

Práctica 11. 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:** $T \equiv N/(Am) = A/m = \text{Wb}/m^2$; **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: $V = 4 \pi R^3/3$

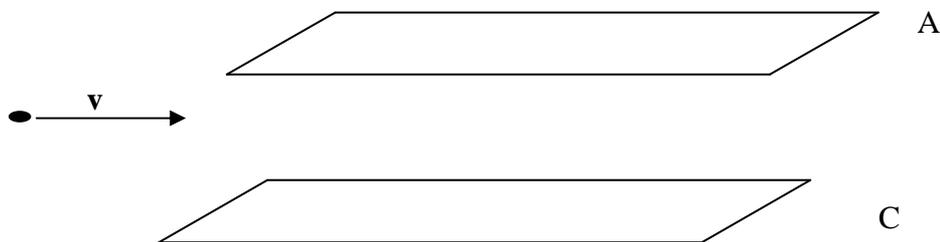
Cilindro de radio R y largo L. Superficie lateral: $S = 2\pi R L$; volumen: $V = \pi R^2 L$

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?

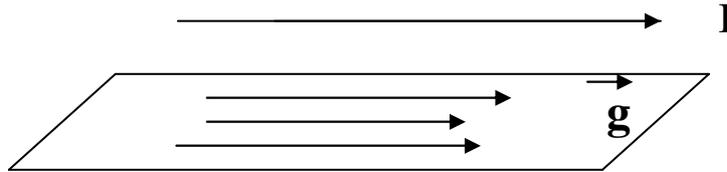
- b) Si $B = 2 \cdot 10^{-5} \text{ T}$ y se requiere que el radio de las circunferencias sea de 0,5 m, ¿cuál debe ser la frecuencia de giro del electrón? ¿Cuál es entonces el módulo de su velocidad?

Resp. $f = 560 \text{ kHz}$; $v = 1.76 \cdot 10^6 \text{ m/s}$

Campo magnético, Ley de Ampere

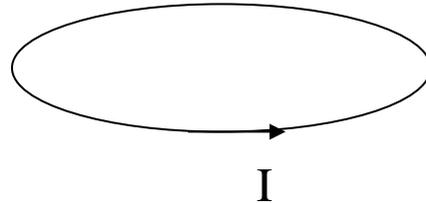
4) Dibuje las líneas del campo magnético generado por las siguientes configuraciones y calcule el campo magnético en todo el espacio para los casos a), b), d), e) y sobre el eje de simetría para el caso c) (la espira circular)

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

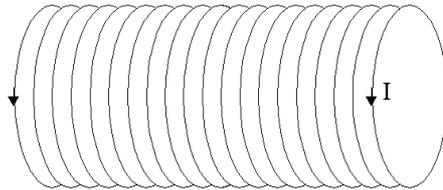


b) Un plano infinito por el cual circula una densidad de corriente superficial uniforme g :

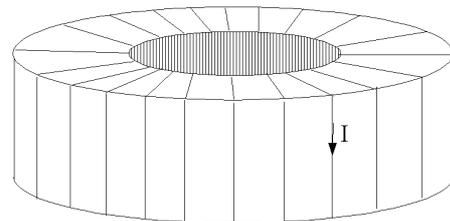
c) Una espira circular por la cual circula una corriente I :



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



e) Toroide por el que circula una corriente I :

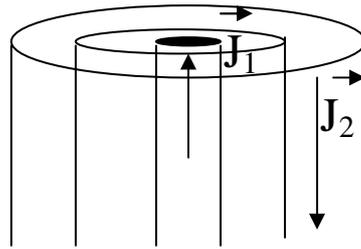


Sugerencia: Para el solenoide y el toroide suponga que las espiras están muy juntas

5) 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 magnético en todo punto del espacio.

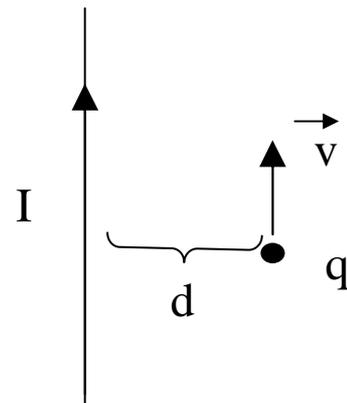
b) Halle la relación que debe haber entre $|J_1|$ y $|J_2|$ para que el campo en el exterior del cilindro mayor sea nulo.



6) Considere un cable recto infinito por el cual circula una corriente $I = 1A$.

a) Calcule 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) Calcule 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.

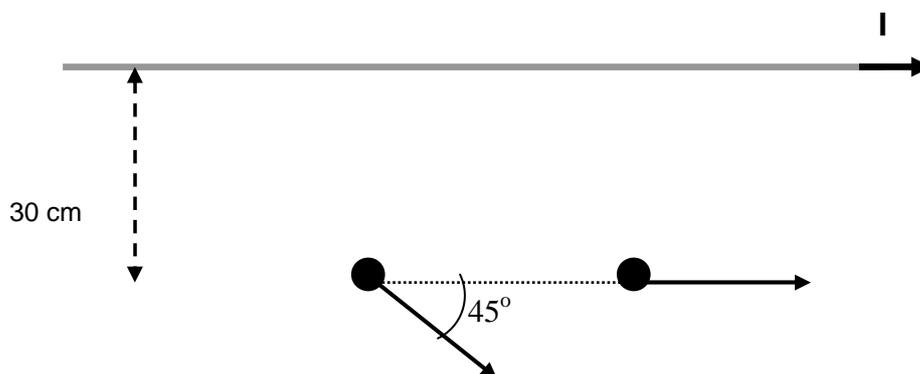


Resp.: a) 2×10^{-8} N, b) 2×10^{-5} N/m

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

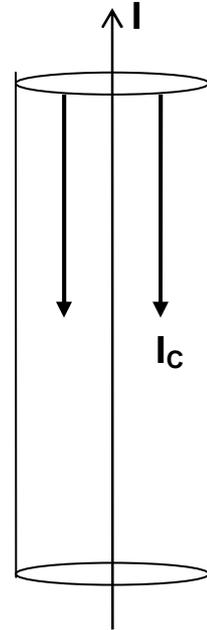
a) Dibuje las líneas de campo magnético. Utilizando el teorema de Ampere calcule el valor del campo magnético a 30 cm de cable (expreselo en forma vectorial)

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 v y el cable están en el mismo plano). Expresar las fuerzas vectorialmente, indicando el sistema de referencia utilizado. Represente gráficamente los vectores velocidad, campo magnético y fuerza en cada caso.



8) Se tiene una configuración de corrientes dada por un cable muy delgado (o hilo) y un cilindro de radio $R=2\text{cm}$ 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

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



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.

Ley de Faraday

9) 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 $1,5 \cdot 10^{-5} \text{ T}$.

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

10) 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:

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

Resp.: fem max 6,28V

11) 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

