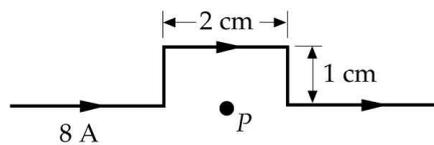
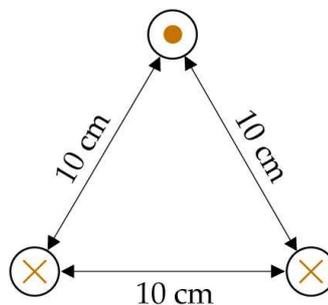


4. Campo magnético. Fuerza de Lorentz. Teorema de Ampère. Inducción electromagnética. Corrientes de Foucault. Energía en un campo magnético.

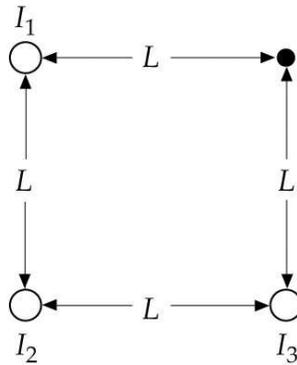
64. Una sola espira circular de radio 8,5 cm ha de producir un campo en su centro que neutralice exactamente el campo terrestre de magnitud 7×10^{-5} T dirigido 70° por debajo de la dirección horizontal norte. Determinar la intensidad de la corriente y hacer un esquema que muestre la orientación de la espira y la corriente.
65. La corriente en el conductor de la figura es 8,0 A. Hallar B en el punto P debido a cada segmento del conductor y sumar para hallar el valor resultante de B .



66. Tres conductores rectilíneos largos y paralelos pasan a través de los vértices de un triángulo equilátero de lado 10 cm, según se ve en la figura, en donde los puntos indican que la corriente está dirigida hacia el lector y a la cruz significa que está dirigida hacia el papel. Si cada corriente vale 15,0 A, hallar: (a) la fuerza por unidad de longitud ejercida sobre el conductor superior y (b) el campo magnético B en dicho conductor debido a los otros dos conductores inferiores.



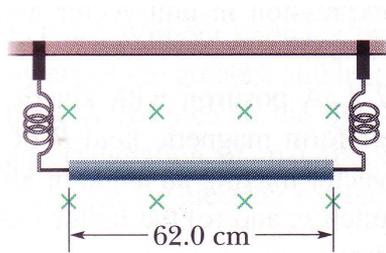
67. Un conductor aislado, infinitamente largo, está sobre el eje x y transporta una corriente de intensidad I en la dirección x positiva. Un segundo conductor, infinitamente largo, y aislado está sobre el eje y y transporta la corriente I en la dirección y positiva. ¿En qué punto del plano xy el campo magnético resultante es cero?
68. Tres alambres conductores muy largos y paralelos se hacen pasar por los vértices de un cuadrado, según se muestra en la figura. Calcular el campo magnético B en el vértice no ocupado cuando (a) el sentido de todas las intensidades de corriente es hacia dentro del papel, (b) I_1 e I_3 circulan en sentido hacia dentro e I_2 hacia fuera y (c) I_1 e I_2 hacia dentro e I_3 hacia fuera.



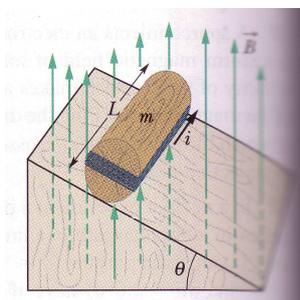
69. Un cilindro no conductor, infinitamente largo de radio R está situado a lo largo del eje z . En la mitad superior del cilindro hay cinco cables conductores largos, paralelos al mismo e igualmente espaciados. Cada cable transporta una corriente I en la dirección z positiva. Determinar el campo magnético sobre el eje z .
70. Por un conductor de radio 0,5 cm, circula una corriente de 100 A uniformemente distribuida en toda su sección recta. Hallar \mathbf{B} : (a) a 0.1 cm del centro del conductor, (b) en la superficie del mismo y (c) en un punto exterior al conductor a 0.2 cm de la superficie del conductor. (d) Construir un gráfico de \mathbf{B} en función de la distancia al centro del conductor.
71. Un cable coaxial está formado por un conductor sólido interno cilíndrico de radio 1,00 mm y una corteza cilíndrica externa conductora de radio 2,00 mm y un radio externo de 3,00 mm. Por el conductor interno circula una corriente de intensidad 1,8 A y una corriente igual retorna por el conductor exterior. Las corrientes son uniformes en toda la sección transversal de cada conductor. Determinar el valor numérico de $\oint \mathbf{B} \cdot d\mathbf{l}$ para una trayectoria circular cerrada (centrada en el eje del cable y en un plano perpendicular al eje) de radio r para (a) $r = 1.5$ mm, (b) $r = 2.50$ mm y (c) $r = 3.50$ mm.
72. Una espira conductora de longitud l transporta una corriente I . Comparar el campo magnético en el centro de la espira para los casos en que: (a) se trate de una circunferencia, (b) un cuadrado, y (c) un triángulo equilátero. (d) ¿Cuál produce un campo mayor?
73. Un electrón con energía cinética de 2,5 keV se mueve horizontalmente hacia una región en la que hay un campo eléctrico dirigido hacia abajo y cuya magnitud es de 10 kV/m. (a) ¿Cuál es la magnitud y dirección del campo magnético necesario para que el electrón siga moviéndose horizontalmente? Ignorar la fuerza gravitacional. (b) ¿Es posible para un protón pasar por esta combinación de campos sin que se produzca desviación? Si es posible, ¿bajo qué circunstancias?
74. Se utiliza un espectrómetro de masas comercial para separar iones de uranio de masa $3,92 \times 10^{-25}$ kg y carga $3,20 \times 10^{-19}$ C de especies parecidas. Los iones se aceleran a través de una ddp de 100 kV y luego pasan por una región en donde hay un campo magnético uniforme en donde se mueven formando una trayectoria curva de radio 1,00

m. Después de girar 180° y pasar por una rendija de 1,00 mm de anchura y 1,00 cm de altura, éstos son recogidos en un cabezal. (a) ¿Cuál es la magnitud del campo magnético en el separador? Si la máquina es utilizada para separar 100 mg de material por hora, calcular (b) la corriente de iones en la máquina y (c) la energía térmica producida en el cabezal durante 1 h.

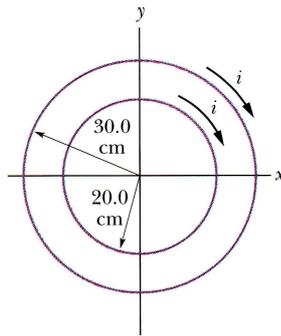
75. Un conductor horizontal, parte de una línea de transmisión, porta una corriente de 5000 A de sur a norte. El campo magnético terrestre ($60,0 \mu\text{T}$) está dirigido hacia el norte y está dirigido hacia abajo 70° respecto de la horizontal. Encontrar la magnitud y dirección de la fuerza magnética sobre 100 m de conductor debido al campo magnético terrestre.
76. Un hilo de 62,0 cm de longitud y 13,0 g de masa se suspende por un par de cables flexibles en presencia de un campo magnético uniforme de magnitud $0,440 \text{ T}$ según la figura. ¿Cuál es la magnitud y dirección de la corriente requerida para compensar la tensión mecánica de los hilos que lo sujetan?



77. La figura nos muestra un cilindro de madera de masa $m = 0,250 \text{ kg}$ y longitud $L = 0,100 \text{ m}$, con $N = 10,0$ vueltas arrolladas longitudinalmente, de forma que el plano de la bobina contiene al eje del cilindro. ¿Cuál es la corriente mínima sobre la bobina que evite que el cilindro gire por el plano inclinado un ángulo θ respecto de la horizontal, en presencia de un campo magnético uniforme B de magnitud $0,500 \text{ T}$ según el eje vertical, si el plano de la bobina es paralelo al plano inclinado?



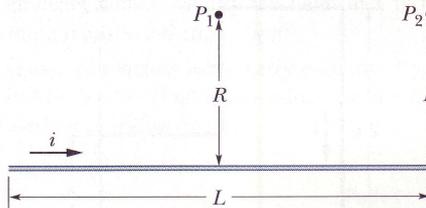
78. Dos anillos de radios $20,0$ y $30,0 \text{ cm}$, están situados en el plano (x, y) como muestra la figura. Cada hilo porta una corriente de $7,00 \text{ A}$ en sentido horario. (a) Encontrar el momento magnético neto del sistema. (b) Repetir el cálculo cambiando el sentido de la corriente en el anillo interior.



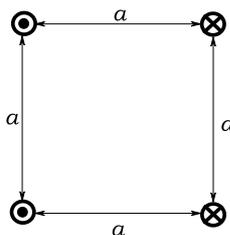
79. Un hilo rectilíneo de longitud L transporta una corriente i (ver figura). Demostrar que la magnitud del campo magnético producido por este segmento en P_1 , a una distancia R del hilo a lo largo de la perpendicular, es

$$B = \frac{\mu_0 i}{2\pi R} \frac{L}{\sqrt{L^2 + 4R^2}}.$$

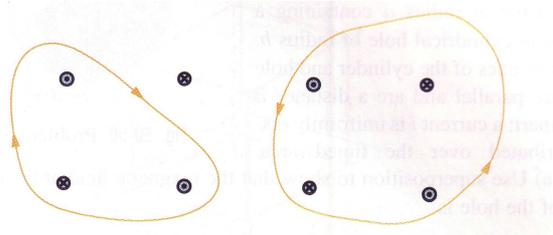
Demostrar que esta expresión para B se reduce al resultado esperado haciendo el límite $L \rightarrow \infty$.



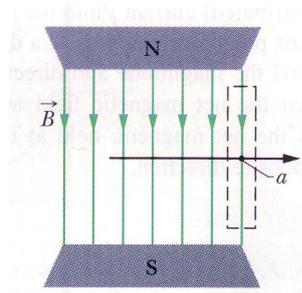
80. Dos hilos paralelos muy largos están separados una distancia de 8,0 cm. ¿Qué corriente debe circular por los hilos para que el campo magnético en el punto medio entre los hilos sea de $300 \mu\text{T}$? Contestar para los casos en que transporten (a) corrientes paralelas y (b) corrientes antiparalelas.
81. Cuatro hilos largos de cobre, paralelos entre sí, están separados una distancia $a = 20,0$ cm de forma que su sección son los vértices del cuadrado dado en la figura. Cada hilo lleva una corriente de 20 A en la dirección mostrada en la figura. ¿Cuál es la magnitud y dirección del campo magnético B en el punto medio del cuadrado?



82. Cada uno de los ocho conductores de la figura transporte una corriente de 2,0 A entrante o saliente al plano de esta hoja. Se indican dos trayectorias para llevar a cabo la integral de línea $\oint \mathbf{B} \cdot d\mathbf{s}$. ¿Cuál es el valor de la integral para las trayectorias (a) de la izquierda y (b) de la derecha?



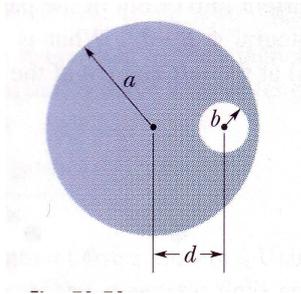
83. Demostrar que un campo magnético \mathbf{B} no puede caer abruptamente a cero (como se sugiere por la falta de líneas de campo en la figura a la derecha del punto a) cuando nos movemos perpendicularmente a la dirección de \vec{B} , es decir a lo largo de la flecha en la figura (Ayuda: aplicar el teorema de Ampère a una trayectoria rectangular como la indicada en la figura). En un imán real los efectos de borde siempre ocurren, indicando que el campo magnético tiende suavemente a cero. Modificar las líneas de campo de la figura para indicar una situación más realista.



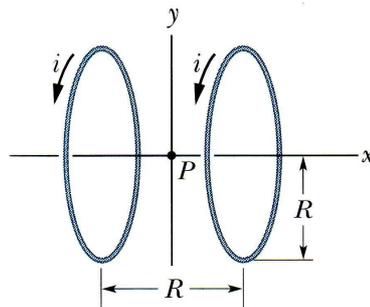
84. La figura muestra la sección transversal de un hilo conductor cilíndrico de radio a que contiene un hueco cilíndrico de radio b . Los ejes del hilo cilíndrico y hueco son paralelos y están separados una distancia d . La corriente i está uniformemente distribuida a lo largo de toda la superficie sombreada. Utilizar el principio de superposición para demostrar que el campo magnético en el centro del cilindro es

$$B = \frac{\mu_0 i}{2\pi(a^2 - b^2)}.$$

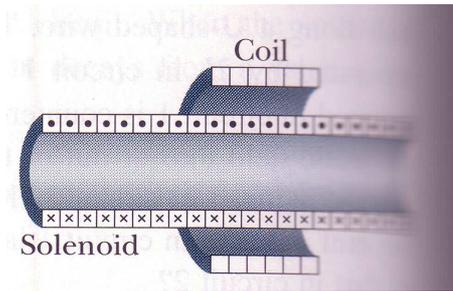
- (b) Discutir los dos casos especiales $b = 0$ y $d = 0$. (c) Utilizar el teorema de Ampère para demostrar que el campo magnético dentro del hueco es uniforme (Ayuda: recordar el hueco cilíndrico como resultante de la superposición del cilindro completo que transporta la corriente en una dirección y el cilindro de radio b que transporta la corriente en sentido opuesto, teniendo ambos cilindros la misma densidad de corriente).



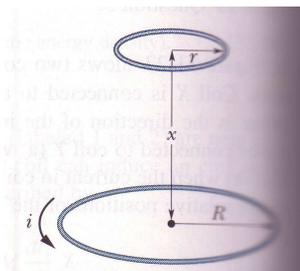
85. Por un solenoide de 200 vueltas con una longitud de 25 cm y un diámetro de 10 cm circula una corriente de 0,30 A. Calcular la magnitud del campo magnético en el interior del solenoide.
86. Un toroide de sección cuadrada de 5,00 cm de lado y radio interior de 15,0 cm tiene 500 vueltas y transporta una corriente de 0,800 A. ¿Cuál es el campo magnético en el toroide a una distancia del centro igual (a) al radio interno y (b) al radio externo?
87. ¿Cuál es el momento magnético μ del solenoide descrito en el ejercicio 85?
88. La figura muestra dos bobinas separadas una distancia igual a su radio (bobinas de Helmholtz). Supongamos que la separación entre las bobinas es una variable s (no es exactamente R). (a) Demostrar que la primera derivada de la magnitud del campo magnético dB/dx se anula en el punto medio P independientemente del valor de s . ¿Por qué esperamos que esto sea así a partir de razonamientos de simetría? (b) Demostrar que la segunda derivada d^2B/dx^2 también se anula en P , tomando $s = R$. Esto nos demuestra la uniformidad de B en las cercanías de P para esta configuración de bobinas.



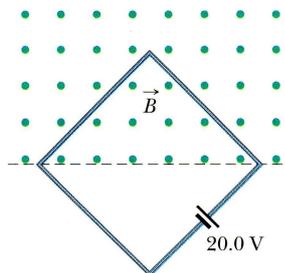
89. En la figura se muestra una bobina de 120 vueltas de radio 1,8 cm y $5,3 \Omega$ de resistencia, situada rodeando un solenoide como el resuelto en clase en un ejemplo (el solenoide tiene 220 vueltas/cm, un diámetro $D = 3,2$ cm y transporta una corriente de 1.5 A, en 25 ms la corriente pasa a ser cero). ¿Cuál es la corriente que aparece en el solenoide externo al cambiar la corriente del solenoide interior?



90. La figura muestra dos espiras paralelas con el eje común. La espira pequeña, de radio r está situada a una distancia x sobre la espira mayor, de radio R ($x \gg R$). El campo magnético producido por la espira grande es aproximadamente constante en el área de la espira pequeña. Supongamos que la espira pequeña se desplaza alejándose según el eje x a una velocidad constante v . (a) Determinar el cambio de flujo sobre la espira pequeña como función de x . (b) Encontrar la fem inducida y (c) la dirección de la corriente inducida.



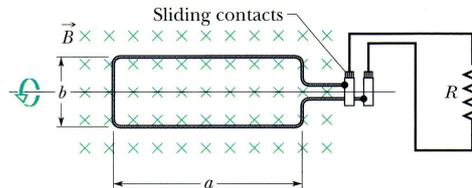
91. Una espira cuadrada de 2 m de lado está situada perpendicularmente aun campo magnético uniforme, con la mitad del área de la espira en el campo (ver figura). La espira contiene una batería de 20,0 V con resistencia interna despreciable. Si la magnitud del campo varía con el tiempo de acuerdo con la ley $B = 0,0420 - 0,870t$, con B en T y t en s, ¿cuál es (a) la fem neta sobre el circuito y (b) la dirección de la corriente a través de la batería?



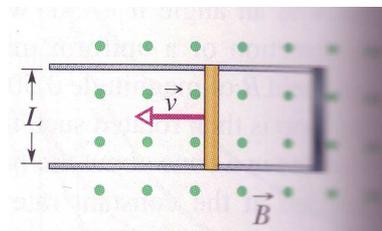
92. Una bobina rectangular de N vueltas, una longitud a y anchura b gira a frecuencia constante en el seno de un campo magnético \vec{B} , como se indica en la figura. La bobina está conectada mediante dos cilindros giratorios con contactos de escobilla. (a) Demostrar que la fem inducida en la bobina viene dada, en función del tiempo, por

$$\mathcal{E} = 2\pi f N a b B \sin(2\pi f t) = \mathcal{E}_0 \sin(2\pi f t)$$

Éste es el principio de un generador de corriente alterna comercial. (b) Diseñar una bobina que produzca una fem de $\mathcal{E}_0 = 150 \text{ V}$ girando a una velocidad uniforme de $60,0 \text{ rev/s}$ en un campo magnético de $0,500 \text{ T}$.

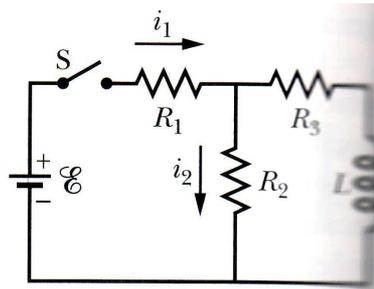


93. Dos hilos largos de cobre, paralelos, de $2,5 \text{ mm}$ de diámetro transportan una corriente de 10 A en sentidos opuestos. (a) Suponiendo que sus ejes están separados 20 mm , calcular el flujo de campo magnético por metro de hilo en el espacio existente entre los dos hilos. (b) ¿Qué fracción de flujo hay en el interior de los hilos? (c) Repetir el apartado (a) para el caso en que las corrientes tengan el mismo sentido.
94. Si $50,0 \text{ cm}$ de hilo de cobre (de $1,00 \text{ mm}$ de diámetro) se une formando una espira circular y se sitúa perpendicularmente a un campo magnético uniforme que aumenta con el tiempo a razón de $10,0 \text{ mT/s}$, ¿cuál es la potencia disipada por efecto Joule?
95. La barra conductora mostrada en la figura, de longitud L , está situada sobre dos raíles conductores. Tiramos de dicha barra a lo largo de la dirección horizontal a una velocidad v constante de forma que la barra desliza sin rozamiento. Los raíles se conectan por el otro extremo mediante una tira metálica. Un campo magnético B uniforme, dirigido hacia fuera del papel, llena la región en la que están situados los raíles. Suponer que $L = 10 \text{ cm}$, $v = 5,0 \text{ m/s}$ y $b = 1,2 \text{ T}$. (a) ¿Cuál es la magnitud y dirección de la fem inducida sobre la barra? (b) ¿Cuál es la corriente que circula en la espira formada por la barra, la tira metálica y los raíles? Suponer que la resistencia de la barra es de $0,40 \Omega$ y que la resistencia de los raíles y la tira metálica es despreciable. (c) ¿Cuál es la potencia térmica generada en la barra? (d) ¿Qué fuerza debe aplicarse sobre la barra por un agente externo para mantenerla en movimiento? (e) ¿Cuál es el trabajo por unidad de tiempo realizado por dicho agente externo? Comparar esta respuesta con la dada en (c).



96. Un solenoide largo tiene $12,0 \text{ cm}$ de diámetro. Al pasar una corriente i por la bobina el campo producido en su interior es de $B = 30,0 \text{ mT}$. Disminuyendo i , el campo disminuye a una velocidad de $6,50 \text{ mT/s}$. Calcular la magnitud del campo eléctrico inducido a (a) $2,20 \text{ cm}$ y (b) $8,20 \text{ cm}$ del eje del solenoide.

97. Un solenoide con una inductancia de $6,30 \mu\text{H}$ se conecta en serie con una resistencia de $1,20 \text{ k}\Omega$. (a) Si conectamos una batería de $14,0 \text{ V}$ al conjunto, ¿cuánto tiempo tarda en alcanzar la corriente el 80% de su valor máximo? (b) ¿Cuál es la corriente a través de la resistencia en un tiempo $t = 1,0\tau_L$?
98. En la figura, $\mathcal{E}=100 \text{ V}$, $R_1=10,0 \Omega$, $R_2=20,0 \Omega$, $R_3=30,0 \Omega$, y $L=2,00 \text{ H}$. Encontrar los valores de i_1 e i_2 (a) inmediatamente después de cerrar el interruptor S , (b) después de un tiempo muy largo, (c) inmediatamente después de reabrir el interruptor y (d) un tiempo muy largo después de la reapertura.



99. Un solenoide de $85,0 \text{ cm}$ de largo tiene una sección de $17,0 \text{ cm}^2$. El solenoide tiene 950 espiras por las que circula una corriente de $6,60 \text{ A}$. (a) Calcular la densidad de energía correspondiente al campo magnético dentro del solenoide. (b) Hallar la energía total almacenada por el solenoide (despreciar los efectos de borde).
100. Dos bobinas, 1 y 2, están situadas en posiciones fijas. Cuando la bobina 1 no transporta corriente y la corriente por la 2 aumenta a una velocidad de $15,0 \text{ A/s}$, la fem en la bobina 1 es de $25,0 \text{ mV}$. (a) ¿Cuál es la inductancia mutua? (b) Cuando por la bobina 2 no circula corriente y por la 1 circula una corriente de $3,60 \text{ A}$, ¿cuál es el flujo de campo magnético por la bobina 2?
101. La figura muestra la sección de dos solenoides coaxiales. Demostrar que la inductancia mutua M para una longitud l de esta combinación de solenoides es $M = \pi R_1^2 l \mu_0 n_1 n_2$, donde n_1 y n_2 son el número de espiras por unidad de longitud en la espira 1 y 2, respectivamente, y R_1 el radio del solenoide interior. ¿Por qué depende M del radio del solenoide interior y no del exterior?

