

EJERCICIOS DE CAMPO ELECTROMAGNÉTICO(1)

1. Sobre un electrón que se mueve con una velocidad, v , de módulo $5 \cdot 10^6$ m/s actúa, en dirección normal a su velocidad, un campo magnético de módulo $B = 10$ T. En consecuencia, el electrón describe una circunferencia. Determinar:
 - a) La fuerza centrípeta debida al campo magnético que actúa sobre el electrón.
 - b) El radio de la circunferencia descrita.
 - c) El tiempo que tarda el electrón en recorrerla.

Datos: $m_e = 9 \cdot 10^{-31}$ kg ; $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C.

Sol: $F_c = 8 \cdot 10^{-12}$ N ; $r = 2,8 \cdot 10^{-6}$ m; $t = 3,5 \cdot 10^{-12}$ s.

2. Un protón acelerado desde el reposo por una diferencia de potencial de $4 \cdot 10^6$ V, entra en una región en la que existe un campo magnético uniforme de 0,5 T perpendicular a la dirección en la que se mueve el protón. Determinar :
 - a) La velocidad que adquiere el protón.
 - b) El radio de la trayectoria circular que sigue el protón dentro de esa región.
 - c) El tiempo en que completa una órbita.
 - d) Si cuando el protón completa una órbita cambia el sentido del campo magnético ¿qué trayectoria seguirá a partir de ese momento?

Datos: $q_p = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C ; $m_p = 1,7 \cdot 10^{-27}$ Kg

Sol: $v = 27,66 \cdot 10^6$ m/s ; $R = 0,58$ m ; $t = 1,33 \cdot 10^{-7}$ s ;

3. Un electron se mueve en una región en la que están superpuestos un campo eléctrico $\vec{E} = (2\vec{i} + 4\vec{j})$ V/m y un campo magnético $\vec{B} = 0,4 \vec{k}$ T. Determinar para el instante en el que la velocidad del electrón es $v = 20 \vec{i}$ m/s :
 - a) Las fuerzas que actúan sobre el electrón debidas al campo eléctrico y al campo magnético respectivamente.
 - b) La aceleración que adquiere el electrón

Datos: $m_e = 9,109 \cdot 10^{-31}$ Kg ; $|e| = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C

Sol : $\vec{F}_e = -3,2 \cdot 10^{-19} \vec{i} - 6,4 \cdot 10^{-19} \vec{j}$ N ; $|F_e| = 7,2 \cdot 10^{-19}$ N ; $\vec{F}_m = 12,8 \cdot 10^{-19} \vec{j}$ N ;
 $\vec{F} = -3,2 \cdot 10^{-19} \vec{i} + 6,4 \cdot 10^{-19} \vec{j}$ N ; $\vec{a} = -3,5 \cdot 10^{11} \vec{i} + 7 \cdot 10^{11} \vec{j}$ m/s² ; $a = 7,8 \cdot 10^{11}$ m/s²

4. Un proton penetra en una región donde existe un campo magnético uniforme:
 - a) Explica que tipo de trayectoria describirá el protón si su velocidad es:
 - I) Paralela al campo.

• II) Perpendicular al campo

- b) ¿Qué sucede si el protón se abandona en reposo en el campo magnético?
- c) ¿En qué cambiarían las anteriores respuestas si en lugar de un protón fuera un electrón?.
5. Un protón que se mueve con una velocidad constante en el sentido positivo del eje X penetra en una región del espacio donde hay un campo eléctrico $\vec{E} = 4 \cdot 10^5 \cdot \vec{k}$ N/C y un campo magnético $\vec{B} = -2 \cdot \vec{j}$ T, siendo $\vec{k}$ y $\vec{j}$ los vectores unitarios en las direcciones de los ejes Z e Y, respectivamente:
- Determina la velocidad que debe llevar el protón para que atraviese dicha región sin ser desviado.
 - En las condiciones del apartado anterior, calcula la longitud de onda De Broglie del protón.

Datos: Cte de Planck: $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$ J · s ; $m_p = 1,67 \cdot 10^{-27}$ Kg.

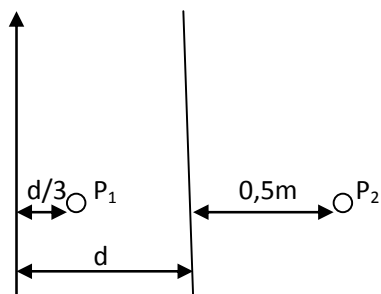
Sol: $\vec{v} = 2 \cdot 10^5 \vec{i}$ m/s ; $\lambda = 1,98 \cdot 10^{-12}$ m.

6. Dos isótopos de masas $19,91 \cdot 10^{-27}$ Kg y $21,59 \cdot 10^{-27}$ Kg, con la misma carga de ionización, son acelerados hasta que adquieren una velocidad constante de $6,7 \cdot 10^5$ m/s.
- Se les hace atravesar una región de campo magnético uniforme de 0,85 teslas, cuyas líneas de campo son perpendiculares a la velocidad de las partículas.
- Determina:
- La relación entre los radios de las trayectorias que describe cada uno de los isótopos.
 - La separación entre los dos isótopos cuando han descrito una semicircunferencia, si han sido ionizados una sola vez.

Datos: $|e| = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C.

Sol: $\frac{R_1}{R_2} = 0,92$; $2 \cdot R_2 - 2 \cdot R_1 = 16,55$ cm.

7. Por dos conductores rectos y paralelos circulan intensidades de corrientes doble por uno que por el otro. Las cargas se desplazan en sentidos opuestos. La distancia entre ambos es D. Razonar la posición de los puntos en los que el campo magnético es nulo.
8. Se tienen dos conductores rectilíneos, paralelos e indefinidos, separados por una distancia d. Por el conductor 1 circula una intensidad de 4A en el sentido mostrado en la figura:
- Determina el valor y el sentido de la intensidad que debe circular por el conductor 2, de forma que el campo magnético



resultante en el punto P_1 se anule.

1

2

- b) Si la distancia que separa los conductores es $d = 0,3 \text{ m}$, calcula el campo magnético, B (módulo, dirección y sentido), producido por los dos conductores en el punto P_2 , situado en la posición que se indica en la figura.

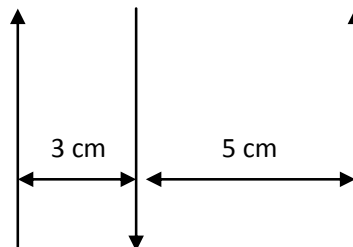
9. Dos hilos rectilíneos, indefinidos y paralelos, separados por una distancia de 1 m , transportan corrientes de intensidad I_1 e I_2 :

- a) Cuando las corrientes circulan en el mismo sentido, el campo magnético en un punto medio vale $2 \cdot 10^{-6} \text{ T}$, mientras que cuando circulan en sentidos opuestos dicho campo vale $6 \cdot 10^{-6} \text{ T}$. Calcula el valor de las intensidades I_1 e I_2 .
- b) Si los dos hilos transportan corrientes de intensidad $I_1 = 1 \text{ A}$ e $I_2 = 2 \text{ A}$ en el mismo sentido, calcula dónde se anula el campo magnético.

Sol: $I_1 = 10 \text{ A}$ e $I_2 = 5 \text{ A}$; $d = 0,3 \text{ m}$

10. Tres hilos conductores rectilíneos, indefinidos y paralelos, están situados en el mismo plano. Los tres conductores están recorridos por corrientes iguales a 1 A , siendo sus sentidos los indicados en la figura.

- a) Hallar la fuerza por unidad de longitud (dando el módulo, dirección y sentido) sobre el conductor central.
- b) Si se invierte el sentido de la corriente del conductor de la derecha, ¿cuál es la fuerza por unidad de longitud sobre el conductor central.



Datos: $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Kg} \cdot \text{m} \cdot \text{C}^{-2}$

Sol: a) $f_c = 0,2 \cdot 10^{-5} \text{ N/m}$; b) $f_c = 1 \cdot 10^{-5} \text{ N/m}$

11. Una espira circular de 5 cm de radio está situada perpendicularmente a un campo magnético B uniforme. Durante un intervalo de tiempo de $0,1 \text{ s}$ el módulo de B cambia linealmente de $0,30$ a $0,35 \text{ T}$.

- a) Calcular el flujo de campo magnético que atraviesa la espira al comienzo y al final del intervalo.
- b) Determinar la f.e.m inducida en la espira.
- c) Dibujar un esquema con el campo B saliendo del papel e indicando el sentido de la corriente inducida en la espira.

Sol: $\Phi_0 = 23,55 \cdot 10^{-4} \text{ Wb}$ y $\Phi_f = 27,47 \cdot 10^{-4} \text{ Wb}$; $\varepsilon = -3,92 \cdot 10^{-3} \text{ V}$

12. Una bobina circular de 30 vueltas y radio 4 cm se coloca en un campo magnético dirigido perpendicularmente al plano de la bobina. El módulo del campo magnético varía con el tiempo de acuerdo con la expresión $B = 0,01 \cdot t + 0,04 \cdot t^2$, donde t está expresado en segundos y B en teslas. Calcular:
- El flujo magnético que atraviesa la bobina en función del tiempo.
 - La f.e.m inducida en la bobina para $t = 5$ s.

Sol: $\Phi = 16 \cdot 10^{-6} \cdot \pi \cdot (t + 4 \cdot t^2)$ Wb ; $\varepsilon = -6,15 \cdot 10^{-2}$ V

13. Una bobina circular plana, de 150 espiras y radio 11 mm, está situada en el interior de un campo magnético uniforme de 0,45 T. La bobina gira alrededor de un diámetro que es perpendicular a la dirección del campo magnético. Calcular:
- El flujo magnético máximo que atraviesa la bobina.
 - La velocidad de rotación en revoluciones por minuto que sería necesaria para generar una f.e.m máxima de 6V.

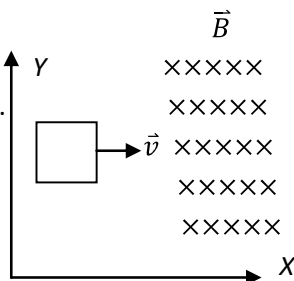
Sol: b) $\omega = 233,84$ rad/s ; $\nu = 2232,97$ rev $\cdot$ min⁻¹.

14. Una bobina de sección circular gira alrededor de uno de sus diámetros en un campo magnético uniforme de dirección perpendicular al eje de giro. Sabiendo que el valor máximo de la f.e.m inducida es de 50 V cuando la frecuencia es de 60 Hz, determina el valor máximo de la f.e.m inducida:
- Si la frecuencia es 180 Hz y la bobina se encuentra en presencia del mismo campo magnético.
 - Si la frecuencia es de 120 Hz y el valor del campo magnético en que se encuentra la bobina se duplica.

Sol: a) $\varepsilon_{max} = 150$ V ; b) $\varepsilon_{max} = 200$ V

15. Una espira cuadrada de 5 cm de lado, situada en el plano XY, se desplaza con velocidad $\vec{v} = 2 \cdot \vec{i}$ cm/s, penetrando en el instante $t = 0$ en una región del espacio donde hay un campo magnético uniforme $\vec{B} = -200 \vec{k}$ mT, según se indica en la figura:

- Determina la f.e.m inducida y represéntala gráficamente en función del tiempo.
- Calcula la intensidad de la corriente en la espira si su resistencia es de 10Ω. Haz un esquema indicando el sentido de la corriente.



Sol: $\varepsilon = -2 \cdot 10^{-4}$ V ; $t = 2,5$ s ; $I = 2 \cdot 10^{-5}$