



DISCUSIÓN DE PROBLEMAS No. 5

UNIDAD V: CAMPO MAGNÉTICO

A – REVISIÓN DE CONCEPTOS

1º Defina o explique los siguientes términos:

1) Campo magnético	5) Tesla (T)	9) Momento dipolar magnético (μ)	13) Solenoide
2) Polos magnéticos	6) Gauss (G)	10) Dipolo magnético	14) Toroide
3) Líneas de campo magnético	7) Weber (Wb)	11) Ley de Biot-Savart	15) Flujo de campo magnético
4) Vector campo magnético (B)	8) Fuerza de Lorentz	12) Ampere (A)	16) Ley de Gauss en el magnetismo

2º Argumente acerca de la veracidad o falsedad de las afirmaciones siguientes:

- Así como en la electrostática el campo eléctrico se relaciona con las cargas eléctricas, en el magnetismo el campo magnético se relaciona con los monopolos magnéticos.
- La dirección del campo magnético **B**, da la dirección de la fuerza magnética sobre una carga puntual en movimiento.
- Si un electrón no se desvía al pasar por cierta región del espacio, podemos estar seguros de que no existe un campo magnético en dicha región.
- Si un electrón se desvía lateralmente al pasar por cierta región, podemos estar seguros de que existe un campo magnético en dicha región.
- La fuerza magnética es siempre perpendicular a la velocidad de una carga puntual en movimiento.
- La fuerza magnética sobre una carga puntual en movimiento nunca realiza trabajo.
- Los tres vectores en la ecuación $\mathbf{F} = q\mathbf{V} \times \mathbf{B}$ son siempre perpendiculares.
- La expresión $\mathbf{F} = I \mathbf{L} \times \mathbf{B}$ es aplicable a cualquier tipo de alambre.
- El momento dipolar magnético μ de una espira, depende de la forma geométrica de ésta.
- El campo magnético $\Delta \mathbf{B}$ en un punto, debido a un elemento de corriente $\Delta I \mathbf{L}$, es paralelo a éste.
- El campo magnético en un punto debido a un elemento de corriente, es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia del punto a dicho elemento.
- A una distancia r desde un elemento de corriente, en cualquier dirección, el campo magnético tiene el mismo valor.
- La ley de Ampere es válida solo para trayectorias cerradas de forma circular.
- La ley de Ampere es más general que la ley de Biot-Savart.
- En la ley de Ampere, $\oint \mathbf{B} \cdot d\mathbf{s} = \mu_0 i$, i es la corriente total tanto de las corrientes dentro de un anillo amperiano como de las que están afuera.
- La expresión $\oint \mathbf{B} \cdot d\mathbf{A} = 0$, es una confirmación de la no existencia de cargas magnéticas aisladas (monopolos magnéticos).

3° Responda las siguientes preguntas:

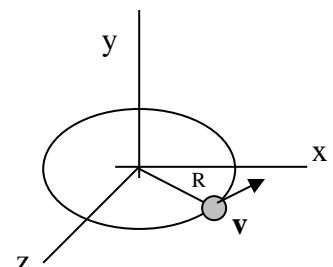
- ¿Por qué en el polo norte geográfico no puede localizarse el polo norte magnético terrestre?
- ¿Cómo se demuestra experimentalmente la inseparabilidad de los polos magnéticos?
- ¿Por qué no se define el campo magnético \mathbf{B} de tal manera que su dirección sea igual a la dirección de la fuerza magnética \mathbf{F} que actúa sobre una carga puntual en movimiento?
- De los tres vectores en la ecuación $\mathbf{F} = q\mathbf{V} \times \mathbf{B}$, ¿cuáles pares forman siempre un ángulo recto y cuáles pueden tener cualquier dirección?
- ¿Cómo debe orientarse un conductor recto que lleva una corriente para que colocado en un campo magnético uniforme: i) La fuerza magnética sea máxima, y ii) La fuerza magnética sea cero?
- ¿Se cumple la ecuación $\mathbf{F} = I\mathbf{l} \times \mathbf{B}$ para un alambre recto cuya sección transversal varíe irregularmente (alambre abultado) a lo largo de su longitud?
- Un conductor tiene una carga nula aún cuando por él pase una corriente. Entonces, ¿cómo un campo magnético ejerce una fuerza sobre él?
- Una espira rectangular de corriente tiene una orientación arbitraria dentro de un campo magnético uniforme. ¿Cuánto trabajo se requiere para hacer girar a la espira alrededor de un eje perpendicular a su plano?
- ¿Qué es el momento dipolar magnético de una espira, qué tipo de magnitud es y de qué factores depende?
- ¿Qué fuerza neta experimenta una brújula en un campo magnético uniforme? ¿Y qué del torque magnético?
- La ecuación $\boldsymbol{\tau} = \boldsymbol{\mu} \times \mathbf{B}$, muestra que no hay un momento de torsión sobre una espira de corriente en un campo magnético externo cuando el ángulo entre el eje de la espira y el campo es (a) 0° o (b) 180° . Analice el tipo de equilibrio (estable, neutro o inestable) para esas dos posiciones.
- ¿Qué analogías y qué diferencias encuentra entre la ley de Coulomb y la ley de Biot-Savart?
- ¿Cómo son las fuerzas mutuas entre dos cargas puntuales que se mueven paralelamente con la misma velocidad si éstas son: i) de igual signo y ii) de signos contrarios?
- ¿Por qué al trenzar los alambres de conexión en los dispositivos eléctricos se reducen los efectos magnéticos de éstos?
- ¿Es válida la ley de Ampere para cualquier trayectoria cerrada alrededor de un conductor?
- ¿Es \mathbf{B} uniforme en todos los puntos dentro de una espira circular de alambre por la cual fluye una corriente? Explique.
- ¿Qué analogías y que diferencias se pueden señalar al comparar la ley de Gauss y la ley de Ampère?

B – PROBLEMAS

5.3 Dinámica de una carga puntual en un campo magnético uniforme

1- Un electrón posee una energía cinética de $1.6 \times 10^{-15} \text{ J}$ y se mueve siguiendo una trayectoria circular de 25 cm de radio en un plano perpendicular a un campo magnético tal como se muestra en la figura. Si la masa del electrón es de $9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$ determinar:

- La magnitud y dirección del vector de campo magnético \mathbf{B} .
- El período del movimiento del electrón.

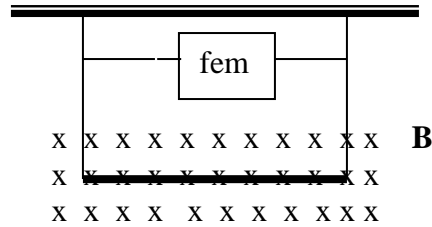


- 2- Un electrón tiene una velocidad $\mathbf{v} = (2\mathbf{i} + 3\mathbf{j})10^6$ m/s en el momento de penetrar un campo magnético dado por $\mathbf{B} = (0.03\mathbf{i} - 0.15\mathbf{j})$ T. a) Determinar la magnitud y dirección de la fuerza sobre el electrón en el instante indicado. b) Repetir el cálculo para un deuterón con la misma velocidad.
- 3- Una carga puntual $q = 1 \times 10^{-8}$ C entra con una velocidad $\mathbf{v} = (3\mathbf{i} + 5\mathbf{j} + 2\mathbf{k})10^5$ m/s, a una región del espacio en la cual hay un campo magnético $\mathbf{B} = (0.1\mathbf{i} + 0.2\mathbf{j})$ T y un campo eléctrico dado por $\mathbf{E} = 2 \times 10^4 \mathbf{i}$ N/C. Determinar vectorialmente la fuerza resultante que experimenta la carga en el instante en que ingresa a dicha región.
- 4- Un campo eléctrico de 1.5 kV/m y un campo magnético de 0.44 T actúan sobre un electrón en movimiento sin producirle ninguna aceleración. (a) Calcule la velocidad mínima del electrón. (b) Trace los vectores \mathbf{E} , \mathbf{B} y \mathbf{v} .
- 5- Un electrón de 1.22 keV está circulando en un plano formando un ángulo recto con un campo magnético uniforme. El radio de la trayectoria es de 24.7 cm. Calcule: (a) La velocidad del electrón. (b) El campo magnético. (c) La frecuencia. (d) El período del movimiento.
- 6- Un electrón se acelera desde el reposo por una diferencia de potencial de 350 V y con la velocidad adquirida entra perpendicularmente a un campo magnético uniforme de 200 mT.
a) ¿Cuál es la velocidad del electrón? b) ¿Cuál es el radio de la trayectoria en el campo magnético?
- 7- Los electrones de un haz, dentro de un tubo de televisión (cinescopio), tienen una energía de 12 keV. El tubo se orienta de tal forma que los electrones se mueven horizontalmente de sur a norte. La componente vertical del campo magnético terrestre apunta hacia abajo y tiene un valor de 5.5×10^{-5} T. (a) ¿En qué dirección se deflectará el haz? (b) ¿Cuál es la aceleración que adquiere un electrón?

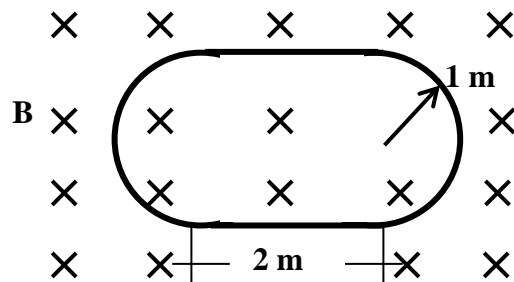
5.4 Fuerza magnética sobre un conductor.

- 8- Una sección recta de 0.75 m en un alambre conduce una corriente de 2.4 A, a lo largo del eje x y en sentido positivo. Si el alambre se encuentra dentro de un campo magnético uniforme $\mathbf{B} = 1.6 \mathbf{k}$ T, ¿cuál es la fuerza magnética sobre la sección del alambre?

- 9- Un conductor suspendido por dos alambres flexibles, tal como se ilustra en la figura, tiene una masa de 24 g y una longitud de 60 cm. ¿Cuál es el valor y el sentido de la corriente que debe transportar el conductor para que la tensión en los alambres sea cero, si el campo magnético en esa región es de 3.6 T?



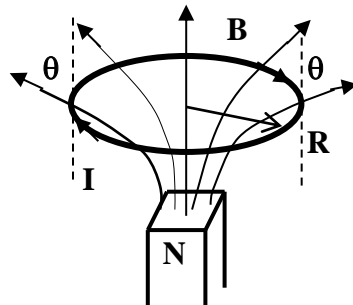
- 10- La espira que se muestra en la figura se encuentra en un campo magnético $B = 0.2 \text{ T}$ y transporta una corriente de 10 A. Calcular la fuerza magnética sobre cada uno de los segmentos rectos y curvilíneos.



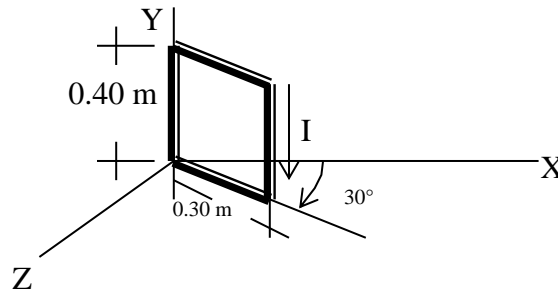
5.5 Momento de torsión sobre una espira.

- 11- Por un alambre de longitud L pasa una corriente I . Demuestre que si el alambre tiene la forma de una bobina circular, el momento de torsión máximo en un campo magnético dado se desarrolla cuando la bobina tiene una sola vuelta y el momento de torsión máximo tiene la magnitud:
- $$\tau = L^2 I B / 4\pi.$$

- 12- Un imán potente se coloca debajo de un anillo conductor horizontal de radio R que lleva una corriente I , tal como se muestra en la figura. Si las líneas de campo magnético forman un ángulo θ con la vertical tocando el anillo, ¿cuál es la magnitud y la dirección de la fuerza resultante sobre el anillo?



- 13- Una bobina rectangular constituida por 100 espiras de 0.4 m y 0.3 m de lado se encuentra en un campo magnético uniforme $B = 0.8 \hat{i}$ T. La bobina está articulada a lo largo del eje Y, y el plano de ésta forma 30° con el eje X, tal como se ilustra en la figura. ¿Cuál es la magnitud del momento o torque sobre la bobina si la corriente que circula por ésta es de 1.2 A en el sentido indicado?

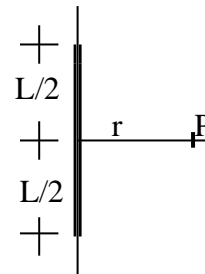


- 14- Por un anillo circular de alambre que tiene un radio de 8.0 cm, fluye una corriente de 0.20 A. Un vector unitario paralelo al momento dipolar μ del anillo está dado por $(0.60\hat{i} - 0.80\hat{j})$. Si el anillo está colocado en un campo magnético $B = (0.25\hat{i} + 0.30\hat{j})$ T, calcular (a) el momento de torsión sobre el anillo y (b) la energía potencial magnética del anillo.

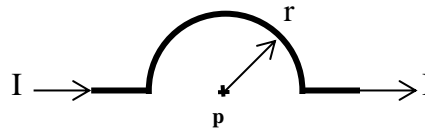
5.6 Ley de Biot-Savart.

- 15- En la figura se muestra un segmento de un conductor por el que circula una corriente I. Aplicando la ley de Biot-Savart demostrar que el campo magnético en el punto P tiene por expresión:

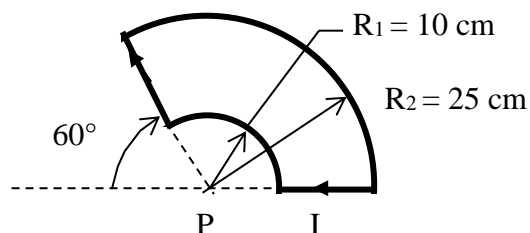
$$B = \frac{\mu_0 I L}{2\pi r \sqrt{4r^2 + L^2}}$$



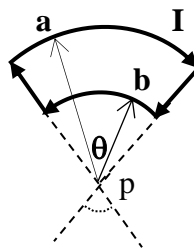
- 16- Determinar la magnitud y dirección del campo magnético en el centro del plano de una espira cuadrada de 20 cm de lado si conduce una corriente $I = 1$ A en el sentido horario.
- 17- El alambre mostrado en la figura lleva una corriente $I = 6$ A. La longitud de todo el segmento es de $4r$ y $r = 2\pi$ cm. Hallar el valor del campo magnético en P .



- 18- Determinar el valor del campo magnético en el punto P de la figura si por la espira circula una corriente $I = 10$ A en el sentido indicado.

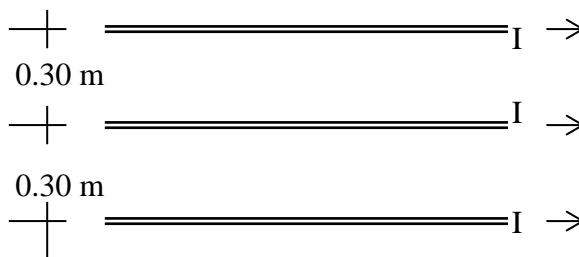


- 19- Considere el circuito de la figura. Los segmentos curvos son arcos de círculo de radios a y b . Los segmentos rectos están a lo largo de los radios y forman un ángulo θ . Halle el campo magnético B en p , suponiendo una corriente I en el circuito.

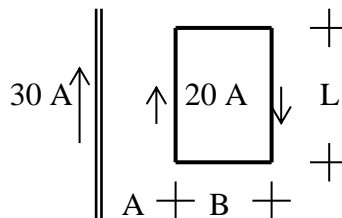


5.7 Fuerza magnética entre dos conductores.

- 20- Dos alambres paralelos largos están a 8.10 cm de separación. ¿Qué corrientes iguales deben fluir en los alambres si el campo magnético a la mitad entre ellos ha de tener una magnitud de $296 \mu\text{T}$.
- 21- Calcular la fuerza por unidad de longitud que experimentan los alambres conductores que se muestran en la figura, si la corriente que circula por ellos es de 50 A.



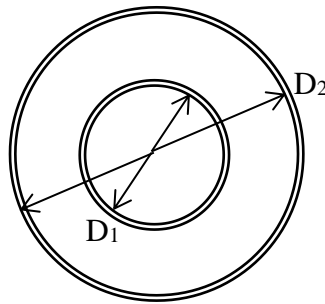
- 22- En la figura se muestra un alambre largo que transporta una corriente de 30 A. Una espira rectangular transporta una corriente de 20 A. Calcular la fuerza resultante sobre la espira si $A = 1 \text{ cm}$, $B = 8 \text{ cm}$ y $L = 30 \text{ cm}$.



5.8 Ley de Ampere

- 23- En cierta región existe una densidad de corriente uniforme de 15 A/m^2 en dirección del eje Z positivo. ¿Cuál es el valor de $\oint \mathbf{B} \cdot d\mathbf{l}$ cuando la integral de línea se considera a lo largo de tres segmentos rectilíneos desde $(4d, 0, 0)$ hasta $(4d, 3d, 0)$ hasta $(0, 0, 0)$ hasta $(4d, 0, 0)$, donde el valor $d = 23 \text{ cm}$.

- 24- Por un conductor cilíndrico hueco, de radio interno r_1 y radio externo r_2 muy largo, se conduce una corriente I uniformemente distribuida en la sección del conductor. Determinar el valor B del campo magnético en las regiones (a) $r < r_1$, (b) $r_1 < r < r_2$ (c) $r > r_2$.
- 25- Un solenoide de 200 vueltas y 20 cm de longitud, tiene un diámetro de 2 cm y transporta una corriente de 15 A. (a) ¿Cuál es la magnitud del campo magnético en el centro del solenoide? (b) ¿Cuál es el valor del flujo de campo magnético a través de la sección transversal del solenoide si su diámetro interno es de 1.95 cm?
- 26- Un toroide con un diámetro interno $D_1 = 25$ cm y un diámetro externo $D_2 = 30$ cm, está constituido por 1500 espiras de forma circular. Si las espiras, de sección despreciable, conducen una corriente de 10 A, determinar el valor del campo magnético en: (a) En el centro de la sección transversal del toroide. (b) A una distancia $r = 1.2r_1$ del centro del toroide. (c) A una distancia $r = 1.2r_2$ en el exterior del toroide.



RESPUESTAS DISCUSIÓN 5

- 1) a) $1.35 \times 10^{-3} \text{ T}$. b) $2.65 \times 10^{-8} \text{ s}$
2) a) $6.2 \times 10^{-14} \text{ k N}$ b) $-6.2 \times 10^{-14} \text{ k N}$
3) $\mathbf{F} = (-2\mathbf{i} + 2\mathbf{j} + \mathbf{k}) 10^{-4} \text{ N}$.
4) a) 3.4 km/s .
5) a) $2.07 \times 10^7 \text{ m/s}$. b) $477 \text{ } \mu\text{T}$.
6) a) $1.1 \times 10^7 \text{ m/s}$. b) 0.316 mm .
8) 2.88 j N .
9) 108 mA de izquierda a derecha
10) 4 N en cada segmento
13) 9.98 N
16) $5.7 \times 10^{-6} \text{ T}$.
19) $B = \frac{\mu_0 I \theta (\frac{1}{b} - \frac{1}{a})}{4\pi}$
22) $3.2 \times 10^{-3} \text{ N}$ hacia el alambre.
23) $6.0 \text{ } \mu\text{T}$
24) a) $B = 0$ b) $B = \mu_0 I (r^2 - r_1^2) / 2\pi (r_2^2 - r_1^2) r$
25) a) $18.8 \times 10^{-3} \text{ T}$ b) $5.61 \times 10^{-6} \text{ Wb}$