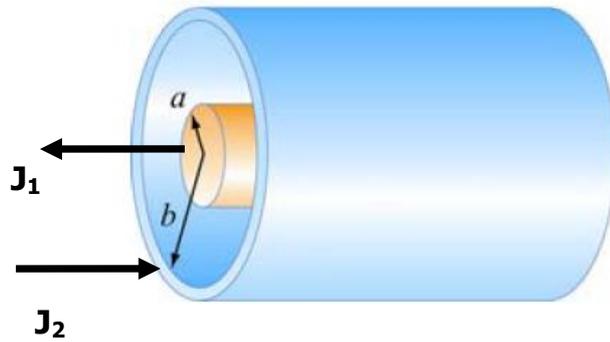
d) Toroide por el que circula una corriente I:



5) Dibuje las líneas del campo magnético generado por una espira circular por la que circula una corriente I



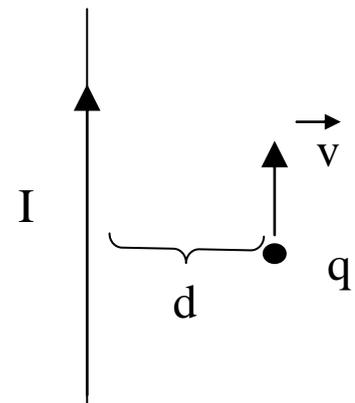
6) Considere un par de cilindros infinitos concéntricos. El interior es macizo, de radio a , y el exterior es hueco, de radio interno b y radio externo c . Por estos cilindros circulan densidades de corriente de volumen \mathbf{J}_1 y \mathbf{J}_2 respectivamente en sentido opuesto, como muestra la figura.



- a) Calcule el campo magnetico en todo punto del espacio.
- b) Halle la relación que debe haber entre $|J_1|$ y $|J_2|$ para que el campo en el exterior del cilindro mayor sea nulo.

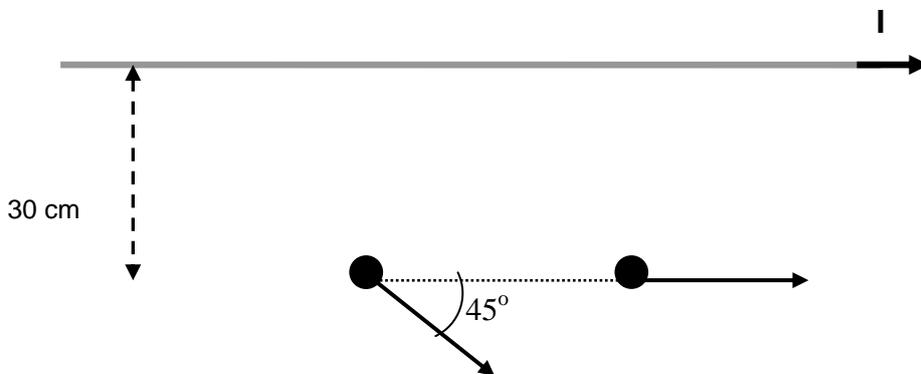
7) Considere un cable recto infinito por el cual circula una corriente $I = 1A$. Calcule el campo generado por el cable en función de la distancia. A partir de éste calcule

- a) la fuerza que se ejerce sobre una partícula cargada de $1\mu C$ que se desplaza paralela al cable con velocidad 10^3 m/s, en el mismo sentido de la corriente. ¿Qué cambia si la partícula se desplaza en sentido contrario? ¿Qué fuerza se ejerce sobre el cable? ($d=1cm$)
- b) la fuerza por unidad de longitud que se ejerce sobre un segundo cable recto, infinito, paralelo al primero, por el cual circula una corriente I en sentido opuesto.



Resp.: a) 2×10^{-8} N, b) 2×10^{-5} N/m

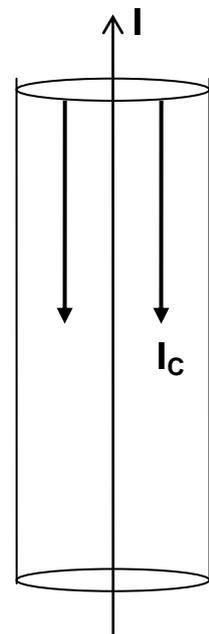
8) Se tiene un cable recto muy largo (infinito) por el que circula una corriente de 10 A.



- a) Dibuje las líneas de campo magnético. Utilizando el teorema de Ampere calcule el valor del campo magnético a 30 cm de cable.
- b) Calcule la fuerza sobre una carga de -2 mC moviéndose con velocidad de 300 m/s en las dos direcciones indicadas en la figura (los vectores \mathbf{v} y el cable están en el mismo plano). Expresé las fuerzas vectorialmente, indicando el sistema de referencia utilizado. Represente gráficamente los vectores velocidad, campo magnético y fuerza en cada caso.

9) Se tiene una configuración de corrientes dada por un cable muy delgado (o hilo) y un cilindro de radio $R=2$ cm y espesor despreciable, ambos infinitos y concéntricos, como se ve en la figura. Por el cilindro circula corriente superficial \mathbf{I}_c por todo su perímetro, en sentido antiparalelo al de la corriente \mathbf{I} que circula por el cable. Sabiendo que el campo magnético total (generado por el cable más el cilindro) es

$$\begin{cases} \vec{B} = 0.3/r \cdot 10^{-6} \text{ Tm } \vec{\theta} & (\text{para } r < R) \\ \vec{B} = -1.71/r \cdot 10^{-6} \text{ Tm } \vec{\theta} & (\text{para } r > R). \end{cases}$$



donde $\vec{\theta}$ tiene sentido antihorario, calcule

- la corriente \mathbf{I} por el cable
- la corriente superficial \mathbf{I}_c por el cilindro
- la fuerza ejercida sobre una partícula cargada que se mueve paralela (en el mismo sentido) a la corriente \mathbf{I} , con una velocidad $|\mathbf{v}|=2\text{m/s}$ y a una distancia de 10 cm del cable.

C. Ley de Faraday

10) Los rieles de una vía están separados por 1,5 m y están aislados entre sí. Se conecta entre ellos un milivoltímetro. ¿Cuánto indica el instrumento cuando pasa un tren a 200 km/h? Suponga que la componente vertical del campo magnético de la Tierra mide $1,5 \cdot 10^{-5}$ T.

Resp.: $1,25 \times 10^{-3}$ V

11) Una espira circular de 1000 vueltas y 100 cm^2 de área está colocada en un campo magnético uniforme de 0,01 T y rota 10 veces por segundo en torno de uno de sus diámetros que es normal a la dirección del campo. Calcule:

a) La f.e.m. inducida en la espira, en función del tiempo t y, en particular, cuando su normal forma un ángulo de 45° con el campo.

b) La f.e.m. máxima y mínima y los valores de t para que aparezcan estas f.e.m.

Resp.: fem max 6,28V

12) Una espira cuadrada de lado $d = 10 \text{ cm}$ y resistencia $R = 10 \ \Omega$ atraviesa con velocidad constante $v=10 \text{ m/s}$ una zona de campo magnético uniforme de magnitud 10^{-2} T y ancho $D=3d$, como muestra la figura. Calcule y grafique en función de la posición de la espira:

- El flujo magnético,
- La f.e.m. inducida
- La corriente que circula por la espira

