

**NOMBRE**      ***SOLUCIONADO***

**CURSO:**      **B2CT**

TEMA 7. CAMPO MAGNÉTICO  
TEMA 8. INDUCCIÓN ELECTROMAGNÉTICA

**NORMAS GENERALES**

- Escriba a bolígrafo.
- No utilice ni t́pex ni ĺpiz.
- Si se equivoca tache.
- Si no tiene espacio suficiente utilice el dorso de la hoja.
- Evite las faltas de ortografía.
- Lea atentamente las preguntas antes de responder.
- Todas las preguntas tienen señalada la puntuación que les corresponde.
- Se puede utilizar la calculadora.
- El examen está valorado en 10 puntos.

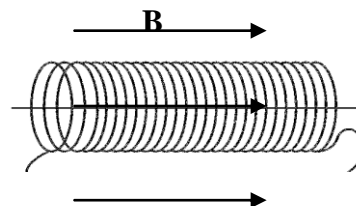
**CRITERIOS DE CALIFICACIÓN**

- Se plantearán al alumno cuestiones y problemas. **Se requerirá un correcto planteamiento de la cuestión planteada, así como la realización de dibujos o esquemas**, ajustes de ecuaciones etc.; que ayuden a una mejor comprensión de las cuestiones planteadas descontando hasta un 50% de la nota de la cuestión planteada, si no se cumplen los criterios anteriores.
- Se descontará de la cuestión un 25% de la nota si el alumno no indica las unidades o estas son incorrectas.
- Se descontará nota por las faltas de ortografía, **hasta un máximo de 2 puntos**, medio punto por falta.
- **SE CONCISO EN LAS RESPUESTAS.**

**CALIFICACIÓN**

1.- Una bobina circular de 4 cm de radio y 30 vueltas se sitúa en un campo magnético dirigido perpendicularmente al plano de la bobina cuyo módulo en función del tiempo es  $B(t)=0,01t+0,04t^2$ , donde t está en segundos y B en teslas. Determina:

- El flujo magnético en la bobina en función del tiempo. (0,75p)
- La fuerza electromotriz inducida en el instante  $t=5,00s$  (0,75p)
- Si la resistencia de la bobina es  $2\Omega$ , halla la intensidad inducida en la bobina en el instante  $t=5,00 s$  (0,5p)



Comenta las leyes físicas que aplicas.

$$a) S = \pi R^2 = \pi.(0,04)^2 = 16\pi.10^{-4} m^2$$

Por otra parte, teniendo en cuenta que el campo magnético  $B(t)$  y la superficie de la espira son paralelos, el flujo a través de la superficie de las  $N=30$  vueltas será:

$$\Phi = N.B.S.\cos 0 = (30).(0,01t + 0,04t^2).16\pi.10^{-4}$$
$$\Phi = 1,5.10^{-3}t + 6,03.10^{-3}t^2 \text{ Wb}$$

- Aplicando la ley de Faraday, las variaciones en el flujo magnético producen fuerzas electromotrices y corrientes inducidas:

$$V_E = -\frac{d\Phi}{dt} = -1,5.10^{-3} - 0,012t \text{ V (Voltios)}$$

Sustituyendo  $t=5$  segundos:

$$V_E = -1,5.10^{-3} - 0,012(5) = -0,0615 \text{ V}$$

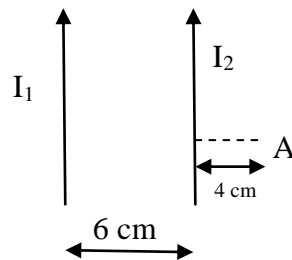
- Para calcular el valor de la intensidad de corriente inducida basta con aplicar la ley de Ohm:  $V_E=I.R$  (La diferencia de potencial inducida es proporcional a la corriente eléctrica inducida, siendo la constante de proporcionalidad la resistencia de la bobina):

$$V_E = I.R \Rightarrow -0,0615 = I.2 \Rightarrow I = -0,03 \text{ A (amperios)}$$

2. Dos conductores rectilíneos, paralelos y de gran longitud, están separados por una distancia de 6 cm. Por cada uno de ellos circula en el mismo sentido una corriente eléctrica, como se indica en la figura, de valores  $I_1 = 8 \text{ A}$  e  $I_2 = 4 \text{ A}$ .

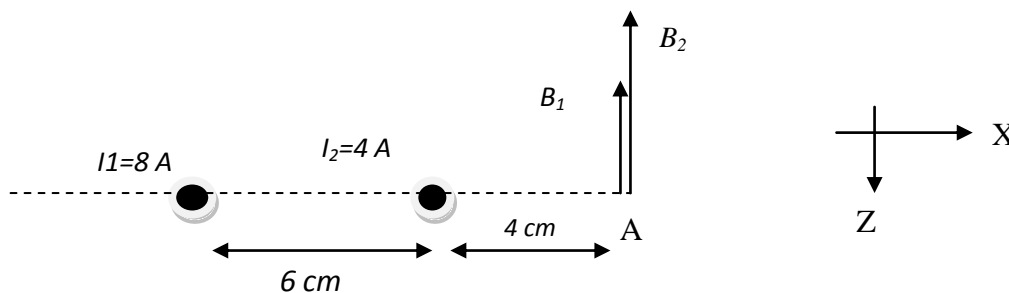
- a) Determina la expresión vectorial del campo magnético en el punto A de la figura.  
 b) Determina la fuerza que por unidad de longitud ejerce el primer conductor sobre el segundo. Para ello haz un dibujo en el que figuren, la fuerza y los vectores cuyo producto vectorial te permiten determinar la dirección y sentido de dicha fuerza. ¿La fuerza es atractiva o repulsiva?

( $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T m A}^{-1}$ )      2 puntos



**Ayuda: el papel es el plano XY y el eje Z sale del papel.**

- a) Observa el dibujo de los dos hilos visto desde lo alto del eje Y, es decir, en el plano XZ



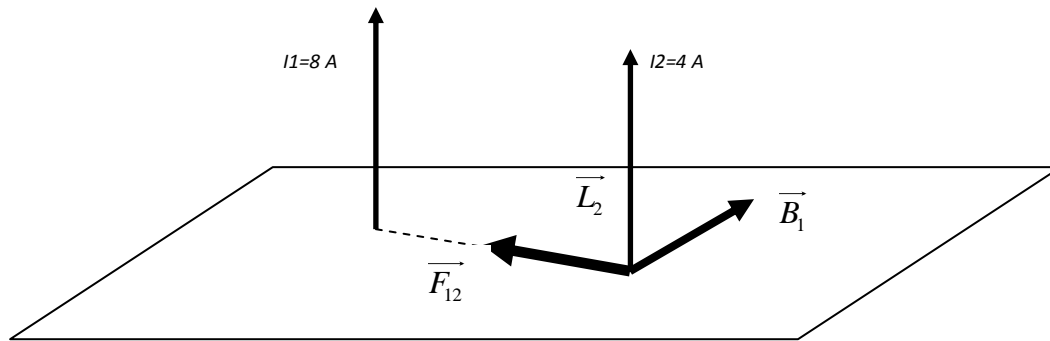
En el punto A, las distancias de los hilos (1) y (2) son  $d_1=10 \text{ cm}$  y  $d_2=4 \text{ cm}$ . Luego los campos  $B_1$  y  $B_2$  son:

$$B_1 = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi d_1} = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 8}{2\pi \cdot 0,1} = 1,6 \cdot 10^{-5} \text{ T}$$

$$B_2 = \frac{\mu_0 I_2}{2\pi d_2} = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 4}{2\pi \cdot 0,04} = 2 \cdot 10^{-5} \text{ T}$$

$$B_{\text{Total}} = B_1 + B_2 = 3,6 \cdot 10^{-5} \text{ T} \quad \text{o} \quad \vec{B}_{\text{total}} = -3,6 \cdot 10^{-5} \vec{k} \text{ T}$$

- b) Los dos hilos llevan corrientes paralelas del mismo sentido, luego la fuerza entre los hilos será de atracción. El hilo (1) crea un campo magnético  $B_1$  en el punto donde justamente se encuentra el hilo (2). Por ello, aparece una fuerza "BIL" sobre el hilo (2) por el que circula una corriente  $I_2$ . Observa el siguiente esquema en tres dimensiones:



$\vec{L}_2$  = longitud del hilo (2)

$\vec{B}_1$  = campo magnético que crea el hilo (1) sobre el hilo (2)

$\vec{F}_{12}$  = fuerza magnética de ATRACCIÓN del hilo (1) sobre el hilo (2). Esta fuerza viene dada por el producto vectorial:

$$\vec{F}_{1\text{sobre}2} = I_2 \cdot \vec{L}_2 \otimes \vec{B}_1$$

En cuanto al módulo de la fuerza, **su sentido es -X** y vendrá dado por:

$$F_{12} = I_2 \cdot L_2 \cdot \frac{\mu_0 I_1}{2\pi d} = 4 \cdot L_2 \cdot \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 8}{2\pi(0,06)}$$

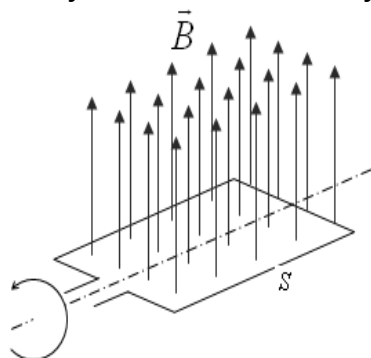
$$\frac{F_{12}}{L_2} = 1,066 \cdot 10^{-4} \frac{N}{m} \quad \text{o} \quad \frac{\vec{F}_{12}}{L_2} = -1,066 \cdot 10^{-4} \vec{i} \frac{N}{m}$$

3.- Una espira rectangular de área  $S = 50 \text{ cm}^2$  está girando con velocidad angular constante dentro de un campo magnético uniforme de módulo  $B = 10^{-3} \text{ T}$ .

a) Determinar el flujo magnético cuando la espira está perpendicular al campo magnético y cuando haya girado  $45^\circ$ . El resultado debe expresarse en unidades del sistema internacional. (0,75p)

b) F.E.M. inducida si el giro se realiza en 2 segundos. (0,75p)

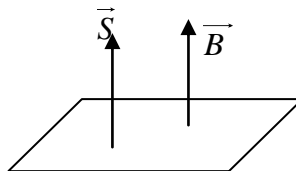
c) Explica qué diferencia hay entre un alternador y una dinamo. (0,5p)



$$S = 50 \text{ cm}^2 = 5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$B = 10^{-3} \text{ T}$$

$$\Delta t = 2 \text{ s}$$

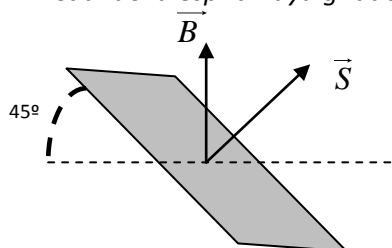


Los vectores  $B$  y  $S$  paralelos.

- a) En la posición inicial, la espira está perpendicular al campo, luego el vector superficie y el campo magnético hacen un ángulo de  $0^\circ$ :

$$\phi_i = B \cdot S \cdot \cos 0 = 10^{-3} \cdot 50 \cdot 10^{-4} = 5 \cdot 10^{-6} \text{ Wb}$$

Cuando la espira haya girado  $45^\circ$ ,  $B$  y  $S$  también hacen  $45^\circ$ :



$$\phi_f = B \cdot S \cdot \cos 45$$

$$\phi_f = 10^{-3} \cdot 50 \cdot 10^{-4} \cdot 0,70 = 3,5 \cdot 10^{-6} \text{ Wb}$$

Posición de los vectores  $B$  y  $S$

- B) Aplicando la ley de Faraday:

$$V_E = - \frac{\Delta \phi}{\Delta t} = - \frac{\phi_f - \phi_i}{\Delta t} = - \frac{3,5 \cdot 10^{-6} - 5 \cdot 10^{-6}}{2} = +7,5 \cdot 10^{-7} \text{ V}$$

- C) **Generador eléctrico:** Es un dispositivo que transforma una determinada forma de energía en energía eléctrica. **Si el generador produce una corriente eléctrica continua suele recibir el nombre de dinamo, y si la corriente es alterna de le llama alternador.**

**Corriente continua,** es la corriente eléctrica que siempre tiene el mismo sentido.

**Corriente alterna,** es aquella en que el sentido de la corriente varía con el tiempo.

**4.- Un protón (núcleo de hidrógeno) y una partícula  $\alpha$  (núcleo de helio, cuya carga es doble y cuya masa es muy aproximadamente cuatro veces mayor que la del protón) han sido disparados por un cañón de iones con la misma velocidad y entran en una zona donde existe un campo magnético uniforme cuyas líneas son perpendiculares a la velocidad de las partículas. ¿Cuál de las dos partículas describirá una órbita de mayor radio? Explíquese. (1 punto)**

Cuando una carga  $q$  penetra en un campo magnético  $B$  con una velocidad  $v$ , actúa sobre ella

una fuerza dada por la expresión de Lorentz:  $\vec{F} = q\vec{v} \otimes \vec{B}$

La fuerza de Lorentz es una fuerza centrípeta, es decir, puede deducirse el radio de la trayectoria que describe una carga en un campo magnético:

$$m \frac{v^2}{R} = qvB \Rightarrow R = \frac{mv}{qB}$$

Las características del protón y de la partícula  $\alpha$  son las que se resumen a continuación:

	<b>Protón</b>	<b>Partícula <math>\alpha</math></b>
CARGA	$q$	$2q$
MASA	$m$	$4m$
CAMPO	$B$	$B$
VELOCIDAD	$v$	$v$

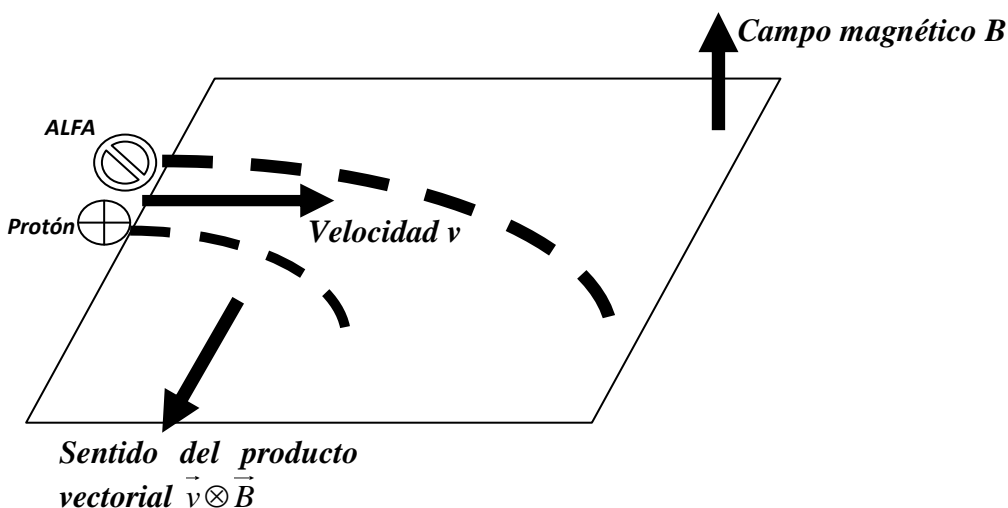
PARA EL PROTÓN Y LA PARTÍCULA ALFA, EL RADIO SERÁ:

$$R_p = \frac{mv}{qB} \qquad R_\alpha = \frac{4m \cdot v}{2q \cdot B}$$

Dividiendo el radio de la partícula  $\alpha$  entre el radio del protón:

$$\frac{R_\alpha}{R_p} = \frac{\frac{4mv}{2qB}}{\frac{mv}{qB}} = \frac{4}{2} \Rightarrow \frac{R_\alpha}{R_p} = 2$$

El protón describe una radio que es la mitad del que describe la partícula ALFA.



5.- Responde a las siguientes cuestiones:

a) ¿Cómo debe moverse una carga en un campo magnético para que la fuerza sobre ella sea máxima y nula?

b) Un hilo conductor por el que circula una corriente  $I$  se encuentra en una región donde hay un campo magnético  $B$ . Explica en qué condiciones la fuerza sobre el hilo será nula.

c) Explica en qué consiste el paramagnetismo.

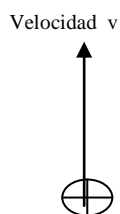
d) Define el amperio.

Incluye esquemas apropiados para acompañar las explicaciones. (2 puntos)

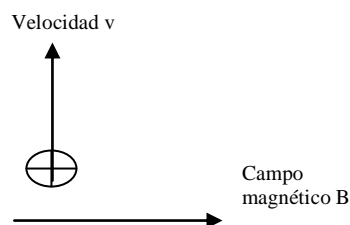
A) La fuerza sobre una carga magnética viene dada por  $\vec{F} = q\vec{v} \otimes \vec{B}$ .

Si la velocidad es paralela al campo, la fuerza es nula porque el producto vectorial de dos vectores paralelos es cero.

Si la velocidad es perpendicular al campo, la fuerza es máxima y su valor es  $qvB$ .

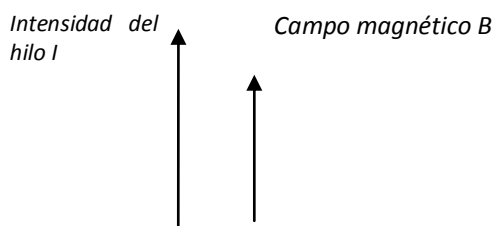


FUERZA NULA



FUERZA MÁXIMA QVB

B) La fuerza que actúa sobre un hilo conductor es  $\vec{F} = I\vec{L} \otimes \vec{B}$ . Si el conductor se coloca paralelo a las líneas de campo magnético la fuerza sobre el hilo es cero. También será cero si se coloca antiparalelo al hilo o si no circula corriente por el conductor.



FUERZA NULA SOBRE UN CONDUCTOR

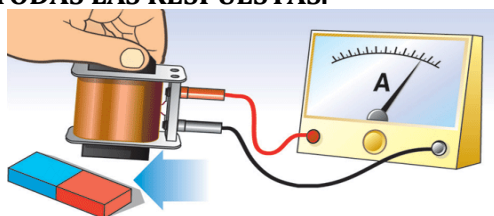
C) Son paramagnéticas el platino, el aluminio, el oxígeno gaseoso, el cromo y el magnesio.

Su permeabilidad magnética relativa  $\mu_R$  es algo mayor que la unidad. El campo magnético en su interior es mayor, ligeramente, al campo magnético en el vacío. Las sustancias paramagnéticas son débilmente atraídas por un imán. Una varilla de material paramagnético es atraída por un campo magnético hacia donde el campo es más intenso.

D) Un amperio es la corriente que circulando por dos conductores paralelos de 1 metro de longitud y separados una distancia de 1 metro, produce sobre cada conductor una fuerza de  $2 \cdot 10^{-7}$  N.

6. En el laboratorio del instituto se realiza el montaje experimental de la figura para estudiar el fenómeno de la inducción electromagnética. Responde a las siguientes preguntas y razona tus respuestas:

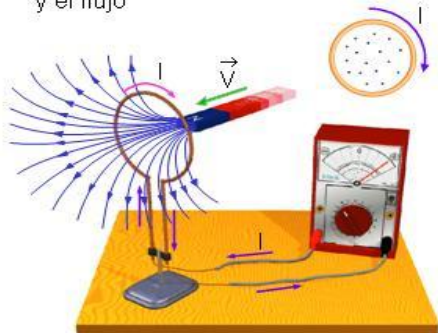
- ¿Se induce una corriente eléctrica al mover un imán en el interior de una bobina?
  - ¿Y si lo que se mueve es la bobina, dejando fijo el imán?
  - ¿El sentido de la corriente es siempre el mismo o depende de si el imán se acerca o aleja de la bobina?
  - ¿Cuánto más deprisa se mueve el imán el valor de la corriente inducida es mayor o menor?
  - ¿Qué leyes rigen estos hechos experimentales?
- RAZÓNENSE TODAS LAS RESPUESTAS.**



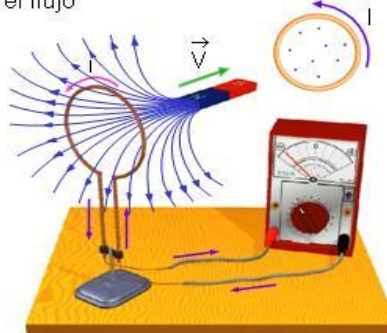
(1 punto)

- Al mover el imán dentro de la bobina varía el flujo magnético, aumenta al acercar el imán y disminuye al alejar el imán. Por lo tanto se inducen corrientes eléctricas. LEY FARADAY.
- Igual que en el apartado anterior, varía el flujo luego se induce corriente eléctrica. LEY DE FARADAY.
- No es el mismo sentido, al acercar el imán el flujo aumenta y la corriente se induce en un sentido pero cuando el imán se aleja el flujo disminuye y la corriente se induce en sentido contrario. LEY DE LENZ.

- Al acercar el imán a la espira, aumenta el campo magnético que la atraviesa, y el flujo



- Al alejar el imán de la espira, disminuye el campo magnético que la atraviesa, y el flujo



- La corriente inducida circula en el sentido en el que se genera un campo magnético por la espira, cuyo flujo tiende a contrarrestar el del campo magnético del imán



d) *Cuanto más deprisa se mueve el imán (o la bobina) el flujo aumenta más rápidamente y será mayor el valor de la corriente inducida. En el experimento de HENRY, una barra se desplazaba sobre conductores en forma de U y la fem inducida era v.B.L. A mayor velocidad, mayor fem inducida.*

e) *Las leyes que describen estos experimentos son LEY DE FARADAY, LEY DE LENZ Y LEY DE HENRY: LEY DE FARADAY HENRY LENZ O TERCERA LEY DE MAXWELL.*