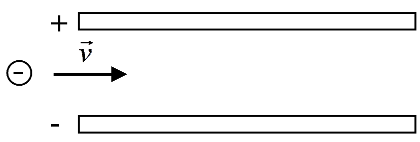
BOLETÍN IV: INTERACCIÓN MAGNÉTICA (TEMA 5)

Dato: $\mu_o = 4\pi\ 10^{-7}$ T A^{-1} m^{-1}, e = 1,60 10^{-19} C, m_e = 9,11 10^{-31} kg

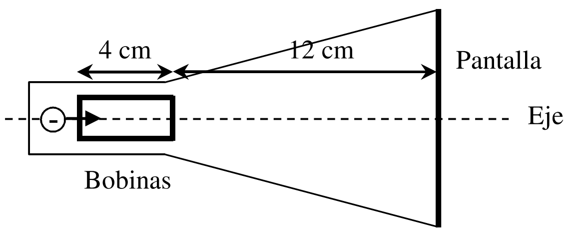
[01] Una partícula de carga negativa se desplaza con una velocidad v. La partícula penetra entre las placas de un condensador plano, siendo d la distancia entre las placas y V la diferencia de potencial entre las mismas. Determinar el campo magnético que debemos aplicar sobre la carga para que ésta no se desvíe de su trayectoria inicial (paralela a las placas).

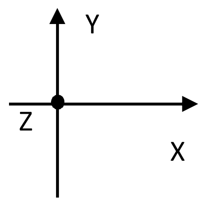


Solución: $B = \dfrac{V}{dv}$ (perpendicular al papel y sentido entrante).

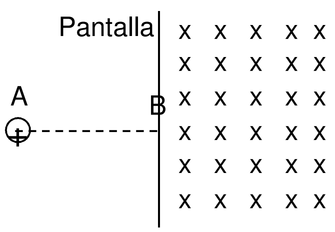
[02] Un electrón de energía cinética K = E_C = 1,25 10^3 eV, se mueve hacia la derecha a lo largo del eje del tubo de rayos catódicos asociado a la pantalla de un televisor (ver figura). En la región comprendida entre las bobinas deflectoras existe un campo magnético $\vec{B} = -8{,}57\ \mu T\ \vec{k}$ y fuera de ella el campo es nulo. Calcular: a) ¿a qué distancia del eje del tubo se encuentra el electrón cuando alcanza el extremo de las placas?; b) ¿bajo qué angulo respecto al eje se mueve el electrón al salir de la región comprendida entre las placas?; y c) ¿a qué distancia del eje se produce el choque del electrón con la pantalla fluorescente?

Solución: a) 0,61 cm; b) 16,7°; c) 4,19 cm (en todos los casos por debajo del eje).





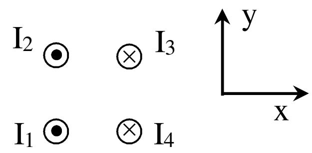
[03] Un protón está en reposo en un punto A y es acelerado hasta otro punto B debido a una diferencia de potencial V entre ambos puntos. El protón pasa, entonces, a una región donde existe un campo magnético de intensidad B constante, perpendicular a la trayectoria del próton y en el sentido indicado en la figura (perpendicular al papel y sentido entrante). Determinar la velocidad v y la distancia d (medida desde el punto B) a la que la carga impacta en la pantalla.



Discutir qué ocurre si se aplica un campo magnético de la misma intensidad pero de sentido contrario.

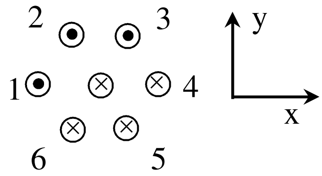
<u>Solución</u>: $v = \sqrt{\dfrac{2eV}{m}}$, $d = \dfrac{2mv}{eB}$ (por encima de B); gira en sentido contrario, horario, e impacta, con la misma velocidad, a la misma distancia pero por debajo de B.

[04] Se tiene un dispositivo formado por cuatro conductores paralelos, perpendiculares al plano del papel, de longitud infinita y dispuestos en los vértices de un cuadrado de longitud L = 5 cm. Sabiendo que la intensidad que circula por cada uno es $I_1 = 2$ A, $I_2 = 1$ A, $I_3 = 4$ A y $I_4 = 2$ A (en el sentido indicado en la figura), determinar la intensidad del campo magnético en el conductor 3 y la fuerza por unidad de longitud que actúa sobre dicho conductor.



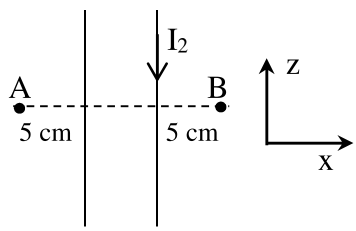
<u>Solución</u>: $\vec{B} = 4(\vec{i} + 2\vec{j})\ \mu T \quad (B = 8{,}9\mu T)$; $\vec{F}/l = 16(2\vec{i} - \vec{j})\ \mu N/m\ (F/l = 36\mu N/m)$.

[05] Seis conductores paralelos, de longitud infinita, pasan por los vértices de un hexágono regular de lado L = 50 cm contenido en un plano perpedicular a los conductores. Un séptimo conductor paralelo a los anteriores pasa por el centro del hexágono. A través de todos ellos circula una intensidad de 50 A en el sentido que se indica en la figura. Determinar la intensidad del campo magnético en el centro de la configuración y la fuerza por unidad de longitud que actúa sobre el conductor central.



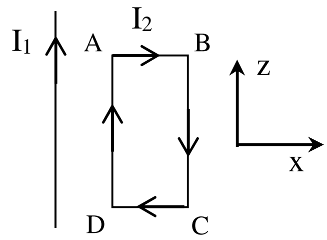
<u>Solución</u>: $\vec{B} = 40(\sqrt{3}\,\vec{i} + \vec{j})\,\mu T\,(B = 80\,\mu T)$; $\vec{F}/l = 2(\vec{i} - \sqrt{3}\,\vec{j})10^{-3}\ N/m\ (F/l = 4\ 10^{-3}\ N/m)$.

[06] Dos hilos rectilíneos, paralelos y de longitud infinita están separados por una distancia d = 10 cm. Sabiendo que $I_2 = 6$ A, determinar: a) la intensidad y sentido de la corriente I_1 que debe circular por el otro hilo para que el campo magnético en el punto A sea nulo; y b) la intensidad del campo magnético que se tiene entonces en el punto B.



<u>Solución</u>: a) $I_1 = 2$ A, sentido contrario a I_2; b) $\vec{B} = -2{,}13\ 10^{-5}\ \vec{j}\,(T)$.

[07] Por un hilo conductor rectilíneo circula una intensidad de corriente I_1 = 30 A. Se coloca una espira rectangular según se muestra en la figura, donde AD = BC = a = 20 cm y AB = DC = b = 10 cm. El lado AD se encuentra a una distancia c = 10 cm del hilo conductor. Sabiendo que por la espira circula una intensidad de corriente I_2 = 10 A, determinar: a) la fuerza que actúa sobre cada lado de la espira debida al campo magnético creado por el hilo conductor; y b) la fuerza neta sobre la espira.



Solución: a) $\vec{F}_{AB} = -\vec{F}_{CD} = 4{,}2\ 10^{-5}\ \vec{k}\ (N),\ \ \vec{F}_{AD} = -2\,\vec{F}_{BC} = -12\ 10^{-5}\ \vec{i}\ (N);$ b) $\vec{F}_{neta} = -\vec{F}_{BC}$.

[08] Una carga puntual q se encuentra en el plano OXY en el punto (0,d) y se mueve con velocidad constante. Determinar, en función del tiempo, el campo magnético creado por q en el origen de coordenadas en cada uno de los siguientes casos: a) q se mueve paralela al eje OX en sentido positivo; b) lo mismo en sentido negativo; c) q se mueve a lo largo del eje OY; d) q describe una circunferencia de centro el origen en sentido horario.

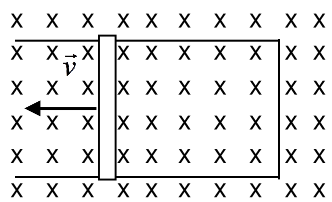
Solución: a) $\vec{B} = B\vec{k}$ donde $B = \dfrac{\mu_o q v d}{4\pi\left(d^2 + v^2 t^2\right)^{3/2}}$; b) $\vec{B} = -B\vec{k}$; c) $\vec{B} = \vec{0}$; d) $\vec{B} = -\dfrac{\mu_o q v}{4\pi d^2}\vec{k}$.

[09] Un cable coaxial de longitud infinita está formado por dos conductores concéntricos cilíndricos de radio a, el interior, y radio interior b y exterior c, el exterior. Por cada uno de ellos circulan corrientes iguales I_o pero de sentido opuesto. Aplicando la ley de Ampére, directamente o indirectamente utilizando el principio de superposición, determinar la intensidad del campo magnético creado en cualquier punto del espacio en función de la distancia r al eje del cable.

Solución: $\dfrac{\mu_o I_o}{2\pi a^2} r$ (r < a); $\dfrac{\mu_o I_o}{2\pi r}$ (a < r < b); $\dfrac{\mu_o I_o}{2\pi r}\left(\dfrac{c^2 - r^2}{c^2 - b^2}\right)$ (b < r < c); 0 (r > c).

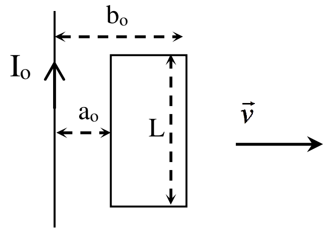
[10] Una barra conductora de 25 cm de longitud, se mueve con velocidad constante de 16 m/s en el sentido de la figura, apoyándose sobre una horquilla conductora, teniendo el conjunto una resistencia al paso corriente constante de 4 Ω.

El conjunto se encuentra en una región en la que existe un campo magnético constante de 1 T en el sentido indicado en la figura. Determinar: a) el valor de la fem inducida en el circuito; b) el valor de la intensidad de corriente inducida en el circuito y sentido de la misma; c) ¿qué fuerza exterior habría que ejercer sobre la barra para mantener constante su velocidad; y d) el valor de la potencia disipada.



Solución: a) fem = 4 V; b) I = 1 A (sentido antihorario); c) F = 0,25 N (en la dirección y sentido de su movimiento); d) P = 4 W.

[11] Un hilo conductor rectilíneo y de longitud infinita transporta una intensidad de corriente I_o. Se coloca una espira rectangular según se muestra en la figura. Determinar: a) el flujo del campo magnético creado por el hilo conductor a través de la espira; y b) la intensidad inducida en la espira si ésta ofrece una resistencia R al paso de corriente y si se mueve con velocidad constante, v, como se indica en la figura.



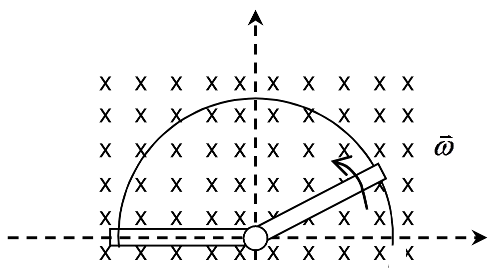
Solución: a) $\Phi = \frac{\mu_o I_o L}{2\pi} \ln\left(\frac{b_o}{a_o}\right)$ (entrante); b) $I = \frac{\mu_o I_o L}{2\pi R} \frac{v(b_o - a_o)}{(a_o + vt)(b_o + vt)}$ (sentido horario).

[12] Consideremos el hilo conductor y la espira del problema anterior. Supongamos que por el hilo circula una intensidad de corriente dependiente del tiempo de valor $I = I_o\, sen\omega t$, donde I_o y ω son constantes. Si la espira está en reposo, determinar el flujo magnético y la intensidad de corriente inducida en la espira.

Solución: $\Phi = -\frac{\mu_o I_o L\, sen\omega t}{2\pi} \ln\left(\frac{b_o}{a_o}\right)$ (alterno); $I = -\frac{\mu_o I_o L \omega}{2\pi R} \ln\left(\frac{b_o}{a_o}\right) \cos\omega t$ (alterna). El flujo magnético es negativo si es entrante, y la intensidad es negativa en sentido horario.

[13] Se tiene un alambre de forma semicircular de radio R, centrado en el origen. Del origen parten dos varillas iguales que finalizan en los extremos del alambre. La resistencia neta de las varillas al paso de corriente vale r. Mientras que una de ellas está fija, la otra gira alrededor del origen, manteniendo un extremo sobre el alambre, con una frecuencia ν. El dispositivo se encuentra en una región donde existe un campo magnético unforme de intensidad B y sentido indicado en la figura. Determinar: a) la fem inducida en el circuito cerrado; b) la intensidad que se induce en el circuito; c) la potencia disipada. Aplicar los resultados en el caso: R = 5 cm, r = 10 Ω, ν = 3 Hz, B = 2 T.

Solución: a) $\pi BR^2\nu = 4{,}71\ 10^{-2}$ V; b) $\pi BR^2\nu/r = 4{,}71$ mA (sentido horario);
c) $(\pi BR^2\nu)^2/r = 2{,}22\ 10^{-4}$ W.



[14] Se tiene una espira circular de radio R en el plano OXZ, centrada en el origen. La espira comienza a girar con una frecuencia ν alrededor del eje OZ. Si se aplica un campo magnético constante en la dirección del eje OX y sentido positivo, determinar la intensidad de corriente inducida en la espira y su valor máximo ($I_{máx}$), sabiendo que la espira ofrece una resistencia r al paso de corriente.

Solución: $I = I_{máx} \cos(2\pi\nu t)$; $I_{máx} = 2\pi\nu B\pi R^2/r$.