

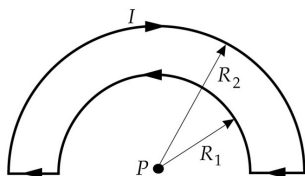
Práctica 6: Campo magnético: Ley de Biot-Savart, Ley de Ampère y fuerza de Lorentz

1. Una partícula con carga q y masa m se mueve con una cierta velocidad $\mathbf{v}_0 = v_0 \hat{\mathbf{j}}$ al entrar a una región en la que hay campos eléctrico \mathbf{E} y magnético \mathbf{B} dados por:

- (a) $\mathbf{E} = E_0 \hat{\mathbf{j}}, \mathbf{B} = 0$
- (b) $\mathbf{E} = E_0 \hat{\mathbf{j}}, \mathbf{B} = B_0 \hat{\mathbf{j}}$
- (c) $\mathbf{E} = 0, \mathbf{B} = B_0 \hat{\mathbf{k}}$
- (d) $\mathbf{E} = E_0 \hat{\mathbf{k}}, \mathbf{B} = B_0 \hat{\mathbf{k}}$
- (e) $\mathbf{E} = E_0 \hat{\mathbf{j}}, \mathbf{B} = B_0 \hat{\mathbf{k}}$

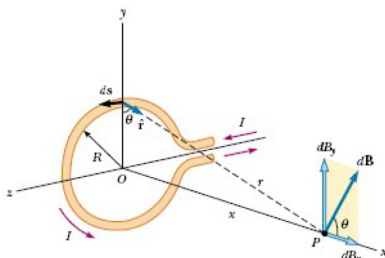
Describir en cada caso el movimiento de la partícula, determinando su velocidad $v(t)$ y la forma de la trayectoria. Considerar en particular el límite $v_0 = 0$.

2. Hallar el campo magnético en el punto P de la figura, donde $R_1 = 5\text{ cm}$, $r_2 = 8\text{ cm}$, y la corriente que circula por el circuito es de 2 A .

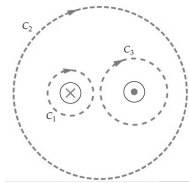


3. Un selector de velocidades tiene un campo magnético de valor $0,1\text{ T}$ perpendicular a un campo eléctrico de valor $2 \times 10^3\text{ Vm}^{-1}$. (a) ¿Cuál deberá ser la velocidad de una partícula para pasar a través de dicho selector sin ser desviada? (b) ¿Qué energía cinética deberían tener los protones para pasar a través del mismo sin ser desviados?

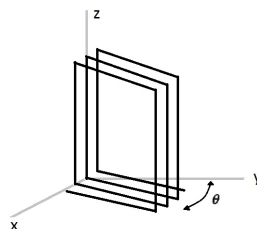
4. Considere una espira circular de alambre de radio R situada en el plano yz , que porta una corriente I . (a) calcule el campo magnético en un punto P sobre el eje situado a una distancia x del centro de la espira circular, (b) Encuentre el valor de B en el centro de la espira, (c) ¿Cuál el valor del campo magnético a grandes distancias de la espira ($x \gg R$)? Expresar el resultado en términos del momento dipolar magnético de la espira ($\mu = I\pi R^2$) y compare con la expresión del campo eléctrico sobre el eje del dipolo eléctrico de momento p , $E_x = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{2p}{x^3}$.



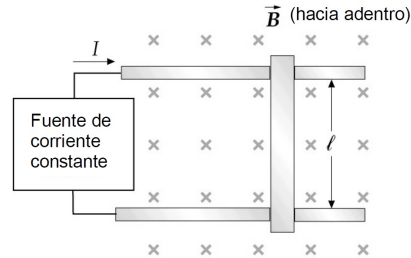
5. Considere un solenoide de longitud l , formado por N vueltas de cable conductor cubierto con un barniz aislante que transporta una corriente de intensidad I . Suponga al eje del solenoide como eje x , con el extremo izquierdo en $x = -a$ y el extremo derecho en $x = +b$. (a) A partir del resultado del ejercicio anterior, determinar el campo magnético (B_x) dentro del solenoide sobre el eje x , en $x = 0$. (Sugerencia: exprese el campo magnético en un punto del eje x causado por una espira situada en el origen y que transporta una corriente $di = nI dx$ ($n = N/L$). Luego integre entre $x = -a$ y $x = +b$.) (b) Esquematice en un gráfico como varía B_x en función de x , (c) ¿Cuál es el valor de B_x para un solenoide largo?, es decir cuando a y b son mucho mayores que R . (d) Utilizando la ley de Ampère, demuestre que el campo magnético dentro de un solenoide ideal es $B = \mu_0 n I$, siendo n el número de vueltas por unidad de longitud.
6. Un cable coaxial muy largo tiene un conductor interior y una corteza conductora cilíndrica exterior concéntrica con la anterior de radio R . En un extremo, el hilo interior se conecta a la corteza. En el otro extremo, el hilo y la corteza se conectan a los terminales opuestos de una batería de modo que la corriente va por el hilo y vuelve por la corteza. Considerar que el hilo es rectilíneo. Hallar \mathbf{B} en (a) puntos alejados de los extremos y entre el conductor y la corteza y (b) en el exterior del cable.
7. Una corteza cilíndrica gruesa infinitamente larga de radio interior a y radio exterior b transporta una corriente I uniformemente distribuida en toda la sección transversal de la corteza. Determinar el campo magnético en todo el espacio.
8. Un conductor de 16 cm de longitud está suspendido por cables flexibles encima de un conductor rectilíneo largo. Se establecen en los conductores corrientes iguales y opuestas de modo que el conductor de 16 cm flota a 1.5 mm por encima del conductor largo sin que en los cables en suspensión aparezca ninguna tensión. Si la masa del conductor de 16 cm es 14 g , ¿cuál es la corriente?
9. En la figura las corrientes tienen un valor de 8 A y sentidos opuestos. Los conductores están separados una distancia 2 cm . (a) Hallar la circulación de \mathbf{B} para cada una de las trayectorias circulares indicadas. (b) Utilizando la ley de Ampère y el principio de superposición determinar el campo magnético en un punto P , ubicado a una distancia de 5 cm de cada uno de los conductores.



10. Una bobina rectangular de 50 vueltas tiene lados de 6 cm y 8 cm y transporta una corriente de $1,75\text{ A}$. Está orientada como indica la figura y pivota alrededor del eje z . (a) si el alambre situado en el plano xy forma un ángulo de 37° con el eje y , ¿qué ángulo forma el vector normal unitario $\hat{\mathbf{n}}$ con el eje x ? (b) Expresar $\hat{\mathbf{n}}$ en función de los vectores unitarios $\hat{\mathbf{i}}$ y $\hat{\mathbf{j}}$. (c) ¿cuál es el momento magnético de la bobina? (d) Determinar el momento del par que actúa sobre la bobina cuando se sitúa en un campo magnético uniforme $\mathbf{B} = 1,5\text{ T}\hat{\mathbf{j}}$.



11. Un toroide con un arrollamiento compacto, de radio interior 1 cm y radio exterior 2 cm , posee 1000 vueltas de alambre y transporta una corriente de $1,5\text{ A}$. (a) ¿Cuánto vale el campo magnético a una distancia de $1,1\text{ cm}$ del centro? (b) ¿Cuánto vale a $1,5\text{ cm}$ del centro?
12. Un electrón de energía cinética 45 keV se mueve en una órbita circular perpendicular a un campo magnético de $0,325\text{ T}$. (a) Hallar el radio de la órbita. (b) Hallar la frecuencia y el período del movimiento.
13. Una barra metálica de masa m está apoyada sobre un par de raíles conductores horizontales separados una distancia L y unidos a un dispositivo que suministra una corriente constante I al circuito. Se establece un campo magnético uniforme B como se muestra en la figura. (a) Si no existe rozamiento y la barra parte del reposo cuando $t = 0$, demostrar que en el instante t la barra adquiere una velocidad $v = \frac{BIL}{m}t$. (b) ¿En qué sentido se moverá la barra? (c) Si el coeficiente de rozamiento estático es μ_e , hallar el valor mínimo del campo B necesario para hacer que la barra se ponga en movimiento.



Resultados: 1a: $\mathbf{v}(t) = \left(\frac{qE_0}{m}t + v_0\right)\hat{\mathbf{j}}$. 1b: $\mathbf{v}(t) = \left(\frac{qE_0}{m}t + v_0\right)\hat{\mathbf{j}}$. 1c: $\mathbf{v}(t) = v_0 \left(\sin(\omega t)\hat{\mathbf{i}} + \cos(\omega t)\hat{\mathbf{j}}\right)$.
 1d: $\mathbf{v}(t) = v_0 \left(\sin(\omega t)\hat{\mathbf{i}} + \cos(\omega t)\hat{\mathbf{j}}\right) + \frac{qE_0}{m}t\hat{\mathbf{k}}$. 1e: $\mathbf{v}(t) = \left(\frac{E_0}{B_0}(1 - \cos(\omega t)) + v_0\sin(\omega t)\right)\hat{\mathbf{i}} + \left(\frac{E_0}{B_0}\sin(\omega t) + v_0\cos(\omega t)\right)\hat{\mathbf{j}}$.
 $(\omega = \frac{qB_0}{m}$ en todos los incisos). 2: $\mathbf{B} = 4.71 \mu\text{T}\hat{\mathbf{k}}$. 3: $v = 20000 \text{ m/s}$. 4a: $B_x = \frac{\mu_0 I R^2}{2(R^2 + x^2)^{3/2}}$. 4c: $\frac{\mu_0}{4\pi} \frac{2\mu}{|x|^3}$.
 5a: $B_x = \frac{\mu_0 n I}{2} \left(\frac{b}{\sqrt{b^2 + R^2}} + \frac{a}{\sqrt{a^2 + R^2}}\right)$. 5c: $B_x = \mu_0 n I$. 6a: $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi R}$. 6b: $B = 0$. 7: $B = 0$ si $r < a$,
 $B = \frac{\mu_0 I(r^2 - a^2)}{2\pi r(b^2 - a^2)}$ si $a < r < b$, $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$ si $r > b$. 8: $I = 80.2 \text{ A}$. 9a: $\int_{C_1} \mathbf{B} \cdot d\mathbf{l} = -10^{-5} \frac{N}{A}$, $\int_{C_2} \mathbf{B} \cdot d\mathbf{l} =$
 0 , $\int_{C_3} \mathbf{B} \cdot d\mathbf{l} = 10^{-5} \frac{N}{A}$. 9b: $\mathbf{B} = -1.28 \times 10^{-8} \text{ T}\hat{\mathbf{j}}$. 10a: $\theta = 37^\circ$. 10b: $\hat{\mathbf{n}} = \cos(\theta)\hat{\mathbf{i}} - \sin(\theta)\hat{\mathbf{j}}$. 10c:
 $p_m = 0.42 \text{ Am}^2$. 10d: $\tau = 0.01 \text{ Nm}$ 11: $B(1.1 \text{ cm}) = 0.027 \text{ T}$, $B(1.5 \text{ cm}) = 0.02 \text{ T}$ 12a: $r = 2.2 \text{ mm}$. 12b:
 $f = 9.1 \times 10^9 \text{ Hz}$ 13c: $B_{\min} = \frac{\mu_e m g}{IL}$