

### PROBLEMAS INTERACCIÓN ELECTROMAGNÉTICA

- 1) Dadas dos cargas eléctricas positivas, iguales, situadas a una distancia  $r$ , calcula el valor que ha de tener una carga negativa situada en el punto medio del segmento que definen las dos primeras para que el sistema esté en equilibrio. Solución:  $Q' = Q/4$
- 2) Se tiene una carga de  $10 \mu\text{C}$  en el origen de coordenadas. Calcula el campo eléctrico creado en el punto  $P(3, 4, 0)$ . ¿Cuál sería el campo si la carga fuese de  $-10 \mu\text{C}$ ? Las coordenadas están medidas en metros.  
Solución:  $a) \vec{E} = 2100\vec{i} - 2880\vec{j} \frac{\text{N}}{\text{C}}$ ;  $E = 3600 \frac{\text{N}}{\text{C}}$ ;  $\vec{E}$  de signo contrario,  $E$  igual
- 3) Se tienen dos cargas puntuales  $Q_1 = 1 \text{ nC}$  y  $Q_2 = -1 \text{ nC}$ , situadas en los puntos  $O$  y  $A$ , de coordenadas  $(0, 0)$  y  $(2, 0)$ , respectivamente, expresadas en metros. Calcula el campo eléctrico en el punto  $P(1, 1)$ .  
Solución:  $\vec{E} = 6,4 \vec{i} \frac{\text{N}}{\text{C}}$ ;  $E = 6,4 \text{ N/C}$
- 4) Se tiene una carga positiva de  $10 \mu\text{C}$  fija en el origen de coordenadas y se coloca otra idéntica a una distancia de  $1 \text{ m}$ . Calcula la velocidad de la segunda carga al pasar por un punto situado a  $2 \text{ m}$  de la primera, si que cada carga tiene una masa de  $100 \text{ g}$ .  
Solución:  $3 \text{ m/s}$ .
- 5) La masa de un protón es  $1,67 \times 10^{-27} \text{ kg}$ , y su carga eléctrica  $1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$ . Compara la fuerza de repulsión eléctrica entre dos protones situados en el vacío con la fuerza de atracción gravitatoria entre ellos.  
Solución:  $F_e = 1,24 \times 10^{36} F_g$
- 6) Considerando que el átomo de hidrógeno está constituido por un protón y un electrón que gira en una órbita en torno al protón, y despreciando la contribución de la fuerza gravitatoria, calcula la relación entre el radio de la órbita del electrón y su velocidad.  
Dato: masa del electrón  $9,11 \times 10^{-31} \text{ kg}$   
Solución:  $v = \frac{15,9}{\sqrt{r}} \text{ m/s}$
- 7) Dos pequeñas bolas, de  $10 \text{ g}$  de masa cada una, están sujetas por hilos de longitud  $1 \text{ m}$ , suspendidas de un punto común. Si ambas tienen la misma carga eléctrica y los hilos forman un ángulo de  $10^\circ$ , calcula el valor de la carga eléctrica, así como su signo.  
Solución:  $1,7 \times 10^{-8} \text{ C}$
- 8) Calcula la energía potencial eléctrica asociada a un pequeño cuerpo de  $0,05 \text{ g}$  que porta una carga eléctrica de  $1 \mu\text{C}$  situado en el vacío a  $20 \text{ cm}$  de una segunda carga puntual fija de  $-4 \mu\text{C}$ . Si la primera carga se libera, ¿qué velocidad llevará cuando se encuentre a  $10 \text{ cm}$  de la carga fija?  
Solución:  $-0,18 \text{ J}$ ;  $84,85 \text{ m/s}$  en la línea que une las cargas y sentido hacia la carga fija
- 9) En un sistema de ejes coordenados tenemos dos cargas puntuales fijas; una de ellas tiene un valor de  $2 \mu\text{C}$  y está situada en el punto  $(0, 0) \text{ m}$  y la segunda, de  $-3 \mu\text{C}$ , se encuentra en el punto  $(4, 0) \text{ m}$ . Calcula el trabajo de la fuerza electrostática para trasladar una carga de  $-1 \mu\text{C}$  desde el punto  $A(0, 2)$  hasta el punto  $B(4, 2)$ .  
Solución:  $-1,24 \times 10^{-2} \text{ J}$
- 10) La diferencia de potencial entre los puntos  $A$  y  $B$  es de  $10 \text{ V}$ . Calcula el trabajo del campo para transportar una carga de  $1 \mu\text{C}$  desde el punto  $A$  al punto  $B$ . ¿Es el proceso espontáneo?  
Solución:  $10^{-5} \text{ J}$ , proceso espontáneo.

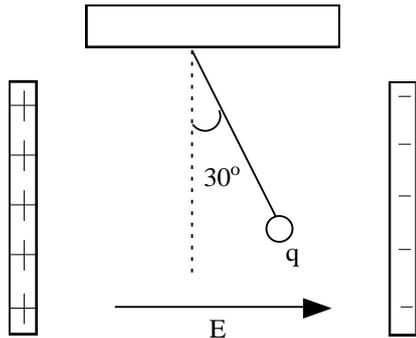
- 11) Dos cargas puntuales de 2 y -1  $\mu\text{C}$  están situadas. Respectivamente, en los puntos (1, 0) y (0, 2) de un sistema de ejes cartesianos cuya escala está establecida en cm. Hallar el campo y el potencial eléctrico en el punto (2, 1).

Solución:  $\vec{E}_T = (4,75 \times 10^7 \vec{i} + 7,17 \times 10^7 \vec{j}) \frac{\text{N}}{\text{C}}$ ;  $V_T = 8,7 \times 10^5 \text{ V}$

- 12) Tres cargas eléctricas de 2, 3 y 1  $\mu\text{C}$  están situadas en los puntos (2, 0), (0, 3) y (0, 0), respectivamente. Calcula la fuerza resultante ejercida sobre la tercera carga por las otras dos, si las coordenadas están expresadas en cm.

Solución:  $\vec{F} = -(45\vec{i} + 30\vec{j}) \text{ N}$

- 13) Observa la figura adjunta



El campo eléctrico entre las armaduras del condensador vale 4000 N/C. ¿Cuánto vale la carga q de la esfera si su masa es de 3 g?

Solución: 4,2  $\mu\text{C}$

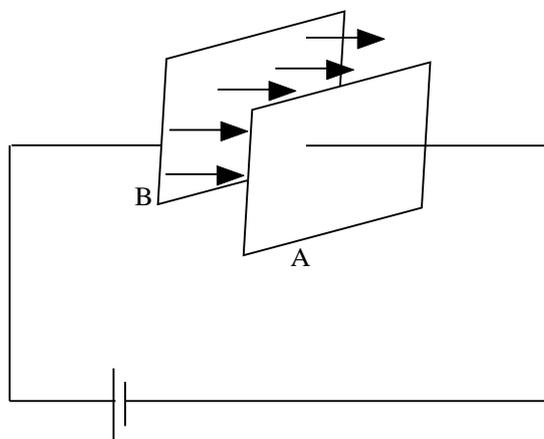
- 14) Describe el movimiento de una carga puntual positiva q de masa m que se deja libre en reposo en un campo eléctrico uniforme  $\vec{E}$  dirigido a lo largo del eje OX.

Solución:  $\vec{a} = \frac{q\vec{E}}{m}$ ;  $\vec{v} = \frac{q\vec{E}t}{m}$ ;  $\vec{x} = \frac{qEt^2}{2m}\vec{i}$ ;  $E_c = \frac{q^2E^2}{2m}t^2$

- 15) Se libera desde el reposo un protón en un campo eléctrico uniforme de  $8 \times 10^4 \text{ V/m}$  dirigido a lo largo del eje OX, en sentido positivo. El protón se desplaza una distancia de 20 cm en la dirección y sentido del campo. Calcula la diferencia de potencial que ha experimentado el protón en el desplazamiento indicado, la variación de su energía potencial y su velocidad al cabo de esos 20 cm.

Solución:  $-1,6 \times 10^4 \text{ V}$ ;  $-2,56 \times 10^{-15} \text{ J}$ ;  $1,75 \times 10^6 \text{ m/s}$

- 16) Se conecta una batería de 12 V a dos placas paralelas (figura). La separación entre las placas es de 0,50 cm. Calcular el campo eléctrico entre las placas, suponiendo que es uniforme.



Solución:  $2,4 \times 10^3 \text{ V/m}$

- 17) Un protón que se mueve con una velocidad de  $8 \times 10^6$  m/s a lo largo del eje OX, penetra en un campo magnético de 2,5 T cuya dirección forma un ángulo de  $60^\circ$  con el eje X, y está en el plano XY. Calcula la fuerza y la aceleración inicial del protón.  
Solución:  $2,77 \times 10^{-12}$  N;  $1,66 \times 10^{15}$  m/s<sup>2</sup>
- 18) Un protón penetra perpendicularmente a un campo magnético uniforme de 1,5 T. Si el protón se mueve con una energía cinética de 5 MeV, ¿qué fuerza ejerce el campo sobre el protón?  
Solución:  $7,59 \times 10^{-12}$  N
- 19) Una corriente de 2 A circula por un conductor paralelo al eje OX y en sentido positivo, perpendicular a un campo magnético de inducción  $B = 2 \times 10^{-5}$  T. ¿En qué puntos es nulo el campo magnético neto?  
Solución:  $d = 2$  cm
- 20) Una espira situada en el plano XY tiene un diámetro de 20 cm. Si circula por ella una corriente de 2 A en sentido antihorario, calcula el campo magnético en el centro de la espira.  
Solución:  $4\pi \times 10^{-6} \vec{u}_z$  T
- 21) Un protón incide perpendicularmente en un campo magnético uniforme de  $6 \times 10^{-5}$  T con una velocidad de  $5 \times 10^6$  m/s. Determina el radio de la órbita que describe.  
Solución: 870 m.
- 22) Dos conductores rectilíneos y paralelos, de gran longitud, están separados en el aire 10 cm, y recorridos por corrientes de 6 y 4 A. Calcula la fuerza por unidad de longitud que actúa sobre cada conductor, tanto si las corrientes circulan en el mismo sentido como si lo hacen en sentidos contrarios.  
Solución:  $4,8 \times 10^{-5}$  N/m; en el primer caso atracción, en el segundo repulsión.
- 23) Dos cables paralelos de 80 cm de longitud están separados 4 cm. Calcula la fuerza con que se atraen si están recorridos por corrientes de 5 y 8 A en el mismo sentido.  
Solución:  $1,6 \times 10^{-4}$  N
- 24) Por dos conductores rectilíneos, paralelos y de gran longitud, circulan corrientes de 2 y 5 A en el mismo sentido. La distancia entre ellos es de 20 cm. Calcula el campo magnético en el punto medio de la recta que une normalmente a los dos conductores.  
Solución:  $6 \times 10^{-6}$  T en el sentido del campo producido por la corriente de 5 A.
- 25) En la figura, dos dispositivos  $C_1$  y  $C_2$  lanzan partículas cargadas en la dirección del eje OX. Dichas partículas se mueven en presencia de un campo magnético perpendicular a su trayectoria y entrante (x). Se observa que las partículas lanzadas por  $C_1$  impactan sobre la pantalla en el punto P, mientras que las lanzadas por  $C_2$  lo hacen en el punto Q. ¿Qué podemos decir de la carga de tales partículas?  
Solución: la primera es positiva y la segunda es negativa (razonar).
- 26) Un electrón se acelera por la acción de una diferencia de potencial de  $10^4$  V para posteriormente ser sometido a un campo magnético uniforme de 4 T perpendicular a la trayectoria del electrón. Determinar la velocidad del electrón al entrar en el campo magnético, el radio de la trayectoria del electrón en el interior del campo magnético, y el período del movimiento circular.  
Solución:  $5,9 \times 10^7$  m/s;  $8,4 \times 10^{-5}$  m;  $8,9 \times 10^{-12}$  s
- 27) Una varilla de 200 g y 40 cm es recorrida por una intensidad de 2 A en sentido OX. Si la varilla está apoyada en una superficie horizontal de coeficiente de rozamiento 0,3,

calcular el valor numérico la dirección y el sentido del campo magnético necesario para que comience a deslizarse hacia la derecha, es decir, en sentido OY.

Solución: 0,735 T, perpendicular a la superficie y sentido  $-OZ$ .

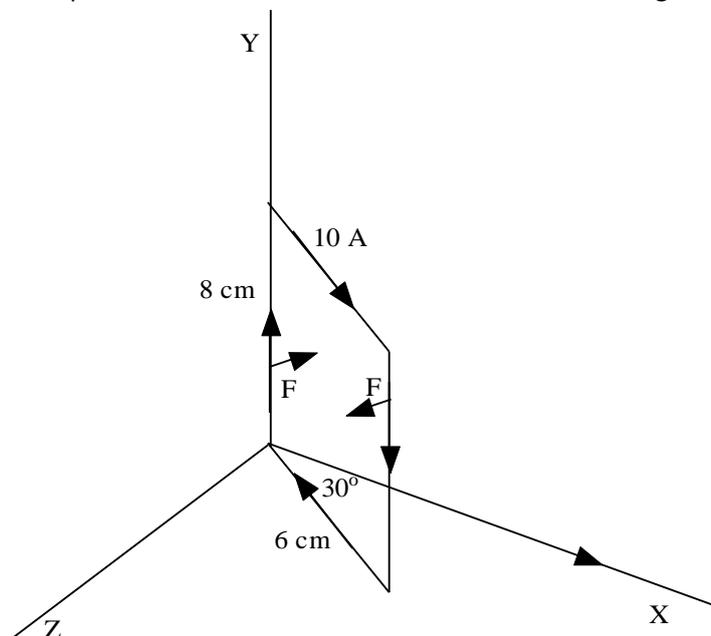
- 28) Un hilo de 50 cm de longitud situado sobre el eje Y transporta una corriente de 1 A en el sentido positivo del eje. El hilo se encuentra en una zona donde existe un campo magnético  $\vec{B} = 0,2\vec{i} - 0,4\vec{j} + 0,5\vec{k} T$ . ¿Cuál es la fuerza que actúa sobre el hilo?

Solución:  $\vec{F} = 0,25\vec{i} - 0,10\vec{k} N$ , de módulo 0,27 N

- 29) El campo eléctrico entre las placas del filtro (selector) de velocidades de un espectrómetro de masas es de 120.000 V/m, y el campo magnético en esta zona y después de pasarla es de 0,6 T. Un chorro de iones de neón con una sola carga describe una trayectoria circular de 7,28 cm de radio en el campo magnético. Determina el número másico del isótopo del neón.

Solución: 21 u.

- 30) La espira rectangular de la figura, que puede girar libremente alrededor del eje Y, transporta una corriente de 10 A en el sentido de la figura.



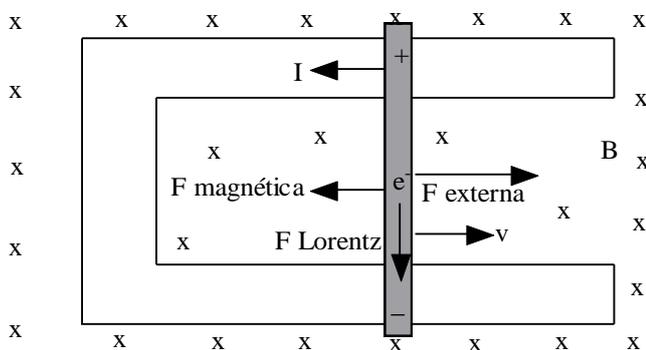
Si la espira está en una región del espacio donde existe un campo magnético paralelo al eje X, dirigido hacia valores de x positivos y de magnitud 0,2 T, calcula la fuerza sobre cada uno de los lados de la espira y el momento necesario para mantener la espira en su posición.

Solución:

*Sobre la altura que coincide con el eje Y,  $-0,16\vec{z} N$ ; sobre el lado paralelo, la misma fuerza pero de sentido contrario; sobre la base superior,  $0,06\vec{j} N$ ; sobre la base inferior, igual pero de sentido contrario (estas dos últimas se cancelan, pues la espira no puede girar por acción de ellas, mientras que las dos primeras dan lugar a un par de fuerzas.*

*$M = 8,3 \times 10^{-3} Nm$ , en ambos lados hacia fuera de la espira. Por tanto, el momento necesario para mantener la espira en su posición es igual a M en módulo y dirección, pero de sentido contrario.*

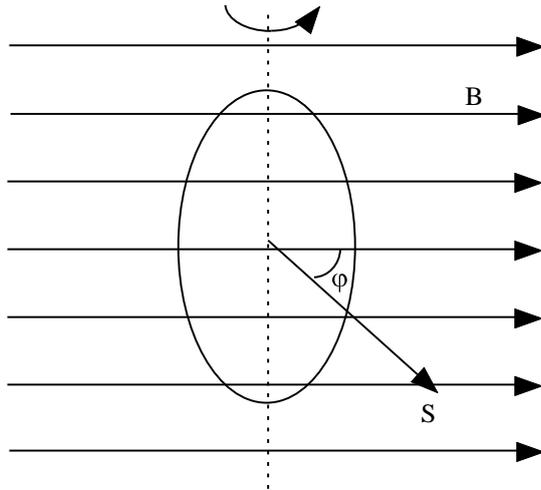
- 31) Las características habituales de los primeros ciclotrones eran un campo magnético de 1,5 T y un radio de 0,5 m. Calcula la velocidad de un protón acelerado por un ciclotrón de estas características.  
Solución:  $7,19 \times 10^7$  m/s
- 32) Calcula el campo magnético creado por un hilo conductor largo, situado sobre el eje Y de un sistema de coordenadas, y que transporta una corriente de 10 A en sentido positivo del eje, en los puntos A (2, 0, 0), B (2, 0, 2), C (0,0 2) y D (-2, 0, -2). Suponer que el medio es el vacío y que las coordenadas están expresadas en metros.  
Solución: En A y C,  $10^{-6}$  T; en B y D,  $7,07 \times 10^{-7}$  T
- 33) Un solenoide de 20 cm de longitud formado por 600 espiras tiene una resistencia de  $12 \Omega$ . Determina el valor del campo magnético en su interior cuando está conectado a una diferencia de potencial de 100 V.  
Solución:  $3,14 \times 10^{-2}$  T
- 34) Se lanza una carga de  $10 \mu\text{C}$  perpendicularmente a un campo magnético uniforme de intensidad  $B = 0,2 \times 10^{-4}$  T. Calcula el trabajo realizado por las fuerzas del campo si la velocidad de la partícula es 20 m/s.  
Solución: 0 (razonar)
- 35) Un protón describe, antes de salir despedido, una circunferencia de radio 0,35 m dentro de un ciclotrón cuyo campo magnético es de 1,48 T. Calcular la velocidad del protón en el instante de salir despedido, la frecuencia de la tensión alterna que se aplica a las "des" y la energía cinética del protón en MeV.  
Solución:  $4,96 \times 10^7$  m/s;  $2,26 \times 10^7$  Hz; 12,8 MeV
- 36) Se coloca una bobina de 1000 espiras en un campo magnético uniforme de 0,5 T. Si el radio de las espiras es de 2,5 cm y las recorre una corriente de 1,5 A, calcula el momento magnético de la bobina, el momento del par cuando el campo y el momento magnético forman un ángulo de  $30^\circ$ , y el valor máximo de dicho momento.  
Solución:  $2,94 \text{ Am}^2$ ; 0,735 Nm; 1,47 Nm.
- 37) Una varilla conductora de 20 cm de longitud y  $10 \Omega$  de resistencia, se desplaza paralelamente a sí misma y sin rozamiento, con una velocidad de 5 cm/s, sobre un conductor en forma de U de resistencia despreciable en el seno de un campo magnético de 0,1 T.



Determina la fem que aparece entre los extremos de la varilla, la intensidad que recorre el circuito y su sentido, y la fuerza externa que debe actuar sobre la varilla para mantenerla en movimiento.

Solución:  $\epsilon = 10^{-3}$  V;  $I = 10^{-4}$  A;  $F$  externa =  $2 \times 10^{-6}$  N, en el sentido de la velocidad.

- 38) Una espira circular de 2 cm de radio está colocada perpendicularmente en el seno de un campo magnético uniforme  $\vec{B} = 0,3\vec{i} T$ .



Si la espira gira con una frecuencia de 10 Hz en torno a un diámetro perpendicular al campo magnético, determina el flujo magnético que atraviesa la espira en cualquier instante.

Solución:  $\phi = 1,2 \times 10^{-4} \pi \cos(20\pi t) \text{ Wb}$

- 39) Una bobina de 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 T. Si en el instante inicial el plano de la espira es perpendicular al campo, determina el flujo que atraviesa la espira en cualquier instante y la expresión de la fem inducida.

Solución:  $\phi = 0,01\pi \cos(40\pi t)$  ;  $\varepsilon = 0,4\pi^2 \text{sen}(40\pi t)$

- 40) El circuito primario de un condensador está formado por 1200 espiras y el secundario por 20. Si el circuito primario se conecta a una ddp de 220 V, determina la ddp a la salida del circuito secundario y la intensidad de corriente en el secundario, si en el primario es de 0,5 A.

Solución: 3,7 V y 30 A

- 41) Una bobina de 100 espiras, de  $200 \text{ cm}^2$  cada una, gira alrededor de un eje contenido en su plano con una velocidad constante de 300 rpm, perpendicularmente a un campo magnético uniforme de 0,5 T. Halla la fem media inducida en la bobina durante un cuarto de vuelta. Suponer que en el instante inicial el eje de la bobina es paralelo al campo.

Solución: 20 V

- 42) Un generador de corriente alterna consta de una bobina de 10 espiras, cada una de área  $0,09 \text{ m}^2$ , y una resistencia total de  $15 \Omega$ . La bobina gira en un campo magnético de 0,5 T con una frecuencia de 50 Hz. Calcula la máxima fem inducida y la corriente inducida máxima.

Solución: 141,4 V i 9,4 A

- 43) Una bobina rectangular plana de 100 espiras, cada una de superficie  $0,02 \text{ m}^2$ , está dentro de un campo magnético uniforme cuyas líneas de fuerza son perpendiculares a la superficie de las espiras. Si la intensidad del campo magnético varía de 0,6 a 0,3 T en 0,1 s, ¿cuál es la fem media inducida en la bobina?

Solución: 6 V

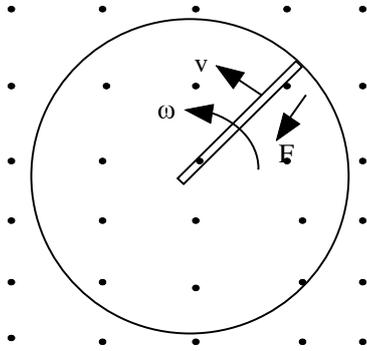
- 44) Una bobina plana de 400 espiras de radio 20 cm, cuya resistencia total es de  $11 \Omega$ , tiene inicialmente el eje paralelo a un campo magnético uniforme  $\vec{B} = 0,30\vec{j} T$ . Si en 0,50 s el eje de la bobina se coloca en perpendicular al campo, determina la fem inducida, la intensidad de la corriente y el sentido de la misma.

Solución: 30 V, 2,7 A en sentido antihorario.

- 45) Una bobina plana, cuadrada, de 300 espiras de 5 cm de lado, se sitúa en perpendicular a un campo magnético uniforme, creado por un electroimán, cuya intensidad es de 0,80 T. Los extremos del hilo de la bobina van unidos a un miliamperímetro de  $2 \Omega$  de resistencia, siendo la resistencia de la bobina de  $8 \Omega$ . Calcula la fem inducida si la bobina gira con velocidad angular constante de 50 rps y la intensidad de la corriente inducida.

Solución:  $\varepsilon = 188,5 \text{sen}(100\pi t) V$ ;  $I = 18,85 \text{sen}(100\pi t) A$

- 46) Una varilla metálica de 1 m de longitud gira a una velocidad angular constante de 20 rad/s en un campo magnético uniforme de 0,05 T de intensidad. El eje de giro pasa por un extremo de la varilla y es paralelo a las líneas de fuerza del campo magnético.



Calcula la fem inducida entre los extremos de la varilla.

Solución: -0,5 V hacia el centro de la circunferencia.

- 47) Se aplica una tensión de 200 V al circuito primario de un transformador que contiene 1100 espiras, de modo que circula por él una intensidad de 45 mA. Si el secundario posee 50 espiras, calcular la tensión y la intensidad de corriente en el secundario.

Solución: 10 V y 1 A