FÍSICA GENERAL III - 2023
Departamento de Física - UNLP

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 E y magnético B dados por:

   (a) $\mathbf{E} = E_0\,\hat{\mathbf{j}}\ ,\ \ \mathbf{B} = 0$

   (b) $\mathbf{E} = E_0\,\hat{\mathbf{j}}\ ,\ \ \mathbf{B} = B_0\,\hat{\mathbf{j}}$

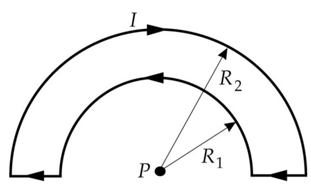
   (c) $\mathbf{E} = 0\ ,\ \ \mathbf{B} = B_0\,\hat{\mathbf{k}}$

   (d) $\mathbf{E} = E_0\,\hat{\mathbf{k}}\ ,\ \ \mathbf{B} = B_0\,\hat{\mathbf{k}}$

   (e) $\mathbf{E} = E_0\,\hat{\mathbf{j}}\ ,\ \ \mathbf{B} = B_0\,\hat{\mathbf{k}}$

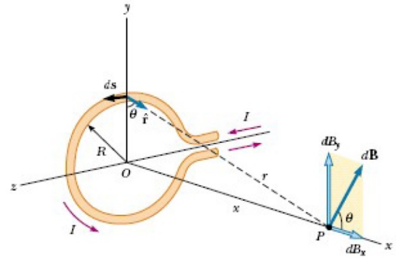
   Describir en cada caso el movimiento de la partícula, determinando su velocidad $v(t)$ y la forma de la trayectoria. Considerar en particular el límite $v_0 = 0$.

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



3. Un selector de velocidades tiene un campo magnético de valor $0,1\,T$ perpendicular a un campo eléctrico de valor $2 \times 10^3\,V m^{-1}$. (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, $E_x = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{2p}{x^3}$.



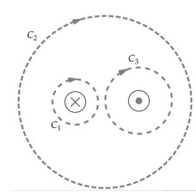
5. Considere un solenoide de longitud l, formado por N vueltas de cable conductor cubierto con un barniz aislante que transporta una corriente de intensidad I. Suponga al eje del solenoide como eje x, con el extremo izquierdo en $x = -a$ y el extremo derecho en $x = +b$. (a) A partir del resultado del 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 $di = nIdx$ ($n = N/L$). 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 al ley de Ampère, demuestre que el campo magnético dentro de un solenoide ideal es $B = \mu_0 nI$, 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 **B** en (a) puntos alejados de los extremos y entre el conductor y la corteza y (b) en el exterior del cable.

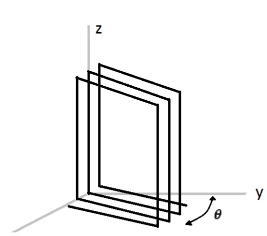
7. Una corteza cilíndrica gruesa infinitamente larga de radio interior a y radio exterior b transporta una corriente I uniformemente distribuida en toda la sección transversal de la corteza. Determinar el campo magnético en todo el espacio.

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 **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.



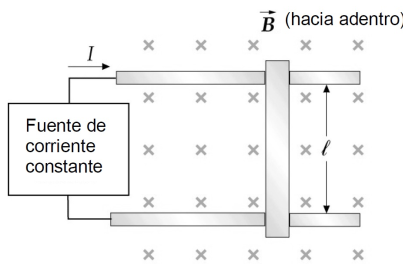
10. Una bobina rectangular de 50 vueltas tiene lados de $6\,cm$ y $8\,cm$ y transporta una corriente de $1,75\,A$. Está orientada como indica la figura y pivota alrededor del eje z. (a) si el alambre situado en el plano xy forma un ángulo de $37°$ con el eje y, ¿qué ángulo forma el vector normal unitario $\hat{\mathbf{n}}$ 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 $\mathbf{B} = 1,5\,T\,\hat{\mathbf{j}}$.



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 $1,5\,A$. (a) ¿Cuánto vale el campo magnético a una distancia de $1,1\,cm$ del centro? (b) ¿Cuánto vale a $1,5\,cm$ del centro?

12. Un electrón de energía cinética $45\,keV$ se mueve en una órbita circular perpendicular a un campo magnético de $0,325\,T$. (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: $\mathbf{v}(t) = v_0\left(\text{sen}\,(\omega t)\,\hat{\mathbf{i}} + \cos(\omega t)\,\hat{\mathbf{j}}\right)$. 1d: $\mathbf{v}(t) = v_0\left(\text{sen}\,(\omega t)\,\hat{\mathbf{i}} + \cos(\omega t)\,\hat{\mathbf{j}}\right) + \frac{qE_0}{m}t\,\hat{\mathbf{k}}$. 1e: $\mathbf{v}(t) = \left(\frac{E_0}{B_0}\left(1 - \cos(\omega t)\right) + v_0\text{sen}\,(\omega t)\right)\hat{\mathbf{i}} + \left(\frac{E_0}{B_0}\text{sen}\,(\omega t) + v_0\cos(\omega t)\right)\hat{\mathbf{j}}$. ($\omega = \frac{qB_0}{m}$ 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 $r < a$, $B = \frac{\mu_0 I\left(r^2-a^2\right)}{2\pi r(b^2-a^2)}$ 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: $\mathbf{B} = -1.28\times10^{-8}T\hat{\mathbf{j}}$. 10a: $\theta = 37°$. 10b: $\hat{\mathbf{n}} = \cos(\theta)\,\hat{\mathbf{i}} - \text{sen}\,(\theta)\,\hat{\mathbf{i}}$. 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: $f = 9.1\times10^{9}\text{Hz}$ 13c: $B_{min} = \frac{\mu_e mg}{IL}$