

## Relación Problemas Tema 7: Electromagnetismo

### Problemas

1.- Un electrón que se mueve en el sentido positivo del eje OX con una velocidad de  $5 \cdot 10^4$  m/s penetra en una región donde existe un campo de 0,05 T dirigido en el sentido negativo del eje OZ. Calcular:

- a) Aceleración del electrón.
- b) Radio de la órbita descrita y periodo orbital.

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

Solución: a)  $a = -4,4 \cdot 10^{14}$  j m/s<sup>2</sup> ; b)  $R = 5,7 \cdot 10^{-6}$  m;  $T = 7,1 \cdot 10^{-10}$  s

2.- Un electrón penetra con una velocidad de  $4 \cdot 10^4$  m/s en el sentido positivo del eje OX, en una región en la que existe un campo magnético B de 0,5 T en el sentido positivo del eje OZ. Calcular:

- a) Diferencia de potencial necesaria para que el electrón adquiriera la energía cinética inicial.
- b) Campo eléctrico que habría que aplicar para que el electrón mantuviera su trayectoria rectilínea.

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

Solución: a)  $\Delta V = 4,55 \cdot 10^{-3}$  V ; b)  $E = 2 \cdot 10^4$  j N/C

3.- Un protón, tras ser acelerado por una diferencia de potencial de  $10^5$  V, entra en una región en la que existe un campo magnético de dirección perpendicular a su velocidad, describiendo una trayectoria circular de 30 cm de radio.

- a) Realice un análisis energético de todo el proceso y, con ayuda de esquemas, explique las posibles direcciones y sentidos de la fuerza, velocidad, campo eléctrico y campo magnético implicados.
- b) Calcule la intensidad del campo magnético. ¿Cómo variaría el radio de la trayectoria si se duplicase el campo magnético? . Datos: ( $m_p = 1,66 \cdot 10^{-27}$  kg ;  $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$  C)

Solución: b)  $B = 0,15$  T al duplicar B, R se hace la mitad

4.- Un chorro de iones de dos isótopos de masas  $m_1$  y  $m_2$  con igual carga q, entran con velocidad v en el interior de un campo magnético uniforme de intensidad B, perpendicular a v. Calcular:

- a) Relación entre los radios de las órbitas que describen.
- b) Relación entre los respectivos periodos de revolución.

Solución: a)  $R_1/R_2 = m_1/m_2$  ; b)  $T_1/T_2 = m_1/m_2$

5.- Dos conductores paralelos y rectilíneos, recorridos por corrientes del mismo sentido de 10 A y 20 A respectivamente, están separados 10 cm. Calcular:

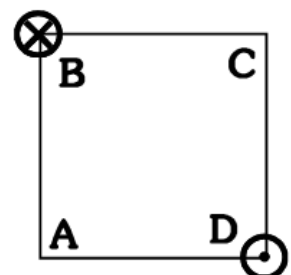
- a) Campo magnético creado en un punto situado a 10 cm del primer conductor y a 20 cm del segundo.
- b) Fuerza por unidad de longitud sobre un conductor rectilíneo situado en el mismo plano que los otros dos conductores, paralelo y equidistante a ambos, por el que circula una corriente de 5 A en el sentido contrario al de los otros dos. Datos: ( $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$  Tm/A)

Solución: a)  $B = 4 \cdot 10^{-5}$  k T ; b)  $B = 4 \cdot 10^{-5}$  k T ;  $f = -2 \cdot 10^{-4}$  i N/m

6.- Dos hilos metálicos largos y paralelos, por los que circulan corrientes de 3 A y 4 A, pasan por los vértices B y D de un cuadrado de 2 m de lado, situado en un plano perpendicular, como ilustra la figura. El sentido de las corrientes es el indicado en la figura.

- a) Dibuje un esquema en el que figuren las interacciones mutuas y el campo magnético resultante en el vértice A.
- b) Calcule los valores numéricos del campo magnético en A y de la fuerza por unidad de longitud ejercida sobre uno de los hilos.

Datos: ( $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$  Tm/A)



**Solución:** b)  $B_A = (-3 \cdot 10^{-7} i - 4 \cdot 10^{-7} j) T$  ;  $F = 8,5 \cdot 10^{-7} N/m$

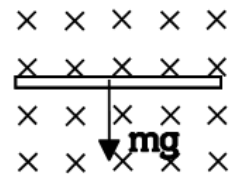
7.- Un conductor recto de 2 m de largo por el que circula una corriente de 3 A está en el interior de un campo magnético uniforme de 1,5 T. El conductor forma un ángulo de  $37^\circ$  con la dirección del campo magnético. ¿Cuál es el valor de la fuerza que actúa sobre el conductor?

**Solución:**  $F = -5,4 k N$

8.- Por una espira rectangular de 10 y 20 cm de lado, situada en el plano XY, circula una corriente de 5 A en el sentido horario. Se aplica un campo magnético de 2 T dirigido en el sentido positivo del eje OY. Calcular la fuerza magnética sobre cada lado de la espira. ¿Qué movimiento realizará la espira?

**Solución:** Lado superior:  $1 k N$  ; lado inferior:  $-1 k N$  ; laterales:  $0 N$

9.- Un alambre homogéneo de 50 cm de longitud y 10 g de masa se encuentra "sumergido" en un campo magnético de 0,2 T, como indica la figura. Determina la magnitud y dirección de la intensidad de corriente que deberá circular para que se mantenga en equilibrio y no caiga por acción de su propio peso.



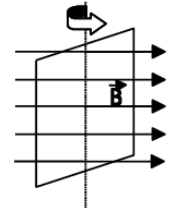
**Solución:** 1 A hacia la derecha

10.- Una bobina de 100 espiras cuadradas de 5 cm de lado se encuentra en el interior de un campo magnético uniforme, de dirección normal al plano de la espira y de intensidad variable con el tiempo:  $B = 2t^2 T$ .

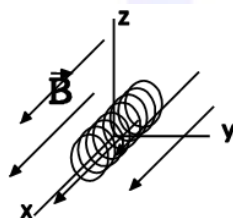
- Deduzca la expresión del flujo magnético a través de la espira en función del tiempo.
- Represente gráficamente la fuerza electromotriz inducida en función del tiempo y calcule su valor para  $t = 4 s$ .

**Solución** a)  $\phi_m = 0,5 t^2 Tm^2$  ; b)  $\epsilon = -t V$  ;  $\epsilon = -4 V$

11.- Hacemos girar una espira cuadrada de 0,5 m de lado con una velocidad angular de 200 rad/s en el interior de un campo magnético uniforme de 0,8 T tal y como se indica en la figura. Calcula la f.e.m. inducida en el cuadro y representarla gráficamente. (Considerar que inicialmente el ángulo que forman B y S es cero)



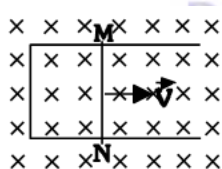
**Solución:**  $\epsilon = 40 \text{ sen}(200 t) V$



12.- Una bobina de 10 espiras, de  $2 \text{ cm}^2$  cada una, gira a 100 rpm alrededor del eje OZ, en presencia de un campo magnético uniforme de 0,2 T dirigido en el sentido positivo del eje OX.

- Escribir la expresión de la f.e.m. inducida.
- f.e.m. inducida si, manteniendo la espira en reposo, la intensidad del campo disminuye uniformemente con el tiempo, anulándose en 5 s.

**Solución:** a)  $\epsilon = 4,3 \cdot 10^{-3} \cdot \text{sen}(10,5 t) V$  ; b)  $\epsilon = 8 \cdot 10^{-5} V$



13.- Una espira rectangular está formada por un lado móvil MN que se mueve como se indica en el dibujo con  $v = 1 \text{ m/s}$ . Dicha espira sufre un campo magnético perpendicular a ella  $B = 5 T$ .

Si  $MN = 10 \text{ cm}$ . ¿Qué f.e.m. se produce? ¿Qué sentido tiene? (Nota: la superficie de la espira viene dada por  $S = b \cdot h$ , con  $h = 10 \text{ cm}$  y  $b = v \cdot t$ )

**Solución:**  $\epsilon = 0,5 V$  ; sentido de corriente antihorario.

14.- Un haz de electrones se mueve acelerado por una diferencia de potencial de 50 kV en el sentido positivo del eje OX y penetra en una región en la que existe un campo magnético  $B = 2 j (T)$ . Calcular:

- Radio de la órbita descrita por los electrones.
- Campo eléctrico que habría que aplicar para que los electrones mantuvieran su trayectoria rectilínea. Datos: ( $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$  ;  $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ )

**Solución:**  $R = 3,8 \cdot 10^{-4} \text{ m}$  ,  $E = -2,65 \cdot 10^8 \text{ kN/C}$

15.- Dos conductores rectilíneos de gran longitud, paralelos, están situados entre el eje X y el eje Y (plano XY). Uno de ellos coincide con el eje OY y el otro pasa por el punto (20,0) cm. Calcular el campo magnético en (-10,0) y (10,0) cm si:

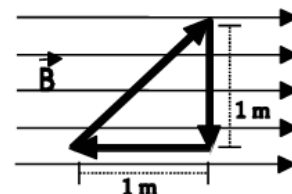
- Por ambos conductores circula una corriente de 5 A en el sentido positivo del eje OY
- Se invierte el sentido de la corriente en el conductor situado en el eje OY

Datos:  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Tm/A}$

**Solución:** a)  $B(-10,0) = 1,33 \cdot 10^{-5} \text{ k T}$ ;  $B(10,0) = 0 \text{ T}$  b)  $B(-10,0) = -6,7 \cdot 10^{-6} \text{ k T}$ ;  $B(10,0) = 2 \cdot 10^{-5} \text{ k T}$

16.- En la figura está representado un campo magnético uniforme  $B = 0,5 \text{ T}$ . Calcular:

- Módulo, dirección y sentido de la fuerza que actúa sobre cada uno de los lados del circuito, cuando por él circula una corriente de 10 A, en el sentido indicado por la figura.
- ¿Cuál es la fuerza total sobre el circuito?



**Solución:** a) lado oblicuo  $F = -5 \text{ k N}$ , lado vertical  $F = 5 \text{ k N}$ , lado horizontal  $F = 0 \text{ N}$  b)  $F_T = 0 \text{ N}$ , la espira no se desplaza pero gira.

17.- Una bobina cuadrada y plana ( $S=25 \text{ cm}^2$ ) de 5 espiras está en el plano XY;

- Calcula la f.e.m. inducida si se aplica un campo magnético en dirección del eje z, que varía de 0,5 T a 0,2 T en 0,1 segundos.
- Calcula la f.e.m. media inducida si el campo magnético permanece constante (0,5 T) y la bobina gira hasta colocarse en el plano XZ en 0,1 segundos.

**Solución:** a)  $\epsilon=0,1875 \text{ V}$  b)  $\epsilon=0,3125 \text{ V}$

18.- Un solenoide de 20 cm de longitud formado por 600 espiras tiene una resistencia de  $12 \Omega$ . Determinar el valor del campo magnético en su interior cuando está conectado a una diferencia de potencial de 100 V.

**Solución:** 0,0314 T

19.- Un solenoide de 27 centímetros de longitud está formado por 800 espiras. Hallar el valor de la intensidad de la corriente que debe circular por él para que el campo magnético generado en su interior sea 0,012 teslas si:

- No se introduce ningún núcleo de hierro en el solenoide.
- Se introduce en el solenoide un núcleo de hierro. Datos:  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Tm/A}$ ;  $\mu_{\text{Hierro}} = 1000\mu_0$

**Solución:** a)  $I = 3,2 \text{ A}$ ; b)  $I = 3,2 \text{ mA}$

20.- Un anillo toroidal, formado por 2700 espiras, tiene una longitud de 90 centímetros y consta de un núcleo de hierro. Hallar el valor del campo magnético en su interior cuando circula una corriente eléctrica de 5 amperios de intensidad por sus espiras.

**Solución:** a)  $B = 4 \cdot 10^{-6} \text{ T}$ ; b)  $B = 8 \cdot 10^{-7} \text{ T}$

21.- Una bobina circular de 200 espiras y de 10 cm de radio se encuentra situada perpendicularmente a un campo magnético de 0,2 T. Determinar la f.e.m. inducida en la bobina si, en 0,1 s:

- Se duplica el campo magnético.
- Se anula el campo.
- Se invierte el sentido del campo.
- Se gira la bobina  $90^\circ$  en torno al eje paralelo al campo.
- Se gira la bobina  $90^\circ$  en torno al eje perpendicular al campo

**Solución:** a)  $\epsilon = -12,56 \text{ V}$ ; b)  $\epsilon = 12,56 \text{ V}$ ; c)  $\epsilon = 25,12 \text{ V}$ ; d)  $\epsilon = 0 \text{ V}$ ; e)  $\epsilon = 12,56 \text{ V}$

22.- El flujo magnético que atraviesa una espira está dada por  $\Phi = 10(t^2 - 8t) \text{ Wb}$ .

- Calcular la expresión de la f.e.m. inducida en función del tiempo.
- ¿En qué instante el valor de la f.e.m. se hace cero?

**Solución:** a)  $\epsilon = -20t + 80$ ; b)  $t = 4 \text{ s}$

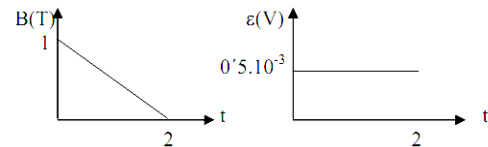
23.- Una espira circular se encuentra inmersa en un campo magnético uniforme de 2 T perpendicular al plano de la espira. El área de la espira crece a razón de  $24 \text{ cm}^2/\text{s}$ .

Calcular:

- La f.e.m. inducida.
- La corriente eléctrica inducida si la espira tiene una resistencia de  $125 \text{ m}\Omega$ .

Solución: a)  $\varepsilon = -4,8 \cdot 10^{-3} \text{ V}$ ; b)  $I = 0,04 \text{ A}$

24.- Una espira de  $10 \text{ cm}^2$  de área está situada perpendicularmente en el seno de campo magnético uniforme de 1 T. Si el campo disminuye proporcionalmente hasta anularse al cabo de 2 segundos, calcular la fuerza electromotriz inducida y representa el campo magnético y la fuerza electromotriz inducida en función del tiempo.



Solución:  $\varepsilon = 0,5 \cdot 10^{-3} \text{ V}$

25.- Una bobina formada por 500 espiras circulares de 5 cm de radio gira en el interior de un campo magnético horizontal uniforme de 0,2 T alrededor de un eje vertical que pasa por su centro, a razón de 500 vueltas por minuto.

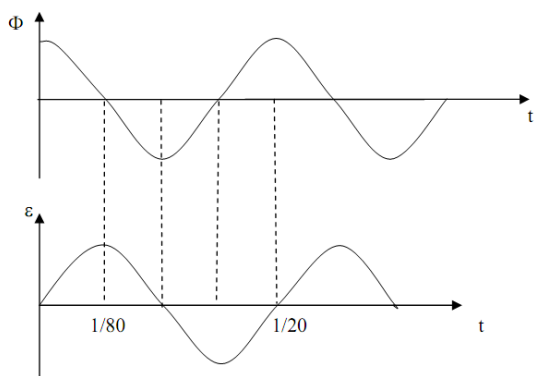
- Calcular el valor de la f.e.m. inducida en cualquier instante. ¿Cuál es su valor cuando  $t = 2 \text{ s}$ ?
- Calcular el valor máximo de la f.e.m.
- Hallar el periodo y la frecuencia de la corriente.

Solución: a)  $\varepsilon = 41,1 \text{ sen } 52,36t$ ;  $\varepsilon(t = 2 \text{ s}) = -35,6 \text{ V}$ ; b)  $41,1 \text{ V}$ ; c)  $T = 0,12 \text{ s}$ ;  $\nu = 8,34 \text{ Hz}$

26.- Un cuadro formado por 40 espiras de 5 cm de radio gira alrededor de un diámetro con una frecuencia de 20 Hz dentro de un campo magnético uniforme de  $0,1 \text{ T}$ . Si en el instante inicial el plano de la espira es perpendicular al campo, determinar:

- El flujo que atraviesa el cuadro en cualquier instante
- La f.e.m. inducida.
- Representar las funciones  $\Phi(t)$  y  $\varepsilon(t)$ .

Solución: a)  $\Phi = 0,01\pi \cos 40\pi t$  (Wb); b)  $\varepsilon = 0,4 \pi^2 \cdot \text{sen } 40\pi t$  (V)



T (s)	$\Phi$ (Wb)	$\varepsilon$ (V)
0	$0,01\pi$	0
1/80	0	$0,4 \pi^2$
1/40	$-0,01\pi$	0
3/80	0	$-0,4 \pi^2$
1/20	$0,01\pi$	0

## Cuestiones

1.- ¿Qué dirección debe tener el movimiento de una carga en un campo magnético para que no esté sometida a ninguna fuerza magnética?

2.- Un protón viaja por una región del espacio sin experimentar ninguna desviación. ¿Puede afirmarse que en esa región no existe campo magnético? Razonar la respuesta

3.- Una partícula con carga  $q$  y masa  $m$  se mueve en dirección perpendicular a un campo  $B$ . Demostrar que la frecuencia de su movimiento orbital es  $\nu = Bq / 2\pi m$  (Hz)

- 4.-** ¿Depende la fuerza magnética que midamos del sistema de referencia que tomemos para medirla? Razonar la respuesta.
- 5.-** Una partícula, con carga  $q$ , penetra en una región en la que existe un campo.
- Explique cómo podríamos determinar, al observar la trayectoria de la partícula, si se trata de un campo eléctrico o magnético. ¿Hay algún caso en que no sería posible determinar el tipo de campo?
  - Haga un análisis energético del movimiento de la partícula para un campo eléctrico y para un campo magnético, ambos perpendiculares a la velocidad con que la partícula penetra en el campo.
- 6.-** Un electrón, un protón y un átomo de helio penetran en una zona del espacio en la que existe un campo magnético uniforme en dirección perpendicular a la velocidad de las partículas.
- Dibuje la trayectoria que seguirá cada una de las partículas e indique sobre cuál de ellas se ejercerá una fuerza mayor.
  - compare las aceleraciones de las tres partículas. ¿Cómo varía su energía cinética?
- 7.-** Una espira atraviesa una región del espacio en la que existe un campo magnético uniforme, vertical y hacia arriba. La espira se mueve en un plano horizontal.
- Explique si circula corriente o no por la espira cuando: i) está penetrando en la región del campo, ii) mientras se mueve en dicha región, iii) cuando está saliendo.
  - Indique el sentido de la corriente, en los casos en que exista, mediante un esquema.
- 8.-** ¿Se puede transformar la corriente continua de la misma forma que se hace con la corriente alterna? Razonar la respuesta.