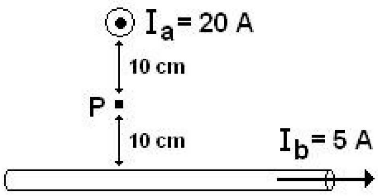
DEPARTAMENTO DE FÍSICA APLICADA II
UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

CAMPO MAGNÉTICO EN EL VACÍO

(*) 1.- Un electrón con energía cinética de 25 keV se mueve en una órbita circular en el interior de un campo magnético de 2000 G. a) Hallar el radio de la órbita. b) Hallar la frecuencia angular y el período de revolución. DATOS: $m_e = 9{,}1\cdot10^{-31}$ kg; $q_e = -1{,}6\cdot10^{-19}$ C.
SOLUCIÓN: a) $R = 2{,}67$ mm b) $\omega = 3{,}5\cdot10^{10}$ s^{-1} * $T = 1{,}79\cdot10^{-10}$ s

(*) 2.- Las placas de un condensador están separadas 1 cm, La energía cinética de los electrones es de 2,5 keV y la d.d.p. entre las placas es de 20 V. Calcular: b) El valor del campo magnético cruzado que hace que el haz pase sin desviarse. DATOS: $m_e = 9{,}1\cdot10^{-31}$ kg; $q_e = -1{,}6\cdot10^{-19}$ C.
SOLUCIÓN: b) $B = 6{,}745\cdot10^{-5}$ T

(*) 3.- Dos alambres largos están orientados de tal forma que son perpendiculares entre sí y en el punto más cercano están separados por una distancia de 20 cm (Figura). Si el alambre superior transporta una corriente de 20 A y el inferior una corriente de 5 A, ¿cuál es el campo magnético que existe en el punto medio entre los dos alambres? DATO: $\mu_0 = 4\pi\cdot10^{-7}$ (S.I.) SOL: $\vec{B} = 4\cdot10^{-5}\,\vec{i} - 10^{-5}\,\vec{j}$



(*) 4.- Un haz de protones se mueve a lo largo del eje ***x*** en su sentido positivo con una velocidad de 12,4 km/s a través de una región de campos eléctrico y magnético cruzados, equilibrados para producir desviación nula. (a) Si existe un campo magnético de valor 0,85 T en el sentido positivo del eje ***y***, hallar el módulo y dirección del campo eléctrico. (b) ¿Serían desviados electrones de la misma velocidad por este campo? Si es así, ¿en qué dirección y sentido? SOL: (a) $\vec{E} = -10540\,\vec{k}$ (S.I.)

(*) 5.- Una bobina circular pequeña de 20 vueltas de alambre está en el interior de un campo magnético uniforme de 5000 G, de modo que la normal al plano de la bobina forma un ángulo de 60° con la dirección de $\vec{B}$. Sabiendo que el radio de la bobina es de 4 cm y que por ella circula una corriente de 3 A, calcular: a) El momento dipolar magnético de la bobina. b) El par de fuerzas que el campo magnético ejerce sobre ella. (Al hacer el problema 5 en clase explicaré los conceptos de momento dipolar magnético y el par de fuerzas del campo magnético sobre la espira)
SOLUCIÓN: a) $m = 0{,}3$ A m^2 b) $\tau = 0{,}13$ N m

(***) 6.- Un alambre conductor se dobla en la forma indicada en la Fig.2 y se introduce en el seno de un campo magnético uniforme, $\vec{B}$, perpendicular al plano del dibujo y saliente del mismo. Calcular la fuerza que dicho campo ejerce sobre el alambre cuando éste es recorrido por una corriente estacionaria de intensidad I.
SOLUCIÓN: $F = 2IB(\ell + R)$, vertical y descendente.

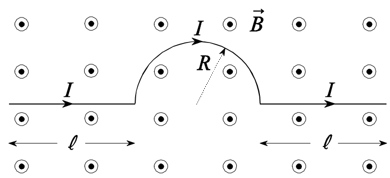


FIGURA 2

(Este problema requiere hacer una integral...)

(**) 7.- Por un conductor rectilíneo e indefinido circula una corriente de 20 A. Una bobina rectangular, con dos de sus lados paralelos al conductor, tiene sus lados de 5 y 10 cm, estando su lado más próximo a una distancia de 2 cm del conductor, tal y como se muestra en la Fig.3. Calcular: a) El flujo magnético que atraviesa la bobina. b) La fuerza neta que el campo magnético creado por el conductor ejerce sobre la bobina cuando ésta es recorrida por una corriente de 5 A en sentido antihorario. DATO: $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ (S.I.).

SOLUCIÓN: a) $\Phi_m = 5{,}01 \cdot 10^{-7}$ Wb b) $F = 7{,}14 \cdot 10^{-5}$ N

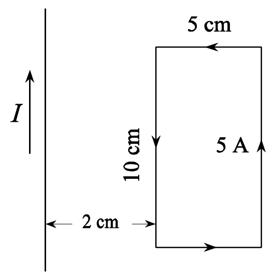


FIGURA 3

(**) 8.- Determinar el punto, o los puntos, en los que es nulo el campo magnético entre dos corrientes rectilíneas, indefinidas y del mismo sentido, I_1 = 1 A e I_2 = 4 A, separadas una distancia de 2 m en el vacío.

SOLUCIÓN: Todos los puntos que, situados entre ambas corrientes, distan 0,4 m de I_1 y 1,6 m de I_2

Obtener la expresión del campo magnético creado por el bucle de la Fig.4 en el punto P. NOTA: Considérense los conductores rectilíneos como indefinidos.

SOLUCIÓN: $B = \dfrac{\mu_0 I (2 + \pi)}{4 \pi r}$

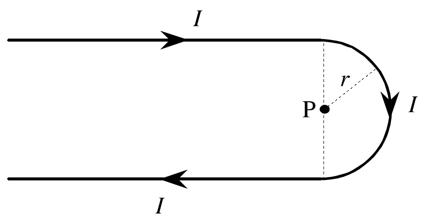


FIGURA 4

Determinar el campo magnético en el centro de un rectángulo de lados $2a$ y $2b$ si cada uno de ellos es recorrido por una corriente estacionaria de intensidad I.

SOLUCIÓN: $B = \dfrac{\mu_0 I \sqrt{(a^2 + b^2)}}{\pi a b}$

(*) 11.- Considere una varilla conductora de densidad másica ρ y área de la sección recta S situada perpendicularmente a un campo magnético uniforme de inducción B, tal y como se muestra en la Fig.5. Sus extremos están conectados por alambres flexibles por los que se hace pasar una corriente estacionaria de intensidad I tal que la varilla se encuentra en equilibrio estático. Determinar: a) La expresión de la corriente I en función de ρ, S, g y B (g es la intensidad del campo gravitatorio terrestre en el lugar de la experiencia). b) Su sentido.

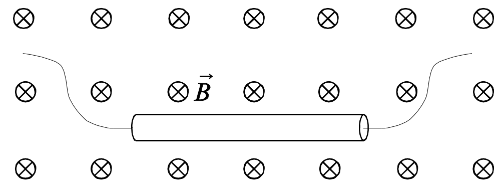


FIGURA 5

SOLUCIÓN: a) $I = \dfrac{\rho S g}{B}$ b) De izquierda a derecha (según la Fig.5)

(*) 12.- Por el alambre conductor que se muestra en la Fig.6 circula una corriente de 40 A en el sentido indicado. Si el radio del bucle es de 2 cm, calcular el campo magnético en el punto P, centro de la circunferencia. DATO: $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ (S.I.).

SOLUCIÓN: $B_P = 3\pi \cdot 10^{-4}$ T

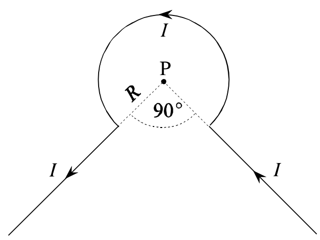


FIGURA 6

(*) 13.- El conductor de la Fig.7, por el que circula una corriente estacionaria de 2 A de intensidad, se encuentra inmerso en el seno de un campo magnético uniforme de 0,15 T, siendo la dirección y sentido del mismo los mostrados en la mencionada figura. Calcular la fuerza total que el campo ejerce sobre el conductor. DATO: $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ (S.I.).

SOLUCIÓN: $F = 0$ N

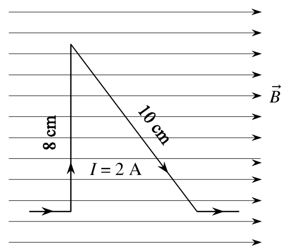
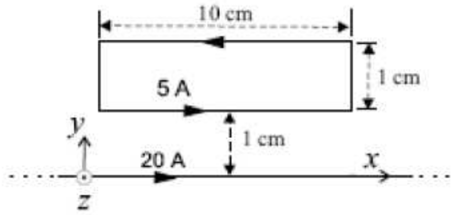


FIGURA 7

(*) 14.- Una espira rectangular recorrida por una intensidad de 5 A se encuentra junto a un hilo conductor rectilíneo e infinito por el que circula una corriente de 20A, según se muestra en la figura. Determinar la fuerza ejercida sobre los lados de la espira paralelos al conductor. DATO: $\mu_0 = 4\mu\bullet 10^{-7}$ (S.I.)

SOL: $\vec{F}_1 = (-2\cdot 10^{-4}\,\vec{j})N$ y $\vec{F}_2 = (10^{-4}\,\vec{j})N$



(**) 15.- Dos cables largos y paralelos cuelgan de un eje común mediante cuerdas de 4 cm de longitud. Por los cables, cuya masa por unidad de longitud es de 0,0375 kg/m, circula la misma corriente en sentidos opuestos (Fig.9). Calcular el valor de dicha corriente si cada cuerda forma un ángulo de 6° con la vertical. DATO: $\mu_0 = 4\pi\cdot 10^{-7}$ (S.I.).

<u>SOLUCIÓN</u>: $I = 40{,}19$ A

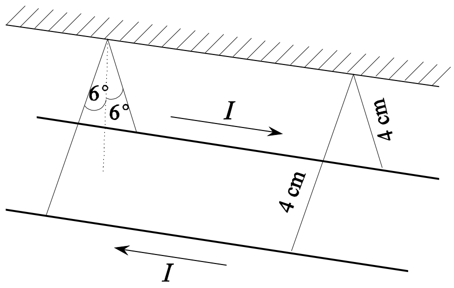


FIGURA 9

(**) 16.- Un solenoide de 150 cm de longitud tiene una sección circular de 260 mm^2 de área. El campo magnético en el interior del solenoide vale 18 mT cuando la corriente que circula por el mismo es de 0,75 A. Calcular: a) El número de espiras que tiene el solenoide. b) La longitud del alambre conductor usado para construirlo, suponiendo que está constituido por una única capa de espiras apretadas. c) La resistencia óhmica del solenoide, sabiendo que la resistividad del alambre es $1{,}7\cdot 10^{-8}\ \Omega$ m. d) La d.d.p. que debemos aplicar entre los extremos del solenoide para producir en su interior un campo magnético de 0,9 mT. DATO: $\mu_0 = 4\pi\cdot 10^{-7}$ (S.I.).

<u>SOLUCIÓN</u>: a) $N = 28648$ b) $\ell_a = 1637{,}51$ m
c) $R = 12928{,}43\ \Omega$ d) $V - V' = 484{,}82$ V

(*) 17.- Por el alambre conductor que se muestra en la Fig.10 circula una corriente de 25 A en el sentido indicado. Si los tramos rectilíneos son muy largos y el circular tiene un radio de 1 m, calcule el vector campo magnético y su módulo en el origen de coordenadas. DATO: $\mu_0 = 4\pi\cdot 10^{-7}$ (S.I.).

<u>SOLUCIÓN</u>: $\vec{B}_0 = 7{,}85\cdot 10^{-6}\,\vec{i} + 5\cdot 10^{-6}\,\vec{j}$ $*$ $B_0 = 9{,}31\cdot 10^{-6}$ T

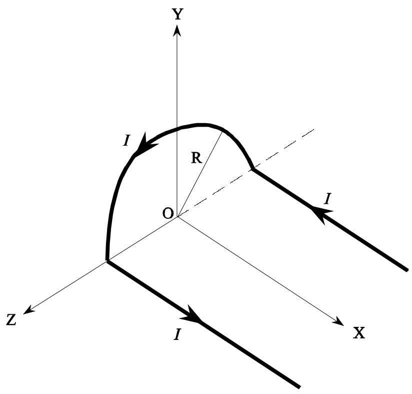


FIGURA 10

(*) 18.- Un alambre rectilíneo e indefinido transporta una corriente de 60 A y está colocado a los largo del eje de un solenoide muy largo, de 5 mm de radio, constituido por 1000 espiras/m por las que circula una corriente de 3,18 A. Calcular el campo magnético total en un punto que dista 4 mm del eje del solenoide. DATO: $\mu_0 = 4\pi\cdot 10^{-7}$ (S.I.).

<u>SOLUCIÓN</u>: $B = 5$ mT

(**) 19.- En la Fig.11 se muestra una espira cuadrada, de lado ℓ, construida con un alambre conductor de sección constante y resistencia total igual a $4R$. Al cerrar el interruptor S, por el generador pasa una corriente de intensidad I. Despreciando las contribuciones del cableado, calcular el campo magnético en el centro del cuadrado.

<u>SOLUCIÓN</u>: $\vec{B}_O = \vec{0}$

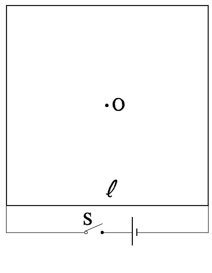


FIGURA 11

(*) 20.- Una sonda Hall se encuentra en una zona en la que existe un campo magnético uniforme de inducción $\vec{B}$, tal y como se muestra en la Fig.12. El espesor de la sonda es h = 2 mm y por ella circula una corriente de intensidad I. Si la tensión Hall que aparece en la sonda es de 42 nV y la corriente se debe a portadores de carga positiva que se mueven con una velocidad media de $3 \cdot 10^{-5}$ m/s, a) calcule el módulo del campo magnético. b) ¿Qué lado de la cinta (izquierdo o derecho) se encuentra a mayor potencial? Razone la respuesta. c) Si el campo magnético está generado por un solenoide muy largo, constituido por una única capa de espiras por las que circula una corriente de 10 A, calcule el número de espiras por metro que tiene el solenoide. DATO: $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ (S.I.).

<u>SOLUCIÓN</u>: a) B = 0,7 T b) El lado derecho c) n = 55704,23 esp/m

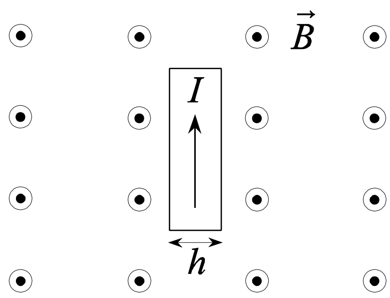


FIGURA 12

(*) 1.- Un electrón con energía cinética de 25 keV se mueve en una órbita circular en el interior de un campo magnético de 2000 G. a) Hallar el radio de la órbita. b) Hallar la frecuencia angular y el período de revolución. DATOS: $m_e = 9{,}1\cdot10^{-31}$ kg; $q_e = -1{,}6\cdot10^{-19}$ C.
SOLUCIÓN: a) $R = 2{,}67$ mm b) $\omega = 3{,}5\cdot10^{10}$ s^{-1} * $T = 1{,}79\cdot10^{-10}$ s

$$E_c = 25000\,\cancel{eV}\cdot\frac{1'6\cdot10^{-19}}{1\cancel{eV}} = 4\cdot10^{-15}\,J$$

$$B = 2000\,\cancel{G}\cdot\frac{10^{-4}\,T}{1\cancel{G}} = 0'2\,T$$

a) Halla el radio de la órbita

$$E_c = \frac{mv^2}{2}\ ;\ v = \sqrt{\frac{2'4\cdot10^{-15}}{9'1\cdot10^{-31}}} = 93'8\cdot10^{6}\,m/s$$

$$R = \frac{mv}{|q|\cdot B\cdot \operatorname{sen}\theta} = \frac{9'1\cdot10^{-31}\cdot 93'8\cdot10^{6}}{1'6\cdot10^{-19}\cdot 0'2\cdot \operatorname{sen} 90} = 2'67\cdot10^{-3}\,m = 2'67\,mm$$

b) Hallar la frecuencia angular y el período de revolución

$$\boxed{\omega = \frac{v}{R}}\quad \omega = \frac{93'8\cdot10^{6}}{2'67\cdot10^{-3}} = 3'52\cdot10^{10}\,rad/s$$

$$\boxed{T = \frac{2\pi}{\omega}}\quad T = \frac{2\pi}{3'52\cdot10^{10}} = 1'79\cdot10^{-10}\,s$$

(*) 2.- Las placas de un condensador están separadas 1 cm, La energía cinética de los electrones es de 2,5 keV y la d.d.p. entre las placas es de 20 V. Calcular: b) El valor del campo magnético cruzado que hace que el haz pase sin desviarse. DATOS: $m_e = 9{,}1\cdot10^{-31}$ kg; $q_e = -1{,}6\cdot10^{-19}$ C.
SOLUCIÓN: b) $B = 6{,}745\cdot10^{-5}$ T

$d = 1cm$, $E_c = 2'5\,keV = 2'5\cdot10^{3}\,eV$, ddp $(V) = 20V$

b) Valor del campo magnético cruzado que hace que el haz pase sin desviarse

$$F_m = F_e$$

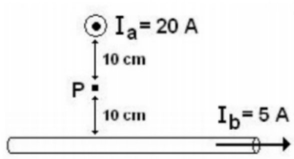
$$\cancel{|q|}\cdot v\cdot B\cdot \operatorname{sen} 90 = \cancel{|q|}\cdot E$$

$$E_c = 25000\,eV = 4\cdot10^{-16}\,J$$

$$vB = \frac{\Delta V}{d} \Rightarrow \boxed{B = \frac{\Delta V}{d\cdot v}}$$

$$E_c = \frac{mv^2}{2} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2'4\cdot10^{-16}}{9'1\cdot10^{-31}}} = 29'65\cdot10^{6}\,m/s\ ;\ \boxed{B = \frac{20}{0'01\cdot 29'65\cdot10^{6}} = 6'75\cdot10^{-5}\,T}$$

(*) 3.- Dos alambres largos están orientados de tal forma que son perpendiculares entre sí y en el punto más cercano están separados por una distancia de 20 cm (Figura). Si el alambre superior transporta una corriente de 20 A y el inferior una corriente de 5 A, ¿cuál es el campo magnético que existe en el punto medio entre los dos alambres? DATO: $\mu_0 = 4\mu\cdot10^{-7}$ (S.I.) SOL: $\vec{B} = 4\cdot10^{-5}\,\vec{i} - 10^{-5}\,\vec{j}$



Campo magnético cable infinito

Punto medio (P) $\boxed{B = \frac{\mu_0\cdot I}{2\pi\cdot r}}$

• Alambre A : $B_A = \frac{4\mu\cdot10^{-7}\cdot 20}{2\pi\cdot 1\cdot10^{-2}} = 4\cdot10^{-5}\,T\,(\vec{j})$

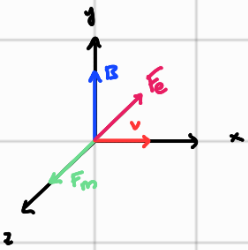
(μ_0, I; $10cm = r$)

• Alambre B : $B_B = \frac{4\mu\cdot10^{-7}\cdot 5}{2\pi\cdot 1\cdot10^{-2}} = 1\cdot10^{-5}\,T\,(\vec{i})$

(μ_0, I; $10cm = r$)

$$\boxed{B = 4\cdot10^{-5}\,\vec{i} - 10^{-5}\,\vec{j}\ (T)}$$

(*) 4.- Un haz de protones se mueve a lo largo del eje ***x*** en su sentido positivo con una velocidad de 12,4 km/s a través de una región de campos eléctrico y magnético cruzados, equilibrados para producir desviación nula. (a) Si existe un campo magnético de valor 0,85 T en el sentido positivo del eje ***y***, hallar el módulo y dirección del campo eléctrico. (b) ¿Serían desviados electrones de la misma velocidad por este campo? Si es así, ¿en qué dirección y sentido? SOL: (a) $\vec{E} = -10540\,\vec{k}$ (S.I.)



· Regla de la mano derecha

$v = 12'4$ km/s $= 12400$ m/s

$B = 0'85$ T

$F_e = F_m$; $|q| \cdot E = |q| \cdot v \cdot B \cdot \text{sen}\,\theta$

$v = \frac{E}{B}$; $E = v \cdot B = 12400 \cdot 0'85 = -10540\,\vec{k}$ (N/C)

$\boxed{E = -10540\,\vec{k} \text{ (N/C)}}$

b) Si fueran electrones la fuerza magnética apuntaría hacia dentro del papel (en el sentido negativo del eje z

(*) 5.- Una bobina circular pequeña de 20 vueltas de alambre está en el interior de un campo magnético uniforme de 5000 G, de modo que la normal al plano de la bobina forma un ángulo de 60° con la dirección de $\vec{B}$. Sabiendo que el radio de la bobina es de 4 cm y que por ella circula una corriente de 3 A, calcular: a) El momento dipolar magnético de la bobina. b) El par de fuerzas que el campo magnético ejerce sobre ella. (Al hacer el problema 5 en clase explicaré los conceptos de momento dipolar magnético y el par de fuerzas del campo magnético sobre la espira)

SOLUCIÓN: a) $m = 0{,}3$ A m² b) $\tau = 0{,}13$ N m

$N = 20$

$B = 5000\,G = 0'5$ T

bobina ángulo de 60° con $\vec{B}$

$r = 4$ cm $= 0'04$ m

$I = 3$ A

a) El momento dipolar magnético de la bobina

$\boxed{\vec{m} = N \cdot I \cdot \vec{S}}$ $m = 20 \cdot 3 \cdot \pi (0'04)^2 = 0'3$ Am² $\boxed{m = 0'3 \text{ Am}^2}$

b) El par de fuerzas que el campo magnético ejerce sobre ella (sobre la bobina)

Torque (momento de fuerza) $\boxed{\tau = N \cdot I \cdot S \cdot B \cdot \text{sen}\,\theta}$

$\tau = 20 \cdot 3 \cdot \pi \cdot (0'04)^2 \cdot 0'5 \cdot \text{sen}\,60° = 0'131$ Nm

$\boxed{\tau = 0'131 \text{ Nm}}$

(***) 6.- Un alambre conductor se dobla en la forma indicada en la Fig.2 y se introduce en el seno de un campo magnético uniforme, $\vec{B}$, perpendicular al plano del dibujo y saliente del mismo. Calcular la fuerza que dicho campo ejerce sobre el alambre cuando éste es recorrido por una corriente estacionaria de intensidad *I*.

SOLUCIÓN: $F = 2IB(\ell + R)$, vertical y descendente.

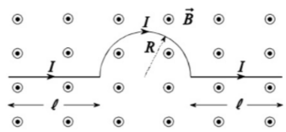


FIGURA 2

(Este problema requiere hacer una integral...)

Para cada uno de los cables rectilíneos

$\boxed{\vec{F}_m = I\vec{\ell} \times \vec{B}} \longrightarrow \boxed{F_m = I \cdot \ell \cdot B}$: dirección vertical y sentido hacia abajo

Cable en forma de semicircunferencia

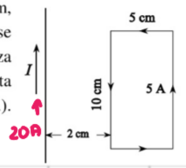
$$\boxed{\vec{F}_m = \int d\vec{F}_m = I \int d\vec{\ell} \times \vec{B} = I \int d\ell \cdot B \cdot \text{sen}\,\theta}$$

Solo la componente horizontal de la corriente va a sufrir una fuerza hacia abajo. Su componente vertical sufre fuerzas horizontales (a la izquierda y a la derecha) que en total se anulan. Si proyectamos ese cable sobre la horizontal, nos quedaría una longitud efectiva del cable igual a $\boxed{l' = 2R}$

Entonces la fuerza magnética sobre la semi-circunferencia es $\boxed{F_m = I \cdot l' \cdot B = I \cdot (2R) \cdot B = 2IRB}$

Fuerza total: $F_{m_{total}} = \underbrace{2IlB}_{\text{2 cables rectilíneos}} + \underbrace{2IRB}_{\text{semicircunferencia}} = 2I(l+R)B$ $\boxed{F_{m_{total}} = 2I(l+R)B}$ Fuerza magnética total

(**) 7.- Por un conductor rectilíneo e indefinido circula una corriente de 20 A. Una bobina rectangular, con dos de sus lados paralelos al conductor, tiene sus lados de 5 y 10 cm, estando su lado más próximo a una distancia de 2 cm del conductor, tal y como se muestra en la Fig.3. Calcular: a) El flujo magnético que atraviesa la bobina. b) La fuerza neta que el campo magnético creado por el conductor ejerce sobre la bobina cuando ésta es recorrida por una corriente de 5 A en sentido antihorario. DATO: $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ (S.I.).
SOLUCIÓN: a) $\Phi_m = 5{,}01 \cdot 10^{-7}$ Wb b) $F = 7{,}14 \cdot 10^{-5}$ N



$I = 20A$ a) Flujo magnético que atraviesa la bobina $\boxed{\phi_m = -\int_S B\,ds}$

b) Fuerza neta que ejerce el campo magnético creado por el conductor sobre la bobina, cuando esta es recorrida por una corriente de 5A en sentido antihorario.

Campo magnético homogeneo sobre una corriente rectilínea I'

$\boxed{\vec{F}_m = I' \cdot \vec{l} \times \vec{B}}$

lado de la espira $10cm = 0'1m$

$$(F_m)_{izq} = I' l B_{izq} = \frac{\mu_0 I I' l_{izq}}{2\pi r_{izq}} = \frac{(4\pi \cdot 10^{-7} Tm/A) \cdot 5A \cdot 20A \cdot (0'1m)}{2\pi\,(0'02\,m)} = 10^{-4} N$$ (apunta hacia la derecha)

y entre el conductor y la espira

$$(F_m)_{der} = I' l B_{der} = \frac{\mu_0 I I' l_{der}}{2\pi r_{der}} = \frac{(4\pi \cdot 10^{-7} Tm/A) \cdot 5A \cdot 20A \cdot (0'1m)}{2\pi\,(0'07\,m)} = 0'29 \cdot 10^{-4} N$$ (apunta hacia la izquierda)

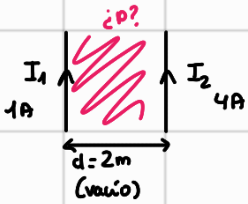
$0'02 + \underbrace{0'05}_{\text{lado espira}}$

La fuerza neta queda: $(F_m)_{neta} = (F_{m_{izq}}) - (F_{m_{der}}) = 10^{-4} N - 0'29 \cdot 10^{-4} N = 0'71 \cdot 10^{-4} N$

(**) 8.- Determinar el punto, o los puntos, en los que es nulo el campo magnético entre dos corrientes rectilíneas, indefinidas y del mismo sentido, $I_1 = 1$ A e $I_2 = 4$ A, separadas una distancia de 2 m en el vacío. FIGURA
SOLUCIÓN: Todos los puntos que, situados entre ambas corrientes, distan 0,4 m de I_1 y 1,6 m de I_2

- La única zona donde los campos magnéticos tienen sentidos opuestos es la región situada entre ambas corrientes.
Para que se anule el campo total, el módulo de ambos campos debe ser igual.

$\boxed{B = \frac{\mu_0 \cdot I}{2\pi r}}$ $B_1 = B_2 \rightarrow \frac{\mu_0 I_1}{2\pi r_1} = \frac{\mu_0 I_2}{2\pi r_2} \rightarrow \frac{I_1}{r_1} = \frac{I_2}{r_2}$



$I_2 = 4A$; $I_1 = 1A \rightarrow I_2 = 4I_1$

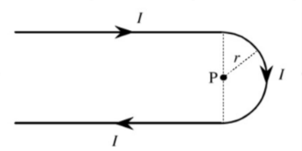
$r_2 = d - r_1$ Conversión de variables

$$\frac{I_1}{r_1} = \frac{4I_1}{d - r_1} \rightarrow d - r_1 = 4r_1 \rightarrow d = 5r_1 \rightarrow \boxed{r_1 = \frac{d}{5} = \frac{2m}{5} = 0'4m} \rightarrow \boxed{r_2 = d - r_1 = 1'6m}$$

Todos los puntos situados entre ambas corrientes y que distan 0'4m de I_1 y 1'6m de I_2

(*) 9.- Obtener la expresión del campo magnético creado por el bucle de la Fig.4 en el punto P. NOTA: Considérense los conductores rectilíneos como indefinidos.

SOLUCIÓN: $B = \frac{\mu_0 I (2+\pi)}{4\pi r}$



$$\boxed{B_{segmento} = \frac{\mu_0 I}{4\pi r_p}(\text{sen}\,\theta_1 + \text{sen}\,\theta_2)}$$

Campo magnético de un segmento rectilíneo en un punto P.

$$B_{segmento} = \frac{\mu_0 I}{4\pi r_p}(1+0) = \frac{\mu_0 I}{4\pi r_p} = \frac{\mu_0 I}{4\pi r}$$

Campo magnético centro circunferencia

$$\boxed{B_{circ} = \frac{\mu_0 I}{2R}} \rightarrow \boxed{B_{semicirc} = \frac{1}{2}\left(\frac{\mu_0 I}{2r}\right)}$$

Campo magnético centro semicircunferencia

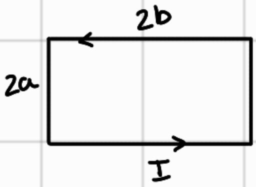
• Suma vectorial de los tres campos

$$B_T = B_{semicirc} + 2B_{segmento} = \frac{\mu_0 I}{4r} + 2\frac{\mu_0 I}{4\pi r} = \frac{\mu_0 I}{4\pi r}(2+\pi)$$

Campo total apunta hacia adentro del papel

(*) 10.- Determinar el campo magnético en el centro de un rectángulo de lados $2a$ y $2b$ si cada uno de ellos es recorrido por una corriente estacionaria de intensidad I.

SOLUCIÓN: $B = \frac{\mu_0 I \sqrt{(a^2+b^2)}}{\pi a b}$



$$\boxed{B_{segmento} = \frac{\mu_0 I}{4\pi r_p}(\text{sen}\,\theta_1 + \text{sen}\,\theta_2)}$$

Campo magnético de un segmento rectilíneo en un punto P.

Si la corriente en la espira es antihoraria todos los campos apuntan hacia fuera del papel. Para los segmentos de longitud $2a$, el punto P está a una distancia "b", y los senos de los ángulos son:

$$\text{sen}\,\theta_1 = \text{sen}\,\theta_2 = \frac{\text{cateto opuesto}}{\text{hipotenusa}} = \frac{a}{\sqrt{a^2+b^2}}$$

Para los segmentos de longitud $2b$, el punto P está a una distancia "a", y los senos de los ángulos son:

$$\text{sen}\,\theta_1 = \text{sen}\,\theta_2 = \frac{\text{cateto opuesto}}{\text{hipotenusa}} = \frac{b}{\sqrt{a^2+b^2}}$$

Campo total: $B_{segmento} = 2\times\frac{\mu_0 I}{4\pi b}\left(2\cdot\frac{a}{\sqrt{a^2+b^2}}\right) + 2\times\frac{\mu_0 I}{4\pi a}\left(2\cdot\frac{b}{\sqrt{a^2+b^2}}\right) = \frac{\mu_0 I}{\pi\sqrt{a^2+b^2}}\left(\frac{a}{b}+\frac{b}{a}\right) = \frac{\mu_0 I}{\pi\sqrt{a^2+b^2}}\left(\frac{a^2+b^2}{ab}\right)$

$$\boxed{B_{segmento} = \frac{\mu_0 I \cdot \sqrt{a^2+b^2}}{\pi ab}}$$

Hacer ejercicios más difíciles, los otros comentar y subrayar