



2015-Modelo

B. Pregunta 3.- Dos hilos conductores A y B, rectilíneos, indefinidos y paralelos se encuentran situados en el vacío separados entre sí 25 cm y por ellos circulan, en sentidos opuestos, corrientes de intensidades 1 A y 2 A, respectivamente. Calcule:

- La fuerza magnética que experimentan 2 m del hilo A debida a la presencia del otro conductor, indicando su sentido.
- Los puntos del plano que contiene los hilos A y B donde el campo magnético creado por ambos hilos es nulo.

Dato: Permeabilidad magnética del vacío; $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ N A}^{-2}$

2014-Septiembre

A. Pregunta 3.- Una carga $q = -1 \times 10^{-11} \text{ C}$ de masa $m \equiv 5 \times 10^{-21} \text{ kg}$ se mueve en el plano XY con una velocidad $v = 300 \text{ ms}^{-1}$ en el seno de un campo magnético $\vec{B} = 5\vec{k} \mu\text{T}$ describiendo una trayectoria circular. Determine:

- El radio de giro de la carga y su periodo.
- El campo eléctrico que habría que aplicar para que la carga describiera una trayectoria rectilínea en el instante en el que su velocidad es paralela al eje X y con sentido positivo.

2014-Junio

A. Pregunta 3.- Una espira circular de 2 cm de radio se encuentra en el seno de un campo magnético uniforme $B = 3,6 \text{ T}$ paralelo al eje Z. Inicialmente la espira se encuentra contenida en el plano XY. En el instante $t = 0$ la espira empieza a rotar en torno a un eje diametral con una velocidad angular constante $\omega = 6 \text{ rad s}^{-1}$.

- Si la resistencia total de la espira es de 3Ω , determine la máxima corriente eléctrica inducida en la espira e indique para qué orientación de la espira se alcanza.
- Obtenga el valor de la fuerza electromotriz inducida en la espira en el instante $t = 3 \text{ s}$.

2014-Modelo

B. Pregunta 3.- En una región del espacio hay un campo eléctrico $\vec{E} = 4 \times 10^3 \vec{j} \text{ NC}^{-1}$ y otro magnético $\vec{B} = -0,5 \vec{i} \text{ T}$. Si un protón penetra en esa región con una velocidad perpendicular al campo magnético:

- ¿Cuál debe ser la velocidad del protón para que al atravesar esa región no se desvíe?

Si se cancela el campo eléctrico y se mantiene el campo magnético:

- Con la velocidad calculada en el apartado a), ¿qué tipo de trayectoria describe?, ¿cuál es el radio de la trayectoria? Determine el trabajo realizado por la fuerza que soporta el protón y la energía cinética con la que el protón describe esa trayectoria.

Datos: Masa del protón = $1,67 \times 10^{-27} \text{ kg}$; Valor absoluto de la carga del electrón, $e = 1,60 \times 10^{-19} \text{ C}$

2013-Septiembre

B. Pregunta 5.- Dos partículas idénticas A y B, de cargas $3,2 \times 10^{-19} \text{ C}$ y masas $6,4 \times 10^{-27} \text{ kg}$, se mueven en una región donde existe un campo magnético uniforme de valor: $\vec{B}_0 = (\vec{i} + \vec{j}) \text{ T}$. En un instante dado, la partícula A se mueve con velocidad $\vec{v}_A = (-10^3 \vec{i} + 10^3 \vec{j}) \text{ m s}^{-1}$ y la partícula B con velocidad $\vec{v}_B = (-10^3 \vec{i} - 10^3 \vec{j}) \text{ m s}^{-1}$.

- Calcule, en ese instante, la fuerza que actúa sobre cada partícula.
- Una de ellas realiza un movimiento circular; calcule el radio de la trayectoria que describe y la frecuencia angular del movimiento.

2013-Junio

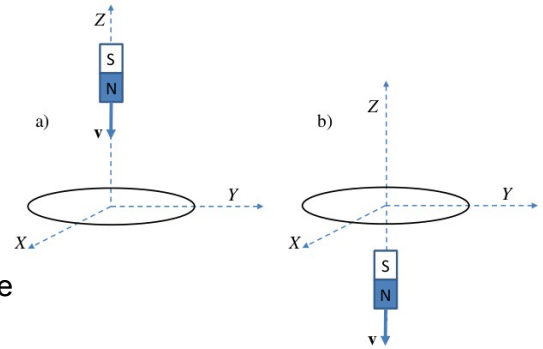
A. Pregunta 2.- Una bobina circular de 20 cm de radio y 10 espiras se encuentra, en el instante inicial, en el interior de un campo magnético uniforme de 0,04 T, que es perpendicular al plano de su superficie. Si la bobina comienza a girar alrededor de uno de sus diámetros, determine:

- El flujo magnético máximo que atraviesa la bobina.
- La fuerza electromotriz inducida (fem) en la bobina en el instante $t = 0,1 \text{ s}$, si gira con una velocidad angular constante de 120 rpm.



2013-Modelo

A. Pregunta 3.- Considérese, tal y como se indica en la figura, una espira circular, contenida en el plano X-Y, con centro en el origen de coordenadas. Un imán se mueve a lo largo del eje Z, tal y como también se ilustra en la figura. Justifíquese razonadamente el sentido que llevará la corriente inducida en la espira si:



- a) El imán se acerca a la espira, como se indica en la parte a) de la figura.
- b) El imán se aleja de la espira, como se indica en la parte b) de la figura.

2012-Septiembre

B. Pregunta 3.- a) Determine la masa de un ión de potasio, K^+ , si cuando penetra con una velocidad $\vec{v} = 8 \times 10^4 \vec{i} \text{ m s}^{-1}$ en un campo magnético uniforme de intensidad $\vec{B} = 0,1 \vec{k} \text{ T}$ describe una trayectoria circular de 65 cm de diámetro.

b) Determine el módulo, dirección y sentido del campo eléctrico que hay que aplicar en esa región para que el ión no se desvíe.

Dato: Valor absoluto de la carga del electrón, $e = 1,60 \times 10^{-19} \text{ C}$

2012-Junio

B. Pregunta 3.- Una espira circular de 10 cm de radio, situada inicialmente en el plano XY, gira a 50 rpm en torno a uno de sus diámetros bajo la presencia de un campo magnético $\vec{B} = 0,3 \vec{k} \text{ T}$.

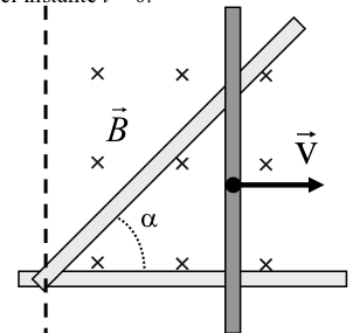
Determine:

- a) El flujo magnético que atraviesa la espira en el instante $t = 2 \text{ s}$.
- b) La expresión matemática de la fuerza electromotriz inducida en la espira en función del tiempo.

2012-Modelo

B. Pregunta 5.- Se tiene el circuito de la figura en forma de triángulo rectángulo, formado por una barra conductora vertical que se desliza horizontalmente hacia la derecha con velocidad constante $v = 2,3 \text{ m/s}$ sobre dos barras conductoras fijas que forman un ángulo $\alpha = 45^\circ$. Perpendicular al plano del circuito hay un campo magnético uniforme y constante $B = 0,5 \text{ T}$ cuyo sentido es entrante en el plano del papel. Si en el instante inicial $t = 0$ la barra se encuentra en el vértice izquierdo del circuito:

Posición de la barra en el instante $t = 0$.



- a) Calcule la fuerza electromotriz inducida en el circuito en el instante de tiempo $t = 15 \text{ s}$.
- b) Calcule la corriente eléctrica que circula por el circuito en el instante $t = 15 \text{ s}$, si la resistencia eléctrica total del circuito en ese instante es 5Ω . Indique el sentido en el que circula la corriente eléctrica.

2011-Septiembre-Coincidentes

A. Problema 2.- Un electrón se mueve en las proximidades de un cable conductor rectilíneo e indefinido situado en el eje Y, por el que circula una corriente de 10 A en sentido positivo. Cuando el electrón se encuentra sobre el eje X a una distancia $x = +0,05 \text{ m}$ del cable, se mueve con una velocidad $\vec{v} = -10^5 \vec{i} \text{ m/s}$. Determine:

- a) El vector intensidad de la inducción magnética, \vec{B} , en la posición del electrón.
- b) La fuerza magnética, \vec{F} , que actúa sobre el electrón.
- c) El radio de curvatura de la trayectoria que en ese instante inicia el electrón.
- d) En qué dirección se debe mover el electrón respecto al hilo para que no se desvíe de su trayectoria.

Datos: Valor absoluto de la carga del electrón $e = 1,60 \times 10^{-19} \text{ C}$; masa del electrón $m = 9,11 \times 10^{-31} \text{ kg}$; permeabilidad magnética del vacío $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ N A}^{-2}$.

B. Cuestión 2.-

Una partícula cargada se mueve en una región del espacio donde únicamente existe un campo magnético constante

- a) ¿Qué se puede afirmar del módulo de su velocidad? Razone la respuesta.
- b) Razone en qué casos la fuerza sobre la partícula podría ser nula. Si la fuerza no es nula, ¿cuál es el ángulo que se forma entre la velocidad de la partícula y dicha fuerza? Razone la respuesta.



2011-Septiembre

A. Cuestión 3.- Dos conductores rectilíneos, paralelos y de longitud infinita, separados una distancia $d = 30 \text{ cm}$ están recorridos por corrientes eléctricas de igual intensidad $I = 2 \text{ A}$.

- Determine la intensidad del campo magnético generado por los dos conductores en el punto medio de la línea que los une, en el caso de que las corrientes tengan sentidos contrarios.
- Determine el módulo de la fuerza por unidad de longitud que se ejercen entre sí estos conductores.

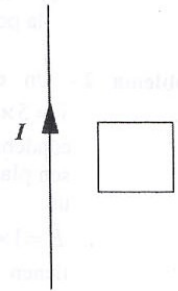
Datos: Permeabilidad magnética del vacío $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ N A}^{-2}$.

B. Cuestión 2.- a) Defina la magnitud flujo magnético. ¿Cuál es su unidad en el S.I.?

- Una espira conductora plana se sitúa en el seno de un campo magnético uniforme de inducción magnética \mathbf{B} . ¿Para qué orientación de la espira el flujo magnético a través de ella es máximo? ¿Para qué orientación es cero el flujo? Razone la respuesta.

2011-Junio-Coincidentes

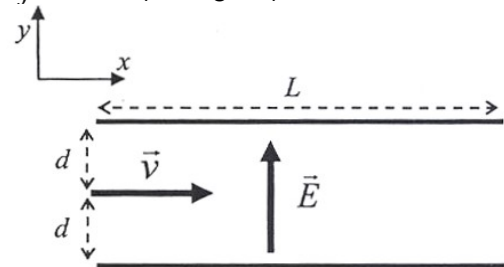
A. Cuestión 3.- Un hilo muy largo está recorrido por una corriente de intensidad uniforme y constante, I . Una espira cuadrada con una cierta resistencia eléctrica, se mueve en las cercanías del hilo (ver figura). Razone si se generará una corriente inducida en la espira y, en caso afirmativo, cuál será su sentido (horario o antihorario) en los siguientes casos:



- Cuando la velocidad de la espira es paralela a la intensidad de corriente.
- Cuando la velocidad de la espira es perpendicular a la intensidad de corriente y alejándose de ella.

B. Problema 2.- Un electrón se lanza con una velocidad $\vec{v} = 5 \times 10^6 \vec{i} \text{ m s}^{-1}$ entre las placas de un condensador plano vacío cargado, cuyas placas son planos paralelos al plano XZ, que producen un campo eléctrico uniforme $\vec{E} = 1 \times 10^2 \vec{j} \text{ N C}^{-1}$ (ver figura).

Las placas tienen una anchura, $L = 10 \text{ cm}$. Si el electrón entra de forma que su distancia a cada una de las placas es $d = 1 \text{ cm}$, halla, suponiendo despreciable la fuerza gravitatoria:



- La fuerza \vec{F} y la aceleración \vec{a} que actúan sobre el electrón.
- El vector inducción magnética \vec{B} necesario para que el electrón no desvíe su trayectoria.
- El vector velocidad del electrón a la salida del condensador, en las circunstancias del apartado b).
- Suponga que ahora se descarga el condensador, de modo que se anula el campo eléctrico y tan sólo tiene la inducción magnética hallada en el apartado b). Calcule el radio de giro de la trayectoria del electrón.

Datos: Masa del electrón $m_e = 9,11 \times 10^{-31} \text{ kg}$. Valor absoluto de la carga del electrón $e = 1,60 \times 10^{-19} \text{ C}$.

2011-Junio

A. Problema 2.- Un electrón que se mueve con velocidad $v = 5 \times 10^3 \text{ m/s}$ en el sentido positivo del eje X entra en una región del espacio donde hay un campo magnético uniforme $B = 10^{-2} \text{ T}$ dirigido en el sentido positivo del eje Z.

- Calcule la fuerza \vec{F} que actúa sobre el electrón.
- Determine el radio de la órbita circular que describirá el electrón.
- ¿Cuál es la velocidad angular del electrón?
- Determine la energía del electrón antes y después de penetrar en la región del campo magnético.

Datos: Valor absoluto de la carga del electrón $e = 1,60 \times 10^{-19} \text{ C}$; masa del electrón $m_e = 9,11 \times 10^{-31} \text{ kg}$.

2011-Modelo

A. Cuestión 3.- Una carga puntual Q con velocidad $\vec{v} = v_z \vec{k}$ entra en una región donde existe un campo magnético uniforme $\vec{B} = B_x \vec{i} + B_y \vec{j} + B_z \vec{k}$. Determine:

- La fuerza que experimenta la carga Q en el campo magnético.
- La expresión del campo eléctrico \vec{E} que debería existir en la región para que el vector velocidad de la carga Q permanezca constante.

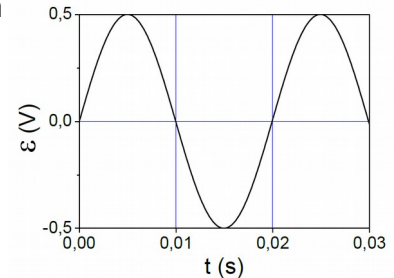


B. Cuestión 2.- a) ¿Cuál es el módulo de la velocidad de un electrón que se mueve en presencia de un campo eléctrico de módulo 4×10^5 N/C y de un campo magnético de 2 T, ambos perpendiculares entre sí y, a su vez, perpendiculares a la velocidad del electrón, para que éste no se desvíe?

b) ¿Cuál es el radio de la órbita descrita por el electrón cuando se suprime el campo eléctrico si el módulo de su velocidad es el calculado en el apartado anterior?

Datos: Masa del electrón $m_e = 9,1 \times 10^{-31}$ kg; Valor absoluto de la carga del electrón $e = 1,6 \times 10^{-19}$ C

B. Problema 2.- Se hace girar una espira conductora circular de 5 cm de radio respecto a uno de sus diámetros en una región con un campo magnético uniforme de módulo B y dirección perpendicular a dicho diámetro. La fuerza electromotriz inducida (ϵ) en la espira depende del tiempo (t) como se muestra en la figura. Teniendo en cuenta los datos de esta figura, determine:

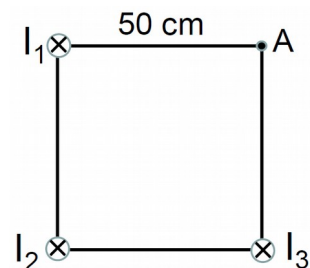


a) La frecuencia de giro de la espira y el valor de B.

b) La expresión del flujo de campo magnético a través de la espira en función del tiempo.

2010-Septiembre-Fase General

A. Problema 2.- Tres hilos conductores infinitos y paralelos pasan por los vértices de un cuadrado de 50 cm de lado como se indica en la figura. Las tres corrientes I_1 , I_2 e I_3 circulan hacia dentro del papel.



a) Si $I_1 = I_2 = I_3 = 10$ mA, determine el campo magnético en el vértice A del cuadrado.

b) Si $I_1 = 0$, $I_2 = 5$ mA e $I_3 = 10$ mA, determine la fuerza por unidad de longitud entre los hilos recorridos por las corrientes.

Dato: Permeabilidad magnética del vacío $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ N A⁻²

B. Problema 1.- En un instante determinado un electrón que se mueve con una velocidad

$$\vec{v} = (4 \times 10^4 \vec{i}) \text{ m/s}$$

penetra en una región en la que existe un campo magnético de valor $\vec{B} = (-0,8 \vec{j}) \text{ T}$, siendo \vec{i} y \vec{j} los vectores unitarios en los sentidos positivos de los ejes X e Y respectivamente. Determine:

a) El módulo, la dirección y el sentido de la aceleración adquirida por el electrón en ese instante, efectuando un esquema gráfico en la explicación.

b) La energía cinética del electrón y el radio de la trayectoria que describiría el electrón al moverse en el campo, justificando la respuesta.

Datos: Valor absoluto de la carga del electrón $e = 1,6 \times 10^{-19}$ C Masa del electrón $m_e = 9,1 \times 10^{-31}$ kg

2010-Septiembre-Fase Específica

A. Problema 1.- En una región del espacio existe un campo eléctrico de $3 \cdot 10^5$ N C⁻¹ en el sentido positivo del eje OZ y un campo magnético de 0,6 T en el sentido positivo del eje OX.

a) Un protón se mueve en el sentido positivo del eje OY. Dibuje un esquema de las fuerzas que actúan sobre él y determine qué velocidad deberá tener para que no sea desviado de su trayectoria.

b) Si en la misma región del espacio un electrón se moviera en el sentido positivo del eje OY con una velocidad de 10^3 m/s, ¿en qué sentido sería desviado?

Dato: Valor absoluto de la carga del electrón y del protón $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C.

B. Cuestión 2.- Dos conductores rectilíneos e indefinidos, paralelos, por los que circulan corrientes de igual intensidad, I, están separados una distancia de 0,12 m y se repelen con una fuerza por unidad de longitud de 6×10^{-9} N m⁻¹.

a) Efectúe un esquema gráfico en el que se dibuje el campo magnético, la fuerza que actúa sobre cada conductor y el sentido de la corriente en cada uno de ellos.

b) Determine el valor de la intensidad de corriente I, que circula por cada conductor.

Dato: Permeabilidad magnética del vacío $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ N A⁻²

B. Problema 2.- Una partícula de masa $m = 4 \times 10^{-16}$ kg y carga $q = -2,85 \times 10^{-9}$ C, que se mueve según el sentido positivo del eje X con velocidad $2,25 \times 10^6$ m/s, penetra en una región del espacio donde existe un campo magnético uniforme de valor $B = 0,9$ T orientado según el sentido positivo del eje Y. Determine:

a) La fuerza (módulo, dirección y sentido) que actúa sobre la carga.

b) El radio de la trayectoria seguida por la carga dentro del campo magnético.



2010-Junio-Coincidentes

B. Problema 2.- Una partícula de carga $+e$ y masa $2,32 \times 10^{-23}$ g se mueve con velocidad constante $\vec{v} = 10^5 \vec{i} \text{ (ms}^{-1}\text{)}$ a lo largo del eje X, desde valores negativos del mismo. Al llegar a $x=0$, por efecto de un campo magnético uniforme $\vec{B} = 0,6 \vec{k} \text{ (T)}$ en la región con $x \geq 0$, la partícula describe media circunferencia y sale de la región de campo magnético en sentido opuesto al de entrada.

- Haciendo uso de la 2ª ley de Newton, calcule la distancia entre los puntos de entrada y salida de la partícula de la región de campo magnético. Realice un dibujo del fenómeno.
- Determine el tiempo que tardará la partícula en salir de la región con campo magnético.
- Halle el campo eléctrico que habría que aplicar a partir de $x=0$ para que al llegar a ese punto la partícula no viese alterada su velocidad.

Datos: Valor absoluto de la carga del electrón $e = 1,6 \times 10^{-19}$ C

Constante de Planck $h = 6,63 \times 10^{-34}$ J s;

2010-Junio-Fase General

A. Cuestión 3.- Dos partículas de idéntica carga describen órbitas circulares en el seno de un campo magnético uniforme bajo la acción del mismo. Ambas partículas poseen la misma energía cinética y la masa de una es el doble que la de la otra. Calcule la relación entre:

- Los radios de las órbitas.
- Los periodos de las órbitas.

2010-Junio-Fase Específica

A. Cuestión 2.- Un protón y un electrón se mueven en un campo magnético uniforme \vec{B} bajo la acción del mismo. Si la velocidad del electrón es 8 veces mayor que la del protón y ambas son perpendiculares a las líneas del campo magnético, deduzca la relación numérica existente entre:

- Los radios de las órbitas que describen.
- Los periodos orbitales de las mismas.

Dato: Se considera que la masa del protón es 1836 veces la masa del electrón.

B. Problema 2.- Por un hilo conductor rectilíneo y de gran longitud circula una corriente de 12 A. El hilo está situado en el eje Z de coordenadas y la corriente fluye en el sentido positivo. Un electrón se encuentra situado en el eje Y en el punto P de coordenadas (0, 20, 0) expresadas en centímetros. Determine el vector aceleración del electrón en los siguientes casos:

- El electrón se encuentra en reposo en la posición indicada.
- Su velocidad es de 1 m/s según la dirección positiva del eje Y.
- Su velocidad es de 1m/s según la dirección positiva del eje Z.
- Su velocidad es de 1m/s según la dirección negativa del eje X.

Datos: Permeabilidad magnética del vacío $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ N A⁻²

Masa del electrón $m_e = 9,1 \times 10^{-31}$ kg

Valor absoluto de la carga del electrón $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C.

(Muy similar a 2005-Junio-B-Problema 2, con misma errata en apartados c y d)

2010-Modelo

A. Cuestión 3.- (Cuestión que no existía en Modelo preliminar que no contemplaba dos opciones disjuntas) Una carga puntual Q con velocidad $\vec{v} = v_x \vec{i}$ entra en una región donde existe un campo magnético uniforme $\vec{B} = B_x \vec{i} + B_y \vec{j} + B_z \vec{k}$. Determine:

- La fuerza que se ejerce sobre la carga en el campo magnético.
- El campo eléctrico \vec{E} que debería existir en la región para que la carga prosiguiese sin cambio del vector velocidad.

B. Cuestión 2.- (Cuestión 4 en Modelo preliminar que no contemplaba dos opciones disjuntas) Enunciado 100% idéntico a 2007-Septiembre-Cuestión 4.

B. Problema 2.- (A. Problema 2 en Modelo preliminar que no contemplaba dos opciones disjuntas) Una espira circular de sección 40 cm^2 está situada en un campo magnético uniforme de módulo $B = 0,1 \text{ T}$, siendo el eje de la espira paralelo a las líneas del campo magnético:

- Si la espira gira alrededor de uno de sus diámetros con una frecuencia de 50 Hz, determine la fuerza electromotriz máxima inducida en la espira, así como el valor de la fuerza electromotriz 0,1 s después de comenzar a girar.
- Si la espira está inmóvil y el módulo del campo magnético disminuye de manera uniforme hasta hacerse nulo en 0,01 s, determine la fuerza electromotriz inducida en la espira en ese intervalo de tiempo.



2009-Septiembre

B. Problema 2.- Un hilo conductor rectilíneo de longitud infinita está situado en el eje Z y transporta una corriente de 20 A en el sentido positivo de dicho eje. Un segundo hilo conductor, también infinitamente largo y paralelo al anterior, corta al eje X en el punto de coordenada $x = 10$ cm. Determine:

- La intensidad y el sentido de la corriente en el segundo hilo, sabiendo que el campo magnético resultante en el punto del eje X de coordenada $x = 2$ cm es nulo.
- La fuerza por unidad de longitud que actúa sobre cada conductor, explicando cuál es su dirección y sentido.

Dato Permeabilidad magnética del vacío $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ N A}^{-2}$

2009-Junio

Cuestión 4.- Analice si son verdaderas o falsas las siguientes afirmaciones:

- Una partícula cargada que se mueve en un campo magnético uniforme aumenta su velocidad cuando se desplaza en la misma dirección de las líneas del campo.
- Una partícula cargada puede moverse en una región en la que existe un campo magnético y un campo eléctrico sin experimentar ninguna fuerza.

B. Problema 2.- Sea un campo magnético uniforme \vec{B} dirigido en el sentido positivo del eje Z. El campo sólo es distinto de cero en una región cilíndrica de radio 10 cm cuyo eje es el eje Z y aumenta en los puntos de esta región a un ritmo de 10^{-3} T/s . Calcule la fuerza electromotriz inducida en una espira situada en el plano XY y efectúe un esquema gráfico indicando el sentido de la corriente inducida en los dos casos siguientes:

- Espira circular de 5 cm de radio centrada en el origen de coordenadas.
- Espira cuadrada de 30 cm de lado centrada en el origen de coordenadas.

2009-Modelo

Cuestión 4.- Una espira cuadrada de 10 cm de lado está recorrida por una corriente eléctrica constante de 30 mA.

- Determine el momento magnético de la espira.
- Si esta espira está inmersa en un campo magnético uniforme $B = 0,5 \text{ T}$ paralelo a dos de sus lados, determine las fuerzas que actúan sobre cada uno de sus lados. Analice si la espira girará o no hasta alcanzar la posición de equilibrio en el campo.

2008-Junio

B. Problema 2.- Una espira circular de radio $r = 5 \text{ cm}$ y resistencia $0,5 \Omega$ se encuentra en reposo en una región del espacio con campo magnético $\vec{B} = B_0 \vec{k}$, siendo $B_0 = 2 \text{ T}$ y \vec{k} el vector unitario en la dirección Z. El eje normal a la espira en su centro forma 0° con el eje Z. A partir de un instante $t = 0$ la espira comienza a girar con velocidad angular constante $\omega = \pi \text{ (rad/s)}$ en torno a un eje diametral. Se pide:

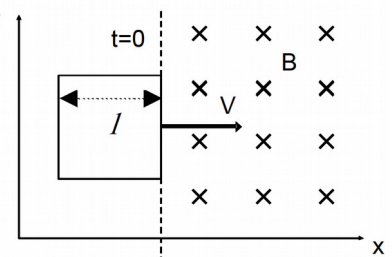
- La expresión del flujo magnético a través de la espira en función del tiempo t , para $t \geq 0$.
- La expresión de la corriente inducida en la espira en función de t .

2008-Modelo

A. Problema 1.- Una espira cuadrada de lado $l = 5 \text{ cm}$ situada en el plano XY se desplaza con velocidad constante v en la dirección del eje X como se muestra en la figura. En el instante $t = 0$ la espira encuentra una región del espacio en donde hay un campo magnético uniforme $B = 0,1 \text{ T}$, perpendicular al plano XY con sentido hacia dentro del papel (ver figura).

a) Sabiendo que al penetrar la espira en el campo se induce una corriente eléctrica de $5 \times 10^{-5} \text{ A}$ durante 2 segundos, calcule la velocidad v y la resistencia de la espira.

b) Represente gráficamente la fuerza electromotriz inducida en función del tiempo desde el instante $t = 0$ e indique el sentido de la corriente inducida en la espira.



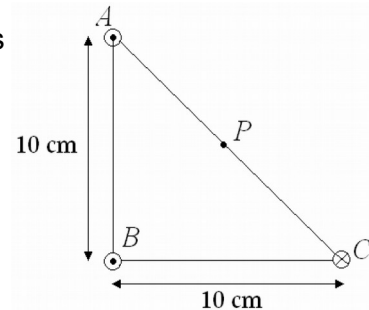


2007-Septiembre

Cuestión 4.- a) ¿Cuál es la velocidad de un electrón cuando se mueve en presencia de un campo eléctrico de módulo $3,5 \times 10^5$ N/C y de un campo magnético de 2 T, ambos mutuamente perpendiculares y, a su vez, perpendiculares a la velocidad del electrón, para que éste no se desvíe?

b) ¿Cuál es el radio de la órbita descrita por el electrón cuando se suprime el campo eléctrico?
 Datos: Masa del electrón $m_e = 9,1 \times 10^{-31}$ kg; Valor absoluto de la carga del electrón $e = 1,6 \times 10^{-19}$ C

A. Problema 2.- Tres hilos conductores rectilíneos, muy largos y paralelos, se disponen como se muestra en la figura (perpendiculares al plano del papel pasando por los vértices de un triángulo rectángulo). La intensidad de corriente que circula por todos ellos es la misma, $I = 25$ A, aunque el sentido de la corriente en el hilo C es opuesto al de los otros dos hilos. Determine:



- El campo magnético en el punto P, punto medio del segmento AC.
- La fuerza que actúa sobre una carga positiva $Q = 1,6 \times 10^{-19}$ C si se encuentra en el punto P moviéndose con una velocidad de 10^6 m/s perpendicular al plano del papel y con sentido hacia fuera.

Dato Permeabilidad magnética del vacío $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ N A⁻²

2007-Junio

Cuestión 4.- Un protón que se mueve con velocidad constante en el sentido positivo del eje X penetra en una región del espacio donde hay un campo eléctrico $\vec{E} = 4 \times 10^5 \vec{k}$ N/C y un campo magnético $\vec{B} = -2 \vec{j}$ T, siendo \vec{k} y \vec{j} los vectores unitarios en las direcciones de los ejes Z e Y respectivamente.

- Determine la velocidad que debe llevar el protón para que atraviese dicha región sin ser desviado.

Datos: Constante de Planck $h = 6,63 \times 10^{-34}$ J s; Masa del protón $m_p = 1,67 \times 10^{-27}$ kg

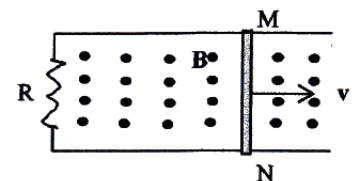
2007-Modelo

Cuestión 3.- Indique el tipo de trayectoria descrita por una partícula cargada positivamente que posee inicialmente una velocidad $\vec{v} = v \vec{i}$ al penetrar en cada una de las siguientes regiones:

- Región con un campo magnético uniforme: $\vec{B} = B \vec{i}$
- Región con un campo eléctrico uniforme: $\vec{E} = E \vec{i}$
- Región con un campo magnético uniforme $\vec{B} = B \vec{j}$
- Región con un campo eléctrico uniforme: $\vec{E} = E \vec{j}$

Nota: Los vectores \vec{i} y \vec{j} son los vectores unitarios según los ejes X e Y respectivamente.

A. Problema 2.- En el circuito de la figura la varilla MN se mueve con una velocidad constante de valor $v = 2$ m/s en dirección perpendicular a un campo magnético uniforme de valor 0,4 T. Sabiendo que el valor de la resistencia R es 60 Ω y que la longitud de la varilla es 1,2 m:



- Determine la fuerza electromotriz inducida y la intensidad de la corriente que circula en el circuito.
- Si a partir de un cierto instante ($t = 0$) la varilla se frena con aceleración constante hasta pararse en 2 s, determine la expresión matemática de la fuerza electromotriz inducida en función del tiempo, en el intervalo de 0 a 2 segundos.

2006-Septiembre

Cuestión 3.- Un protón que se mueve con una velocidad \vec{v} entra en una región en la que existe un campo magnético \vec{B} uniforme. Explique cómo es la trayectoria que seguirá el protón:

- Si la velocidad del protón \vec{v} es paralela a \vec{B}
- Si la velocidad del protón \vec{v} es perpendicular a \vec{B}

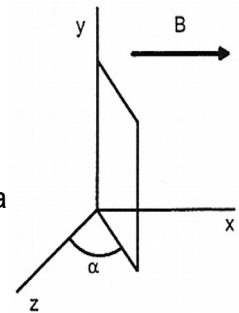
A. Problema 1.- Un campo magnético uniforme forma un ángulo de 30° con el eje de una bobina de 200 vueltas y radio 5 cm. Si el campo magnético aumenta a razón de 60 T/s, permaneciendo constante la dirección, determine:

- La variación del flujo magnético a través de la bobina por unidad de tiempo.
- La fuerza electromotriz inducida en la bobina.
- La intensidad de la corriente inducida, si la resistencia de la bobina es 150 Ω .
- ¿Cuál sería la fuerza electromotriz inducida en la bobina, si en las condiciones del enunciado el campo magnético disminuyera a razón de 60 T/s en lugar de aumentar?



2006-Junio

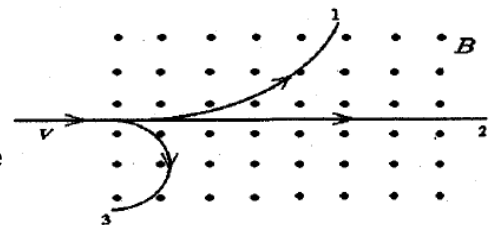
B. Problema 1.- Una espira cuadrada de $1,5 \Omega$ de resistencia está inmersa en un campo magnético uniforme $B = 0,03 \text{ T}$ dirigido según el sentido positivo del eje X. La espira tiene 2 cm de lado y forma un ángulo α variable con el plano YZ como se muestra en la figura.



- Si se hace girar la espira alrededor del eje Y con una frecuencia de rotación de 60 Hz siendo $\alpha = \pi / 2$ en el instante $t = 0$, obtenga la expresión de la fuerza electromotriz inducida en la espira en función del tiempo.
- ¿Cuál debe ser la velocidad angular de la espira para que la corriente máxima que circule por ella sea de 2 mA ?

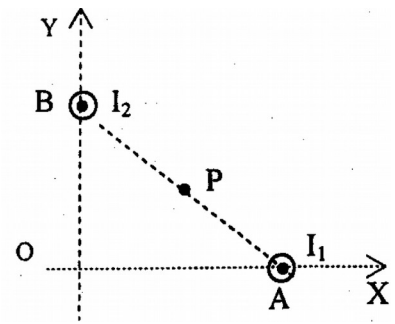
2006-Modelo

Cuestión 3.- La figura representa una región en la que existe un campo magnético uniforme B, cuyas líneas de campo son perpendiculares al plano del papel y saliendo hacia fuera del mismo. Si entran sucesivamente tres partículas con la misma velocidad v, y describe cada una de ellas la trayectoria que se muestra en la figura (cada partícula está numerada):



- ¿Cuál es el signo de la carga de cada una de las partículas?
- ¿En cuál de ellas es mayor el valor absoluto de la relación carga-masa (q/m)?

B. Problema 2.- Dos conductores rectilíneos, indefinidos y paralelos, perpendiculares al plano XY, pasan por los puntos A ($80, 0$) y B ($0, 60$) según indica la figura, estando las coordenadas expresadas en centímetros. Las corrientes circulan por ambos conductores en el mismo sentido, hacia fuera del plano del papel, siendo el valor de la corriente I_1 de 6 A . Sabiendo que $I_2 > I_1$ y que el valor del campo magnético en el punto P, punto medio de la recta que une ambos conductores, es de $B = 12 \times 10^{-7} \text{ T}$, determine



- El valor de la corriente I_2
- El módulo, la dirección y el sentido del campo magnético en el origen de coordenadas O, utilizando el valor de I_2 , obtenido anteriormente.

Datos: Permeabilidad magnética del vacío: $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ N A}^{-2}$

2005-Septiembre

Cuestión 3.- Una partícula cargada penetra con velocidad \vec{v} en una región en la que existe un campo magnético uniforme \vec{B} .

Determine la expresión de la fuerza ejercida sobre la partícula en los siguientes casos:

- La carga es negativa, la velocidad es $\vec{v} = v_o \vec{j}$ y el campo magnético es $\vec{B} = -B_o \vec{k}$.
- La carga es positiva, la velocidad es $\vec{v} = v_o(\vec{j} + \vec{k})$ y el campo magnético es: $\vec{B} = B_o \vec{j}$.

Nota: Los vectores \vec{i} , \vec{j} y \vec{k} son los vectores unitarios según los ejes X, Y y Z respectivamente.

B. Problema 2.- Una espira circular de $0,2 \text{ m}$ de radio se sitúa en un campo magnético uniforme de $0,2 \text{ T}$ con su eje paralelo a la dirección del campo. Determine la fuerza electromotriz inducida en la espira si en $0,1 \text{ s}$ y de manera uniforme:

- Se duplica el valor del campo.
- Se reduce el valor del campo a cero.
- Se invierte el sentido del campo.
- Se gira la espira un ángulo de 90° en torno a un eje diametral perpendicular a la dirección del campo magnético.

2005-Junio

Cuestión 3.- Una espira metálica circular, de 1 cm de radio y resistencia $10^{-2} \Omega$, gira en torno a un eje diametral con una velocidad angular de $2\pi \text{ rad/s}$ en una región donde hay un campo magnético uniforme de $0,5 \text{ T}$ dirigido según el sentido positivo del eje Z. Si el eje de giro de la espira tiene la dirección del eje X y en el instante $t = 0$ la espira se encuentra situada en el plano XY, determine:

- La expresión de la fuerza electromotriz inducida en la espira en función del tiempo.
- El valor máximo de la intensidad de la corriente que recorre la espira.



B. Problema 2.- Por un hilo conductor rectilíneo y de gran longitud circula una corriente de 12 A. El hilo define el eje Z de coordenadas y la corriente fluye en el sentido positivo. Un electrón se encuentra situado en el eje Y a una distancia del hilo de 1 cm. Calcule el vector aceleración instantánea que experimentaría dicho electrón si:

- Se encuentra en reposo.
- Su velocidad es de 1 m/s según la dirección positiva del eje Y.
- Su velocidad es de 1m/s según la dirección positiva del eje Z.
- Su velocidad es de 1m/s según la dirección negativa del eje X.

Datos: Permeabilidad magnética del vado $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ N A}^{-2}$

Masa del electrón $m_e = 9,1 \times 10^{-31} \text{ kg}$

Valor absoluto de la carga del electrón $e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$

(Nota: En enunciado original apartado c y d no separan magnitud de las unidades)

2005-Modelo

Cuestión 4.- Un solenoide de resistencia $3,4 \times 10^{-3} \Omega$ está formado por 100 espiras de hilo de cobre y se encuentra situado en un campo magnético de expresión $B = 0,01 \cos(100\pi t)$ en unidades SI. El eje del solenoide es paralelo a la dirección del campo magnético y la sección transversal del solenoide es de 25 cm^2 . Determine:

- La expresión de la fuerza electromotriz inducida y su valor máximo.
- La expresión de la intensidad de la corriente que recorre el solenoide y su valor máximo.

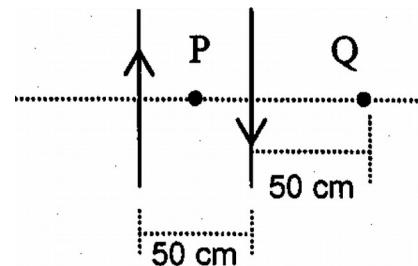
A. Problema 2.- Una partícula cargada pasa sin ser desviada de su trayectoria rectilínea a través de dos campos, eléctrico y magnético, perpendiculares entre sí. El campo eléctrico está producido por dos placas metálicas paralelas (situadas a ambos lados de la trayectoria) separadas 1 cm y conectadas a una diferencia de potencial de 80 V. El campo magnético vale 0,002 T. A la salida de las placas, el campo magnético sigue actuando perpendicularmente a la trayectoria de la partícula, de forma que, ésta describe una trayectoria circular de 1,14 cm de radio. Determine:

- La velocidad de la partícula en la región entre las placas.
- La relación masa/carga de la partícula.

B. Problema 2.- Dos hilos conductores de gran longitud, rectilíneos y paralelos, están separados una distancia de 50 cm, tal como se indica en la figura. Si por los hilos circulan corrientes iguales de 12 A de intensidad y con sentidos opuestos, calcule el campo magnético resultante en los puntos indicados en la figura:

- Punto P equidistante de ambos conductores.
- Punto Q situado a 50 cm de un conductor y a 100 cm del otro.

Dato: Permeabilidad magnética del vacío $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ NA}^{-2}$



2004-Septiembre

Cuestión 4.- En una región del espacio existe un campo magnético uniforme dirigido en el sentido negativo del eje Z. Indique mediante un esquema la dirección y el sentido de la fuerza que actúa sobre una carga, en los siguientes casos:

- La carga es positiva y se mueve en el sentido positivo del eje Z.
- La carga es negativa y se mueve en el sentido positivo del eje X.

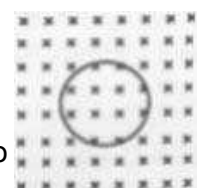
A. Problema 2.- Una espira conductora circular de 4 cm de radio y de $0,5 \Omega$ de resistencia está situada inicialmente en el plano XY. La espira se encuentra sometida a la acción de un campo magnético uniforme \mathbf{B} , perpendicular al plano de la espira y en el sentido positivo del eje Z.

- Si el campo magnético aumenta a razón de $0,6 \text{ T/s}$, determine la fuerza electromotriz y la intensidad de la corriente inducida en la espira, indicando el sentido de la misma.
- Si el campo magnético se estabiliza en un valor constante de $0,8 \text{ T}$, y la espira gira alrededor de uno de sus diámetros con velocidad angular constante de $10\pi \text{ rad/s}$, determine en estas condiciones el valor máximo de la fuerza electromotriz inducida.

2004-Junio

Cuestión 3.- a) Enuncie las leyes de Faraday y de Lenz de la inducción electromagnética.

- La espira circular de la figura adjunta está situada en el seno de un campo magnético uniforme. Explique si existe fuerza electromotriz inducida en los siguientes casos: b1) la espira se desplaza hacia la derecha; b2) el valor del campo magnético aumenta linealmente con el tiempo.





B. Problema 1.- Un conductor rectilíneo indefinido transporta una corriente de 10 A en el sentido positivo del eje Z. Un protón, que se mueve a 2×10^5 m/s, se encuentra a 50 cm del conductor. Calcule el módulo de la fuerza ejercida sobre el protón si su velocidad:

- es perpendicular al conductor y está dirigida hacia él.
- es paralela al conductor.
- es perpendicular a las direcciones definidas en los apartados a) y b).
- ¿En qué casos, de los tres anteriores, el protón ve modificada su energía cinética?

Datos: Permeabilidad magnética del vacío $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ NA}^{-2}$

Valor absoluto de la carga del electrón $e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$

2004-Modelo

A. Problema 2.- Por dos hilos conductores, rectilíneos y paralelos, de gran longitud, separados una distancia de 10 cm, circulan dos corrientes de intensidades 2 A y 4 A respectivamente, en sentidos opuestos. En un punto P del plano que definen los conductores, equidistante de ambos, se introduce un electrón con una velocidad de 4×10^4 m/s paralela y del mismo sentido que la corriente de 2 A. Determine:

- El campo magnético en la posición P del electrón.
- La fuerza magnética que se ejerce sobre el electrón situado en P.

Datos: Permeabilidad magnética del vacío $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ NA}^{-2}$

Valor absoluto de la carga del electrón $e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$

2003-Septiembre

Cuestión 3.- Una partícula de carga positiva q se mueve en la dirección del eje de las X con una velocidad constante $\vec{v} = a \vec{i}$ y entra en una región donde existe un campo magnético de dirección eje Y y módulo constante $\vec{B} = b \vec{j}$.

- Determine la fuerza ejercida sobre la partícula en módulo, dirección y sentido.
- Razone qué trayectoria seguirá la partícula y efectúe un esquema gráfico.

B. Problema 1.- Un solenoide de 20Ω de resistencia está formado por 500 espiras circulares de 2,5 cm de diámetro. El solenoide está situado en un campo magnético uniforme de valor 0,3 T, siendo el eje del solenoide paralelo a la dirección del campo. Si el campo magnético disminuye uniformemente hasta anularse en 0,1 s, determine:

- El flujo inicial que atraviesa el solenoide y la fuerza electromotriz inducida.
- La intensidad recorrida por el solenoide y la carga transportada en ese intervalo de tiempo.

2003-Junio

Cuestión 3.- Un protón penetra en una región donde existe un campo magnético uniforme. Explique qué tipo de trayectoria describirá el protón si su velocidad es:

- paralela al campo;
- perpendicular al campo.
- ¿Qué sucede si el protón se abandona en reposo en el campo magnético?
- ¿En qué cambiarían las anteriores respuestas si en lugar de un protón fuera un electrón?

2003-Modelo

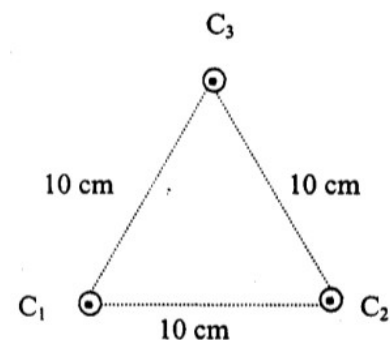
Cuestión 4.- Para transformar el voltaje de 220 V de la red eléctrica a un voltaje de 12 V que necesita una lámpara halógena se utiliza un transformador:

- ¿Que tipo de transformador debemos utilizar? Si la bobina del primario tiene 2200 espiras ¿cuántas espiras debe tener la bobina del secundario?
- Si la lámpara funciona con una intensidad de corriente de 5 A ¿cuál es el valor de la intensidad de la corriente que debe circular por la bobina del primario?

A. Problema 2.- Tres hilos conductores rectilíneos y paralelos, infinitamente largos, pasan por los vértices de un triángulo equilátero de 10 cm de lado, según se indica en la figura. Por cada uno de los conductores circula una comente de 25 A en el mismo sentido, hacia fuera del plano del papel. Calcule:

- El campo magnético resultante en un punto del conductor C_3 debido a los otros dos conductores. Especifique la dirección del vector campo magnético.
- La fuerza resultante por unidad de longitud ejercida sobre el conductor C_3 . Especifique la dirección del vector fuerza.

Datos: Permeabilidad magnética del vacío: $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ NA}^{-2}$

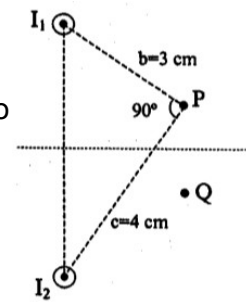




2002-Septiembre

Cuestión 2.- Un electrón se mueve con velocidad v en una región del espacio donde coexisten un campo eléctrico y un campo magnético, ambos estacionarios. Razone si cada uno de estos campos realiza o no trabajo sobre la carga.

B. Problema 1 .- En la figura se representan dos hilos conductores rectilíneos de gran longitud que son perpendiculares al plano del papel y llevan corrientes de intensidades I_1 e I_2 de sentidos hacia el lector.



a) Determine la relación entre I_1 e I_2 para que el campo magnético B en el punto P sea paralelo a la recta que une los hilos indicada en la figura.

b) Para la relación entre I_1 e I_2 obtenida anteriormente, determine la dirección del campo magnético B en el punto Q (simétrico del punto P respecto del plano perpendicular a la citada recta que une los hilos y equidistante de ambos).

Nota: b y c son las distancias del punto P a los hilos conductores.

2002-Junio

Cuestión 3.- 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 fuerza electromotriz inducida es de 50 V cuando la frecuencia es de 60 Hz, determine el valor máximo de la fuerza electromotriz inducida:

a) Si la frecuencia es 180 Hz en presencia del mismo campo magnético.

b) Si la frecuencia es 120 Hz y el valor del campo magnético se duplica.

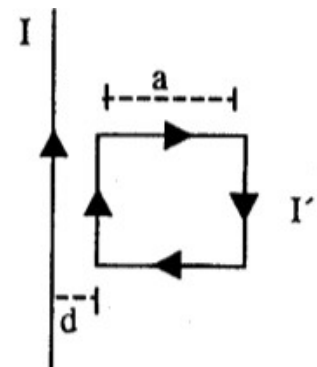
2002-Modelo

Cuestión 3.- Una partícula cargada se mueve en línea recta en una determinada región.

a) Si la carga de la partícula es positiva ¿Puede asegurarse que en esa región el campo magnético es nulo?

b) ¿Cambiaría su respuesta si la carga fuese negativa en vez de ser positiva?.

B. Problema 2.- Sea un conductor rectilíneo y de longitud infinita, por el que circula una intensidad de corriente $I=5$ A. Una espira cuadrada de lado $a=10$ cm está colocada con dos de sus lados paralelos al conductor rectilíneo, y con su lado más próximo a una distancia $d=3$ cm de dicho conductor. Si la espira está recorrida por una intensidad de corriente $I'=0,2$ A en el sentido que se indica en la figura, determine:



a) El módulo, la dirección y el sentido del campo magnético creado por el conductor rectilíneo en cada uno de los lados de la espira paralelos a dicho conductor.

b) El módulo, la dirección y el sentido de la fuerza ejercida sobre cada uno de los lados de la espira paralelos al conductor rectilíneo.

Datos: Permeabilidad magnética del vacío: $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ NA}^{-2}$

2001-Septiembre

Cuestión 3.- Una partícula de carga $q=1,6 \times 10^{-19}$ C se mueve en un campo magnético uniforme de valor $B=0,2$ T, describiendo una circunferencia en un plano perpendicular a la dirección del campo magnético con periodo de $3,2 \times 10^{-7}$ s, y velocidad de $3,8 \times 10^6$ m/s. Calcule:

a) El radio de la circunferencia descrita.

b) La masa de la partícula.

A. Problema 2.- Por un hilo conductor rectilíneo e infinitamente largo, situado sobre el eje X, circula una corriente eléctrica en el sentido positivo del eje X. El valor del campo magnético producido por dicha corriente es de 3×10^{-5} T en el punto P $(0, -d_P, 0)$, y es de 4×10^{-5} T en el punto Q $(0, +d_Q, 0)$. Sabiendo que $d_P+d_Q=7$ cm, determine:

a) La intensidad que circula por el hilo conductor.

b) Valor y dirección del campo magnético producido por dicha corriente en el punto de coordenadas $(0, 6 \text{ cm}, 0)$.

Datos: Permeabilidad magnética del vacío $\mu_0 = 4\pi 10^{-7} \text{ N A}^{-2}$

Las cantidades d_P y d_Q son positivas.



2001-Junio

Cuestión 3.- Un electrón que se mueve con una velocidad de 10^6 m/s describe una órbita circular en el seno de un campo magnético uniforme de valor 0,1 T cuya dirección es perpendicular a la velocidad. Determine:

- El valor del radio de la órbita que realiza el electrón.
- El número de vueltas que da el electrón en 0,001 s.

Datos: Masa del electrón $m_e = 9,1 \times 10^{-31}$ kg

Valor absoluto de la carga del electrón $e = 1,6 \times 10^{-19}$ C

A. Problema 2.- Un solenoide de 200 vueltas y de sección circular de diámetro 8 cm está situado en un campo magnético uniforme de valor 0,5 T cuya dirección forma un ángulo de 60° con el eje del solenoide. Si en un tiempo de 100 ms disminuye el valor del campo magnético uniformemente a cero, determine:

- El flujo magnético que atraviesa inicialmente el solenoide.
- La fuerza electromotriz inducida en dicho solenoide.

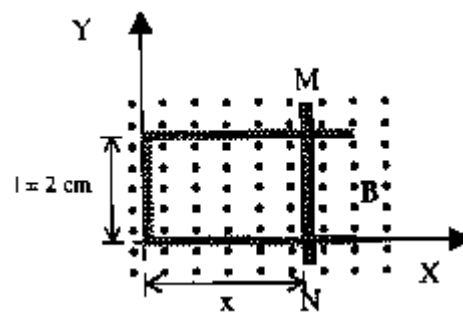
2001-Modelo

Cuestión 4.- Una espira se coloca perpendicularmente a un campo magnético uniforme **B** ¿En qué caso será mayor la fuerza electromotriz inducida en la espira?

- Si B disminuye linealmente de 300 mT a 0 en 1 ms
- Si B aumenta linealmente de 1 T a 1,2 T en 1 ms.

B. Problema 2.- Sobre un hilo conductor de resistencia despreciable, que tiene la forma que se indica en la figura, se puede deslizar una varilla MN de resistencia $R=10 \Omega$ en presencia de un campo magnético uniforme B, de valor 50 mT, perpendicular al plano del circuito. La varilla oscila en la dirección del eje X de acuerdo con la expresión $x = x_0 + A \sin \omega t$, siendo $x_0 = 10$ cm, $A = 5$ cm, y el periodo de oscilación 10 s.

- Calcule y represente gráficamente, en función del tiempo, el flujo magnético que atraviesa el circuito.
- Calcule y represente gráficamente, en función del tiempo, la corriente en el circuito.



2000-Septiembre

Cuestión 3.- Un campo magnético uniforme y constante de 0,01 T está dirigido a lo largo del eje Z. Una espira circular se encuentra situada en el plano XY, centrada en el origen, y tiene un radio que varía en el tiempo según la función: $r = 0,1 - 10 t$ (en unidades SI). Determine:

- La expresión del flujo magnético a través de la espira.
- En qué instante de tiempo la fuerza electromotriz inducida en la espira es 0,01 V.

2000-Junio

B. Problema 2.- 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 $B = 0,01 t + 0,04 t^2$, donde t está expresado en segundos y B en teslas. Calcule:

- El flujo magnético que atraviesa la bobina en función del tiempo.
- La fuerza electromotriz inducida en la bobina para $t = 5$ s.

2000-Modelo

Cuestión 4.- a) ¿Qué es un transformador? ¿Por qué son útiles para el transporte de la energía eléctrica?

b) Si el primario de un transformador tiene 1200 espiras y el secundario 100, ¿qué tensión habrá que aplicar al primario para tener en la salida del secundario 6 V?

B. Problema 1.- Dos isótopos, de masas $19,92 \times 10^{-27}$ kg y $21,59 \times 10^{-27}$ kg, respectivamente, con la misma carga de ionización son acelerados hasta que adquieren una velocidad constante de $6,7 \times 10^5$ m/s. Se les hace atravesar una región de campo magnético uniforme de 0,85 T cuyas líneas de campo son perpendiculares a la velocidad de las partículas

- Determine la relación entre los radios de las trayectorias que describe cada isótopo.
- Si han sido ionizados una sola vez, determine la separación entre los dos isótopos cuando han descrito una semicircunferencia.

Datos: Valor absoluto de la carga del electrón $e = 1,6 \times 10^{-19}$ C